

Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe

Untersuchung 2014



Auftraggeber:
WSA Hamburg
Hamburg

November 2015

Auftraggeber: WSA Hamburg
Hamburg

Titel: Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der
Tideelbe

Untersuchung 2014

Auftragnehmer: BIOCONSULT
Schuchardt & Scholle GbR

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

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

Internet www.bioconsult.de
eMail info@bioconsult.de

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

Datum: November 2015

Inhalt

Zusammenfassung	10
1. Anlass und Zielsetzung	16
2. Betrachtungsraum	18
3. Methodik	23
3.1 Probenahme Laichprodukte 2014: Konzeption und Durchführung	23
3.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651.....	23
3.1.2 Längstransekt km 630 – km 680	27
3.1.3 Auswertung	28
3.1.4 Hamenfänge.....	30
3.1.5 Zooplanktonuntersuchung	32
4. Ergebnisse	33
4.1 Abiotische Rahmenparameter	33
4.2 Untersuchung Quertransekte	41
4.2.1 Finteneier	43
4.2.1.1 Eistadien	43
4.2.1.2 Zeitliche Verteilungsmuster	46
4.2.1.3 Räumliche Verteilung der Eidichten.....	51
4.2.2 Fintenlarven	56
4.2.2.1 Larvenstadien	56
4.2.2.2 Zeitliche Verteilungsmuster	58
4.2.2.3 Räumliche Verteilung	62
4.2.3 Exkurs (ergänzend): Synoptische Betrachtung der Quertransekt- Befunde	65
4.3 Untersuchung Längstransekt	69
4.3.1 Finteneier	71
4.3.2 Fintenlarven	77
5. Hamenfänge	83
5.1 Frühjahr (adulte Finten)	83
5.2 Sommer (juvenile Finten)	84
5.2.1 Ergebnisse.....	85
6. Zusammenfassende Schlussfolgerung und Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren (Ei- und Larvenfänge).....	88
7. Einflussfaktoren.....	96
7.1 Abiotische Faktoren	96
7.2 Biotische Faktoren	102
7.2.1 Nahrungsangebot	102
7.2.2 Fressfeinde/Nahrungskonkurrenz	106
7.3 Zusammenfassendes Fazit Einflussfaktoren	107
8. Hinweise zum Monitoring	110
Literatur.....	112
Anhang	115

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Übersicht über den Betrachtungsraum von Elb-km 630 – km 680 (gelbe Linie). Lage der Messstellen im Längsschnitt (orange Hauptstrom, grün Nebeneiben); Lage der Messstellen bei den Quertransekt en km 643 und km 651 (rot).	19
Abb. 2:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1_nord - QT 4_süd) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebeneibe (QT 5). Dunkelblau = Fahrrinne.....	24
Abb. 3:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 - QT 4) bei km 651. Dunkelblau: Fahrrinne.	24
Abb. 4:	Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung.	25
Abb. 5:	Vertikale Anordnung der Ringnetze an den Quertransektstationen (schematische Darstellung).....	26
Abb. 6:	Darstellung des Untersuchungsbereichs „Längsschnitt“ von km 630 – km 680. Lage der Längsschnitt-Stationen (grüne Punkte).....	28
Abb. 7:	Inhalt eines Ringnetzholz (Beispiel), gespülte Probe zeigt einige Finteneier und v.a. Stintlarven (Foto Mai 2014).	29
Abb. 8:	Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m ³ /s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum März – Juni 2014 (orange) sowie der Oberwasserabfluss der Jahre 2009 - 2013 (Quelle WSA Hamburg).....	33
Abb. 9:	Entwicklung der Wassertemperatur (°C) bei km 643. Bild: oben Temperaturen oberflächennah, Bild unten: Temperaturen bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 25.04. – 23.06.2014. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.....	34
Abb. 10:	Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) bei km 643. Bild: oben Leitfähigkeit oberflächennah, Bild unten: bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 25.04. – 23.06.2014. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.	35
Abb. 11:	Entwicklung der Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2014. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 16.04. – 04.06.2014. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.....	37
Abb. 12:	Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohnahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 01.04. – 23.06.2014. Datenquelle: WSA Hamburg.....	38
Abb. 13:	Entwicklung der Wassertemperaturen im Frühjahr 2011 – 2014 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg MS D1.	39
Abb. 14:	Entwicklung der Sauerstoffgehalte im Frühjahr 2011 – 2014 in der Tideelbe.....	40
Abb. 15:	Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) im Zeitraum April bis Juni 2011 - 2014 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg Messstelle D1.	41
Abb. 16:	Ei- und Larvendichten an den Quertransekten bei km 643 (oben) und km 650 (unten) im Zeitraum 16.04. – 04.06.2014.	43
Abb. 17:	Anteil früher Entwicklungsstadien (Ia/Ib) und späterer Stadien II-V (kumuliert) der Finteneier (FE) im Untersuchungszeitraum vom 16.04. bis 04.06.2014.	44

Abb. 18:	Anteile (%) verpilzter Finteneier in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum vom 16.04. – 04.06.2014 in den Jahren 2011 – 2014.	46
Abb. 19:	Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 16.04. bis 04.06.2014.....	47
Abb. 20:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) in der Tideelbe bei km 651 am 30.04. und 15.05.2014 (U-Test p <0.1).....	48
Abb. 21:	Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 643. Daten 25.04. – 04.06.2014, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.	49
Abb. 22:	Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4).	50
Abb. 23:	Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 24.04. – 04.06.2014 in der Tideelbe.....	52
Abb. 24:	Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 651 am 16.5 & 29.5.2014 in der Tideelbe.	53
Abb. 25:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen bei QT km 643 im Zeitraum vom 16.04. – 04.06.2014 in der Tideelbe.....	54
Abb. 26:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen des QT bei km 651 am 30.04. & 15.05.2014 in der Tideelbe.	54
Abb. 27:	Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m ³) im Untersuchungszeitraum vom 16.04. – 04.06.2014 (Daten Quertransekt km 643) differenziert nach Entwicklungsstadien (A = Dottersackstadium, B = Frühlarvenstadium, C = spätere Larvenstadien).	57
Abb. 28:	Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m ³) in der Tideelbe bei QT km 643 vom 25.04. – 04.06.2014.	58
Abb. 29:	Fintenlarvenanzahlen (Ind./100 m ³) in der Tideelbe bei QT km 651 vom 30.04.& 15.05.2014.	59
Abb. 30:	Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen, Daten, 2014, Quertransekt bei km 643, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen.....	60
Abb. 31:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4).	61
Abb. 32:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 25.04. – 04.06.2014 in der Tideelbe.....	62
Abb. 33:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) entlang des Quertransekts in der Tideelbe bei km 651 am 16.05. & 29.05.2014.	63
Abb. 34:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 im Zeitraum vom 25.04. – 04.06.2014.....	64
Abb. 35:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 651 am 16.05. & 29.05.2014.....	65
Abb. 36:	Übersicht über Annahmen für eine exemplarische modellhafte Projektion der Quertransektdaten bei km 643/ km 651 auf einen größeren Elbabschnitt.....	66

Abb. 37:	Kurzhinweise zum methodischen Vorgehen der räumlichen Projektion punktueller Daten.	66
Abb. 38:	Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransekt Daten (Finteneier).	67
Abb. 39:	Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransekt Daten (Fintenlarven).	68
Abb. 40:	Ei- und Larvendichten (Ind./100 m ³) aufsteigend angeordnet, Datengrundlage Längstransektuntersuchung (2014) km 630 – km 680 und Nebengelben.	70
Abb. 41:	Finteneidichten (Ind./100 m ³ auf Holebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630 – km 680, linkes Bild) sowie in Nebengelben (rechtes Bild).	71
Abb. 42:	Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Finteneidichte (Ind./100 m ³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebengelben (rechts).	73
Abb. 43:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebengelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztunnensand (Schwts) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (25.04./26.04.2014).	74
Abb. 44:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebengelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztunnensand (Schwts) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (08.05./09.05.2014).	75
Abb. 45:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebengelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztunnensand (Schwts) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (26./27.05.2014).	76
Abb. 46:	Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m ³) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebengelben (Bild rechts). Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (25.04./26.04., 08.05./09.05., 26./27.05.) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen).	77
Abb. 47:	Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebengelben (rechts) (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztunnensand, Glückstädter NE).	79
Abb. 48:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebengelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztunnensand (Schwts) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (25.04./26.04.2014).	80
Abb. 49:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebengelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztunnensand (Schwts) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (08.05./09.05.2014).	81

Abb. 50:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (26./27.05.2014).	82
Abb. 51:	Mittlere Fintenanzahl (adult) an den Messstellen Lühesand und Tinsdal.	83
Abb. 52:	Längenhäufigkeitsverteilung der Finten im Juli 2014 (eigene Daten). 25+ = umfasst alle Größen > 25 cm.	85
Abb. 53:	Fintenabundanz/Hol (alle AG,) an den Fangstationen Tinsdal (km 639), Lühesand (km 650), Glückstadt (km 670) sowie Brunsbüttel (km 700) in den Untersuchungsjahren 2013 und 2014.	86
Abb. 54:	Mittlere Individuenzahl juveniler Finten (AG 0+) im Sommer 1985 (Daten aus MÖLLER 1988), 2013 (August) und 2014 (Ende Juli) an den Fangstationen Tinsdal (km 639 TD), Lühesand (km 650, LS), Glückstadt (km 670, GS) sowie Brunsbüttel (km 680, BB).	87
Abb. 55:	Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2014 bei km 643 in der Tideelbe (zeitlich und räumlich gemittelte Daten bei QT 643). Untersuchungszeiträume von Mitte/Ende April – Anfang Juni, jeweils 5 Quertransektstationen (vgl. Kap. 4).	91
Abb. 56:	Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2014 entlang des Abschnitts km 630 – km 680 inkl. der Nebelben (zeitlich und räumlich gemittelte Daten).	92
Abb. 57:	Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m ³ , oben) und Larvendichte (Ind./100 m ³ , unten) bei km 643 in der Tideelbe im Zeitraum Mitte/Ende April – Anfang Juni 2011, 2012 (Ende April bis Anfang Juni), 2013 (Ende April – Anfang Juni) sowie 2014 (Mitte April – Anfang Juni).	93
Abb. 58:	Interannueller Vergleich der Finteneidichte (Ind./100 m ³ , links) und Larvendichte (Ind./100 m ³ , rechts) bei km 643 und km 651 in der Tideelbe.	94
Abb. 59:	Mittlere Fintenei- (Bild links) und Larvendichte (Bild rechts; Ind./100 m ³) entlang des Quertransekts bei km 643 für 2011 (Zeitraum 21.04. – 08.06.), 2012 (Zeitraum 24.04. – 06.06.), 2013 (25.05. – 04.06.) sowie 2014 (16.04. – 04.06.) in der Tideelbe.	94
Abb. 60:	Mittlere Fintenei- (Ind./100 m ³ , Bild links) und Larvendichte (Ind./100 m ³ , Bild rechts) entlang des Quertransekts bei km 651 für 2012 (Zeitraum 09.05. & 22.05.), 2013 (Zeitraum 16.05. – 29.05.) und 2014 (30.04. – 15.05) in der Tideelbe.	95
Abb. 61:	Unterhaltungsbaggerungen in der Tideelbe (km 639 – 670) im Zeitraum April bis Ende Juni für das Untersuchungsjahr 2014, (Bild oben) und im Zeitraum 2011 - 2014 (Bild unten).	98
Abb. 62:	Bild oben: WI-Baggerungen Wasserbedarf (Vol * 10 ² m ³) zwischen 2011 - 2014 im Abschnitt km 639 – km 660 in der Tideelbe während der Fintenreproduktionszeit. Ergänzend sind mittleren Fintenei - und - larvendichten (Ind./1000 m ³) von 2011 -2014 dargestellt. Bild unten: polynomische Darstellung.	99
Abb. 63:	Saisonale Verlauf der Anzahl Finteneier (FE) und Anzahl Fintenlarven (FL) in der Tideelbe auf der Datengrundlage QT 643 (dargestellt auf Halebene, nur	

	Hols mit >0 Ind./100 m ³) und Zeitpunkte der Wi-Baggerung im Abschnitt km 639 – km 658.....	100
Abb. 64:	Entwicklung der Fintenlarvendichte (Bild oben links) und zooplanktischer Gruppen (Rotatorien, rechts oben; Crustacea-gesamt–inkl. Copepoden und Copepoden, Bilder unten). Daten 2014, km 643. Kontrollgrenzen = 2fache Standardabweichung. (Mittelwert = Mittelwert von jeweils 5 Einzelhols).....	105
Abb. 65:	Entwicklung der Fintenlarvendichte (Bild oben links) und zooplanktischer Gruppen (Rotatorien, rechts oben; Crustacea-gesamt–inkl. Copepoden und Copepoden, Bilder unten). Daten: Untersuchung 2013, km 643. „Kontrollgrenzen“ = 2fache Standardabweichung. (Mittelwert = Mittelwert von jeweils 5 Einzelhols).....	105
Abb. 66:	Mittlere Gesamtabundanz (Ind./h/80 m ²) von Stint und Kaulbarsch im Bereich des der Tideelbe zwischen km 639 - km 650. Frühjahrsdaten aus Hamenfängen (2011/12: N =6, 2014: N = 4). 2011/212: Daten aus dem WRRL Fischmonitoring, FGG Elbe, 2013 & 2014: Daten in Rahmen der vorliegenden Untersuchung erhoben.	107
Tab. 1:	Erfassung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe; Überblick über die Untersuchungstermine im Frühjahr 2014.	26
Tab. 2:	Charakterisierung der verschiedenen Eistadien (nach: WESTERNHAGEN 1970).	29
Tab. 3:	Übersicht über die 2014 durchgeführte Hamenfischerei (Zielart Finte).	31
Tab. 4:	Sauerstoff-Tagesmittel (5minütl. Messwerte) differenziert nach oberflächennah und bodennah bei km 643, für den Zeitraum 01.04. – 30.06.2014. Daten WSA Hamburg Pegel D1.....	36
Tab. 5:	Übersicht über auffällige, als „Ausreißer“ detektierte Werte (Ind./100 m ³). N*signa = n-faches der Standardabweichung.	42
Tab. 6:	Entwicklungsstadien der Finteneier differenziert nach Fangdatum auf der Basis der Quertransektdaten bei km 643.	44
Tab. 7:	Anteil (%) Verpilzungsrate der Finteneier auf der Grundlage von Stichproben im Bereich der QT-Stationen bei km 643 und km 651.	45
Tab. 8:	Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 643 aus 2014.....	47
Tab. 9:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643.....	49
Tab. 10:	Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen) bei km 651.	51
Tab. 11:	Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten bei km 643 aus 2014.	52
Tab. 12:	Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der QT- Daten bei km 651 (2014).	53
Tab. 13:	Ergebnisse des parameterfreien Mann-Whitney-Tests. P1 und P2 Signifikanz für einseitige bzw. zweiseitige Fragestellung.	55

Tab. 14:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 643.....	59
Tab. 15:	Statistische Kennwerte (Ind./ 100 m ³) zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).	60
Tab. 16:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m ³) bei QT km 651 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).	61
Tab. 17:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m ³) bei QT km 651.	62
Tab. 18:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m ³) in der Tideelbe bei QT km 651.....	63
Tab. 19:	Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten km 651.	65
Tab. 20:	Übersicht über als „Ausreißer“ detektierte Werte.....	70
Tab. 21:	Artenspektrum (Fische und Rundmäuler) und mittlere Abundanz (Ind./h./80 m ²) in der Tideelbe bei Lühesand und Tinsdal (Hamenfänge April/Mai 2014, N = 4 Hols).	84
Tab. 22:	Interannueller Vergleich (2011 – 2014) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis).	92
Tab. 23:	Interannueller Vergleich (2011 – 2014) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten).	93
Tab. 24:	Unterhaltungsbaggerungen (WI- und Hopperbagger) im Elbeabschnitt km 639 – km 658/660 im Zeitraum April – Juni der Jahre 2009 – 2014.	97
Tab. 25:	Ergebnisse der 2014 durchgeführten Zooplanktonuntersuchung bei km 643 und km 651 (Daten: Schöl, BFG Koblenz).	104
Tab. 26:	Hamenbefischung an 4 Fangstationen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel) im Sommer 2014: Artenspektrum.	116

Zusammenfassung

Allgemeines und Ziel

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung hat den gesetzlichen Auftrag zur Unterhaltung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe. Um das Sedimentmanagement im Sinne der NATURA 2000 - Belange optimieren zu können, bedarf es der genauen Kenntnis der von der Unterhaltung ausgehenden Auswirkungen auf die Finte. Da nicht auszuschließen ist, dass ein Teil der Fintenlaichprodukte einer erhöhten Mortalität durch die im zentralen Reproduktionsareal auch während der Laichzeit erfolgende Fahrrinnenunterhaltung (Baggerung, Verbringung von Baggergut) unterliegt, sind für eine verbesserte Abschätzung der möglichen Auswirkung vertiefte Kenntnisse über die raum-zeitliche Verteilung der Eier und Larven erforderlich.

Vor diesem Hintergrund wurde BioConsult Schuchardt & Scholle GbR vom WSA Hamburg beauftragt, eine bereits ab 2011 begonnene und ab 2014 weiter fortlaufende Untersuchung zur Erfassung von Finteneiern und Fintenlarven im Elbquerschnitt bei km 643 (Hauptlaichareal, inkl. Hahnöfer Nebelbe) sowie orientierend auch im Längsverlauf der Elbe (km 630 – km 680, Hauptstrom und Nebelben) durchzuführen. Wie bei den analogen Untersuchungen (2011 - 2013) standen auch 2014 folgende Fragen im Fokus, deren Beantwortung mit dem Untersuchungsprogramm gewährleistet werden soll:

- Wie sind Finteneier und Larven über den Querschnitt verteilt?
- Wie sind die Finteneier und Larven über die Tiefe verteilt?
- Wie sind Finteneier und Larven über den Tidezyklus verteilt?
- Wo treten Finteneier und Larven im Längsverlauf der Tideelbe auf?

Zudem soll die Bedeutung möglicher Einflussfaktoren (physikochemische Parameter, Nahrungsangebot, Baggararbeiten) auf den Reproduktionserfolg der Finte abgeschätzt werden.

Die Untersuchungsergebnisse bilden gleichzeitig eine wichtige Grundlage zur Umsetzung der Anordnungen zur Finte gemäß Planfeststellungsbeschluss zur geplanten Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe für 14,5 m tiefgehende Containerschiffe (23.04.2012).

Methodik

Im Zeitraum vom 16.04. – 04.06.2014 sind bei km 643 Untersuchungen zum Vorkommen von Fintenlaichprodukten über ein Quertransekt (QT) durchgeführt worden; damit wurde die Hauptreproduktionszeit der Finte zeitlich abgedeckt. Wie bereits 2013 wurde auch 2014 stromab bei km 651 ein weiteres Quertransekt (QT km 651) beprobt.

Insgesamt erfolgten bei QT km 643 acht Untersuchungskampagnen; bei jeder Kampagne sind 5 Stationen zu jeweils 4 Tidephasen beprobt worden. Um Hinweise auf die Vertikalverteilung der

Fintenlaichprodukte zu erfassen, wurden 2 Tiefenzonen gleichzeitig untersucht. Die Untersuchung bei QT km 651 entsprach im Prinzip derjenigen bei km 643, allerdings fand bei km 651 nur eine zweimalige Beprobung am 30.04. und 15.05.2015 statt.

Die Beprobung erfolgte mittels Ringnetzen (Durchmesser 0,5 m, Länge 2,5 m, Maschenweite 500 µm; Auffanggefäß am Netze: Durchmesser 11 cm, Höhe 20 cm, 300 µm Maschenweite). Die Netze wurden vom Fischkutter aus an den festgelegten Stationen jeweils für 5 min exponiert. Im Untersuchungszeitraum sind bei km 643 und km 651 insgesamt 384 Proben entnommen worden.

Zusätzlich zur Quertransektuntersuchung wurden mit der analogen Methodik insgesamt 2 x 9 Stationen (Nord- & Südseite der Tideelbe) sowie 2 x 5 Stationen in Nebelnelben 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 Station beprobt wurde. Die Untersuchung 2014 schloss die Hahnöfer NE, Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand sowie Glückstädter NE ein. Die Längstransektuntersuchungen sind an 3 Terminen (25.04./26.04., 8.05./9.05., 26.05./27.05.2014) durchgeführt worden. Insgesamt wurden im Rahmen der Längstransektuntersuchung 108 Proben entnommen.

Die ermittelten Daten (Finteneier, Fintenlarven) sind auf 100 m³ durchfiltertes Wasservolumen standardisiert worden.

Ergänzend zu den Ringnetzuntersuchungen wurden im Jahr 2014 auch Hamenfänge durchgeführt. Diese erfolgten im Mai an 2 Positionen (Lühesand & Tinsdal) sowie im Juli an 4 Positionen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt & Brunsbüttel). Die Hamenfangdaten wurden auf Ind./h/80 m² standardisiert.

Ergebnisse

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

Abiotische Rahmenbedingungen

Die Auswertung der abiotischen Rahmenbedingungen (bezogen auf den Pegel D1, etwa Lühesand) zeigt, dass die Wassertemperaturen 2014 im Untersuchungsgebiet bei QT km 643/651 schon Mitte April (11 °C) und auch Anfang Mai (ca. 16 °C) für die Jahreszeit vergleichsweise hoch waren. Im weiteren Verlauf der Untersuchung stiegen die Temperaturen >20 °C. Im Zeitraum von Anfang April bis Ende Mai 2014 lag der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) um 400 m³/s im Vergleich zu den Vorjahren niedrig. Mit einem Anstieg bis 800 m³/s ab Ende Mai temporär höhere Werte verzeichnet. Im Vergleich zu den Vorjahren war der Abfluss im Frühjahr 2014 insgesamt unterdurchschnittlich. Die Leitfähigkeit erreichte von Anfang April bis etwa Ende Mai 2014 im Untersuchungsbereich bei km 643 Werte zwischen >1.000 µS/cm bis >1.200 µS/cm; diese waren etwa 200 µS/cm höher als in den Vorjahren. Ab Mitte Juni lag die Leitfähigkeit auf dem Niveau von 2011 und 2012. Die Sauerstoffbedingungen wiesen 2014 während des Untersuchungszeitraums temporär Werte von <3 mg/l auf, die Ende Mai/Anfang Juni verzeichnet wurden. Anfang Mai wurden kurzzeitig 4 mg/l unterschritten. Insgesamt wichen die abiotischen Rahmenbedingungen

bezogen auf den Untersuchungszeitraum 2014 v.a. in Bezug auf Wassertemperatur und Abfluss von den Werten der Vorjahre ab.

Fintenlaichprodukte

Im Rahmen der im Jahr 2014 durchgeführten Untersuchung wurde eine geringe Finteneidichte im Bereich bei QT km 643 sowie auch bei QT km 651 festgestellt. Die Anzahlen lagen deutlich unter denjenigen der Vorjahre (insbesondere gegenüber 2011). So konnten im Jahr 2014 bei QT km 643 im Gesamtmittel nur etwa 13 Ind./100 m³ erfasst werden. Maximalwerte lagen bei <1.000 Ind./100 m³. Im Jahr 2011 wurde zum Vergleich eine mittlere Finteneidichte von ca. 800 Ind./100 m³, bei einzelnen Maximalwerten von >10.000 Ind./100 m³ dokumentiert.

Die Larvendichte lag im Vergleich zur Eidichte auch im Jahr 2014 erwartungsgemäß niedriger. 99 % der Fänge wiesen Fintenlarvenzahlen <100 Ind./100 m³ auf. Abundanzen >1.000 Ind./100 m³ (auf Holebene) wurden 2014 weder bei QT km 643 noch bei QT km 651 dokumentiert. Die mittlere Larvendichte (QT km 643) erreichte im Jahr 2014 lediglich 4,6 Ind./100 m³ und lag damit erheblich unter den Werten der Vorjahre (2011: 375 Ind./100 m³ und 2012 95 Ind./100 m³).

Im Längsverlauf der Tideelbe von km 630 – km 680 wurden 2014 in Hauptstrom und Nebelbeilen ähnliche Ei- und Larvendichten wie an den Quertransekten dokumentiert. So lag die mittlere Finteneidichte bei ca. 58 Ind./100 m³ im Hauptstrom und in den Nebelbeilen bei ca. 5 Ind./100 m³; die mittlere Larvendichte bei 4 Ind./100 m³ (Hauptstrom) und 6,3 Ind./100 m³ in den Nebelbeilen. Insgesamt wurden im Jahr 2014 auch im Längsverlauf der Elbe überwiegend deutlich geringere Ei- und Larvenanzahlen als in den Vorjahren dokumentiert. 2011 wurden z.B. in den Nebelbeilen im Mittel 395 Finteneier/100 m³ erfasst. Auch die Larvenzahlen lagen 2011 mit >150 Ind./100 m³ höher.

Finteneier (Quertransekt) wurden im Zeitraum von 16.04. – 04.06.2014 erfasst. Die Befunde zeigen, dass 2014 der Beginn der Laichtätigkeiten schon früh auf Mitte April datiert werden kann. Die erste umfangreiche Eiablage (gleichzeitig auch das Maximum) erfolgte Ende April bei Wassertemperaturen um 15 °C. Zu diesem Zeitpunkt erreichten die mittleren Eidichten sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651 etwa 51 Ind./100 m³ bzw. 37 Ind./100 m³. Im Verlauf der folgenden Wochen gingen die Eidichten zurück. Anfang Juni lag die Eidichte bei 1,5 Ind./100 m³ (QT km 643).

Über den Flussquerschnitt war die Verteilung der Eier sehr variabel, so wurden wie bereits in den Vorjahren v.a. nahe Strommitte höhere Anzahlen erfasst. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit lokalen Strömungsmustern. Hinsichtlich der Finteneidichte konnten zwischen Hauptstrom (QT km 643) und Hahnöfer Nebelbeile im Jahr 2014 keine deutlichen Unterschiede festgestellt werden.

Die Ergebnisse 2014 unterstützen die Ergebnisse aus den Vorjahren, dass der Hauptreproduktionsbereich zwischen km 640 und km 650 lokalisiert werden kann. Vermutlich aufgrund des geringen Oberwasserabflusses wurden im Jahr 2014 anders als in den Vorjahren allerdings auch relativ höhere Anzahlen oberhalb von km 640 erfasst. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass innerhalb des Reproduktionsgebiets örtliche Unterschiede in Bezug auf die Abundanzen von Finteneiern und -

larven auftreten. Anders als in den Vorjahren war insbesondere 2014 die Ausprägung der jeweiligen räumlichen und zeitlichen Vorkommensschwerpunkte aufgrund der insgesamt sehr geringen Gesamtanzahlen allerdings weniger deutlich.

Finteneier (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelben): Im Jahr 2014 wurden Finteneier im Untersuchungsbereich von km 630 – km 670 nachgewiesen. Generelle Unterschiede zwischen Hauptstrom und Nebelben waren dabei nicht augenscheinlich. Lokal unterschiedlich wurden sowohl höhere Anzahlen im Hauptstrom oder in Nebelben verzeichnet. Insgesamt lag die mittlere Eidichte (<100 Ind./100 m³) an den Längstransekt-Stationen (inkl. Nebelben) im Vergleich zu den QT-Ergebnissen anders als in den Vorjahren etwas höher. In diesem Zusammenhang ist aber zu beachten, dass die LT-Messstellen nicht mit der gleichen Intensität beprobt wurden.

Fintenlarven (Quertransekt) wurden im Zeitraum von 24.04. – 04.06.2014 erfasst. Ein deutliches zeitliches Maximum wurde in diesem Jahr nicht verzeichnet. Die Larvendichte blieb mit <15 Ind./100 m³ (Mai) durchweg auf sehr niedrigem Niveau. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven undeutlich, dies begründet sich v.a. durch die sehr geringen Larvendichten (2,4 – 5,3 Ind./100 m³). Die Larvenanzahlen in der Hahnöfer Nebelbe (8,3 Ind./100 m³) lagen im Vergleich zum Hauptstrom etwas höher.

Aufgrund der sehr geringen Larvendichte sind aber im Jahr 2014 räumliche Verteilungsmuster nicht sinnvoll zu detektieren.

Fintenlarven (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelben): Die Untersuchung über den Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2014 ab etwa Mitte Mai Fintenlarven im Untersuchungsbereich von km 630 – km 670 nachgewiesen wurden, an der Station bei km 680 erfolgte kein Larvennachweis. Die höchsten Dichten entfallen auf den Abschnitt von km 630 – km 645, wobei aber aufgrund des insgesamt geringeren Abundanz-Niveaus (durchschnittlich <10 Ind./100 m³) die Unterschiede eher graduell waren. Unterschiede zwischen Nebelben (Gesamtmittel 6,3 Ind./100 m³ und Hauptstrom (Gesamtmittel 3,9 Ind./100 m³) sind nicht zu konstatieren. Lokal unterschiedlich konnten sowohl höhere Anzahlen im Hauptstrom oder in Nebelben verzeichnet werden.

Hamenfänge

Ende der ersten Maiwoche waren adulte Finten in höherer Anzahl in das Laichgebiet eingewandert (im Mittel etwa 52 Ind./h/80 m²), davon war größte Anteil der Finten männlich. Etwa 5 % der gefangenen Finten konnten der Altersgruppe $<2+$ zugeordnet und damit als noch nicht geschlechtsreif angesehen werden.

Finten konnten im Juli 2014 an allen 4 Fangstationen erfasst werden. Die Fangzahlen variierten räumlich jedoch deutlich. So wurden die geringsten Anzahlen bei Tinsdal (1,9 Ind./h/80 m²) und Glückstadt (2 Ind./h/80 m²) ermittelt. Die höchsten Anzahlen sind bei Lühesand (35 Ind./h/80 m²) sowie Brunsbüttel (34 Ind./h/80 m²) verzeichnet worden.

Ein Vergleich mit den Vorjahresdaten zeigt, dass die im Juli 2014 festgestellten Anzahlen juveniler Finten im Vergleich mit den Vorjahresdaten deutlich geringer sind. So lagen die Anzahlen im Jahr 2014 um etwa den Faktor 8 - 10 (Lühesand, Tinsdal & Glückstadt) bzw. Faktor 6 (Brunsbüttel)

niedriger als in 2013 und noch wesentlich unter denjenigen der Jahre 1985/86, die von MÖLLER (1988) ermittelt wurden. Die Gründe für die sehr großen Unterschiede zu den Ergebnissen von MÖLLER sind nicht offensichtlich.

Fazit

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

Die Befunde aus den Jahren 2011 und 2012 wiesen darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe vergleichsweise umfangreich war, aber quantitativ interannuell auch z.T. deutlich variieren kann. Dies bestätigte sich bereits 2013 und vor allem 2014, da sich sowohl Fintenei- als auch Larvenvorkommen durch sehr niedrige Werte auszeichneten. Trotz der deutlichen quantitativen Unterschiede 2011 - 2014 zeigten sich aber weitgehend gleichsinnige Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, räumlich, zeitlich-saisonal).

Gründe für die insbesondere 2014 deutlichen quantitativen Unterschiede sind auf der derzeitigen Datenbasis nicht abschließend zu benennen. Folgende Aspekte sind hier zu berücksichtigen:

- Hinweise auf gegenüber 2012/13 im Jahr 2014 angestiegene Verpilzungsraten der Finteneier liegen nicht vor. In den Jahren 2012 als auch 2013 wurden bei bis zu ca. 22 % der ausgewerteten Finteneier Auffälligkeiten festgestellt, im Jahr 2014 lag die Rate bei etwa 10 %. 2011 lag der Anteil verpilzter Eier insgesamt dagegen unter 1 %. Gründe für die höhere Verpilzungsraten gegenüber der ersten Untersuchung (2011) sind bisher unklar. Da es sich um eine stichprobenhafte Betrachtung handelte, ist auf die eingeschränkte Belastbarkeit der Ergebnisse hinzuweisen.
- Temperaturbedingt deutlich früherer Beginn der Laichtätigkeiten aufgrund vergleichsweise hoher Wassertemperaturen. Abweichend von den Vorjahren wurden bereits Ende April die saisonalen Maxima der Finteneizahlen festgestellt. Ob dies zu einer im geringeren Umfang Eiablage/Laichtier (aufgrund des frühen Zeitpunktes u.U. geringere Anzahl an reifen Eiern?) geführt haben könnte, ist hypothetisch und ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären.
- u.U. sind die 2014 deutlichen quantitativen Unterschiede Resultat einer ‚normalen‘ interannuellen Variabilität - als ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen. Denkbar wäre in diesem Kontext ein Zusammenhang der geringen Ei- und Larvenzahlen mit u.U. temperaturbedingt veränderten biotischen Rahmenbedingungen (Nährtierentwicklung, Freßfeinde, Konkurrenz mit anderen Arten)

- Weitere bislang unbekannte Faktoren.
- Keine deutlichen Hinweise auf den Faktor Unterhaltungsbaggerungen (2011 – 2014) während der Reproduktionszeit. Die ausgewerteten Baggerdaten zeigen, dass eine Unterhaltung mittels Wasserinjektionsverfahren im Hauptreproduktionsgebiet z.T. auch während der sensiblen Laich- und larvalen Wachstumsphase durchgeführt wurden. Auffällig erscheint für das Jahr 2014 zunächst, dass das Minimum der Fintenei- und -larvendichte mit der deutlichen Zunahme der WI-Baggerintensität (im Vergleich zu den Vorjahren) zusammenfällt. Bezogen auf den bisherigen gesamten Datensatz (2011 – 2014) lassen sich auffällige Muster zwischen Baggermenge/-zeitpunkt und Eidichte allerdings nicht ableiten. Eine denkbare „sprunghafte“ Veränderung der Anzahlen (Eier und Larven) nach einer Baggeraktivität wurde nicht verzeichnet. Der saisonale Rückgang der Eidichten ist eine „normale“ Entwicklung.
- Keine deutlichen Hinweise auf einen möglichen Faktor „pessimale Sauerstoffgehalte“. Während der Hauptlaichphase 2014 (Ende April - Mai) wurden keine ungünstigen Sauerstoffbedingungen dokumentiert. Geringere O₂-Gehalte von <3 mg/l traten aber Anfang Juni auf; allerdings war das Jahr 2014 bereits vor dem Eintreten der Mangelsituationen durch sehr geringe Fintenei- und Larvendichten gekennzeichnet.
- Keine deutlichen Hinweise auf besonders ungünstige Nahrungsbedingungen. Die 2014 durchgeführten Untersuchungen ergaben im Vergleich zum Untersuchungsjahr 2013 zwar wesentlich geringere Zooplanktondichten, die jedoch im Vergleich mit anderen Befunden nicht als extreme Minimumwerte zu klassifizieren sind. Allerdings gibt es keine langjährigen Vergleichswerte aus dem unmittelbaren Untersuchungsbereich, da Zooplanktonuntersuchungen im Rahmen der vorliegenden Monitorings erstmals 2013 durchgeführt wurden. Ob und in welcher Weise das gegenüber 2014 geringere Nahrungsangebot die Entwicklung der Fintenlarven beeinflusst haben kann lässt sich hier nicht belastbar beurteilen.
- Kein Hinweis auf eine in 2014 auffällig geringere Einwanderung von Laichtieren. Dieses legen die Ergebnisse im Mai durchgeführter Hamenfänge nahe.

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

1. Anlass und Zielsetzung

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

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

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

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

Vor diesem Hintergrund war es auch im Jahr 2014 Aufgabe, die räumliche und zeitliche Variabilität der Fintenlaichprodukte zu erfassen und wenn möglich bzw. so weit vorhanden, systematische Muster zu identifizieren und darzustellen. Hierfür wurden innerhalb des Reproduktionszeitraums der Finte (von Mitte April bis Anfang Juni 2014) im Hauptlaich- und Aufwuchsareal bei km 643 und stichprobenhaft bei km 651 entsprechende Untersuchungen vom WSA Hamburg veranlasst. Zur besseren räumlichen Einordnung der Daten wurden analog zu den Vorjahren orientierende Befischungen im Längsverlauf von km 630 – km 680 durchgeführt.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass mit dem seit 2011 durchgeführten Untersuchungsansatz der Planfeststellungsbehörde bzw. die Anordnungen zur Finte (z.B. Monitoring Fintenbestand, Monitoring Laichgeschehen, Vorkommen Laichprodukte räumlich/zeitlich) umgesetzt werden.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisdarstellung der aktuellen Untersuchung und einen kurzen zusammenfassenden Vergleich mit den Ergebnissen aus dem Vorjahr sowie einen Vorschlag für eine Monitoring Konzeption 2014. Eine Bewertung der Befunde im Hinblick auf die Auswirkung von Unterhaltungsmaßnahmen ist nicht Bestandteil dieser Studie.

2. Betrachtungsraum

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

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

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

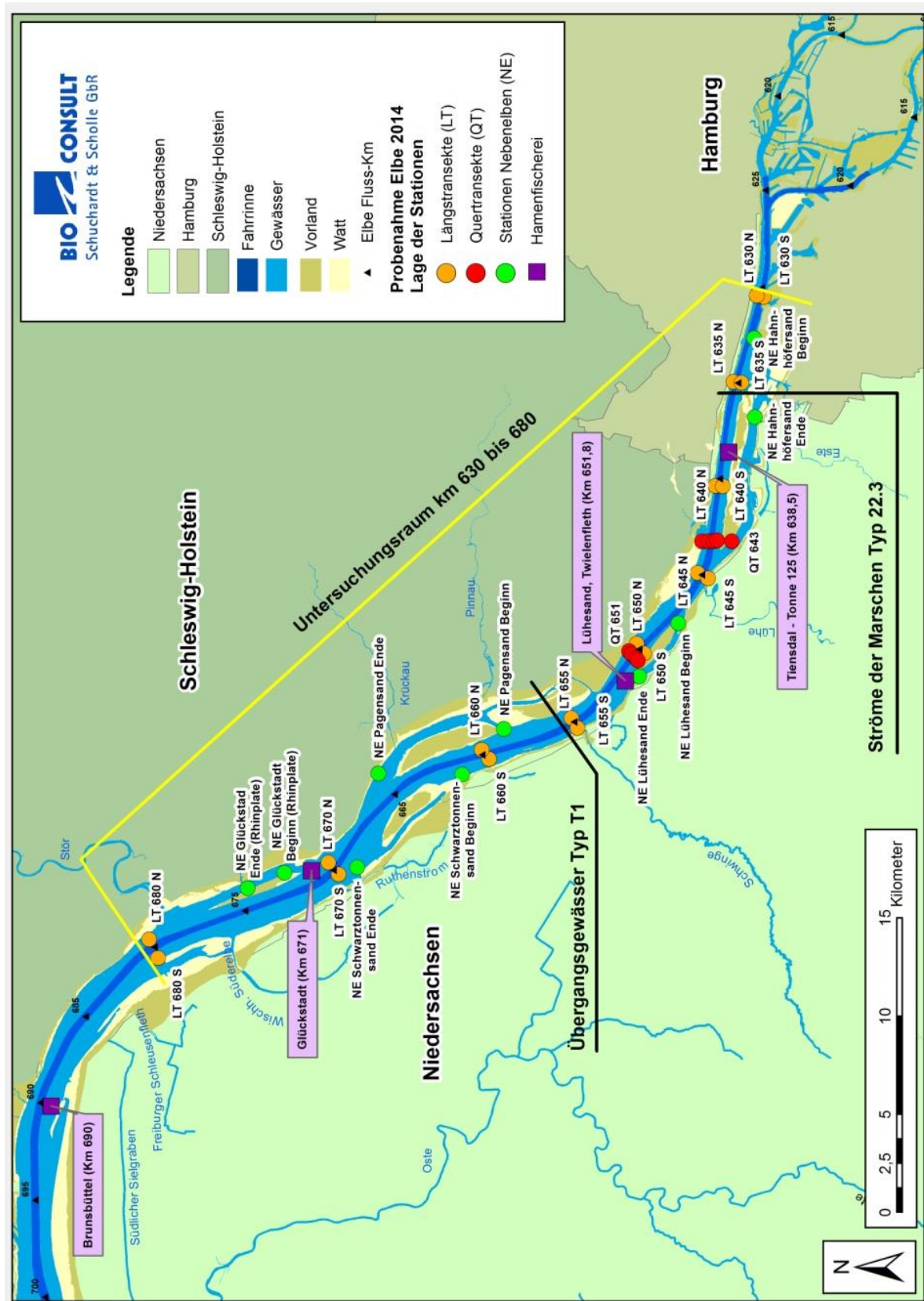


Abb. 1: Übersicht über den Betrachtungsraum von Elb-km 630 – km 680 (gelbe Linie). Lage der Messstellen im Längsschnitt (orange Hauptstrom, grün Nebenelben); Lage der Messstellen bei den Quertransekten km 643 und km 651 (rot).

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

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

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

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

Die Sauerstoff-Konzentrationen in der Unterelbe sind seit den 1950er Jahren sehr gut dokumentiert (www.arge-elbe.de). In den 1980er Jahren wurden über größere Strecken, insbesondere im limnischen Bereich unterhalb von Hamburg, Konzentrationen von <3 mg/l und z.T. auch <1 mg/l gemessen; seit den 1990er Jahren waren Konzentrationen unter 3 mg/l räumlich und zeitlich deutlich reduziert (WGE (WASSERGÜTESTELLE ELBE) 2003-2013, KERNER 2007). Mit Beginn des 21. Jahrhunderts sind allerdings tendenziell wieder vermehrt saisonal Sauerstoffdefizite v.a. im hamburgischen Bereich der Tideelbe aber auch unterhalb Hamburgs dokumentiert worden (ARGE ELBE/FGG ELBE 2007). Solche Defizite traten v.a. allem im Hochsommer aber lokal z.T. auch bereits im Frühsommer (Mai/Juni) auf. Im bisherigen Untersuchungszeitraum 2011 – 2014 ist aber eine deutliche interannuelle Variabilität bezogen auf die Sauerstoffsituation zu verzeichnen. So

wechselten sich Jahre mit ausgeprägten Mangelsituation (2011) mit Jahren unproblematischer Sauerstoffgehalte (2013, 2014) in den Monaten April – Juni ab.

Situation der Finte in der Elbe

Die Reproduktion der Finte erfolgt etwa zwischen Mitte April und Ende Mai in der limnischen und z.T. wohl auch in der oligohalinen Zone. In dieser Phase weisen entweder Eier oder jüngere Larvenstadien ihre größten Dichten auf. Die nicht haftenden Eier werden ins freie Wasser abgegeben und flottieren bis zur Entwicklung vorwiegend grundnah mit der Gezeitenströmung hin und her. Während der Laichzeit sind die treibenden Eier nahezu im gesamten Oligohalinikum anzutreffen (u.a. BIOCONSULT 2006, GERKENS & THIEL 2001, OESMANN & PEZENBURG 2008). Ab April bis mindestens Herbst sind Finten verschiedener Altersklassen im inneren und äußeren Ästuar präsent.

Finten sind heute im Vergleich zur historischen Situation in allen Wattenmeerästuaren durch eine geringere Bestandsdichte gekennzeichnet (vgl. SCHOLLE 2011). Für die Weser verwies NOLTE (1976) auf die drastisch rückläufigen Fangzahlen nach 1955. Ab 1960 wurde sie in den Fangstatistiken gar nicht mehr aufgeführt (vgl. SCHUCHARDT et al. 1985). WILKENS & KÖHLER (1977) sowie KAUSCH (1996) verweisen für die Elbe auf eine räumliche Verlagerung der historischen Fintenlaichplätze und führen dies auch auf den Einfluss der Stoffbelastung und der erfolgten Strombaumaßnahmen zurück. Beide Faktoren sowie z.B. auch die hohen Verluste durch Kühlwasserentnahmen können wohl auch für die erheblichen Bestandrückgänge der Finte in den Tideästuaren mitverantwortlich gemacht werden (u.a. FRICKE 2004). Auch von APRAHAMIAN et al. (2003) werden die Faktoren Wasserverschmutzung, Strombaumaßnahmen und Zerschneidung von Gewässern für die Beeinträchtigung der Fintenbestände mitverantwortlich gemacht. In jüngerer Vergangenheit zeigen Untersuchungsergebnisse eine (beginnende) Zunahme der Bestände in Weser SCHULZE & SCHIRMER 2005, BIOCONSULT 2006, FRICKE 2004) und Elbe (WRRL-Daten). COSTELLO et al. (2002) verweisen allerdings auf grundsätzliche Wissensdefizite im Hinblick auf die Einschätzung einer theoretisch möglichen Größe von Fintenbeständen. MAGATH & THIEL (2013) beschreiben für die Elbe eine signifikante Zunahme der Fintenabundanzen seit Anfang der 90iger Jahre.

Unter vorläufiger Anwendung des aktualisierten FFH-Bewertungsansatzes (vgl. BIOCONSULT 2015) kann das Kriterium „Zustand der Population“ auf der Grundlage aktueller Daten sehr wahrscheinlich von der Kategorie C (mittel – schlecht) auf Kategorie B (gut) aufgewertet werden kann (vgl. Testbewertung BIOCONSULT 2015), da sich die aktuellen Kennwerte (2011 – 2014) zur Finte gegenüber der Situation vor 2009 verbessert zeigen. Bereits 2013 wurde der Gefährdungsstatus der Finte von THIEL et al. (2013) für den Nordseebereich von „stark gefährdet“ auf ungefährdet („Vorwarnliste“) zurückgestuft. In wie weit sich der Fintenbestand zukünftig auf einem hohen Niveau stabilisiert, ist derzeit noch nicht abzusehen. Folgt man der Einschätzung, dass höhere Temperaturen (in Folge des Klimawandels) die Finte als lusitanische Art (südl. Art) begünstigen (APRAHAMIAN 2010, MAGATH & THIEL 2013), wäre bei ansonsten gleichbleibenden Rahmenbedingungen ein weiterer Zuwachs des Fintenbestandes nicht auszuschließen. Zu einer positiven Entwicklung könnte auch die Umsetzung von ökologisch orientierten Maßnahmen zur Erreichung des guten ökologischen Potenzials, unter Voraussetzung deren Wirksamkeit, beitragen. 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 eingeschränkt auch aus der Weser rekrutiert (SCHOLLE 2011). Daher sollte die Entwicklung des Fintenbestands auch zukünftig kritisch überprüft werden.

3. Methodik

3.1 Probenahme Laichprodukte 2014: Konzeption und Durchführung

Die 2014 durchgeführte Untersuchung basierte wie im Vorjahr auf zwei konzeptionellen Ansätzen:

1. Raumzeitlich kleinskalige Beprobungen von Finteneiern und Fintenlarven bei km 643 und km 651 über den Flussquerschnitt. Die Auswahl des Untersuchungsbereiches erfolgte vor dem Hintergrund der bekannten besonderen Bedeutung dieses Abschnitts als Reproduktionsareal der Finte. Der Standort bei km 651 soll auch dazu dienen, die Befunde aus 2011, die Hinweise darauf gaben, dass die Reproduktion hauptsächlich im Bereich stromab von km 640 bis etwa km 650 und weiter stromab erfolgte, zu verifizieren.
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, Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnen-sand sowie Glückstädter NE in die Untersuchung einbezogen.

3.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651

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

Zeitskala

- ‚Kleinskalig‘ über eine Tide. Ziel ist die Ermittlung der FEL-Dichte im Verlauf der Ebb- und Flutphase. Dazu wurden jeweils 4 Tidephasen (um Hochwasser, um Niedrigwasser, Flutstrom, Ebbstrom) beprobt (zur weiteren Erläuterung s. weiter unten). Die Daten lassen auch indirekt Rückschlüsse auf die räumliche Längsverteilung der FEL-Dichte in einem Wasserkörper von ca. 15 - 18 km zu (etwaiger Tideweg, vgl. BERGEMANN 1995).
- ‚Mittelskalig‘ über die Hauptreproduktionszeit (ca. Mitte April – Anfang Juni). Die Beprobungen wurden wöchentlich in der o.g. Reproduktionszeit durchgeführt. Die oben beschriebene kleinskalige Beprobung wurde zu 8 Terminen bei QT km 643 und an 2 Terminen bei QT km 651 in der Hauptlaichzeit durchgeführt (s.u. Untersuchungszeitraum).

Raumskala

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

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

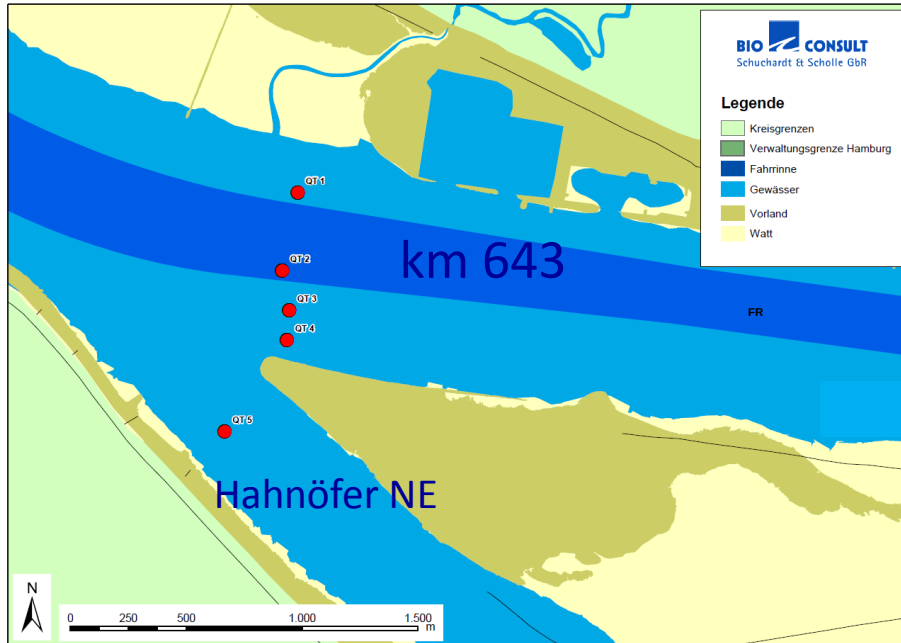


Abb. 2: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1_nord - QT 4_süd) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebelbe (QT 5). Dunkelblau = Fahrrinne.

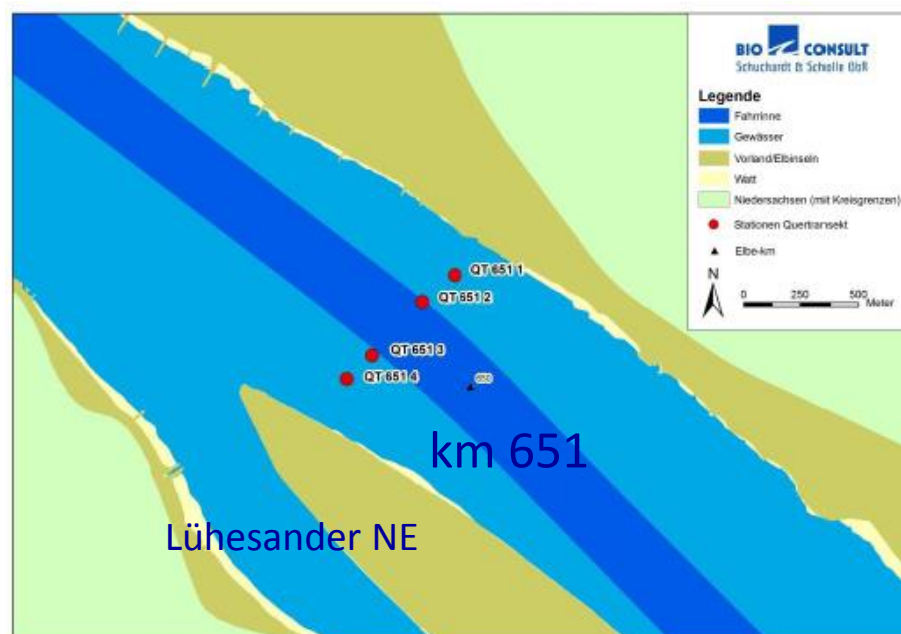


Abb. 3: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 - QT 4) bei km 651. Dunkelblau: Fahrrinne.

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

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

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

Tidephasen

Die Betrachtungsebene „Tidephasen“ bezieht sich auf die Flut- und Ebbphase sowie auf das Tidehoch- und Tideniedrigwasser (s.o.). Flut- bzw. Ebbphase repräsentieren dabei die Situation um die jeweiligen Maxima der Tideströmungen. Hoch- und Niedrigwasser repräsentieren die Phase kurz vor oder nach dem Kenterpunkt der Tide (Abb. 4). 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.

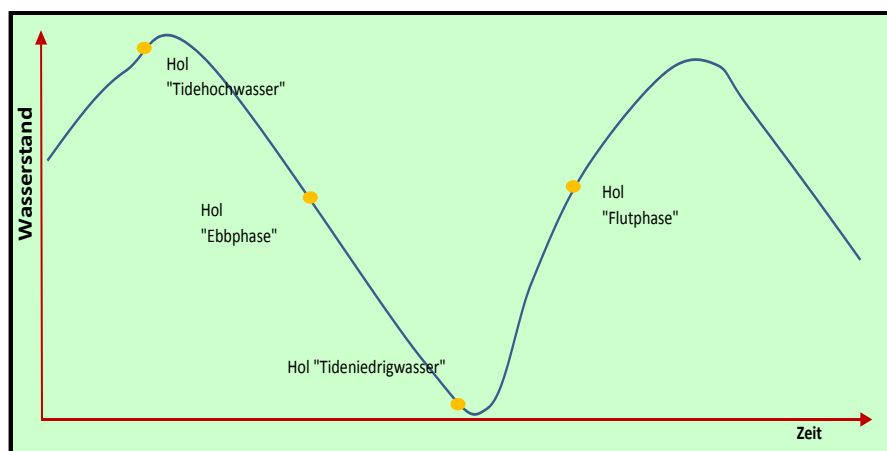


Abb. 4: Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung.

Untersuchungszeitraum

Die Untersuchung erstreckte sich vom 16.04. – 04.06.2014; damit wird die Hauptreproduktionszeit der Finte zeitlich abgedeckt. Insgesamt wurden bei km 643 (QT) 8 Untersuchungskampagnen in mehr oder weniger wöchentlichen Abständen durchgeführt. Das Quertransekt bei 651 wurde im Verlauf des Mai zweimal beprobt.

Untersuchungen im Längsverlauf der Tideelbe wurden an 3 Terminen an insgesamt 9 Positionen im Hauptstrom (km 630 – km 680) und in 5 Nebelben im Mai/Juni 2014 durchgeführt. Tab. 1 gibt eine Übersicht über den zeitlichen Ablauf der Untersuchung.

Tab. 1: Erfassung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe; Überblick über die Untersuchungstermine im Frühjahr 2014.

QT = Quertransekt, LT = Längstransekt, NE = Nebeneiben

Datum 2014	Transekt	Anzahl Hols (Finteneier)	Anzahl Hols (Fintenlarven)	Stationen
16. Apr	QT 643	40	40	km 643 QT 1 - 5
24. Apr	QT 643	40	40	km 643 QT 1 - 5
25./26. Apr	LT & NE	36 + 20	36 + 20	km 630 - 680 (N = 2x9); NE (N = 2x5)
29. Apr	QT 643	40	40	km 643 QT 1 - 5
30. Apr	QT 651	32	32	km 651 QT 1 - 4
07. Mai	QT 643	49	49	km 643 QT 1 - 5
8./9. Mai	LT & NE	36 + 20	36 + 20	km 630 - 680 (N = 2x9); NE (N = 2x5)
14. Mai	QT 643	40	40	km 643 QT 1 - 5
15. Mai	QT 651	32	32	km 651 QT 1 - 4
22. Mai	QT 643	40	40	km 643 QT 1 - 5
26./27. Mai	LT & NE	36 + 20	36 + 20	km 630 - 680 (N = 2x9); NE (N = 2x5)
28. Mai	QT 643	40	40	km 643 QT 1 - 5
04. Jun	QT 643	40	40	km 643 QT 1 - 5

Erfassungsmethodik

Die Beprobung erfolgte mit 2 Ringnetzen. Diese wurden mit Schnellverschlusskarabinern und zwei langen Seilen verbunden. Die Verbindungsseile zwischen den Ringnetzen waren im Abstand von einem Meter mit Augen versehen, so dass die Entnahmetiefe der Proben flexibel an die Rahmenbedingungen angepasst werden konnte. Generell wurde ein Netz 1-2 m unter der Wasseroberfläche und eines 1 – 2 m über dem Grund platziert. Um zu gewährleisten, dass die Netze durch die Strömung möglichst wenig auftrieben, ist am untersten Ringnetz ein Gewicht (ca. 60 kg) befestigt worden. Die Anordnung der Netze ermöglichte es, die vorgesehenen 2 Tiefenzonen gleichzeitig zu beproben (Abb. 5).

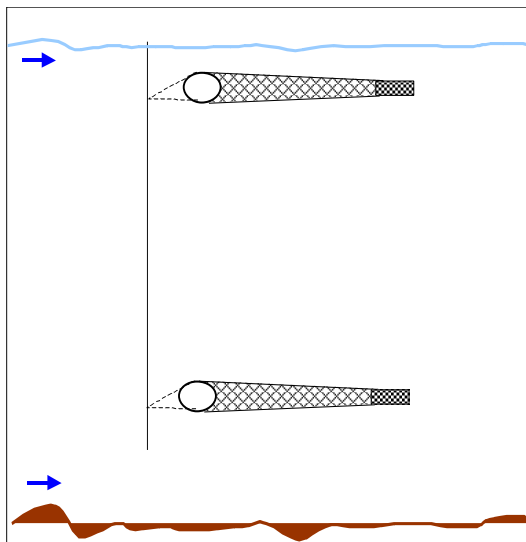


Abb. 5: Vertikale Anordnung der Ringnetze an den Quertransektstationen (schematische Darstellung).

Die Ringnetze wurden durch die Fa. Aqua Research Instruments konfiguriert und sind wie folgt dimensioniert: Durchmesser 0,5 m, Länge 2,5 m, Maschenweite 500 µm, Auffanggefäß am Netzende (Durchmesser 11 cm, Höhe 20 cm, 300 µm Maschenweite).

Die Beprobungen sind wie in den Vorjahren von Bord des kommerziellen Hamenkutters Luise (Eigner Eberhard Rübcke) durchgeführt worden. Die Exposition der Netze erfolgte über den Schiffsmast mittels Seilwinde.

Expositionsdauer und Anzahl der Hols

Die Dauer eines Hols betrug jeweils ca. 5 min. Um eine Standardisierung der Rohdaten auf Ind./100 m³ zu ermöglichen, wurde für jeden Hol das durchfilterte Wasservolumen ermittelt. Dies erfolgte durch die Installation eines Messflügels (Hydrobios) in der Mitte der Ringöffnung eines jeweiligen Netzes. Im Frühjahr 2014 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) insgesamt 384 Hols entnommen und ausgewertet.

3.1.2 Längstransekt km 630 – km 680

Ergänzend zur Quertransektuntersuchung wurden 2014 mit der gleichen Methodik (s.o.) analog zum Vorjahr insgesamt 2 x 9 Stationen (Nord- & Südseite der Tideelbe) sowie 2 x 5 Stationen in Nebenelben („Mündungsbereiche“ stromauf & 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, Schwarztonnensand sowie Glückstädter NE wurden 5 Nebenelben in die Untersuchung einbezogen. Die Lage der Messstellen ist Abb. 6 zu entnehmen.

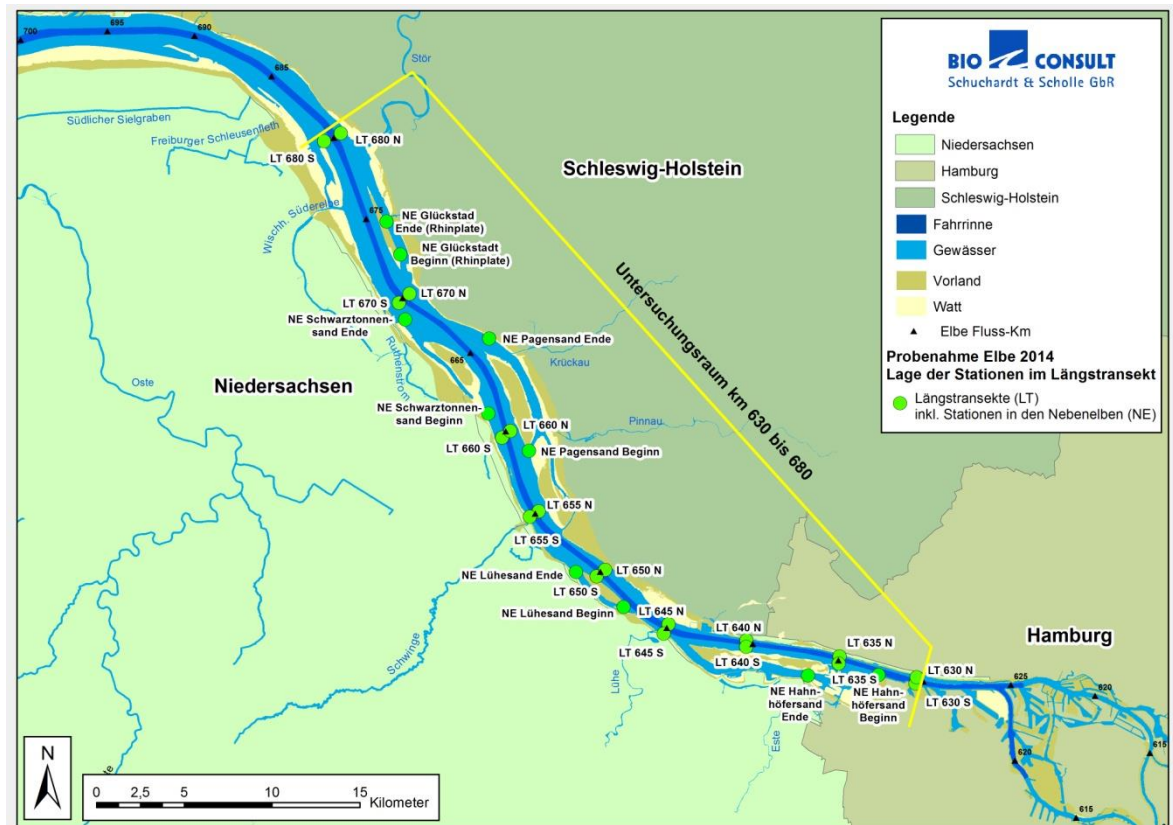


Abb. 6: Darstellung des Untersuchungsbereichs „Längsschnitt“ von km 630 – km 680. Lage der Längsschnitt-Stationen (grüne Punkte).

Die Längstransect-Stationen wurden in 2 Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. Die Untersuchungen erfolgten an insgesamt 3 Terminen (Anfang Mai, Mitte Mai, Anfang Juni; vgl. Tab. 1). Insgesamt wurden 168 Hols entnommen und ausgewertet.

3.1.3 Auswertung

Aufarbeitung der Ringnetzfänge

Finteneier: Das jeweilige Fangmaterial wurde über einem Sieb konzentriert und die Finteneier pro Hol komplett vor Ort gezählt. Mittels einer Stichprobe je Quertransect von maximal 20 Eiern wurden die Entwicklungsstadien der Finteneier entsprechend Tab. 2 bestimmt.

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

Tab. 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



Abb. 7: Inhalt eines Ringnetzholts (Beispiel), gespülte Probe zeigt einige Finteneier und v.a. Stintlarven (Foto Mai 2014).

Fintenlarven: Nach Aussortierung der Finteneier (Abb. 7) 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.

Entnahme von Unterproben: Bei sehr umfangreichen Probevolumina war eine Komplettauswertung der Larvenproben nicht möglich. In solchen Fällen wurde das Material im Labor so weit möglich durchmischt und gewogen. Der Umfang der Unterprobe wurde über das Gewicht bestimmt. Aufgrund z.T. sehr hoher Probevolumina von bis zu >100 g war das Verhältnis Gesamtprobe/Unterprobe allerdings nicht linear. In der Regel sind Proben <5 g komplett ausgewertet worden. Insgesamt erfolgte bei ca. 30 % der Hols ($N_{\text{ges}} = 852$) eine Auswertung über Unterproben. Insbesondere zu Beginn der Untersuchung war das Fangvolumen aufgrund u.a. sehr hoher Ruderfusskrebs- und hoher Stintlarvenzahlen sehr groß. Auf den Zeitraum 21.04. – 06.05. entfielen etwa 70 % der Unterprobenentnahme.

Statistische Auswertung

Mittels Varianzanalyse (ANOVA, Kruskal Wallis) wurde geprüft, ob die bei km 643 und km 651 zeitlich und räumlich unterschiedlichen Dichten der Fintenlaichprodukte statistisch signifikante Muster aufweisen. Es sei darauf hingewiesen, dass die Voraussetzung „homogene Varianzen“ aufgrund der impliziten saisonalen Variabilität der Daten meist nicht erfüllt war (Bartlett Test), so dass die ANOVA-Ergebnisse nicht uneingeschränkt 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 Längstransektuntersuchung) 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.*

3.1.4 Hamenfänge

Ergänzend zu den Ei- und Larvenuntersuchungen sind zur Bearbeitung der nach PFB gestellten Aufgabe „Ermittlung langfristige Bestandsentwicklung“ auch Daten zu älteren Fintenstadien erforderlich. Hierzu sollen vornehmlich die Monitoringdaten der WRRL genutzt werden. Im Rahmen der WRRL werden an verschiedenen Messstellen in der Tideelbe im Frühjahr und Herbst Hamenfänge zur Erfassung der ästuarinen Fischfauna durchgeführt. Die Nutzung der WRRL-Daten ist auch vor dem Hintergrund sinnvoll, um die Fischfauna insbesondere auch die Finte unter Artenschutzgesichtspunkten möglichst wenig durch zusätzliche Hamenfänge zu „belasten“ und gleichzeitig auch Synergien zwischen den bestehenden Programmen von Bund und Ländern zu nutzen bzw.

zu schaffen. Das WRRL-Monitoring fokussierte 2014 ausschließlich auf das Übergangsgewässer (Schwingemündung – Seegrenze). Wie bereits 2013 wurde auch im Jahr 2014 der Wasserkörper OWK-West (Typ 22.3 „Ströme der Marschen“) im Rahmen des WRRL-Fischmonitoring nicht befischt. Um diese Datenlücke zu schließen sind im Mai 2014 Hamenbefischungen an den in diesem OWK befindlichen Stationen Lühesand (km 651) und Tinsdal-Tonne 125 (km 638) im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführt worden. Auf eine Herbstbefischung wurde verzichtet, da nur die Frühjahrsdaten für die zentrale Fragestellung (Abundanzen adulter Finten im Laichgebiet) relevant sind.

Das WRRL-Fischmonitoring deckt saisonal nicht den Sommer ab, so dass auf der Grundlage vorhandener WRRL-Daten keine Hinweise zur Abundanz der abwandernden Juvenilen des Jahrgangs (Altersgruppe 0+) zur Verfügung stehen. Entsprechend der Anordnung des Planfeststellungsbeschlusses soll auch diese Lücke geschlossen werden. Daher wurden im August 2014 Hamenfänge an insgesamt 4 Fangpositionen durchgeführt. Tab. 3 zeigt eine Übersicht über Zeitpunkt und Umfang der Untersuchungen mittels Hamenfischerei.

Tab. 3: Übersicht über die 2014 durchgeführte Hamenfischerei (Zielart Finte).

Adulte, Subadulte und Juvenile	Frühjahr (Mai)	Sommer (Juli)	Herbst
Daten zur Einschätzung Bestandsentwicklung	Je 1 Hamenfangtag bei Lühesand und Tinsdal	3x2 Hamenfangtage an 3 Positionen Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel 1 Hamenfangtag bei Tinsdal	WRRL-Daten grundsätzlich vorhanden (allerdings nicht 2014) keine zusätzlichen Hamenfänge durchgeführt
Altersgruppe	Adulte, Laicherbestand	Juvenile des Jahrgangs, Abwanderung	Juvenile, Subadulte

Methodik

Die Befischungen wurden mit dem kommerziellen Hamenkutter „Ostetal“ (Eigner: Walter Zeeck) durchgeführt. Die Frühjahrsbefischungen zur Erfassung der adulten Finten fanden am 23.04. und 02.05. statt; die Sommerbefischungen wurden aufgrund des warmen Frühjahrs früher als im Vorjahr durchgeführt; die Befischungen erfolgten am 24.07./25.07., 25.07./26.07. sowie am 28.07./29.07.2014. Die Lage der in der Elbe befischten Stationen sind Abb. 1 und Tab. 3 zu entnehmen.

Pro Station erfolgte ein Hol über etwa die gesamte Ebb- und ein Hol über die gesamte Flutphase. Der eingesetzte Hamen war 13 m breit und in Abhängigkeit von der Wassertiefe max. 11 m hoch, die Netzmaschenweite im Steert betrug 10 mm. Die Dauer der Exposition variierte strömungsabhängig zwischen ca. 2,5 und 4 Stunden.

Die Methodik wurde analog zur WRRL-Methodik durchgeführt (vgl. SCHOLLE & SCHUCHARDT 2012): Hamenfänge über Ebb- Flutphase, Auswertung von Ebb- und Fluthol getrennt, Fokus auf Finte: Längenvermessung und Gewichtsermittlung der juvenilen Finten, ggf. aus geeigneten Unterproben, Auswertung des „Beifangs“). Die Fangdaten werden auf Ind./h/80 m² sowie auf Ind./1 Mio. m³ normalisiert.

3.1.5 Zooplanktonuntersuchung

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

Die Probenahme erfolgte an den Stationen 1 bis 5 bei km 643 bzw. 1 bis 4 bei km 651, jeweils parallel zur Ringnetzbeprobung (vgl. Kap. 3.1.1). Je Kampagne wurde an allen Stationen einmalig eine Schöpfprobe von 20 – 25 l oberflächennah entnommen.

Die Schöpfprobe wurde über einem 55 µm Planktonnetz filtriert und der Rückstand in ein 100 ml PE-Gefäß überführt, welches auf 50 ml mit Wasser aufgefüllt wurde. Der Inhalt wurde mit 40 %-iger Formalstammlösung fixiert und bis zur Bearbeitung bei 4 °C dunkel gelagert. Insgesamt wurden 48 Einzelproben entnommen. Die taxonomische Bearbeitung der Planktonproben wurde durch die BfG Koblenz durchgeführt. Die Ergebnisse wurden von der BfG zur Verfügung gestellt.

4. Ergebnisse

4.1 Abiotische Rahmenparameter

Die folgenden Daten zu den Parametern Wassertemperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoff und Strömungsgeschwindigkeit wurden vom WSA Hamburg zur Verfügung gestellt und beziehen sich auf den Dauermesspegel D1 bei km 643. Ausgewertet wurden Daten vom 01.04. – 30.06.2014. Bei den Daten handelt es sich um 5-minütliche Messwerte.

Oberwasserabfluss

Im Zeitraum von Anfang April bis Ende Mai 2014 lag der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) um 400 m³/s im Vergleich zu den Vorjahren niedrig. Mit einem Anstieg bis 800 m³/s ab Ende Mai erreichte der Abfluss temporär höhere Werte. Im Vergleich zu den Vorjahren war der Abfluss im Frühjahr 2014 unterdurchschnittlich (Abb. 8).

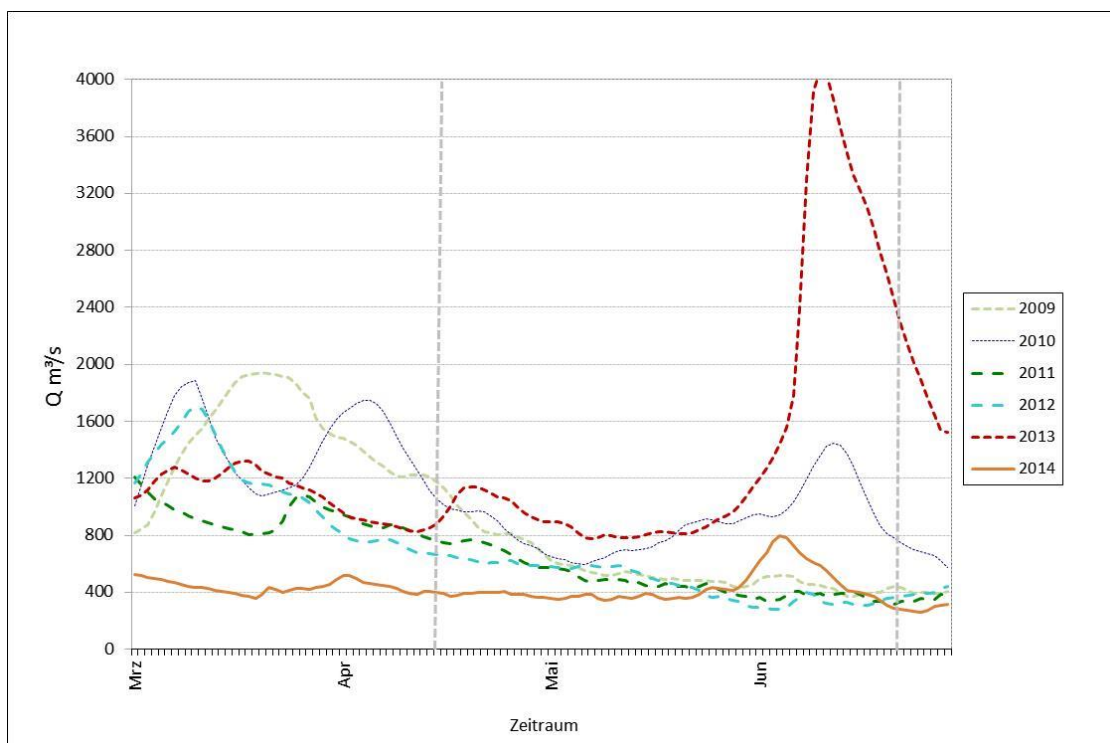


Abb. 8: Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m³/s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum März – Juni 2014 (orange) sowie der Oberwasserabfluss der Jahre 2009 - 2013 (Quelle WSA Hamburg).

Wassertemperatur

Im Frühjahr 2014 lag die Wassertemperatur bereits Mitte April um etwa 11 °C und damit im Vergleich zum Vorjahr deutlich höher. Gegen Ende April/Anfang Mai stiegen die Werte auf etwa

16 °C an. Nach einer kürzeren Phase mit kühlerer Witterung erreichte die Wassertemperatur Anfang Juni mit >20 °C die Höchstwerte im Verlauf der Untersuchung (Abb. 9).

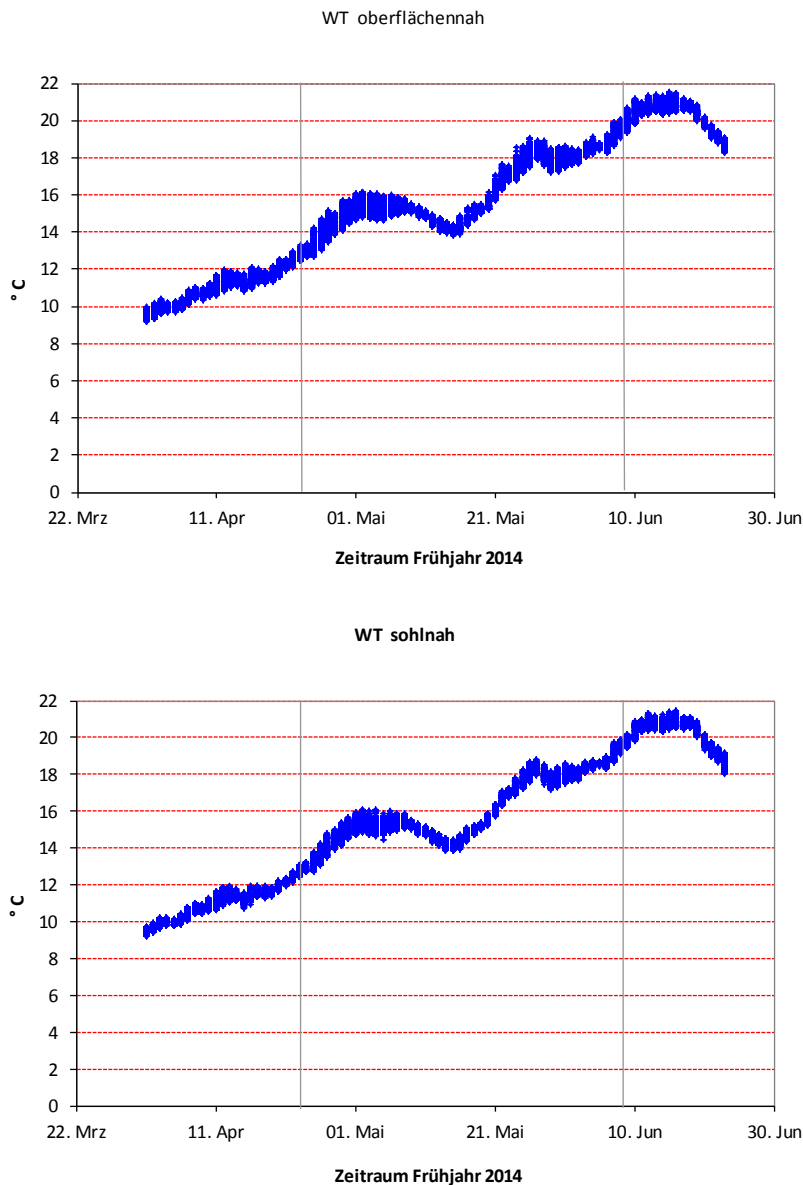


Abb. 9: Entwicklung der Wassertemperatur (°C) bei km 643. Bild: oben Temperaturen oberflächennah, Bild unten: Temperaturen bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 25.04. – 23.06.2014. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.

Es wird auch deutlich, dass auch die oberflächennahen und bodennahen Temperaturwerte sich kaum unterschieden (Abb. 9 oben, unten). Dies gilt auch im Hinblick auf die Tidephase. Die Unterschiede innerhalb eines Tages betrugen z.B. Anfang bis Mitte April bei etwa 1 °C. Eine etwas größere Amplitude wurde dann für Anfang Mai (mit bis zu 2 °C) verzeichnet. Solche tageszeitlichen Unterschiede werden durch die „Spannweite“ der Temperaturganglinie veranschaulicht.

Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeitswerte lagen von Anfang April bis etwa Ende Mai 2014 im Untersuchungsbereich bei km 643 im Bereich zwischen $>1.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ bis $>1.200 \mu\text{S}/\text{cm}$. Einzelne Maximalwerte erreichten auch etwa $>1.300 \mu\text{S}/\text{cm}$ (1. Aprilwoche, Abb. 10).

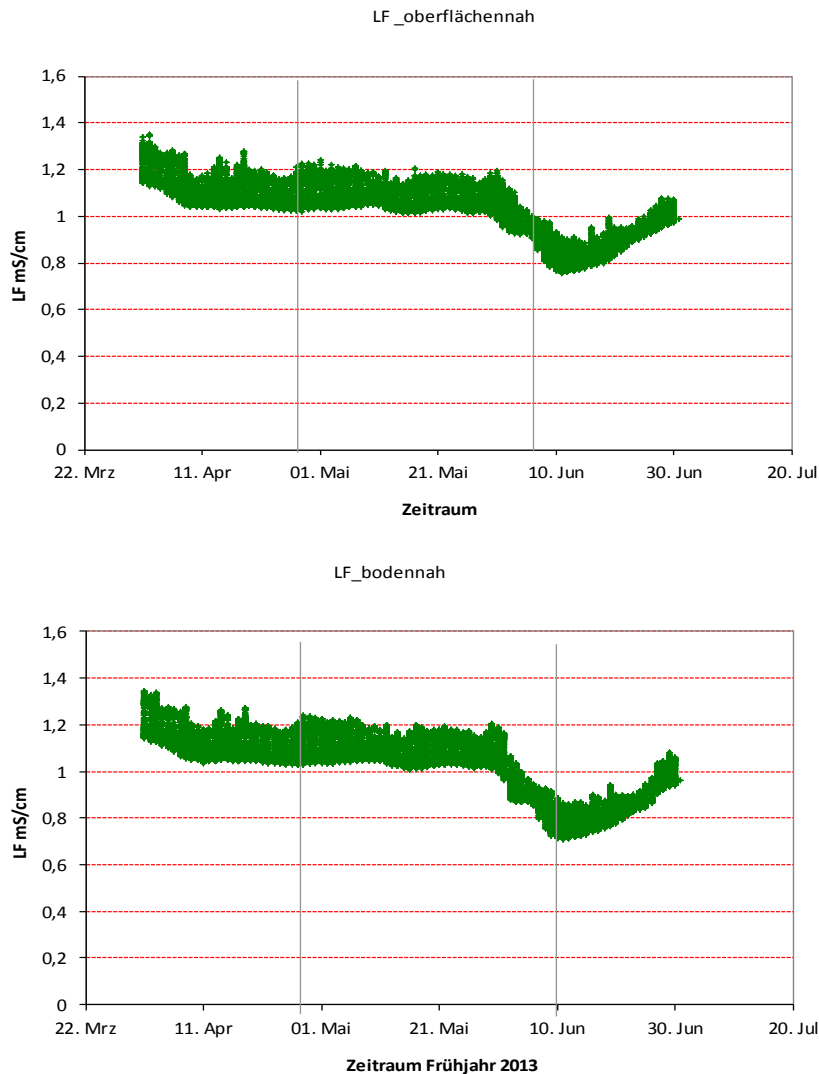


Abb. 10: Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) bei km 643. Bild: oben Leitfähigkeit oberflächennah, Bild unten: bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 25.04. – 23.06.2014. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.

Ab Ende Mai ist ein leichter Rückgang der Leitfähigkeit zu erkennen, dieser ist auf den gegen Ende Mai/Anfang Juni höheren 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 im Jahr 2014 vergleichsweise wenig voneinander (Abb. 10). Bezogen auf den Medianwert des Datensatzes von Ende März bis Ende Juni unterschied sich die Leitfähigkeit oberflächen- und bodennah nicht voneinander. Bezogen auf die Variabilität der Leitfähigkeit im Tideverlauf variierten die Leitfähigkeiten zwischen Tidehoch- und -niedrigwasser um bis zu ca. 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Maximum. Mit zunehmendem Oberwasser ist die tidebedingte Amplitude etwas geringer. Solche tidebedingten Unterschiede werden durch die „Spannweite“ der Leitfähigkeitsganglinie veranschaulicht (Abb. 10).

Sauerstoff

In ‚Sonderaufgabenbereich Tideelbe‘ (IFB 2008) wird für die Finte ein Wert von 3 – 4 mg/l als noch tolerabel angegeben, der Optimalwert liegt mit >7 mg/l jedoch deutlich höher. Deutliche Beeinträchtigungen bzw. auch letale Wirkungen sind bei einer Unterschreitung von 3 mg/l anzunehmen. Wie ausgeprägt allerdings mögliche Effekte (höhere Mortalität, geringere Vitalität, langsames Wachstum etc.) sein könnten, ist im Rahmen des vorliegenden Basisberichtes nicht vertieft betrachtet worden.

Im Zeitraum vom 01.04. – 30.06.2014 lagen die Sauerstoffgehalte im Tagesmittel zwischen ca. 8 mg/l (Mitte April) und <3 mg/l um Ende Mai/Anfang Juni. Insbesondere für Mai ist eine größere Variabilität der O_2 -Gehalte zu erkennen. So wechselten sich Phasen mit höheren (>4 mg/l) und geringeren O_2 -Gehalten (<4 mg/l) ab. Bis etwa Anfang Mai war die Sauerstoffkonzentration zunächst mit einem Minimum um 3,5 mg/l rückläufig, um dann Mitte Mai wieder deutlich auf >7 mg/l anzusteigen. Gegen Ende Mai bzw. Anfang Juni wurde mit <3 mg/l die Phase mit den im Untersuchungszeitraum 2014 geringsten Werten verzeichnet (Abb. 11).

Der Vergleich zwischen Oberfläche und Sohle ergab absolut eher geringe O_2 -Unterschiede. So lag der Mittelwert (01.04. – 30.06.) oberflächennah bei 5,3 mg/l und der assoziierte bodennahe Messwert lag um ca. 0,2 mg/l unter dem Oberflächenwert (Tab. 4). Diese wenn auch geringen Unterschiede waren statistisch signifikant (Varianzanalyse, $p = 0,01$), es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Varianzgleichheit nicht gegeben war (Bartlett Test $p < 0,01$).

Tab. 4: Sauerstoff-Tagesmittel (5minüt. Messwerte) differenziert nach oberflächennah und bodennah bei km 643, für den Zeitraum 01.04. – 30.06.2014. Daten WSA Hamburg Pegel D1.

Variable:	O_2 [mg/l]	1.4. - 30.6.2014	km 643		
Gruppiert nach:	Tiefe				
	N	Mittelwert	95%-Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
oberflächennah	26208	5,34	0,0109	0,0055	0,8982
sohlnah	25109	5,11	0,0106	0,0054	0,8546
Varianzgleichheit (Bartlett)		nicht gegeben			$p < 0,01$
Varianz					$p = 0,015$

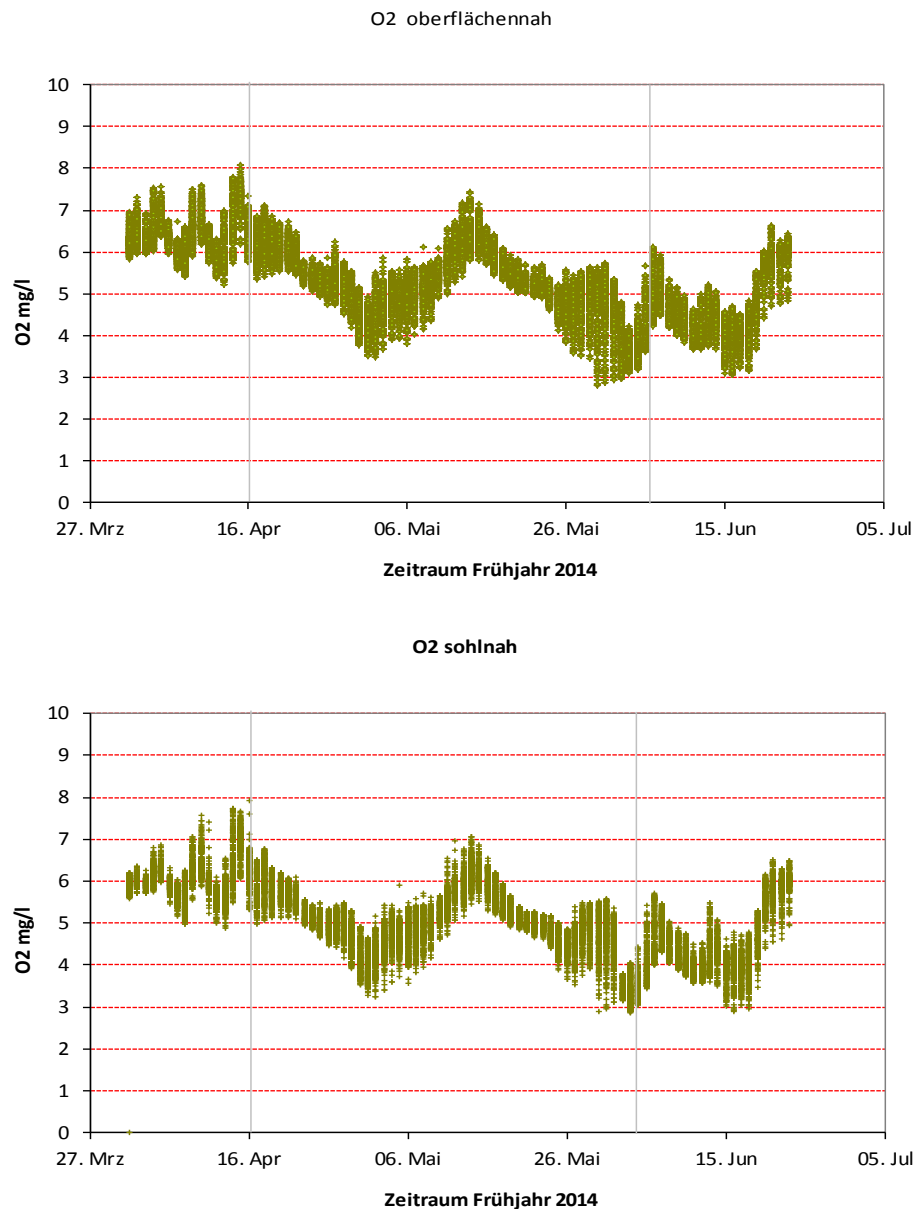


Abb. 11: Entwicklung der Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2014. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 16.04. – 04.06.2014. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.
Bild oben: Sauerstoffgehalte oberflächennah, Bild unten: sohnah.

Abb. 11 veranschaulicht zudem die Schwankungsbreite der Sauerstoffkonzentration innerhalb eines 24 h-Zyklus mit bis zu etwa 2 mg/l.

Für das Jahr 2014 ergeben sich insgesamt folgende Befunde:

- Hohe Sauerstoffgehalte bis etwa Anfang Mai

- Minima treten um Anfang Mai und nach dem 26.05.2014 auf
- Der Orientierungswert für eine Mindestkonzentration (3 mg/l, s. Hinweis oben) wird 2014 v.a. um Ende Mai zeitweilig unterschritten.

Strömung

Die Strömungsgeschwindigkeiten variieren mit der Tidephase sowie saisonal (Abb. 12). $V_{\max}$ Werte erreichten bis zu >169 cm/s (oberflächennah), wobei die Flutstromgeschwindigkeiten höher waren als die Ebbstromgeschwindigkeiten.

Gewisse Unterschiede zeigen sich auch im Vergleich der oberflächennahen und bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten. Oberflächennah wurden im Mittel höhere Werte ermittelt. So lag die mittlere Strömungsgeschwindigkeit (über beide Tidephasen) bezogen auf den Zeitraum 01.04. – 30.06.2014 oberflächennah bei 59,8 cm/s und bodennah bei 46,7 cm/s (Daten WSA Hamburg, 5-Minuten-Messwerte, $N \geq 25.000$).

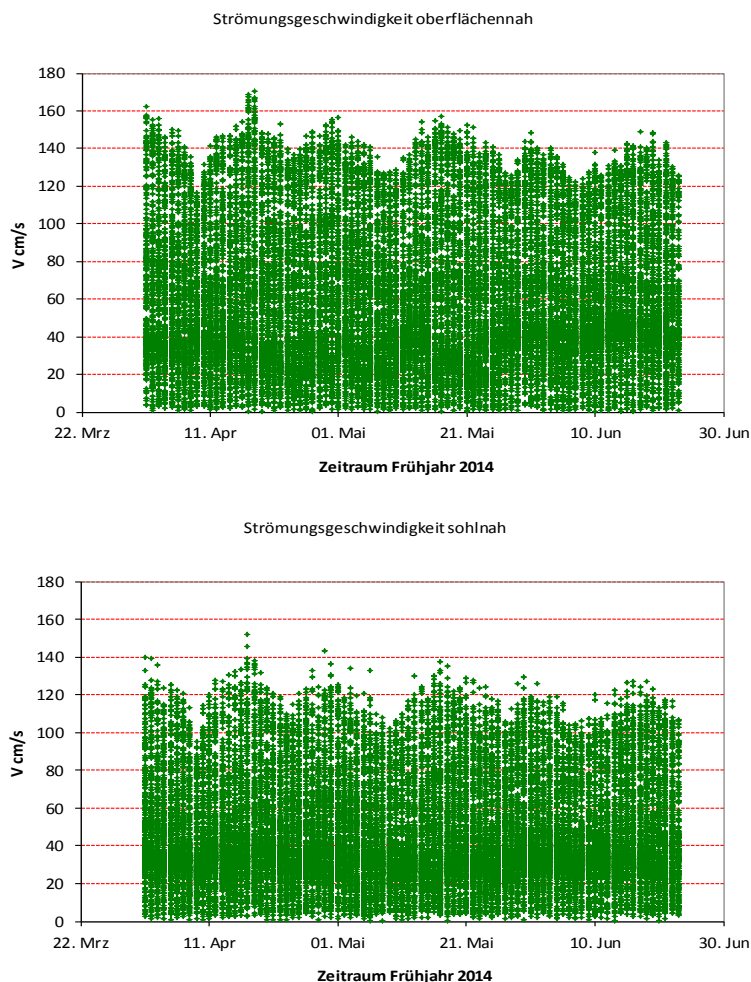


Abb. 12: Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohlennahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 01.04. – 23.06.2014. Datenquelle: WSA Hamburg.

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 m³/s (Abb. 8). 2005 bis 2009 variierten die Abflüsse zwischen Januar und Juni von >1.000 m³/s (frühes Frühjahr) und >500 m³/s im Frühsommer. Ein besonderes Abflussjahr wurde dann 2013 verzeichnet mit durchschnittlich hohen Abflusswerten und in Folge der Elbeflut im Frühsommer /Anfang Juni) Abflussmaxima bis >4.000 m³/s. Im Vergleich zu den Vorjahren wurde das Frühjahr 2014 dagegen von unterdurchschnittlichen Oberwasserabflüssen geprägt (Abb. 8).

Im Hinblick auf die Temperatur sind für das Frühjahr 2014 sowohl Unterschiede als auch Gemeinsamkeiten zu den Vorjahren erkennbar (Abb. 13). So lagen im Jahr 2014 wie auch 2011 die Wassertemperaturen im April überwiegend >10 °C; 12 °C wurden bereits um Mitte April erreicht. Erst ab der 3. Aprilwoche entsprach das Temperaturniveau demjenigen von 2012. Im Mai waren die interannuellen Temperaturunterschiede insgesamt weniger ausgeprägt, wobei im Jahr 2013 die Temperaturen (<15 °C) ab Mitte Mai gegenüber den anderen Untersuchungsjahren niedriger lagen. Die Wassertemperaturen steuern den Beginn der Laichaktivitäten und können auch Einfluss auf die Entwicklung der Finteneier und Larven haben. Unklar ist aber, ob die Temperatur der alleinige Faktor ist, der den Beginn der Laichphase auslöst.

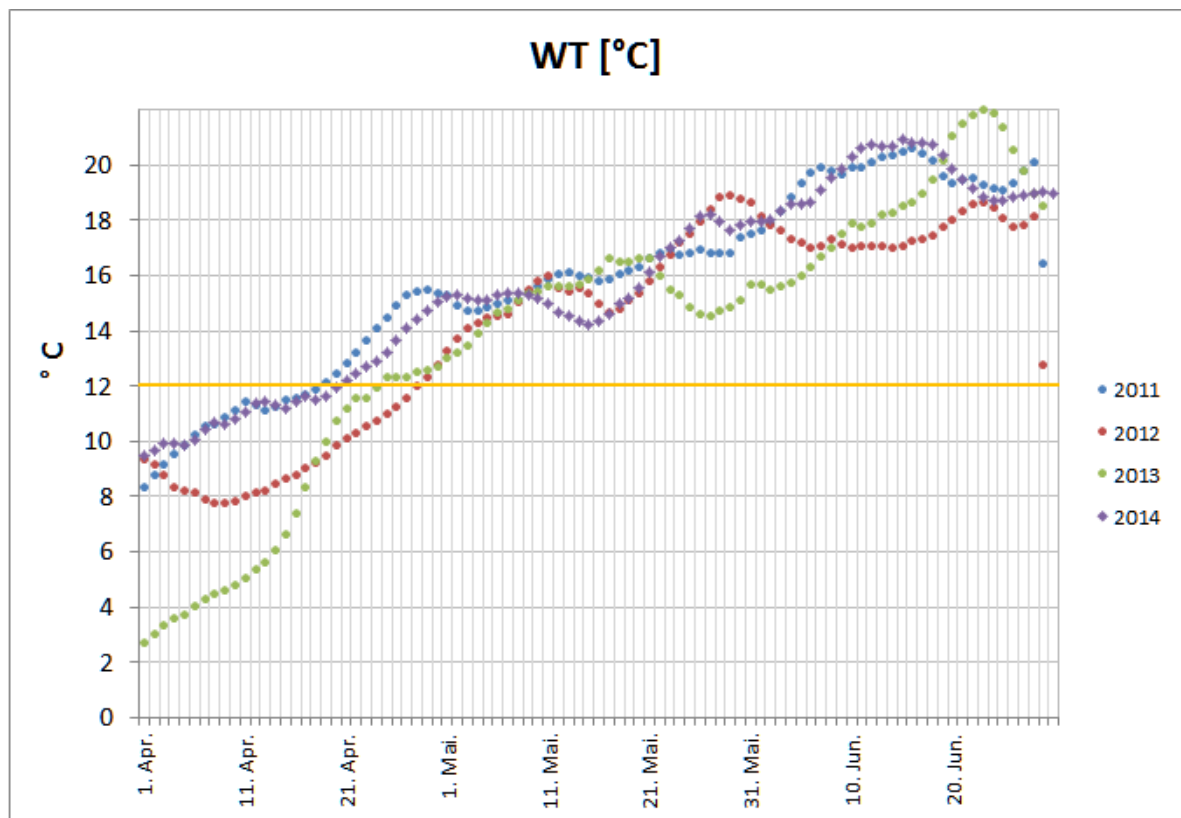


Abb. 13: Entwicklung der Wassertemperaturen im Frühjahr 2011 – 2014 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg MS D1. Orange Linie etwaige Mindesttemperatur für die Eiablage.

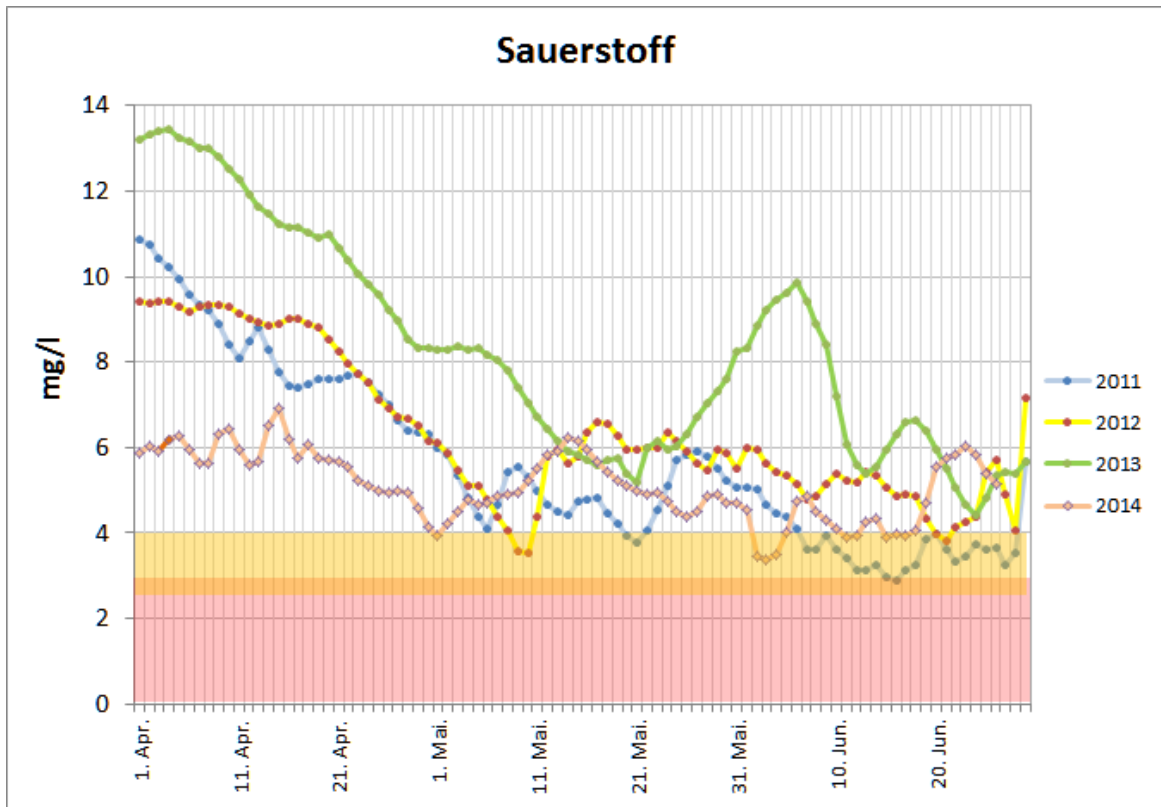


Abb. 14: Entwicklung der Sauerstoffgehalte im Frühjahr 2011 – 2014 in der Tideelbe. Orange Linie 4 mg/l. Daten WSA Hamburg Messstelle D1.

Die Sauerstoffentwicklung im Frühjahr entsprach mit kontinuierlich rückläufigen Werten ab dem Mitte April bis Mai auch 2014 weitgehend dem Muster der Vorjahre, wobei die Sauerstoffgehalte im früheren Frühjahr 2014 geringer waren als in den Vorjahren. Ungünstigere Gehalte (<3 mg/l bzw. <4 mg/l) wie sie insbesondere während der Hauptreproduktionsphase (z.B. Mai) im Jahr 2011 auftraten) konnten im Jahr 2014 weniger häufig festgestellt werden (Abb. 14).

Im interannuellen Vergleich zeigen sich Unterschiede bei der Entwicklung der Leitfähigkeitswerte. Im Jahr 2014 war die Leitfähigkeit bis etwa Mitte Juni um etwa 0,2 ms/cm höher als in den Vorjahren. Ab Mitte Juni 2014 lagen die Leitfähigkeiten auf dem Niveau von 2011 und 2012 (Abb. 15).

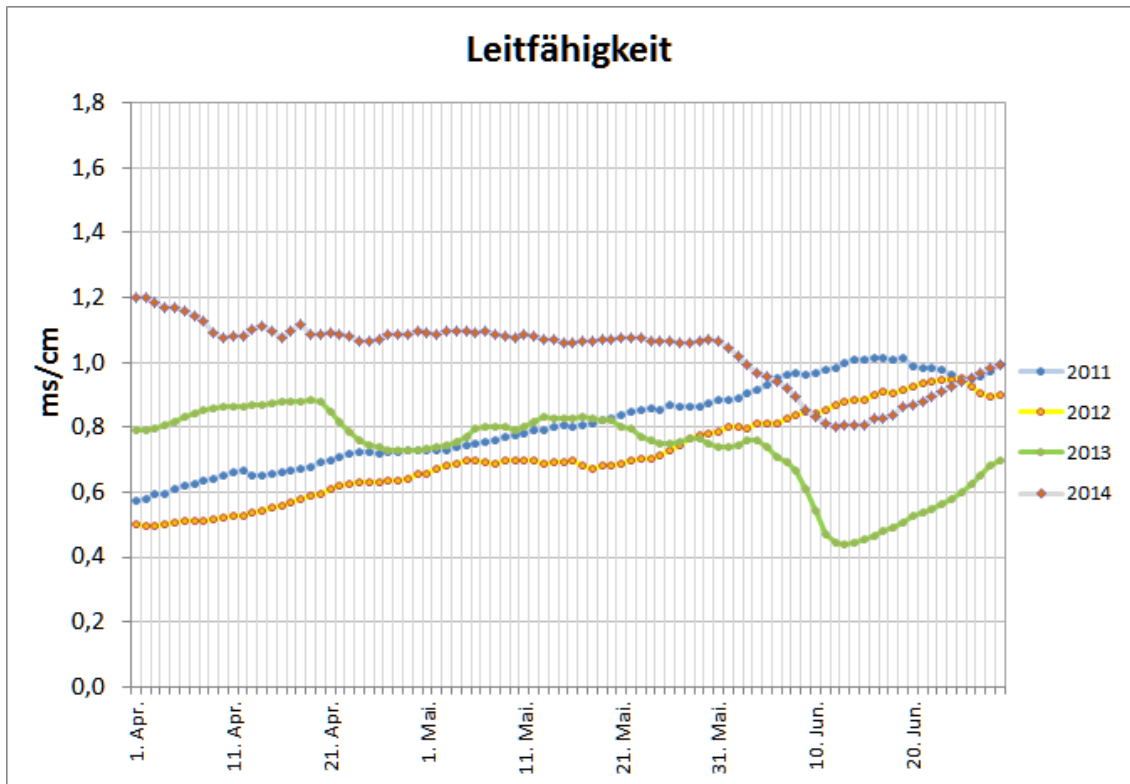


Abb. 15: Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) im Zeitraum April bis Juni 2011 - 2014 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg Messstelle D1.

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass die abiotischen Rahmenbedingungen 2014 insbesondere vor und gegen Ende des Untersuchungszeitraums z.T. von denjenigen der Vorjahre abwichen. Dies gilt v.a. für das eher warme Frühjahr und für den niedrigen Oberwasserabfluss bis Ende Mai, der auch höhere Leitfähigkeiten bedingt hat. Ungünstige Sauerstoffbedingungen traten auch im Jahr 2014 eher kurzzeitig auf.

4.2 Untersuchung Quertransekte

Die Untersuchung bei km 643 sowie eingeschränkt auch bei km 651 folgte einem dichten zeitlichen und räumlichen Probenahmeraster (s. Kap. 3.1.1). Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf

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

Hinweis: An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass im Rahmen einer Vorprüfung der auf Ind./100 m³ 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 2014 jedoch keine Auffälligkeiten zu verzeichnen. Alle in Tab. 5 aufgeführten Werte basieren auf durchschnittlichen durchfilterten Wasservolumina, so dass ein Hochrechnungsfehler (scheinbar geringes Wasservolumen aufgrund eines Messflügelfehlers) nicht offensichtlich ist. Da keine klaren Hinweise auf Fehlerquellen vorliegen, wurden als Ausreißer detektierte Werte im Rahmen der vorliegenden Auswertung nicht ausgeschlossen.

Tab. 5: Übersicht über auffällige, als „Ausreißer“ detektierte Werte (Ind./100 m³). N*sigma = n-faches der Standardabweichung.

Rote Werte: ein Messfehler erscheint möglich, aber nicht sicher.

Hol_Nr.	Messstelle	Variable	Wert (Ind./100 m ³)	n*Sigma	P	Messfehler
66	QT 643	Fintenei	223,2	4,27	0,0048	kein Hinweis
90	QT 643	Fintenei	398,7	7,83	0,0000	kein Hinweis
96	QT 643	Fintenei	342,5	6,69	0,0000	kein Hinweis
104	QT 643	Fintenei	396,3	7,78	0,0000	kein Hinweis
108	QT 643	Fintenei	302,7	5,88	0,0000	kein Hinweis
218	QT 643	Fintenei	302,7	5,89	0,0000	kein Hinweis
179	QT 643	Fintenlarven	68,5	4,76	0,0004	kein Hinweis
193	QT 643	Fintenlarven	173,9	12,61	0,0000	kein Hinweis
12	QT 650	Fintenei	145,6	6,17	0,0000	kein Hinweis
39	QT 650	Fintenlarven	16,1	5,38	0,0000	kein Hinweis

Abb. 16 zeigt die aufsteigend angeordneten Abundanzdaten (Finteneier und -larven). Es wird ersichtlich, dass 2014 >70 % der Hols bei km 643 lediglich 0 – <2 Ind./100 m³ (Eier und Larven) aufwiesen. Die Nachweishäufigkeit sowohl von Eiern und Larven war im Jahr 2014 sehr gering. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Ergebnisse den Beginn sowie das Ende der Reproduktionsphase ohne hohe Finteneivorkommen einschließen. An der Quertransekt-Messstelle km 651 lag der Anteil von Hols <2 Ind./100 m³ mit ca. 45 % (Eier) geringer, bei den Larven mit 82 % höher.

Etwa 95 % bzw. 99 % der Hols bei QT km 643 und QT km 651 wiesen Eidichten <100 Ind./100 m³ auf; Dichten >1.000 Ind./100 m³, die in den Vorjahren mehr oder weniger häufig verzeichnet wurden, konnten im Jahr 2014 nicht ermittelt werden

Ein ähnliches Bild zeigte sich für die Larven. 99 % der Hols bei QT km 643 und 100 % bei der Hols bei QT km 651 wiesen Larvendichten von <100 Ind./100 m³ auf; Abundanzen >1.000 Ind./100 m³ wurden im Jahr 2014 weder bei QT km 643 noch bei QT km 651 dokumentiert (Abb. 16).

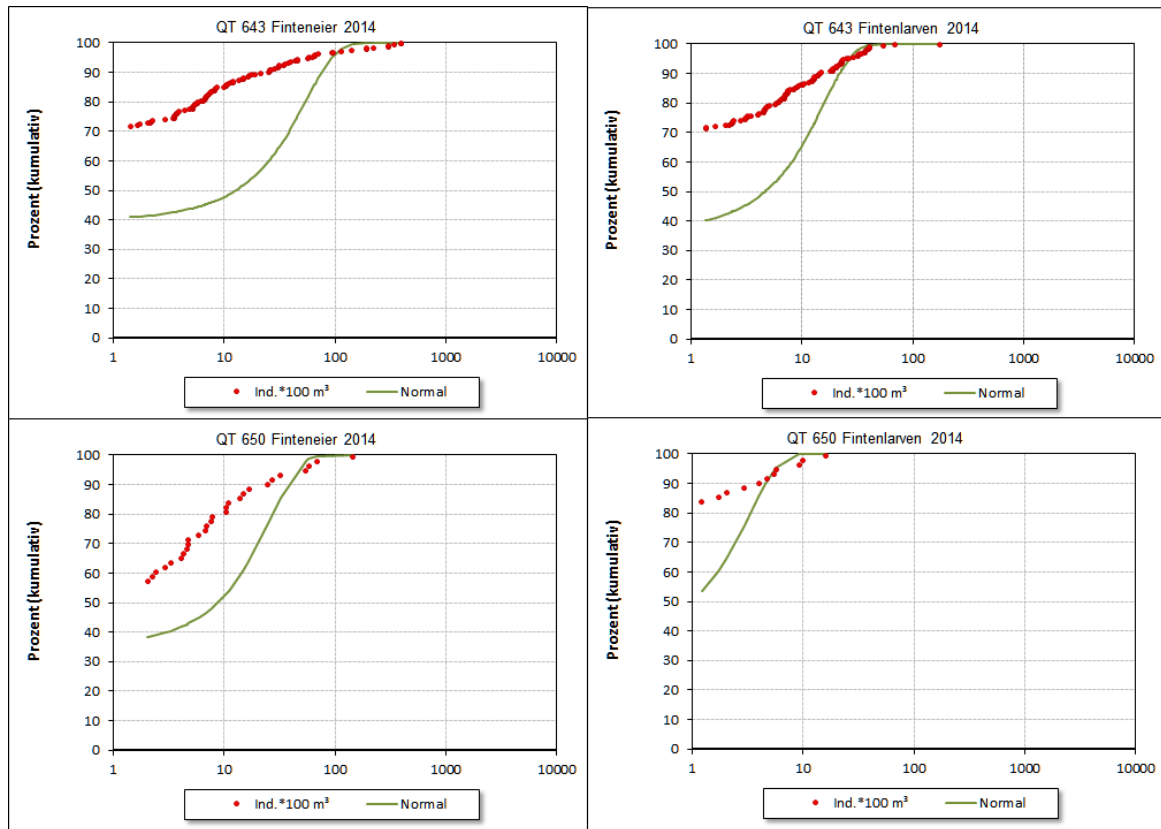


Abb. 16: Ei- und Larvendichten an den Quertransekten bei km 643 (oben) und km 650 (unten) im Zeitraum 16.04. – 04.06.2014.

Rote Linie: Ergebnisse der einzelnen Hols aufsteigend angeordnet. Grüne Linie: Normalverteilung des zugrunde liegenden Datensatzes.

4.2.1 Finteneier

4.2.1.1 Eistadien

In Rahmen der Untersuchung wurden die Entwicklungsstadien der Eier über Stichproben ausgewertet. Insgesamt sind etwa 523 Finteneier klassifiziert worden. Die Menge der ausgewerteten Finteneier/Untersuchungszeit war dabei unterschiedlich (Tab. 6).

In Verschneidung mit dem Fangort und Fangzeitpunkt lassen sich eingeschränkt gewisse Rückschlüsse auf den Laichort ableiten. Insgesamt wurden 5 Entwicklungsstadien unterschieden (s. Kap. 3.1.3). Die folgenden Ergebnisse basieren auf den Ergebnissen der Untersuchungen bei km 643.

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

Zur Definition der Stadien s. Kap. 3.1.3.

Entwicklungsstadium (Anteil %)	Ia/Ib (N = 386)	II (N = 51)	III (N = 24)	IV/V (N = 5)	verpilzt (N = 57)	Anteil Fangdatum % (N = 523)
16.04.2014	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,4
24.04.2014	83,1	2,2	0,0	0,0	14,6	17,0
29.04.2014	82,1	3,2	4,5	1,3	9,0	29,8
07.05.2014	87,8	3,3	0,0	0,0	8,9	17,2
14.05.2014	49,0	29,4	5,9	2,0	13,7	9,8
22.05.2014	70,0	10,0	2,0	0,0	18,0	9,6
28.05.2014	62,9	20,0	10,0	2,9	4,3	13,4
04.06.2014	0,0	46,7	40,0	0,0	13,3	2,9

Insgesamt entfiel der weitaus größte Anteil erwartungsgemäß auf frühe Entwicklungsstadien (Ia/Ib), d.h. auf Eier, die sich in einem noch wenig ausdifferenzierten Stadium befanden. Der Anteil lag in Abhängigkeit des Fangtermins bei ca. 0 – 87,8 % (Tab. 6). Die höchsten Anteile der Stadien Ia/Ib wurden im Zeitraum Ende April bis 2. Maiwoche registriert. Dieser Zeitraum spiegelt damit die Phase der umfangreichsten Laichaktivität im Jahr 2014 wider. Aufgrund des frühen Entwicklungsstadiums (Alter ca. 1-2 Tage) lässt sich schlussfolgern, dass die Eiablage unter Berücksichtigung des Tideweges (bzw. des Nettostromabtransportweges) im Bereich zwischen km 635 – km 655 stattgefunden hat.

Der Befund, dass frühe Stadien (in unterschiedlicher Dichte) fast über die gesamte Untersuchungszeit (mit Ausnahme des Termins 04.06.) festgestellt werden konnten, legt eine mehr oder weniger „kontinuierliche“ Eiablage über mehrere Wochen nahe. Deutliche Peaks waren im Jahr 2014 zwar nicht erkennbar, die Befunde deuten aber auf 2 – 3 Phasen höherer Aktivität hin (Abb. 17).

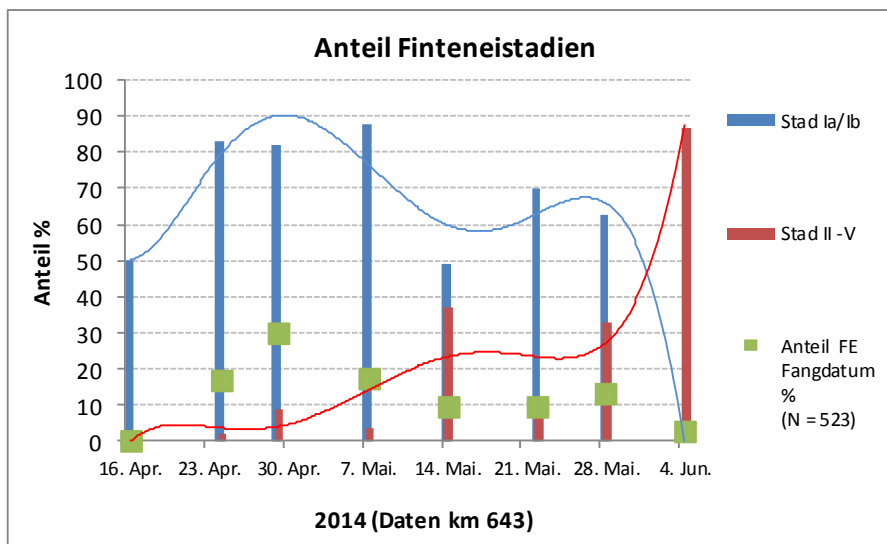


Abb. 17: Anteil früher Entwicklungsstadien (Ia/Ib) und späterer Stadien II-V (kumuliert) der Finteneier (FE) im Untersuchungszeitraum vom 16.04. bis 04.06.2014.

Stichproben-Daten km 643; Anzahl ausgewerteter Finteneier $N_{\text{ges}} = 523$.

Die Ergebnisse zeigen des Weiteren, dass der Anteil späterer Entwicklungsstadien (insbesondere IV/V) fast über die gesamte Untersuchungszeit (mit Ausnahme des Termins 04.06.) geringer war als der Anteil früher Stadien (Tab. 6). Die Phasen mit höheren Anteilen älterer Stadien (II – V kumuliert) entfallen auf die Zeitfenster mit geringeren Anteilen früherer Entwicklungsstadien (vgl. Abb. 17). Die folgenden Auswertungen zur räumlichen und zeitlichen Verteilung der Finteneier (s. Kap. 4.2.1ff) basieren auf der Gesamtzahl der Finteneier. Eine spezifische Auswertung auf Grundlage der Eistadien erfolgt im Rahmen der vorliegenden Studie nicht.

Verpilzungsrate

Während im ersten Untersuchungsjahr 2011 der Anteil verpilzter, also nicht mehr entwicklungsfähiger Finteneier bezogen auf die untersuchten Stichproben (Quertransekt & Längstransekt) mit insgesamt <1 % marginal war, lag deren Anteil ab dem Untersuchungsjahr 2012 deutlich höher. In der Tendenz wurde eine höhere Verpilzungsrate bei gleichzeitig höherem Anteil älterer Entwicklungsstadien festgestellt. Das Jahr 2013 wich insofern von den Vorjahren ab, als an den Quertransekten bei QT km 643 und bei QT km 651 auf der Grundlage der Stichproben ($N_{\text{ges}} = 806$ Finteneier) die Verpilzungsrate der Finteneier mit insgesamt etwa 22 % bislang am höchsten lag.

Im Jahr 2014 wurde eine Verpilzungsrate von ca. 10 % festgestellt; ausgewertet wurden etwa 688 Finteneier (Stichproben bei km 643 und km 651). Dieser Befund ordnet sich interannuell etwa in der Mitte der bisherigen Untersuchungsergebnisse ein. Tab. 7 zeigt die Befunde differenziert nach Untersuchungstag sowie als Gesamtergebnis (alle Quertransekt-Ergebnisse kumuliert).

Tab. 7: Anteil (%) Verpilzungsrate der Finteneier auf der Grundlage von Stichproben im Bereich der QT-Stationen bei km 643 und km 651.

	Stichprobe Anzahl FE	verpilzt	Anteil (%) an der Stichprobe des Fangtages
km 643	N = 523		
16.04.2014	2	1	50,0
24.04.2014	89	13	14,6
29.04.2014	156	14	9,0
07.05.2014	90	8	8,9
14.05.2014	51	7	13,7
22.05.2014	50	9	18,0
28.05.2014	70	3	4,3
04.06.2014	15	2	13,3
km 651	N = 168		
30.04.2014	132	10	7,6
15.05.2014	33	5	15,2
Anzahl / %-Anteil_gesamt	688	72	10,5

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch in der Auswertung der Längstransektdaten. Insgesamt wurden 2014 etwa 600 Finteneier ausgewertet, ca. 10,4 % wiesen eine Verpilzung auf. Dieses Ergebnis erreicht nicht die Rate der Vorjahre, liegt aber über dem Ergebnis aus dem Jahr 2011.

Die Gründe für die interannuell unterschiedlichen Verpilzungsraten sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären. Denkbar ist jedoch ein Zusammenhang mit abiotischen Faktoren wie z.B. Wassertemperaturen, Oberwasserabfluss, Leitfähigkeit etc. Dennoch sei vor diesem Hintergrund auf die deutlichen Unterschiede insbesondere zu 2011 verwiesen. 2011 war der Anteil auffälliger Finteneier mit <1 % insgesamt unbedeutend (Abb. 18).

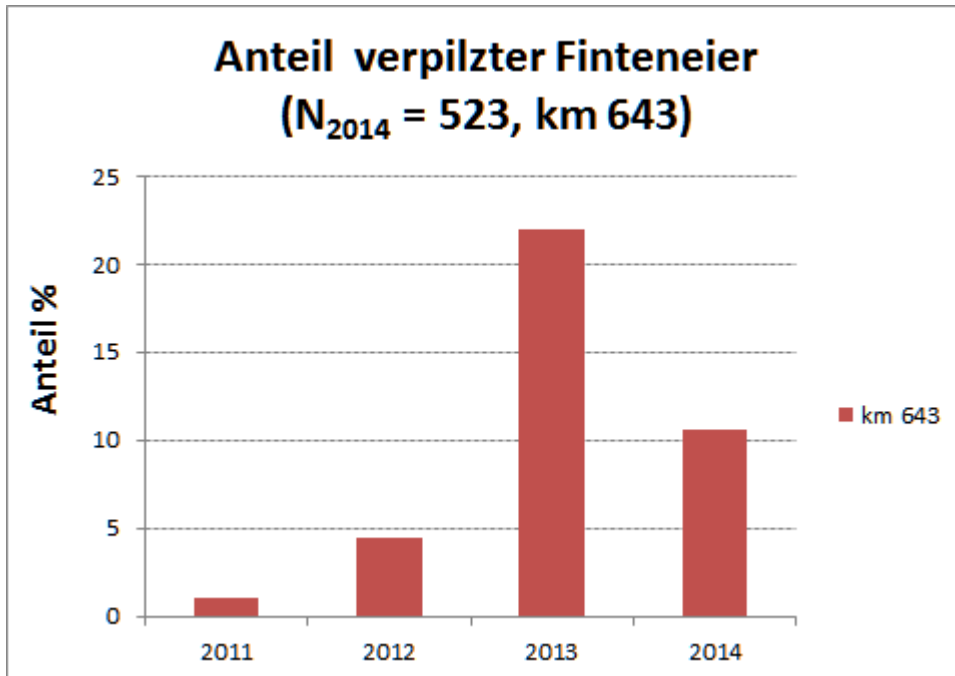


Abb. 18: Anteile (%) verpilzter Finteneier in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum vom 16.04. – 04.06.2014 in den Jahren 2011 – 2014.

4.2.1.2 Zeitliche Verteilungsmuster

Saisonal

Quertransekt km 643

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.

Finteneier wurden bei km 643 im Zeitraum von 16.04. – 04.06.14 erfasst (Abb. 19). Die Ergebnisse zeigen, dass am 16.04. Finteneier zunächst nur vereinzelt (im Mittel <1 Ind./100 m³) erfasst werden konnten. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen um 11 °C. Die am 24.04. schon vermehrt erfassten Eier befanden sich überwiegend im Entwicklungsstadium I (s.o.). Bereits Ende April erfolgte ein rascher Anstieg der Eidichten (3. Fangtermin) auf durchschnittlich 51 Ind./100 m³. Die zu diesem Zeitpunkt ermittelten Dichten stellten auch das jährliche Maximum dar. Bei Wassertemperaturen >15 °C wurden im Verlauf bis Anfang Juni regelmäßig Finteneier erfasst, wenngleich keine hohen Dichten mehr erreicht wurden (Abb. 19).

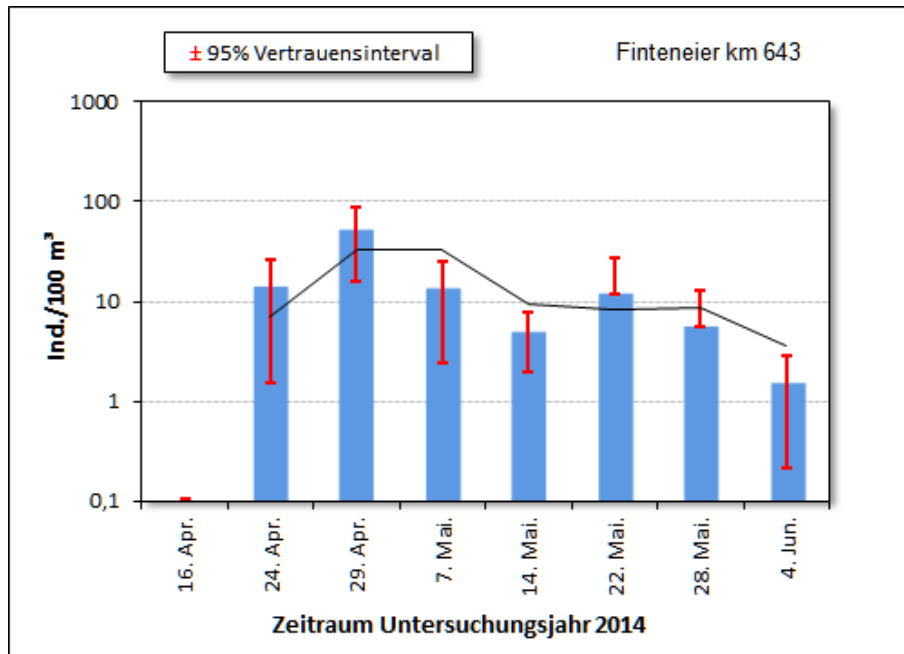


Abb. 19: Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 16.04. bis 04.06.2014. (Linie: Gleitendes Mittel)

Die bereits in der letzten Aprilwoche höheren Eizahlen korrespondieren mit hohen Anzahlen adulter Finten, die am 23.04.14 bei km 638 mittels Hamenfänge (s. Kap. 5) erfasst wurden (Abb. 19). Im Verlauf des Mai sanken die Eidichten auf z.T. <10 Ind./100 m³ ab und blieben während der gesamten Reproduktionszeit auf niedrigem Niveau. In dieser Zeit variierte der Anteil früher Ei-Entwicklungsstadien zwischen 50 % (14.05.) bis zu 89 % (07.05.14). Spätere Entwicklungsstadien (Stadium II – V) wurden erst in der 2. Maihälfte in (etwas) höheren Anteilen erfasst.

Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitpunkt „Ende April“ (29.04.14) durch signifikant höhere Anzahlen von den übrigen Untersuchungszeitpunkten unterscheidet (ANOVA $p < 0.01$; Tab. 8). Die Ergebnisse legen nahe, dass eine höhere Laichaktivität (wenngleich insgesamt auf niedrigem Niveau) im Bereich um etwa km 643 auf den Zeitraum Ende April/Anfang Mai datiert werden kann. Ab Mitte Mai bis Ende Mai erfolgten weitere Laichtätigkeiten in diesem Bereich, allerdings in geringem Umfang. Ab Anfang Juni war die Laichphase offenbar nahezu abgeschlossen, die Eidichte lag am 4.6.2014 nur noch bei durchschnittlich 1,6 Ind./100 m³.

Tab. 8: Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 643 aus 2014.

QT 643 2014	16. Apr.	24. Apr.	29. Apr.	7. Mai.	14. Mai.	22. Mai.	28. Mai.	4. Jun.
WT °C (Tagesmittel)	11,4	12,9	14,7	15,3	14,2	17,0	17,7	18,6
O2 mg/l (Tagesmittel)	5,7	4,9	4,2	5	5,9	4,7	4,7	4,7
Mittelwert (Finteneidichte)	0,0	14,0	51,3*	13,7	4,8	11,8	5,5	1,6
Std.Fehler	0,0	6,1	17,6	5,5	1,4	7,8	3,7	0,7
Std.Abweichung	0,2	38,8	111,1	35,0	9,6	49,6	23,0	4,2
ANOVA(Eidichte)								$p < 0,01$
Bartlett								n.b.

Quertransekt km 651

In Ergänzung zum Quertransekt bei km 643 ist auch im Jahr 2014 weiter stromab bei km 651 ein weiterer Quertransekt untersucht worden. Die Untersuchung erfolgte hier an 2 Terminen (30.04. & 15.05.14) während der Reproduktionsphase der Finten. Die höchste Eidichte, die mit durchschnittlich 15 Ind./100 m³ allerdings sehr gering war, wurde analog zu QT km 643 um Ende April (30.04.14) festgestellt (Abb. 20). Am 15.05.14 lag die durchschnittliche Eidichte bei nur noch 2,2 Ind./100 m³, der zeitlich korrespondierende QT km 643-Wert (14.05.14) war mit 4,8 Ind./100 m³ ebenfalls sehr niedrig (vgl. Tab. 8). Insgesamt war der auf niedrigem Niveau verzeichnete saisonale Unterschied zwischen dem 30.04. und dem 15.05.14 statistisch signifikant (Mann Whitney-Test $p = 0.02$, einseitig).

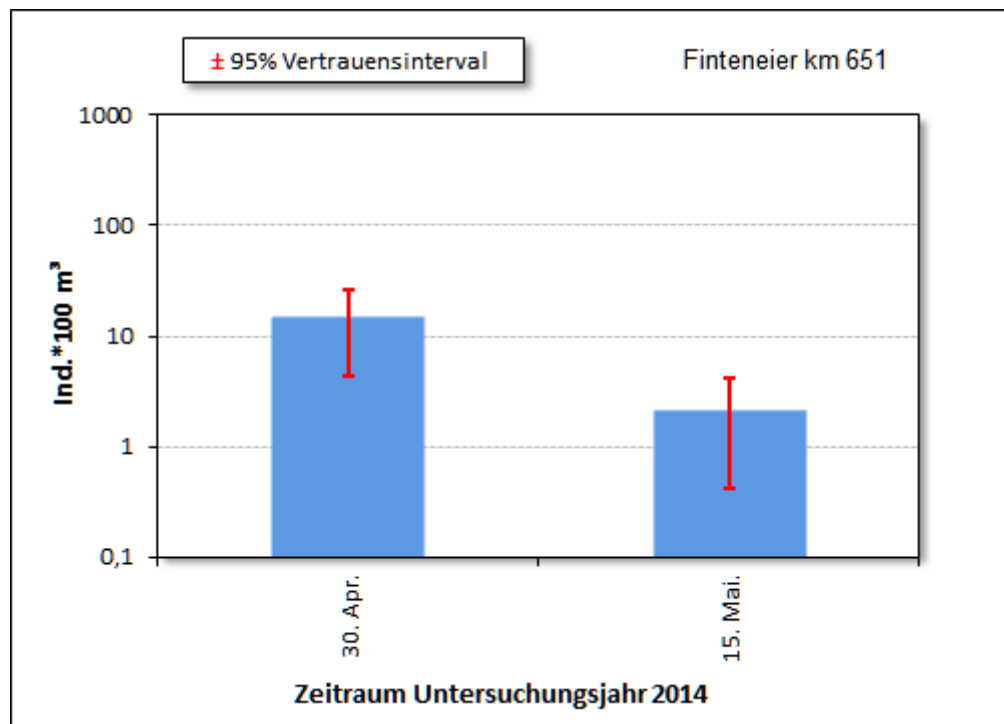


Abb. 20: Finteneidichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe bei km 651 am 30.04. und 15.05.2014 (U-Test $p < 0.1$).

Tidephasen

Quertransekt km 643

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

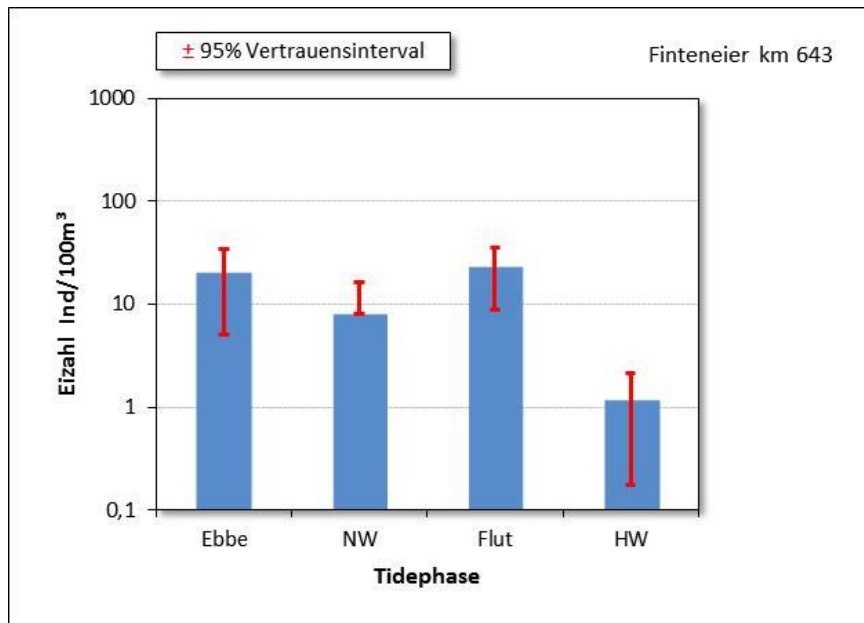


Abb. 21: Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 643. Daten 25.04. – 04.06.2014, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.

Die Ergebnisse zeigen, dass Finteneier über die gesamte Tide erfasst werden konnten. Im Gesamtmittel (bezogen auf den Untersuchungszeitraum 15.04. – 04.06.2014) lagen die Eidichten während der Flutphase bei 22,3 Ind./100 m³ und wiesen den damit den höchsten Wert im Vergleich der Tidephasen auf (Abb. 21, Tab. 9). Während der Ebbphase wurde mit 19,7 Ind./100 m³ ein vergleichbarer Wert verzeichnet. Geringer waren die Fangergebnisse um Tideniedrigwasser (NW) und um Tidehochwasser (HW). Zu diesen Tidephasen erreichten die Eidichten durchschnittlich Werte von 8 Ind./100 m³ (NW) bzw. 1,2 Ind./100 m³ (HW). Statistisch unterscheiden sich diese Werte von denjenigen der Ebb- und Flutphase (ANOVA $p < 0,01$). 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: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643.

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

QT 643 Eidichte 2014	Ebbe	NW	Flut	HW
N (Hols)	80	84	80	80
Mittelwert	19,7*	8,0	22,3*	1,2
Std.Fehler	7,3	4,3	6,8	0,5
Std.Abweichung	65,7	39,0	60,8	4,4
ANOVA	$p < 0,01$			
Bartlett	n.b.			

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

Die Minima bei QT km 643 um die Tidehoch – und Tideniedrigwasserphase lassen den Schluss zu, dass im stromauf befindlichen Abschnitt um +/- km 630 und stromab im Bereich um km 660 die Laichaktivität geringer war als im Abschnitt von etwa km 635 – km 650. Es ist jedoch anzumerken, dass die bei QT km 643 verzeichnete Eidichte im Jahr 2014 insgesamt auf sehr niedrigem Niveau lag.

Quertransekt km 651

Abb. 22 veranschaulicht die tidebedingte Variabilität der Finteneidichten basierend auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen (30.04. & 15.05.2014) und der QT-Stationen bei km 651. Analog zu km 643 konnten über den gesamten Tidezyklus Finteneier erfasst werden. Bei km 651 wurde um Tideniedrigwasser (NW) die höchste mittlere Eidichte festgestellt (15,4 Ind./100 m³, Abb. 22, Tab. 10). Die geringste Eidichte wurde mit nur 1,5 Ind./100 m³ um Tidehochwasser (HW) dokumentiert. Wie bereits für QT km 643 angemerkt lag die Eidichte auch bei QT km 651 insgesamt sehr niedrig.

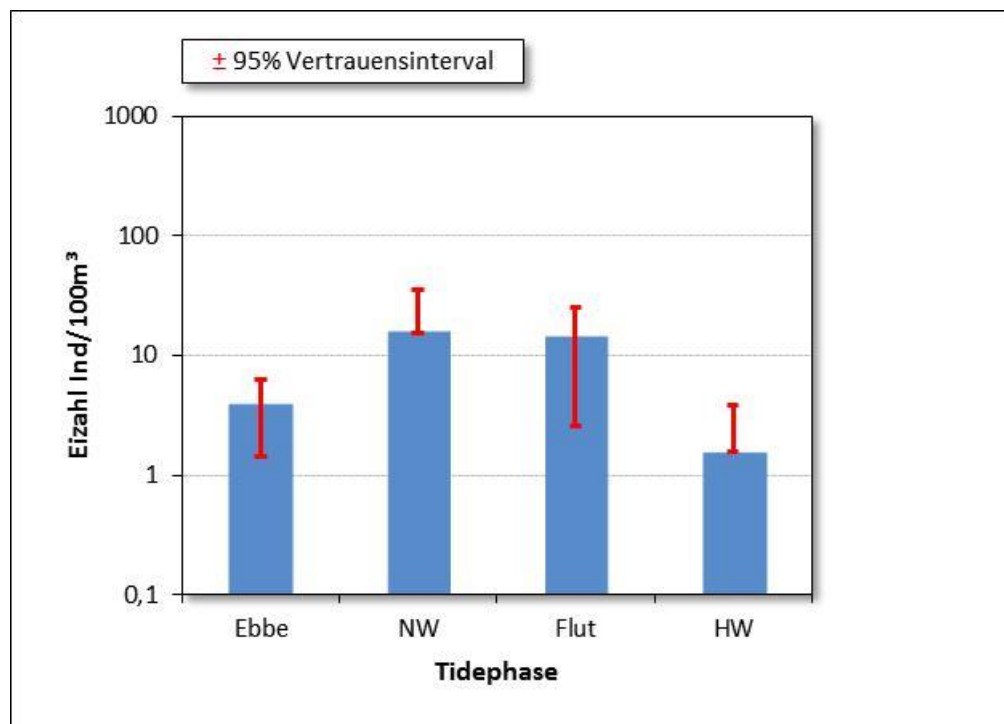


Abb. 22: Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4). Daten 16.05. – 29.05.2014, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen.

Aufgrund der Variabilität der Einzelergebnisse sind die oben dargestellten Unterschiede zwischen den Tidephasen statistisch nicht signifikant (Kruskal - Wallis <0.05, Tab. 10).

Tab. 10: Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen) bei km 651.

QT 651 Eidichte 2014	Ebbe	NW	Flut	HW
N (Hols)	16	16	16	16
Mittelwert	3,9	15,4	14,0	1,5
Std.Fehler	1,1	9,4	5,4	1,1
Std.Abweichung	4,6	37,6	21,4	4,3
ANOVA	$p > 0,1$			
Bartlett	n.b.			

Unter Berücksichtigung des Tideweges legen die hohen Werte um Niedrigwasser bei km 651 und während der Flutphase bei km 643 die Annahme nahe, dass der Bereich um km 643 und der Elbabschnitt im Bereich Lühesand (inkl. Nebeneibe) als Reproduktionsareal sehr bedeutsam war. Die Daten aus 2014 deuten aber zudem darauf hin, dass Laichaktivitäten auch stromab von 651 stattfanden. Die bei km 651 registrierten höheren Anzahlen während der Flutphase lassen diesen Schluss zu.

4.2.1.3 Räumliche Verteilung der Eidichten

Querverteilung (Transekte QT km 643 & QT km 651)

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

Es sei dabei angemerkt, dass diese räumliche Betrachtungsebene dabei zwangsläufig auch andere Betrachtungsebenen (saisonal, Tidephase, Tiefenzonierungen) einbezieht. Die Ergebnisse zeigen, dass die räumliche Verteilung der Finteneier sowohl bei km 643 als auch bei km 651 im Flussquerschnitt nicht homogen war (Abb. 23, Abb. 24).

Bei km 643 wurden höhere Eizahlen an den Stationen QT 2 (Mitte-N, 20 Ind./100 m³, südl. Rand der Fahrrinne) und QT 3 (Mitte-S, 16,9 Ind./100 m³) festgestellt. Die ufernäher gelegenen Stationen Nord und Süd (QT 1, QT 4, s. Abb. 2) wiesen im Jahr 2014 die geringsten Eidichten (4,5 Ind./100 m³ bzw. 9,3 Ind./100 m³) auf. Die Hahnöfer Nebeneibe nahm mit durchschnittlich 12,8 Ind./100 m³ eine Mittelstellung ein (Tab. 11).

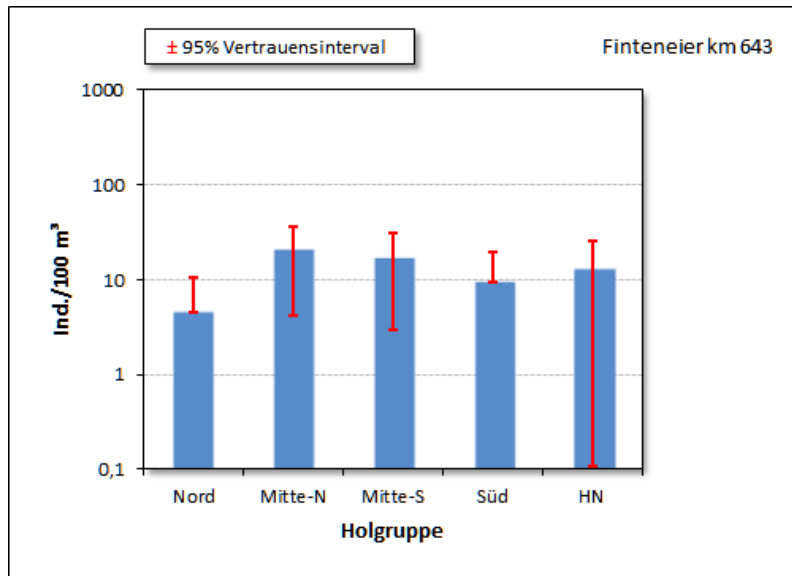


Abb. 23: Mittlere Finteneidichte entlang des Quertranseks bei km 643 im Zeitraum 24.04. – 04.06.2014 in der Tideelbe. Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5, Hahnöfer Nebelbe

Die Ergebnisse zeigen, dass sich im Jahr 2014 die bei QT km 643 festgestellten Eidichten in Bezug auf den Stromquerschnitt räumlich unterscheiden. Allerdings waren die Unterschiede z.T. weniger ausgeprägt als in den Vorjahren. Nach wie vor war auch im Jahr 2014 die nördliche Station des QT 643 durch die geringsten Anzahlen gekennzeichnet (Tab. 11). Aufgrund der generell geringen Anzahlen bei insgesamt hoher Variabilität, die u.a. auch durch die normale saisonale Abundanzdynamik (s.o.) hervorgerufen wird, sind räumliche Unterschiede statistisch nicht signifikant. Bei einem Vergleich auf der Ebene einzelner Stationswerte (z.B. einzelner Fangkampagnen) sind abweichende Ergebnisse nicht auszuschließen.

Tab. 11: Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten bei km 643 aus 2014.

QT 643 Eidichte 2014	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd	HN
N (Hols)	66	66	64	64	64
Mittelwert	4,5	20,1	16,9	9,3	12,8
Std.Fehler	2,9	7,9	7,0	5,1	6,4
Std.Abweichung	23,9	64,4	56,1	41,1	50,8
ANOVA	$p = 0,399$				
Bartlett	n.b.				

Ein ähnliches Ergebnis wurde auch bei QT km 651 verzeichnet. Die Stationen Mitte-Nord (QT 2) und Mitte-Süd (QT 3) im Nahbereich der Fahrrinne wiesen mit 20,1 Ind./100 m³ bzw. 16,9 Ind./100 m³ die relativ höchsten Eidichten auf. An den Stationen Nord (QT 1) und Mitte-S (QT 4) wurden die geringsten Eidichten (jeweils <5 Ind./100 m³) registriert (Tab. 12). Aufgrund der ausgeprägten Variabilität sind die Unterschiede statistisch nicht signifikant. Das Verteilungsmuster entspricht weitgehend demjenigen der Vorjahre, obwohl die Eizahlen im Jahr 2014 deutlich geringer waren (vgl. Kap. 6).

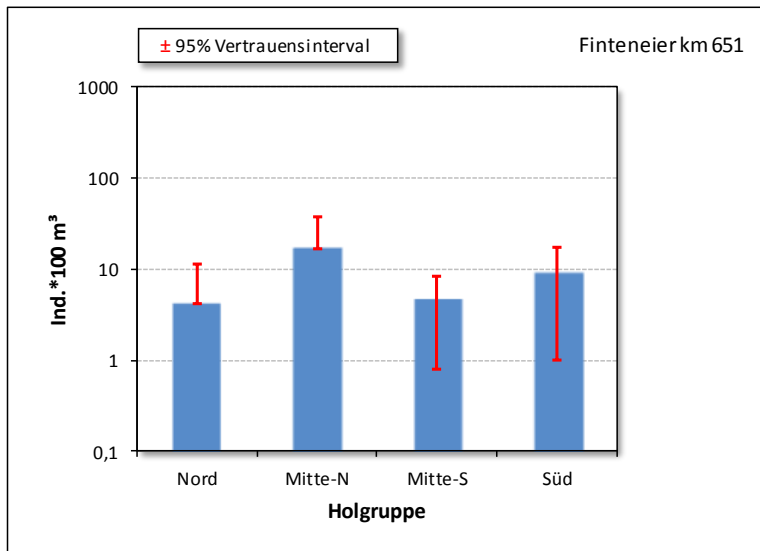


Abb. 24: Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 651 am 16.5 & 29.5.2014 in der Tideelbe. Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4.

Tab. 12: Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der QT- Daten bei km 651 (2014).

QT 651 Eidichte 2014	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd
N (Hols)	16	16	16	16
Mittelwert	4,2	16,8	4,6	9,2
Std.Fehler	3,4	9,6	1,8	3,8
Std.Abweichung	13,6	38,5	7,2	15,4
ANOVA	$p = 0,349$			
Bartlett	n.b.			

Gründe für die z.T. unterschiedlichen Verteilungen entlang der Quertransekte sind nicht unmittelbar ersichtlich. Da die planktischen Fischeier zu aktiven Ortwechseln nicht in der Lage sind, ist die räumliche Verteilung der Eier im Flussquerschnitt sehr wahrscheinlich überwiegend auf die lokalen Strömungen zurückzuführen.

Vertikalverteilung (Transekte QT km 643 & km 651)

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

Die Finteneiverteilung zeigt gleichsinnig zu den Befunden aus den Vorjahren sowohl bei km 643 als auch bei km 651 auch 2014 einen deutlichen vertikalen Gradienten. In der unteren Wassersäule wurden bei km 643 und km 651 mittlere Eidichten von 22,9 Ind./100 m³ bzw. 16,4 Ind./100 m³ festgestellt. Die oberflächennahen mittleren Eidichten (2,6 und 1 Ind./100 m³) lagen jeweils um mehr als Faktor 10 niedriger als die bodennah erfassten Anzahlen (Abb. 25, Abb. 26).

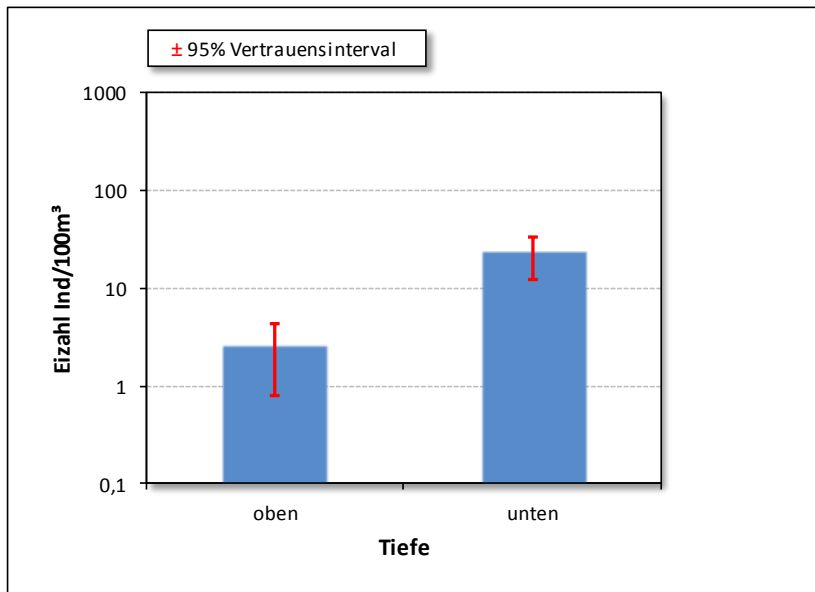


Abb. 25: Finteneidichte (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzonen bei QT km 643 im Zeitraum vom 16.04. – 04.06.2014 in der Tideelbe.
Daten gemittelt über Messstellen (N = 5) und Untersuchungskampagnen.

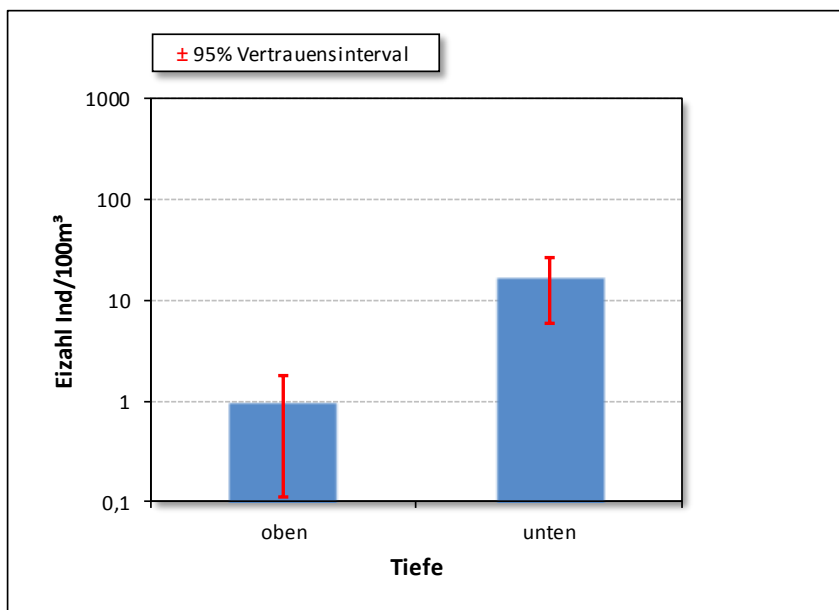


Abb. 26: Finteneidichte (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzonen des QT bei km 651 am 30.04. & 15.05.2014 in der Tideelbe.
Daten 2014 über Messstellen (N = 2) und Untersuchungskampagnen.

Der Unterschied der Eidichten zwischen „*oberflächennah* vs. *bodennah*“ ist jeweils statistisch signifikant ($p < 0,01$, Tab. 13).

Tab. 13: Ergebnisse des parameterfreien Mann-Whitney-Tests. P1 und P2 Signifikanz für einseitige bzw. zweiseitige Fragestellung.

Daten: Eidichte (Ind./100 m³) bei km 643 und km 651 der Tideelbe, Daten 2014.

QT km 643 Finteneidichte vertikal	N	Ind./100 m³	Rangmittel	U	Z	P
oben	162	2,6	137,3	9044,0	-6,1	0,0000
unten	162	22,9	187,7	17200,0		
QT km 651 Finteneidichte vertikal	N		Rangmittel	U	Z	P
oben	162	1,0	23,3	219,0	-4,3	0,0000
unten	162	16,4	41,7	805,0		

4.2.2 Fintenlarven

4.2.2.1 Larvenstadien

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

Die Ergebnisse zeigen, dass Dottersacklarven (sehr frühes Stadium) vor allem Anfang Mai aber auch noch in der 1. Juniwoche erfasst wurden, während Frühlarven und spätere Larvenstadien v.a. ab Mitte Mai bis Anfang Juni erfasst wurden. Aufgrund der 2014 insgesamt sehr geringen Larvendichte, die eine generell nicht zu vermeidende Fangzufälligkeit u.U. noch erhöht, ist die Aussagekraft bezogen auf zeitliche Auftreten der verschiedenen Larvenstadien nur eingeschränkt aussagekräftig. Insgesamt wurden 267 Fintenlarven ausgewertet. Wie bereits oben dargestellt, sind zu Beginn der „Larvenzeit“ (2014: um Mitte Mai) vorwiegend Dottersackstadien registriert worden, wobei gegen Ende der Untersuchung Ende Mai/Anfang Juni die späteren Stadien überwogen. Späte Stadien wurden aber letztlich nur in geringer Dichte erfasst.

Abb. 27 zeigt die Ergebnisse in einer zusammenfassenden Übersicht. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die Daten der Quertransektuntersuchungen bei km 643. Auf eine analoge Darstellung der Ergebnisse von QT 651 wurde verzichtet, da dieser Transekt nur an 2 Terminen beprobt wurde.

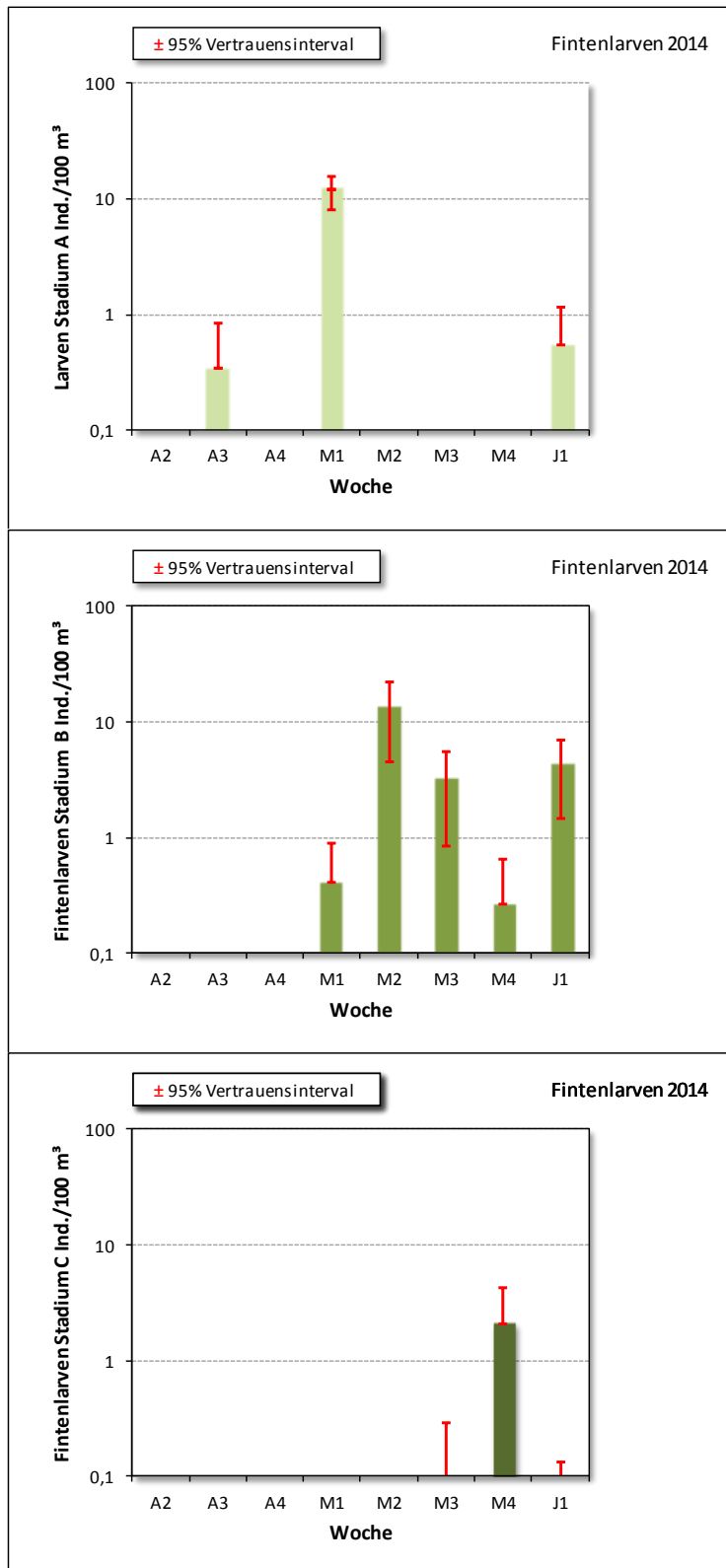


Abb. 27: Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) im Untersuchungszeitraum vom 16.04. – 04.06.2014 (Daten Quertransekt km 643) differenziert nach Entwicklungsstadien (A = Dottersackstadium, B = Frühlarvenstadium, C = spätere Larvenstadien).

Der dargestellte Mittelwert integriert über zeitliche (Tidephase) und räumliche (vertikal, Querprofil) Daten. Ausgewertete Larven, N = 267 Ind. A2 = 2. Aprilwoche, ..., J1 = 1. Juniwoche.

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

4.2.2.2 Zeitliche Verteilungsmuster

Saisonal

Quertransekt km 643

Die Darstellung der saisonalen Entwicklung der Fintenlarven basiert analog zur Auswertung der Finteneier auf den jeweiligen Mittelwerten der verschiedenen Untersuchungskampagnen aller QT-Stationen bei km 643. Fintenlarven wurden im Zeitraum von 15.05. – 04.06.2014 erfasst (Abb. 28). Die Ergebnisse zeigen, dass Fintenlarven 2014 bereits am 24.04., allerdings in noch sehr geringer Anzahl (im Mittel <1 Ind./100 m³), erfasst wurden. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen um 13 °C.

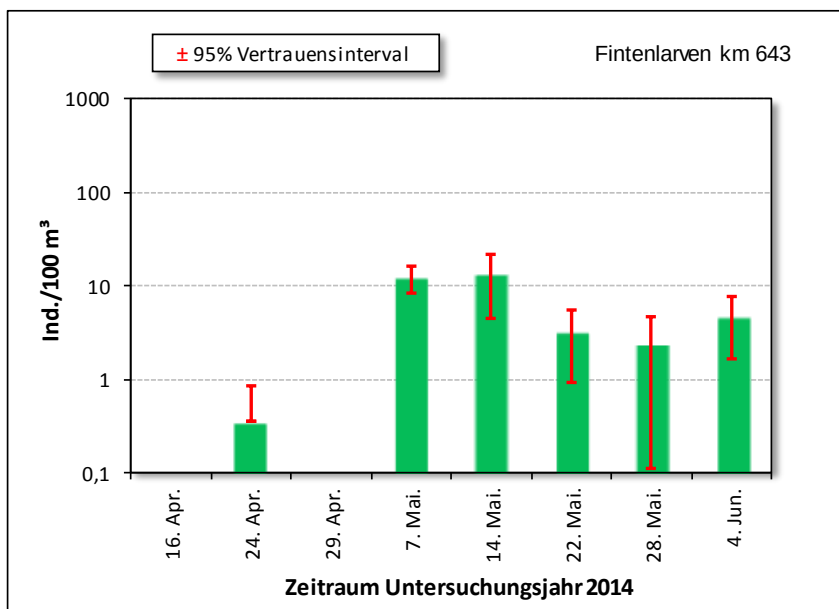


Abb. 28: Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m³) in der Tidelbe bei QT km 643 vom 25.04. – 04.06.2014.

Ab der 1. Maiwoche stiegen die mittleren Anzahlen bis zu 13,3 Ind./100 m³ zwar an, blieben aber auf einem sehr niedrigem Niveau (Abb. 28). Bei Wassertemperaturen um 17 °C herrschten gute bis mäßige Sauerstoffgehalte von im Tagesmittel $>4,5$ mg/l vor. Kurzzeitig wurden im Zeitraum bis zum 30.06.2014 allerdings auch Werte von 3 mg/l unterschritten.

Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitraum „Anfang bis Mitte Mai“ durch relativ höhere Larvendichten signifikant unterscheidet (Tab. 14). Insgesamt ist die Larvendichte im interannuellen Vergleich aber zu jedem Zeitpunkt als sehr gering einzustufen (vgl. Kap. 6).

Tab. 14: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 643.

QT 643 2014	16. Apr.	24. Apr.	29. Apr.	7. Mai.	14. Mai.	22. Mai.	28. Mai.	4. Jun.
WT °C	11,4	12,9	14,7	15,3	14,2	17,0	17,7	18,6
O2 mg/l	5,7	4,9	4,2	5	5,9	4,7	4,7	4,7
Mittelwert (Fintenlarven)	0,0	0,3	0,0	12,4*	13,3*	3,3	2,4	4,7
Std.Fehler	0,0	0,2	0,0	2,0	4,4	1,2	1,1	1,5
Std.Abweichung	0,0	1,5	0,0	12,4	28,9	7,3	7,1	9,6
ANOVA(Larvenanzahl)								p<0,01
Bartlett								n.b.

Quertransekt km 651

Wie bereits oben dargestellt, erfolgte die Untersuchung bei km 651 an nur 2 Terminen (30.04. & 15.05.14).

Analog zu den Ergebnissen bei QT km 643 konnte um Mitte Mai (am 29.05.14) die höchste Fintenlarvendichte festgestellt werden. Die mittleren Anzahlen lagen zu diesem Zeitpunkt <3 Ind./100 m³ (15.05.). Ende April (30.04.14) wurden wie bei OT km 643 auch bei QT km 651 noch keine Fintenlarven erfasst (Abb. 29).

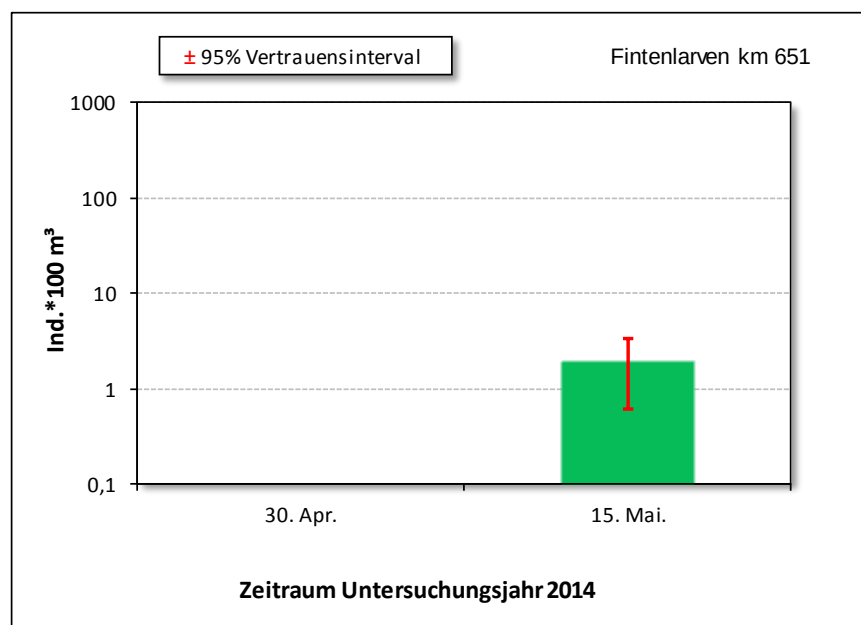


Abb. 29: Fintenlarvenanzahlen (Ind./100 m³) in der Tideelbe bei QT km 651 vom 30.04. & 15.05.2014.

Die bei QT km 651 im Jahr 2014 erfasste Larvendichte (im Gesamtmittel von ca. 1 Ind./100 m³) ist als extrem gering einzuordnen.

Tidephasen

Quertransekt km 643

Die Betrachtungsebene „Tidephase“ bezieht sich auf die Flut- und Ebbphase sowie Tidehoch- und Tideniedrigwasser. Flut- bzw. Ebbphase repräsentieren dabei die Situation um die jeweiligen Maxima der Tideströmungen. Hoch- und Niedrigwasser repräsentieren die Phase kurz vor oder nach dem Kenterpunkt der Tide (zur zeitlichen Abfolge der Beprobung während der Tidephasen

s. Abb. 4). Die Darstellung der tidebedingten Variabilität der Fintenlarvenanzahlen basiert auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen und der QT-Stationen bei km 643.

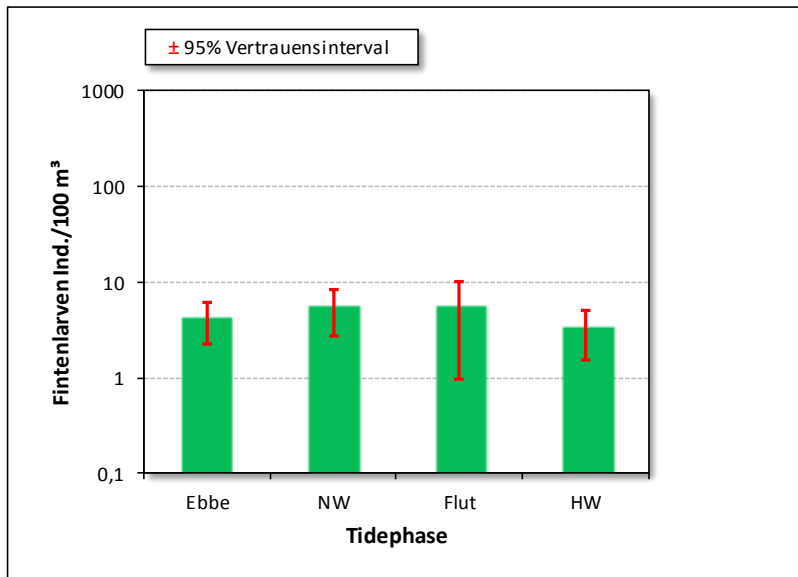


Abb. 30: Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen, Daten, 2014, Quertransekt bei km 643, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen.

HW = Beprobung um Tidehochwasser, NW = um Tideniedrigwasser.

Die Ergebnisse zeigen, dass Fintenlarven über den gesamten Tidezyklus erfasst werden konnten (Abb. 21). Zwischen den Tidephasen wurden 2014 eher geringe Abundanzunterschiede festgestellt. Um Tideniedrigwasser und während Flut wurden die höchsten mittleren Larvendichten (bis zu 5,6 Ind./100 m³) erfasst. Zu den anderen Tidephasen waren die Anzahlen geringer (3,3 – 4,2 Ind./100 m³). Die festgestellten Unterschiede zwischen den Tidephasen sind statistisch nicht signifikant ($p > 0,1$, Tab. 15).

Tab. 15: Statistische Kennwerte (Ind./ 100 m³) zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).

HW = Beprobung um Tidehochwasser, NW = um Tideniedrigwasser.

QT 643 Larvenanzahl 2014	Ebbe	NW	Flut	HW
N (Hols)	80	84	80	80
Mittelwert	4,2	5,6	5,5	3,3
Std.Fehler	1,0	1,4	2,3	0,9
Std.Abweichung	8,6	13,0	20,4	8,0
ANOVA	$p > 0,1$			
Bartlett	n.b.			

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

Quertransekt km 651

Abb. 31 veranschaulicht die tidebedingte Variabilität der Fintenlarvendichten basierend auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen (30.04. & 15.05.2014) und der QT-Stationen bei km 651. Analog zu QT km 643 konnten über den gesamten Tidezyklus Fintenlarven erfasst werden. Um Tidehochwasser wurde bei QT km 651 ein relatives Abundanz-Maximum (2,1 Ind./100 m³) festgestellt. Die geringste Larvendichte wurde mit 0,1 Ind./100 m³ während der Ebbsphase ermittelt. Insgesamt unterschieden sich die Tidephasen auf einem sehr niedrigen Abundanzniveau.

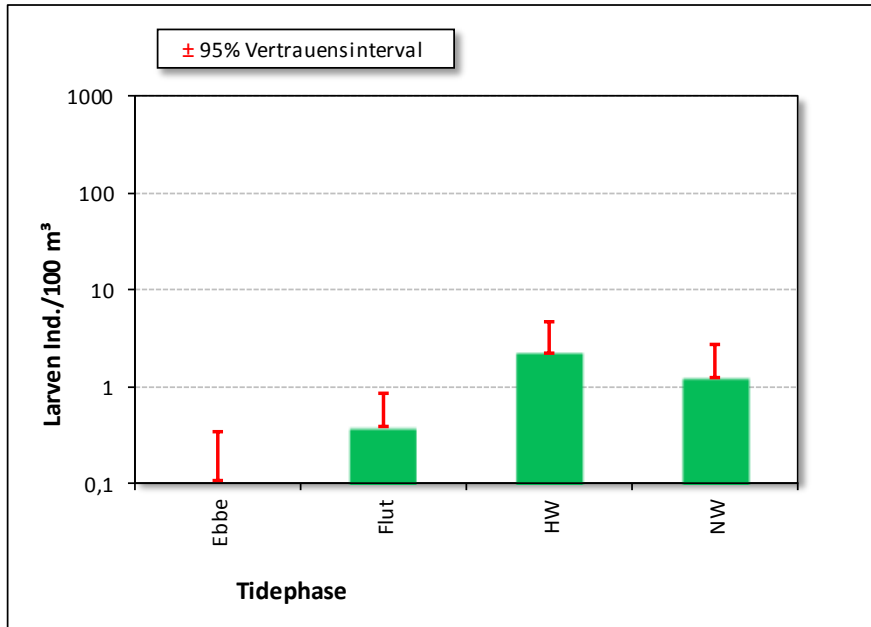


Abb. 31: Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4). Daten 16.5. – 29.5.2014, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen.

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

Tab. 16: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) bei QT km 651 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).

QT 651 Larvenanzahl	Ebbe	NW	Flut	HW
N (Hols)	16	16	16	16
Mittelwert	0,1	0,4	2,2	1,2
Std.Fehler	0,1	0,2	1,2	0,7
Std.Abweichung	0,4	0,9	4,7	2,8
ANOVA	$p > 0,1$			
Bartlett	n.b.			

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

4.2.2.3 Räumliche Verteilung

Querverteilung (Transekte QT km 643 & km 651)

Um ein räumliches Verteilungsmuster der Larven im Flussquerschnitt zu identifizieren, wurden alle Hols im Bereich der Quertransekte bei km 643 und km 651 gruppiert nach QT-Stationen ausgewertet. Es sei dabei angemerkt, dass diese räumliche Betrachtungsebene zwangsläufig andere Betrachtungsebenen (saisonal, Tidephase, Tiefenzonierungen) integriert. Die Ergebnisse zeigen, dass die räumliche Verteilung der Fintenlarven im Jahr 2014 im Flussquerschnitt nur mäßig unterschiedlich war (Abb. 32, Abb. 33).

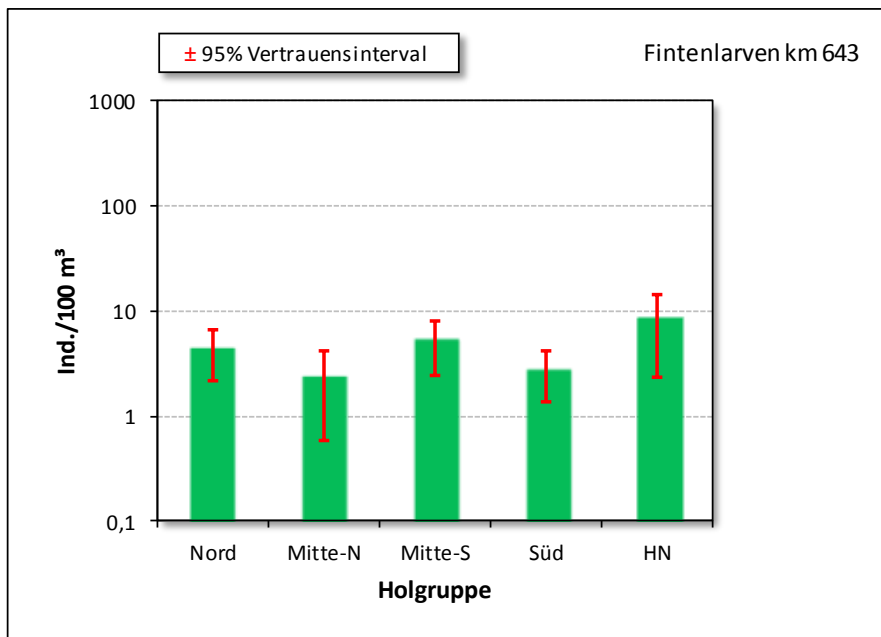


Abb. 32: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 25.04. – 04.06.2014 in der Tideelbe.

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

An QT km 643 konnte an der Station HN (Hahnöfer Nebelbe) die höchste Larvenzahl (im Mittel 8,5 Ind./100 m³) und an der Station Mitte-Nord die geringste (2,4 Ind./100 m³) mittlere Larvenzahl festgestellt werden (Abb. 32). Alle Werte lagen auf sehr niedrigem Niveau. Statistisch sind die Unterschiede insgesamt schwach signifikant (Tab. 17; ANOVA bzw. Kruskal Wallis $p < 0,1$).

Tab. 17: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) bei QT km 651.

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

QT 643 Eidichte 2014	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd	HN
N (Hols)	66	66	64	64	64
Mittelwert	4,4	2,4	5,3	2,7	8,5*
Std.Fehler	1,1	0,9	1,4	0,7	3,0
Std.Abweichung	9,2	7,3	11,5	5,4	24,3
ANOVA	$p = 0,07$				
Bartlett	n.b.				

Abb. 33 zeigt die Ergebnisse für die Messstellen bei QT km 651. Die höchste mittlere Dichte von nur 1,7 Ind./100 m³ wurde an Station Süd (km 651 QT 4) verzeichnet. Allerdings lagen alle stationsbezogenen Werte auf einem besonders niedrigem Niveau, so dass die räumlichen Unterschiede im Querschnitt bezogen auf die absoluten Werte letztlich nur marginal sind.

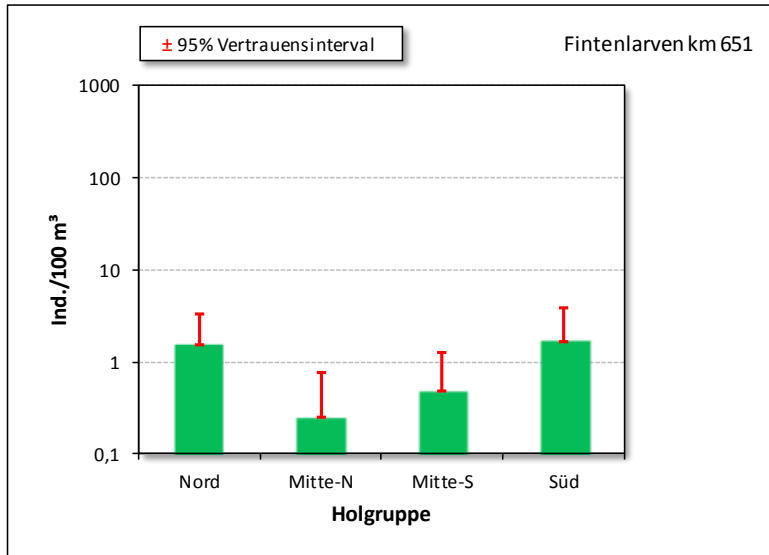


Abb. 33: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) entlang des Quertransekts in der Tideelbe bei km 651 am 16.05. & 29.05.2014.

Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4

Die Unterschiede zwischen den QT 651-Stationen sind nach ANOVA (bzw. Kruskal Wallis) als zufällig anzusehen (Tab. 18).

Tab. 18: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) in der Tideelbe bei QT km 651.

Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4

QT 651 Eidichte 2014	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd
N (Hols)	16	16	16	16
Mittelwert	1,5	0,2	0,5	1,7
Std.Fehler	0,9	0,2	0,4	1,0
Std.Abweichung	3,4	1,0	1,5	4,1
ANOVA	<i>p</i> = 0,373			
Bartlett	<i>n.b.</i>			

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

Die im Jahr 2014 besonders geringe Larvendichte könnte auch ein Grund dafür sein, dass der 2011 & 2012 sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651 festgestellte Nord-Südgradient im Jahr 2014

insbesondere nicht so deutlich ausgeprägt war (vgl. Kap. 6). In den Vorjahren waren die Larvendichten in der Hahnöfer NE im Vergleich höher als die im Hauptstrom, welches auf niedrigerem Niveau auch 2014 der Fall war.

Vertikalverteilung (Transekte QT km 643 & km 651)

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

Konträr zu den Finteneiern wurde für die Larven ein mäßig ausgeprägtes Abundanzmaximum in der oberen Wassersäule dokumentiert (Gesamtmittel 6,5 Ind./100 m³). Die bei QT km 643 bodennah erfassten Larvendichten (2,7 Ind./100 m³) waren geringer als die oberflächennahen Larvendichten. Trotz der absolut geringen Larvenzahlen sind die Unterschiede aber statistisch signifikant (Abb. 34, Tab. 19 oben).

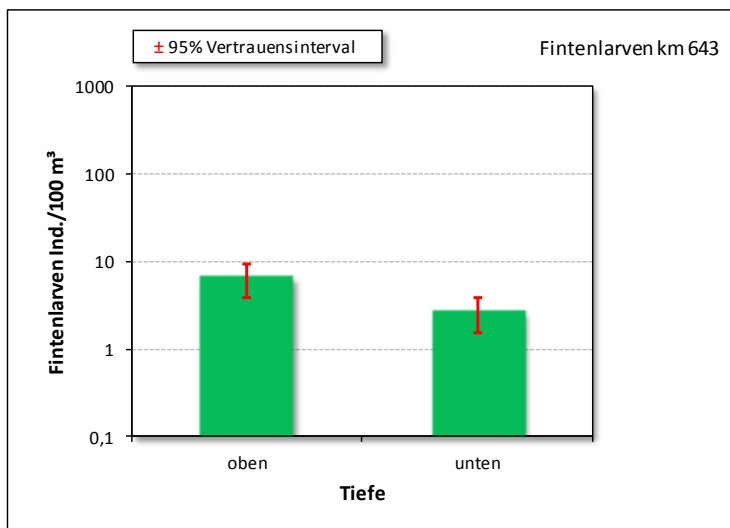


Abb. 34: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 im Zeitraum vom 25.04. – 04.06.2014.

Ebenso wie bei QT km 643 konnten auch bei QT km 651 vertikale Unterschiede festgestellt werden (Abb. 35, Tab. 19), so sind in der oberen Wassersäule etwas höhere Dichten erfasst (1,4 Ind./100 m³) als sohnah (0,6 Ind./100 m³). Aufgrund der niedrigen absoluten Anzahlen ist ein statistischer Vergleich aber nur von eingeschränkter Aussagekraft.

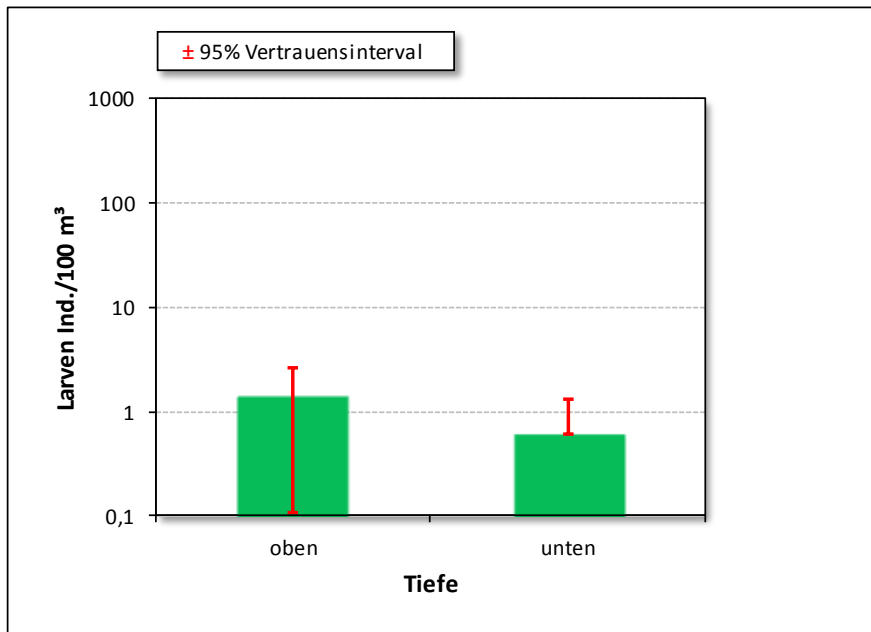


Abb. 35: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 651 am 16.05. & 29.05.2014.

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

QT km 643 Fintenlarven vertikal						
	N	Ind./100 m³	Rangmittel	U	Z	P
oben	162	6,5	175,2	15177,0	-3,2	0,0015
unten	162	2,7	148,7	10905,0		1,0
QT km 651 Fintenlarven vertikal						
	N		Rangmittel	U	Z	P
oben	32	1,4	33,3	536,0	-0,5	0,6240
unten	32	0,6	31,8	488,0		

4.2.3 Exkurs (ergänzend): Synoptische Betrachtung der Quertransekt-Befunde

Auf der Grundlage der zeitlich und kleinräumig hochauflösenden Quertransektdaten wurde bereits 2011 – 2013 versucht mittels einer modellhaften Betrachtung die Verteilung der Finteneier und -larven für einen größeren Elbabschnitt um das Quertransekt bei km 643 zu berechnen. Ziel war es über „punktuelle“ Quertransektdaten Hinweise auf die Bedeutung des Elbabschnitts auch ober- und unterhalb von km 643 abzuleiten. Es sei hier angemerkt, dass auf eine Aktualisierung mit den Daten aus dem Jahr 2014 verzichtet wurde, da die Larven und Eizahlen insgesamt extrem gering waren, so dass Unterschiede unter Anwendung der in den Vorjahren differenzierten Abundanzkategorien keine räumliche Unterschiede mehr zu visualisieren sind. Fast alle im Jahr 2014 ermittelten Werte entfallen auf die unterste (Finteneier) bzw. auf die untersten zwei Abundanzklassen

(Larven). Die Ergebnisse aus dem Zeitraum 2011 – 2013 seien im Folgenden aber noch einmal dargestellt.

Die Ergebnisse der 2011 – 2013 durchgeführten exemplarischen Analyse seien an dieser Stelle noch einmal dargestellt. Die Auswertung basiert auf Daten jeweils einer ausgewählten Untersuchungskampagne bei QT km 643 und km 651. Es sei hier darauf hingewiesen, dass die hier berücksichtigten Daten von km 643 und km 651 nicht aus derselben Untersuchungskampagne stammen, sondern an verschiedenen, allerdings aufeinanderfolgenden Tagen erhoben wurden. Hierdurch wird eine nicht zu vermeidende Ungenauigkeit erhöht.

Des Weiteren wurde für die räumliche Projektion der biologischen Daten, die jeweilige Tidephase in der die Beprobung stattfand, berücksichtigt. Dafür waren (z.T. stark) vereinfachte Annahmen u.a. zum Ebb- und Flut-Tideweg erforderlich. Für die Analyse wurden die Fangdaten je Quertransektstation über die Tiefe gemittelt. Die der exemplarischen „Modellierung“ zugrunde liegenden Annahmen und Informationen zum Vorgehen sind Abb. 36 und Abb. 37 zu entnehmen.

Ebbstrom	2,6 km/h	Flutstrom	3 km/h
Dauer Ebbe 6,5 h - 7 h			
Dauer Flut 5,5 h			
Pegel St.Pauli bezogen auf Lühort HW -35 min/ NW -47 min bzw. auf Hetlingen HW -0,44min/NW -56 min			
Tideweg 15 - 20 km			
Hypothetische Annahme: km 643 & km 651 jeweils Mittelpunkte eines angenommen Tideweges von ca. 18 km			
Rückberechnung Herkunft eines Partikels (hier Eier oder Vorlarven):			
Zeitspanne (Ebbphase) = Hochwasserzeitpunkt - n = Beprobungszeitpunkt			
Zeitspanne (Flutphase) = Niedrigwasserzeitpunkt + n = Beprobungszeitpunkt			
$n \cdot \text{Zeitspanne} \cdot \text{km} \cdot \text{h} = \text{Entfernung von km 643/651} = \text{angenommener Herkunftsort}$			

Abb. 36: Übersicht über Annahmen für eine exemplarische modellhafte Projektion der Quertransektdaten bei km 643/ km 651 auf einen größeren Elbabschnitt.

Methodik

1. Ergebnisse pro Hol an Original-Koordinate anhand Tidephase und Strömungsweg auf einheitliche Tidephase stark vereinfacht umgerechnet, Angabe neue Koordinate anhand des Strom-km (ELBE_KM_NEU)
2. Abstand Original-Koordinate zur Fahrrinnenmitte (ET Geo Wizard -> Point -> Point distance)
Fahrrinnenmitte: KLIWAS\Shapes BfG 2012_02_06\Achse_Elbe99.shp
3. Erstellen gerader Linie (Elbe_schematisch_gerade.shp), Hols anhand von Strom-km und Abstand zur Fahrrinnenmitte (Quertransekte_Kriging_gerade_2014.dbf Spalte FAHR_M) Achtung: Fahrrinnen km müssen gespiegelt werden, sonst Abb. Seitenverkehrt (Spalte M_GESPIE), Abstand zur Fahrrinne bei QT2-4 (2014) negativ, da südl. der Fahrrinne; einzelne Punkte manuell korrigiert.
4. Ei- bzw. Larvendichten aus den messstellenbezogenen Dichten mit einem Triangulations-Verfahren linear interpoliert (Surfer).

Abb. 37: Kurzhinweise zum methodischen Vorgehen der räumlichen Projektion punktueller Daten.

Nach der Umrechnung der Daten anhand der Tidewege sind die rechnerisch ermittelten Koordinaten in eine schematische Karte der Elbe übertragen worden. Dabei wurden die einzelnen Messpunkte (hier Daten der QT-Stationen) anhand ihrer Lage zur Mittellinie der Fahrrinne entsprechend neu positioniert. Anschließend wurden die Ei- bzw. Larvendichten der Finte aus den Dichten an den einzelnen Probenahmestellen linear interpoliert (Abb. 37).

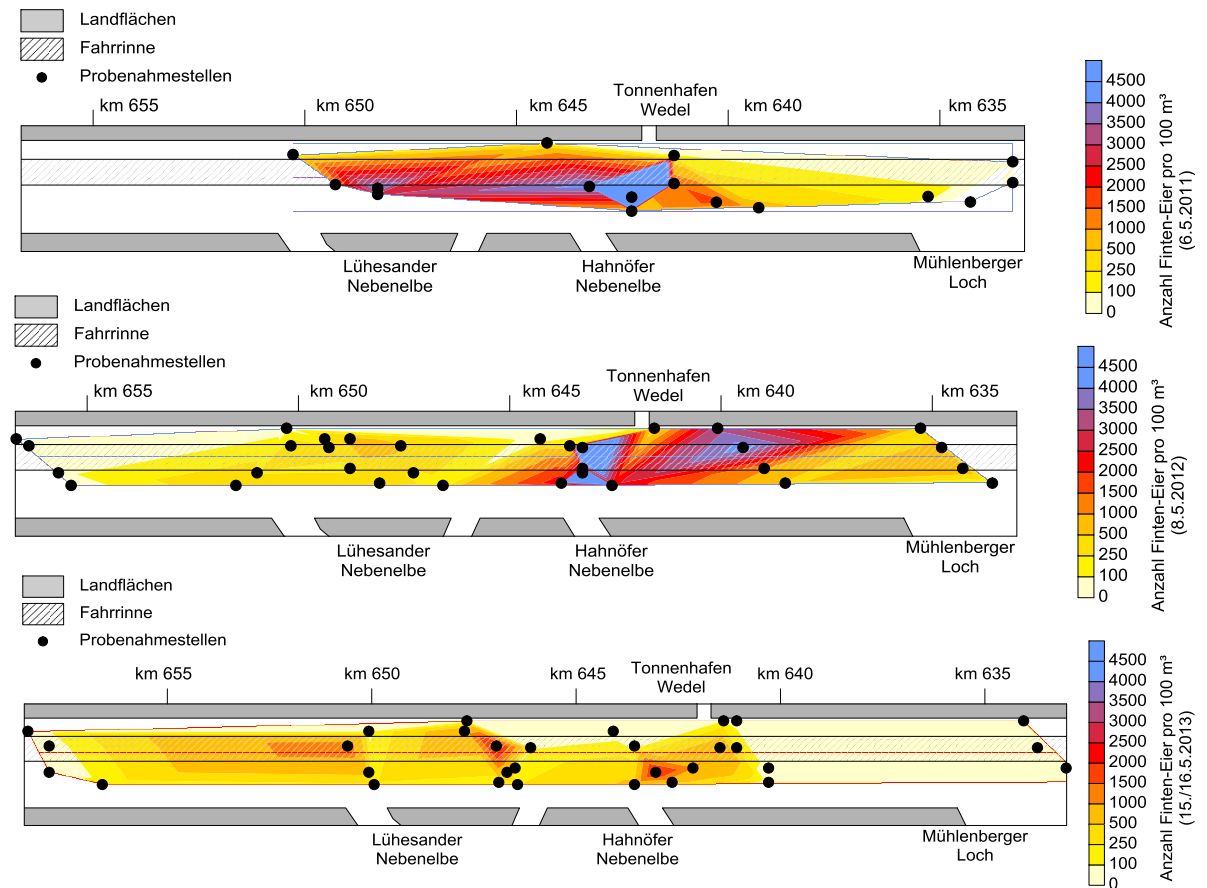


Abb. 38: Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransektaten (Finteneier). Daten vom 08.05.2011 (km 643/640 Bild oben) und 08./09.05.2012 (km 643/651, Bild Mitte) sowie 15./16.05.2013 (Bild unten). Für 2011 unterhalb von km 650 und oberhalb 632 keine Angaben möglich. Für 2012/13 unterhalb km 656 und oberhalb km 635 keine Angaben möglich. Daten der Hahnöfer Nebelbe sind hier nicht berücksichtigt.

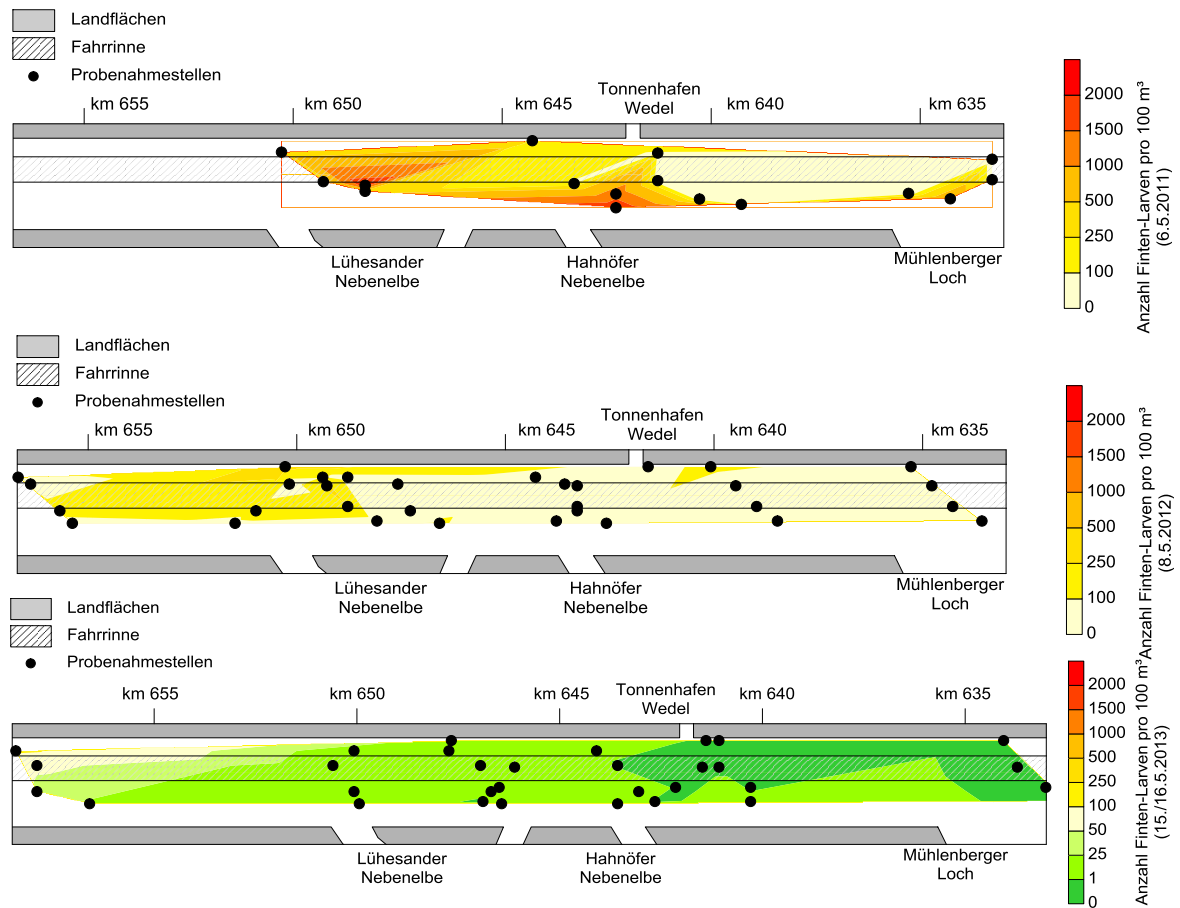


Abb. 39: Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransektdaten (Fintenlarven). Daten vom 08.05.2011 (km 643/640 Bild oben) und 08./09.5.2012 (km 643/651, Bild Mitte) sowie 15./16.05.2014 (Bild unten). Für 2011 unterhalb von km 650 und oberhalb 632 keine Angaben möglich. Für 2012/13 unterhalb km 656 und oberhalb km 635 keine Angaben möglich. Die abweichende Skalierung im Jahr 2014 unterhalb von 100 Individuen ist zu beachten (Bild unten).

Abb. 38 und Abb. 39 zeigen die Ergebnisse des modellhaften Ansatzes zur Ermittlung der Abundanzverteilung der Finteneier und -larven für den Abschnitt der Tideelbe von km 632 bis ca. km 656 auf der Grundlage ausgewählter Daten von 2011 - 2013. Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Hinweise ableiten:

- Um km 643 (in Höhe Tonnenhafen Wedel) konnte sowohl 2011 als auch 2012 jeweils die höchste Finteneidichte erfasst werden. Dies war auch 2013 noch erkennbar, wobei auch unterhalb von km 643 noch höhere Anzahlen zu verzeichnen waren. Allerdings waren aufgrund der bereits 2013 deutlich geringeren Eidichten räumliche Unterschiede auf der bisherigen Skalierung (Grundlage Daten 2011/12) schwerer darstellbar.
- Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sowohl weiter stromab als auch etwas weiter stromauf von km 643 um die 2. Maiwoche höhere Eizahlen zu erwarten sein können. Unklar bleibt in diesem Zusammenhang der Einfluss des im Jahr 2013 späteren Laichbeginns auf das räumliche Verteilungsmuster.

- Für den flussaufwärtsgelegenen Abschnitt des km 636 sind auf der Grundlage aller Daten geringere Anzahlen anzunehmen.
- Fintenlarven waren 2011/2012 in höheren Anzahlen ebenfalls um km 645 und auch weiter stromab zu verzeichnen. Anders als im Hinblick auf die Finteneier können Larven aber auch weiter stromauf von km 635 erwartet werden. Ein tendenziell vergleichbares Muster – jedoch auf einem deutlich niedrigeren Abundanzniveau – wurde auch für 2013 ermittelt. Wobei die Skalierung für die Kategorie „<100 Ind.“ aufgrund der bereits 2013 sehr geringen Larvenanzahlen wesentlich feiner skaliert wurde um überhaupt räumliche Unterschiede darzustellen (Abb. 39, Bild unten). Unter Beibehaltung der Vorjahreskategorien, wären schon 2013 keine räumlichen Unterschiede sichtbar, da alle Teildaten derselben Kategorie „<100 Ind.“ angehört hätten.

Nach der modellhaften Darstellung wäre 2011 im Bereich um km 645 eine Finteneidichte (tiefen- und tidenphasengemittelt) von bis zu $>4.000 \text{ Ind./100 m}^3$ (Abb. 38) und Larvenanzahlen von $>100 \text{ Ind./100 m}^3$ (2012) bis $>500 \text{ Ind./100 m}^3$ zu erwarten. Für 2012 sind – neben dem in beiden Jahren gleichsinnig festgestellten Vorkommens Schwerpunkt um Wedel (km 645) – auch flussaufwärts von km 645 hohe Eidichten berechnet worden, während dies 2011 und mit Einschränkung auch 2013 eher stromab von km 645 der Fall war (Abb. 38). Abweichungen könnten eine gewisse interannuelle räumliche Variabilität der Laichaktivitäten widerspiegeln, können aber auch der „Ungenauigkeit“ des Modells geschuldet sein.

Die oben beschriebenen räumlichen Vorkommens Schwerpunkte waren auch im Jahr 2014 ähnlich lokalisiert, die Daten deuten aber darauf hin, dass anders als in den Vorjahren die Ei- und Larvenzahlen diesmal stromauf von km 643 etwas höher lagen als stromab. Auf die eingeschränkte Aussagekraft in Folge der im Jahr 2014 extrem geringen Ei- und Larvendichte ist oben hingewiesen worden.

4.3 Untersuchung Längstransekt

Ergänzend zur Hauptuntersuchung bei QT km 643/651 erfolgte an drei Terminen eine orientierende Untersuchung entlang des Salinitätsgradienten von km 630 (Süßwasserabschnitt unterhalb Hamburgs) bis km 680 Glückstadt (meso-oligohalin). In diese als Längstransekt bezeichnete Untersuchung wurden auch die Nebelben Hahnöfersand, Lühesand, Pagensand, Schwarztonnensand sowie die Glückstädter Nebelbe einbezogen. Die Untersuchungen sind Ende April (25.04./26.04.), Anfang Mai (8.05./9.05.) und Ende Mai (26./27.05.) durchgeführt worden. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf

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

Hinweis: Analog zur Bearbeitung des Quertransektdatensatzes erfolgte auch für die Längstransektdaten zunächst eine Vorprüfung der auf Ind./100 m^3 standardisierten Daten auf mögliche Ausreißer (Ausreißertest). Mögliche Fehlerquellen wären hier eine fehlerhafte Bestimmung des

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

Tab. 20: Übersicht über als „Ausreißer“ detektierte Werte.

N*sigma = n-faches der Standardabweichung. HNE = Hahnöfer Nebelbe. P = Signifikanz

Variable:	Finten Ind./100 m ² Längstransekt				
	Fall	Wert	n*Sigma	P	Hinweis meth. bedingter Fehler
Eizahl Ind./100m ³	km 630 (Hol 38)	1.670,6	6,10	0,00	<i>mögl.</i>
Eizahl Ind./100m ³	km 635 (Hol 40)	3.121,2	11,52	0,00	<i>kein Hinweis</i>
Larven Ind./100 m ³	HNE (Hol 41)	89,5	6,60	0,00	<i>kein Hinweis</i>
Larven Ind./100 m ³	HNE (Hol 42)	88,1	6,49	0,00	<i>mögl.</i>
Larven Ind./100 m ³	HNE (Hol 43)	57,3	4,09	0,00	<i>kein Hinweis</i>

Abb. 40 (Bilder links) zeigt die aufsteigend angeordneten Abundanzdaten (Finteneier und -larven) bezogen auf die Daten der Hauptstromstationen. Es wird ersichtlich, dass 2014 im Hauptstrom ca. 80 % (Finteneier) bzw. 85 % (Larven) der Hols <10 Ind./100 m³ und 93 % bzw. 100 % der Hols Ei- oder Larvendichten <100 Ind./100m³ aufwiesen. Dichten von >1.000 Ind./100 m³ wurden nur in Einzelfällen (Finteneier) aller Hols registriert (vgl. auch Tab. 20, Ausreißerdaten).

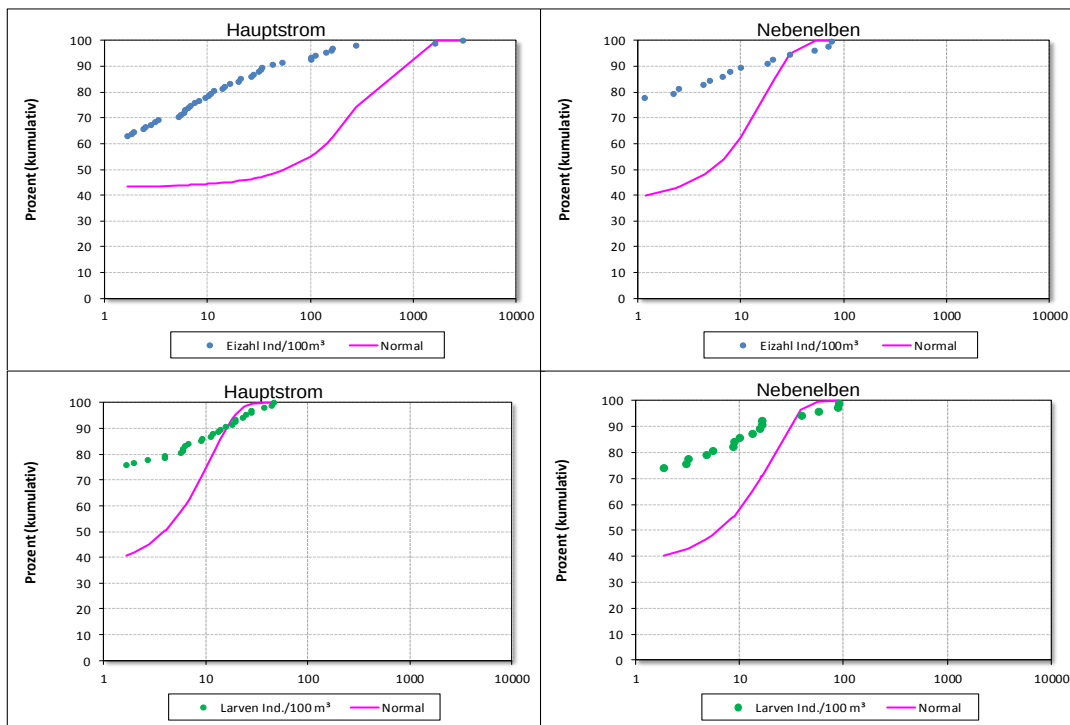


Abb. 40: Ei- und Larvendichten (Ind./100 m³) aufsteigend angeordnet, Datengrundlage Längstransektuntersuchung (2014) km 630 – km 680 und Nebenelben.

Punktdaten: Ergebnisse der einzelnen Hols aufsteigend angeordnet. rote Linie: hypoth. Normalverteilung.

In den Nebeneiben lag 2014 die Anzahl der Hols mit Ei- und Larvendichten von <10 Ind./100 m³ bei >80 %. Ei- oder Larvendichten von >100 Ind./100 m³ in den Nebeneiben nicht dokumentiert (Abb. 40, Bilder rechts).

4.3.1 Finteneier

Finteneier konnten im gesamten Untersuchungsbereich (km 630 – km 680) mit Ausnahme der Station bei km 680 erfasst werden, dabei ergaben sich im Längsverlauf der Elbe z.T. deutliche Abundanzunterschiede. Auf der in Abb. 41 gewählten Betrachtungsebene (Mittelwerte, 95 % Vertrauensintervall) wird die stationsinterne hohe Variabilität erkennbar. Diese resultiert zum einen aus der saisonalen und zum anderen aus einer kleinräumigen Variabilität, da die Strom-km bezogenen Daten sowohl den Untersuchungszeitraum als auch die Stromseiten (Nord, Süd) und 2 Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) integrieren. Trotz dieser Variabilitätsfaktoren ist ein räumliches Verteilungsmuster erkennbar. So wurden anders als in den Vorjahren im Bereich stromauf km 645 die höchsten Eidichten erfasst. Das Maximum (Einzelholebene) wurde bei km 635 mit >3.000 Ind./100 m³ verzeichnet, allerdings ist dieser Wert singulär. Im Elbeabschnitt um km 670/680 sind im Jahr 2014 anders als im Vorjahr nur sehr geringe Dichten (im Mittel <1 Ind./100 m³) ermittelt worden. Die mittleren Eidichten variierten räumlich zwischen ca. 0 Ind./100 m³ (km 680) und 328 Ind./100 m³ (km 635, Abb. 41 links).

In den Nebeneiben wurden im Jahr 2014 generell nur geringe Finteneizahlen registriert, der Gesamtmittelwert lag bei lediglich 5 Ind./100 m³. In der Hahnöfer Nebeneibe wurden mit 22 Ind./100 m³ die höchsten Anzahlen im Vergleich der untersuchten Nebeneiben festgestellt. An den Messstellen der anderen Nebeneiben wurden geringere Eidichten von 0 – 3,2 Ind./100 m³ ermittelt. In der Pagensander NE erfolgte kein Finteneinachweis.

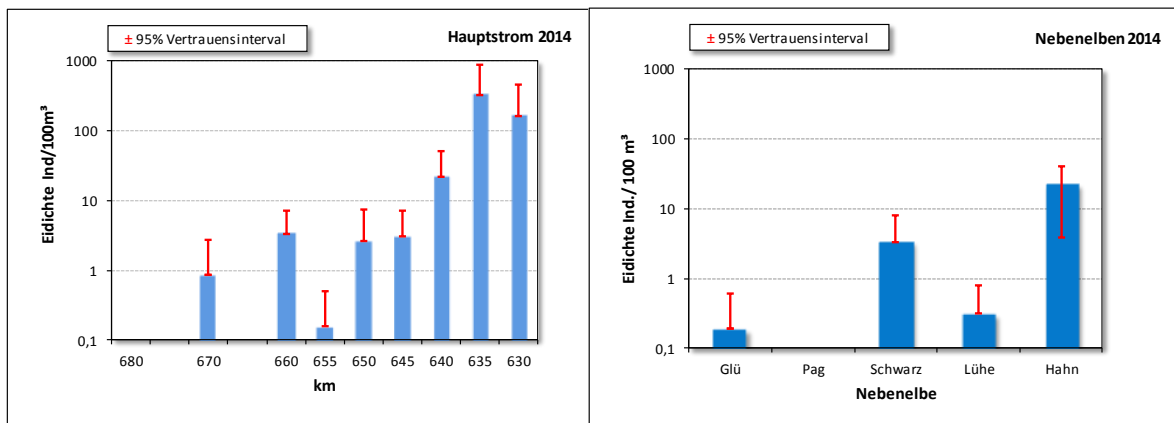


Abb. 41: Finteneidichten (Ind./100 m³ auf Holebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630 – km 680, linkes Bild) sowie in Nebeneiben (rechtes Bild).

Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (25.04./26.04., 08.05./09.05., 26./27.05.) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). Hahn = Hahnöfer NE, Lühe = Lühesander NE, SchwTS = Schwarztonnensander NE, Pag = Pagensander NE, Glü = Glückstädter NE; sowie Stichprobe im Unterlauf der Stör.

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

- **Daten gruppiert nach Untersuchungszeitpunkt differenziert nach Hauptstrom und Nebelben** (Abb. 42, Bilder oben): Finteneier waren im Jahr 2014 an allen drei Untersuchungsterminen vorhanden. Die relativ höchste Eidichte wurde im Hauptstrom bei insgesamt mäßigen saisonalen Unterschieden für die erste Maiwoche bei km 635 dokumentiert. Auch in den Nebelben wurde gleichsinnig ein relatives Maximum Anfang Mai ermittelt. Die Eidichten lagen jedoch unterhalb derjenigen im Hauptstrom. Die mittleren Eidichten/saisonaler Kampagne lagen zwischen etwa 7,8 bis 149 Ind./100 m³ (Hauptstrom) und 0,5 bis 7,4 Ind./100 m³ (Nebelben gesamt) und überwiegend unter den Werten der Vorjahre. Die zeitlichen Unterschiede zwischen Ende April bis 4. Maiwoche sind sowohl im Hauptstrom als auch in den Nebelben nicht signifikant (Kruskal Wallis $p > 0.05$).
- **Daten gruppiert nach Tiefenzone** (Abb. 42, Bilder Mitte): Im Rahmen der Längstranssektuntersuchung (inkl. der Nebenarme) wurden an jeder Station zwei Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. Die Daten zeigen erwartungsgemäß einen deutlichen vertikalen Gradienten mit höheren Eidichten in der unteren Wassersäule (im Mittel 110 Ind./100 m³) und wesentlich geringen Anzahlen (5,5 Ind./100 m³) in der oberen Wassersäule. Ein analoges Ergebnis, wenngleich auf einem insgesamt geringerem Abundanz-Niveau wurde auch für die Nebelben verzeichnet (9,1 Ind./100 m³ vs. 1,3 Ind./100 m³). Die vertikalen Unterschiede sind statistisch signifikant (parameterfreier Mann Whitney Test $p < 0.01$).
- **Daten gruppiert nach Stromseite** (Abb. 42, Bild unten links): An jeder Station des Längstranssekts im Hauptstrom erfolgte eine Beprobung der nördlichen sowie der südlichen Stromseite. Die Ergebnisse zeigen diesbezüglich insofern Unterschiede, als insgesamt im Bereich der nördlichen Stromseite höhere Eidichten (105 Ind./100 m³) erfasst wurden als auf der südlichen Seite (11,9 Ind./100 m³). Die Ergebnisse sind statistisch signifikant (parameterfreier Mann Whitney Test $p < 0.01$). Im Vergleich zu den Vorjahren unterscheiden sich Befunde aus dem Jahr 2014. Erstmals wurden mehr Finteneier auf der nördlichen Stromseite erfasst. Die Gründe für ein solches Ergebnis lassen sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht klären. Es sei darauf zu verweisen, dass die bereits oben benannten singulären Maxima (im nördlichen Bereich bei km 635) bei ansonsten sehr geringen Larvenzahlen das Ergebnis beeinflusst haben.
- **Nebelben, Daten gruppiert nach Position der Messstellen** (Abb. 42, Bild unten rechts): Die Ergebnisse deuten, bezogen auf die absoluten Finteneizahlen auf nur geringe räumliche Unterschiede in den Nebelben hin. So wurden unabhängig von der Lage der Nebelbe 2014 überwiegend höhere Eidichten im stromab befindlichen Bereich (im Mittel 11,9 Ind./100 m³) und geringere (7,5 Ind./100 m³) an den Stationen im stromauf liegenden Bereich der Nebelben festgestellt. Diese Unterschiede sind aber trotz der geringen absoluten Unterschiede statistisch schwach signifikant (Mann Whitney Test $p < 0.1$). Die im Jahr 2014 ermittelten Befunde weichen insofern von den Vorjahresergebnissen ab, als das höhere Anzahlen (jedoch nicht signifikant) in den stromauf liegenden Abschnitten der Nebelben nachgewiesen wurden. Die Gründe für diese interannuellen Unterschiede sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären.

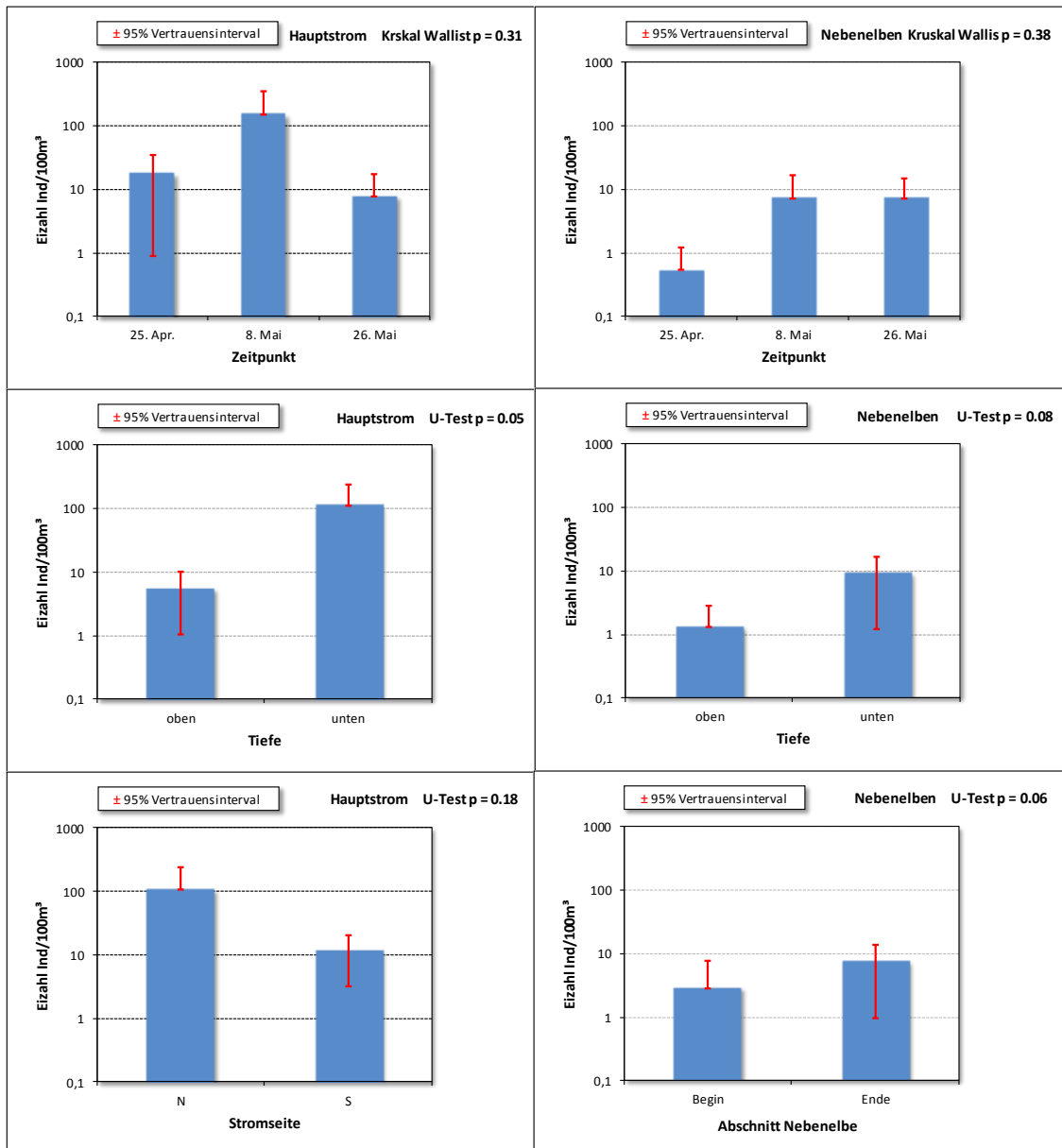


Abb. 42: Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Finteneidichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebengelben (rechts).

(Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE). Hauptstrom N = nördliche Stromseite, S = südliche Stromseite. NE-Messstelle „Begin“ = Position im stromaufliegenden Abschnitt; Messstelle „Ende“ = Position stromabliegenden Abschnitt.

Abb. 43 bis Abb. 45 veranschaulichen die 2014 festgestellten Eidichten an den Längstransektstationen (LT km 630 – km 680) sowie in den Nebengelben, differenziert nach Untersuchungstermin. Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse (grün: höhere Dichten, rot kein Finteneinachweis) differenzieren dabei zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

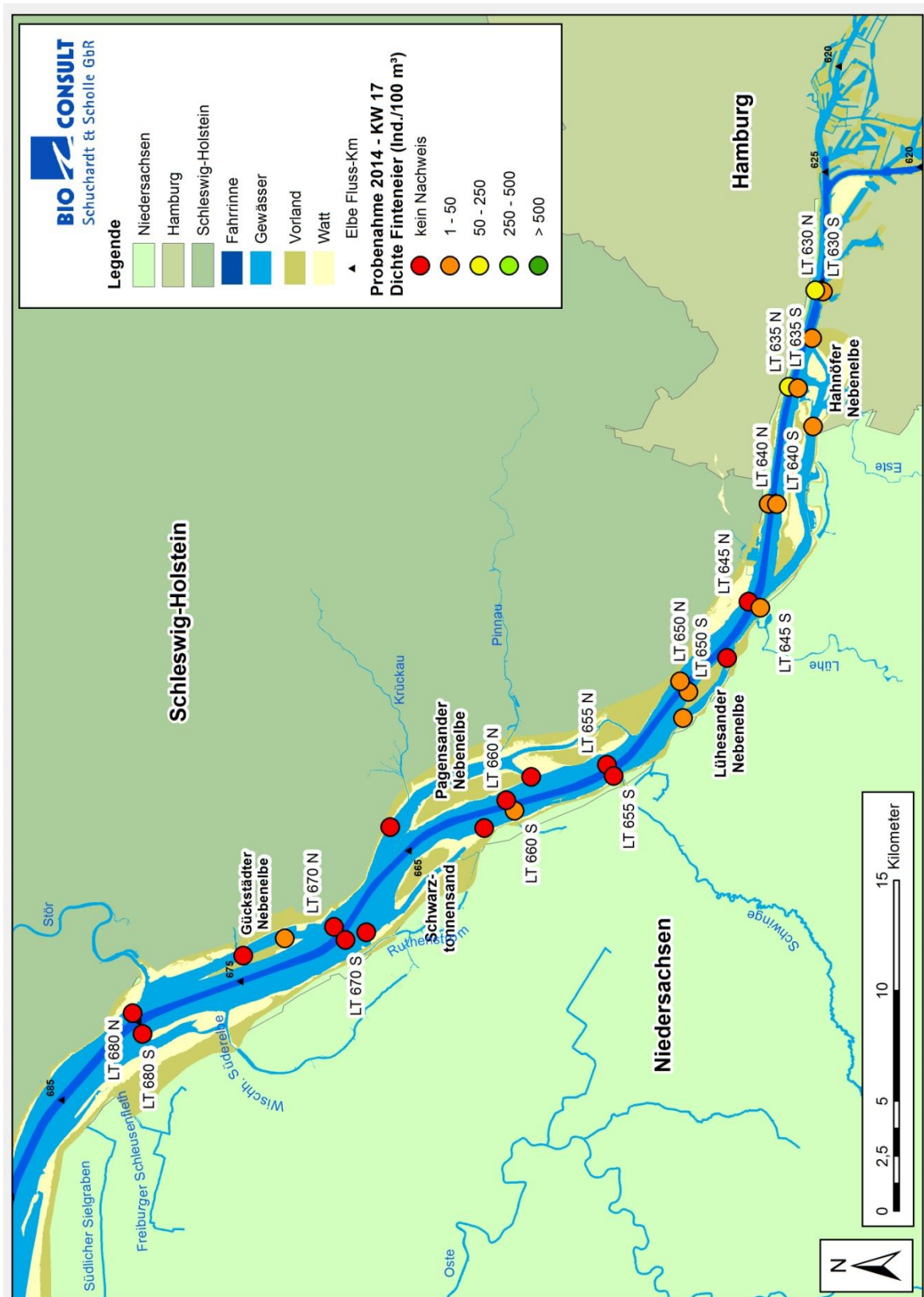
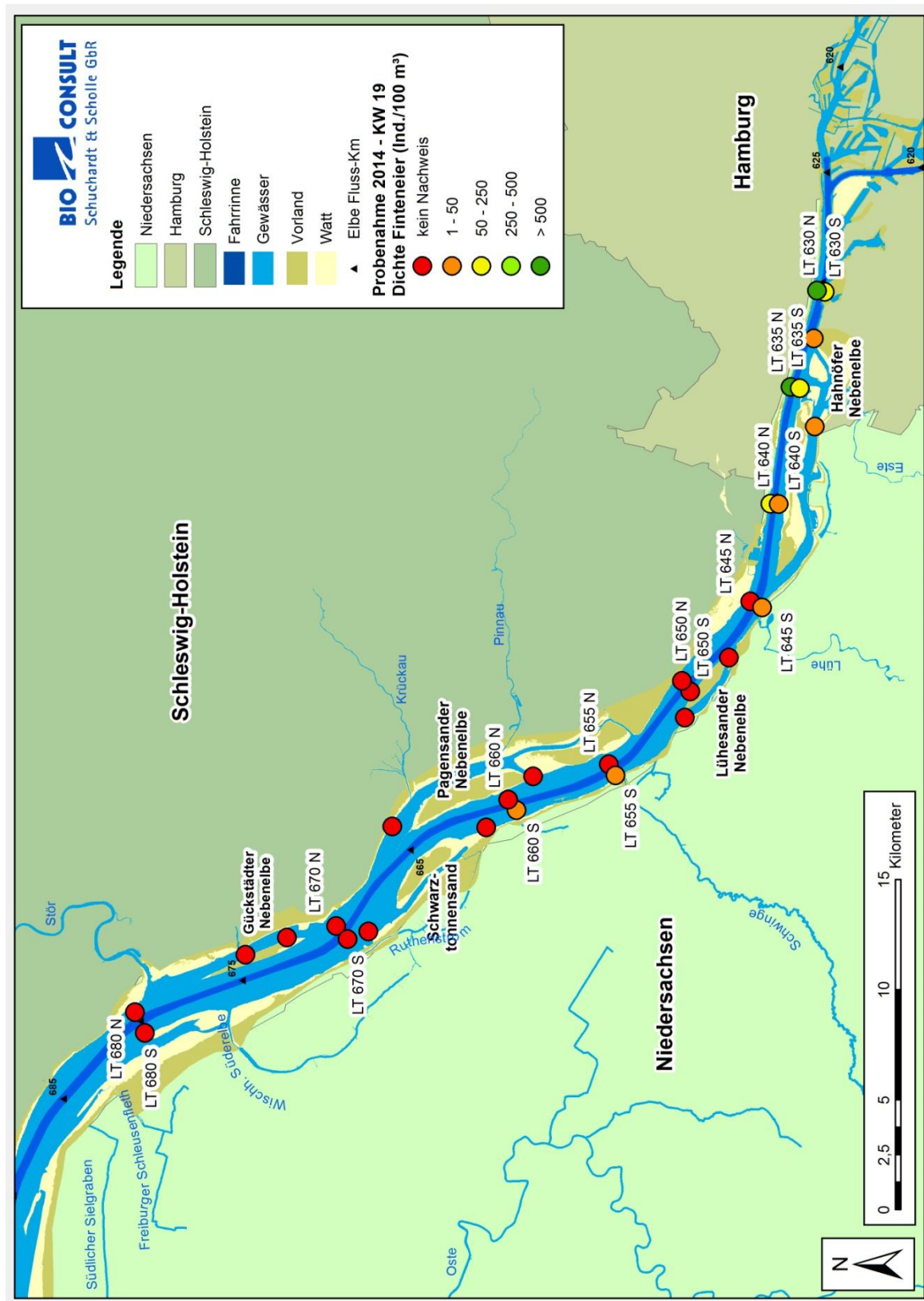
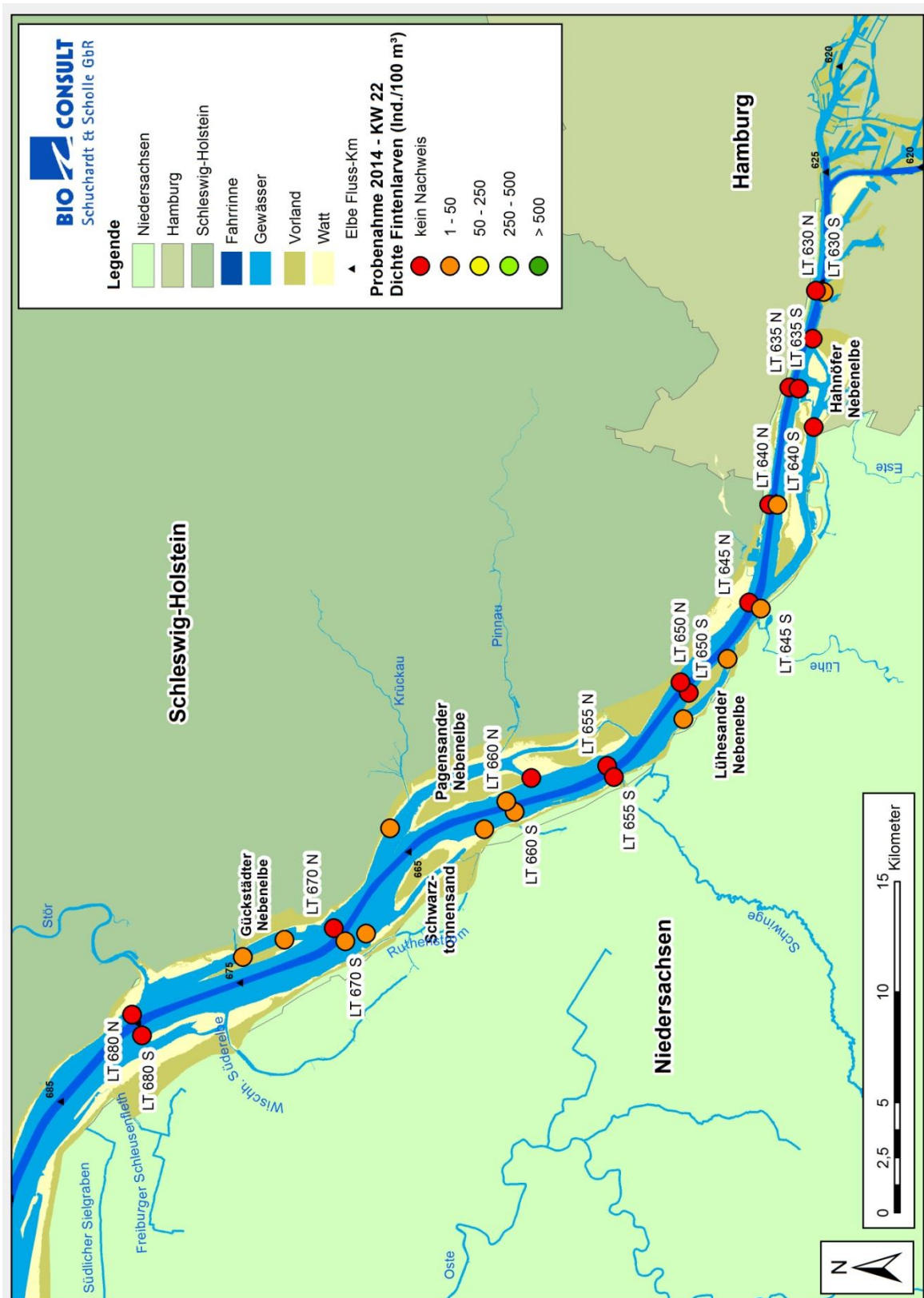


Abb. 43: Finteneidichte (Ind./100 m³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztönnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (25.04./26.04.2014).





4.3.2 Fintenlarven

Mit Ausnahme der Station bei km 680 konnten im Jahr 2014 im gesamten Untersuchungsbereich Fintenlarven, allerdings in unterschiedlicher Abundanz, erfasst werden. Auf der in Abb. 46 gewählten Betrachtungsebene (Mittelwerte, 95% Vertrauensintervall) wird eine stationsintern hohe Variabilität erkennbar. Diese resultiert zum einen aus der saisonalen und zum anderen aus einer kleinräumigen Variabilität, da die Strom-km bezogenen Daten sowohl den Untersuchungszeitraum als auch die Stromseiten (Nord, Süd) und zwei Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) integrieren. Trotz dieser Variabilitätsfaktoren ist ein räumliches Verteilungsmuster zumindest schwach erkennbar. Es ist hier jedoch anzumerken, dass die Unterschiede im Längsverlauf vor dem Hintergrund eines 2014 insgesamt besonders niedrigen Abundanzniveau (Gesamtmittel Hauptstromstationen 3,9 Ind./100 m³ und 6,3 Ind./100 m³ in den Nebelnelben) einzuordnen sind.

Anders als in den Vorjahren wurden im Jahr 2014 Abundanzmaxima der Fintenlarven im Hauptstrom nicht im Bereich um km 650, sondern weiter stromauf festgestellt. So wurden bei km 630 im Mittel ca. 10 Ind./100 m³ die (relativ) höchsten Larvenzahlen erfasst. Der zweithöchste Wert (8 Ind./100 m³) konnte bei km 640 ermittelt werden. Alle übrigen Stationen weisen geringere Larvenanzahlen (<6,5 Ind./100 m³) auf (Abb. 46). Vor allem im Vergleich zu 2011/12 waren die Larvenanzahlen im Jahr 2014 deutlich geringer (vgl. Kap. 6).

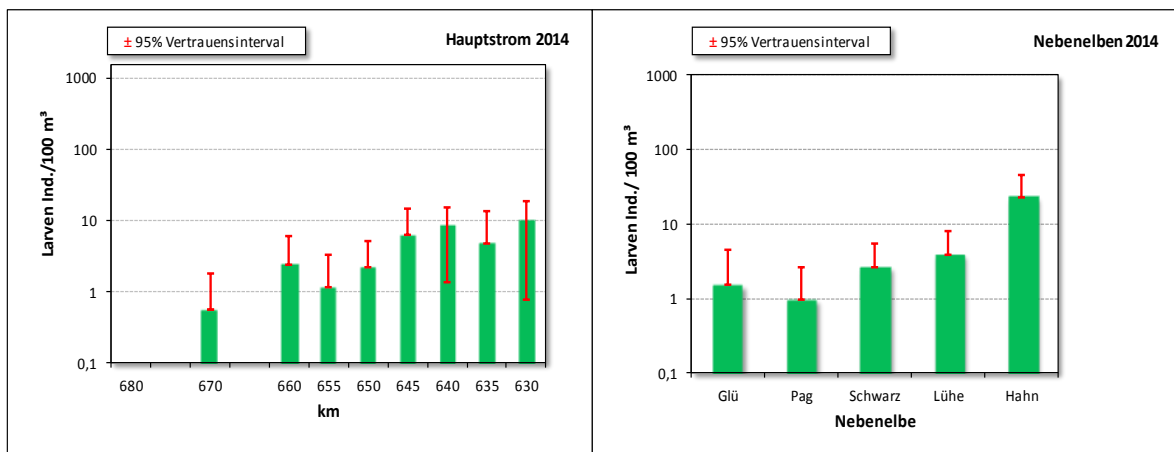


Abb. 46: Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m³) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebelnelben (Bild rechts). Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (25.04./26.04., 08.05./09.05., 26./27.05.) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen).

Hahn = Hahnöfer NE, Lühe = Lühesander NE, SchwTS = Schwarztonnensand, Pag = Pagensander NE, Glü = Glückstädter NE; sowie Stichprobe im Unterlauf der Stör. Daten 2014.

Die Nebelnelben wiesen ebenfalls unterschiedliche Larvendichten auf. Das Maximum entfiel 2014 mit durchschnittlich 22 Ind./100 m³ auf die Hahnöfer Nebelnelbe. In allen übrigen Nebelnelben waren die Fintenlarvenanzahlen sehr gering (0,9 Ind./100 m³ - 3,8 Ind./100 m³). Das 2014 dokumentierte NE-Gesamtmittel (6,3 Ind./100 m³) unterschreitet den Wert aus 2011 (476 Ind./100 m³) um den Faktor 75.

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

- **Daten gruppiert nach Untersuchungszeitpunkt** (Abb. 47 Bilder oben): Fintenlarven wurden im Rahmen der Längstransektfahrten im Hauptstrom sowie in den Nebelnelben erst am Untersuchungstermin 08.05.14 erfasst (vgl. Abb. 50, Bild oben). Im Mittel lagen die höchsten Anzahlen bei nur 10 Ind./100 m³ (Hauptstrom) und 22 Ind./100 m³ (Nebelnelben).
- **Daten gruppiert nach Tiefenzone** (Abb. 47, Bilder Mitte): Im Rahmen der Längstransektuntersuchung wurden an jeder Station zwei Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. In der oberen Wassersäule konnten im Mittel ca. 5,8 Ind./100 m³ und 7,3 Ind./100 m³ erfasst; in der unteren Wassersäule waren die Larvenzahlen (ca. 2,8 Ind./100 m³ bzw. 5 Ind./100 m³) insgesamt geringer. Aufgrund der ausgeprägten Variabilität der Einzeldaten (v.a. Ausreißerwert bei Schwarztonnensand) sind die ermittelten Unterschiede statistisch nicht signifikant ($p = 0.09$, $p = 0.08$, Mann Whitney).
- **Daten gruppiert nach Stromseite** (Abb. 47, Bild unten, links): An jeder Station des Längstransekts erfolgte eine Beprobung der nördlichen sowie der südlichen Stromseite. Die larvenbezogenen Ergebnisse zeigen Unterschiede zwischen den Stationen der jeweiligen Stromseiten. So konnten an den südlichen Stationen im Abschnitt von km 630 – km 680 durchschnittlich 5,3 Ind./100 m³ und an den nördlichen 2,4 Ind./100 m³ registriert werden. Die Unterschiede sind aufgrund der jeweils internen räumlich und zeitlichen Variabilität statistisch nicht signifikant (parameterfreier Mann-Whitney-Test $p = 0.09$).
- **Nebelnelben, Daten gruppiert nach Position der Messstellen** (Abb. 47, Bild unten, rechts): 2014 wurden bezogen auf das Larven-Gesamtmittel keine Unterschiede zwischen den stromauf befindlichen Stationen (ca. 6,2 Ind./100 m³) und den stromab befindlichen Stationen in den Nebelnelben (6,4 Ind./100 m³) festgestellt.

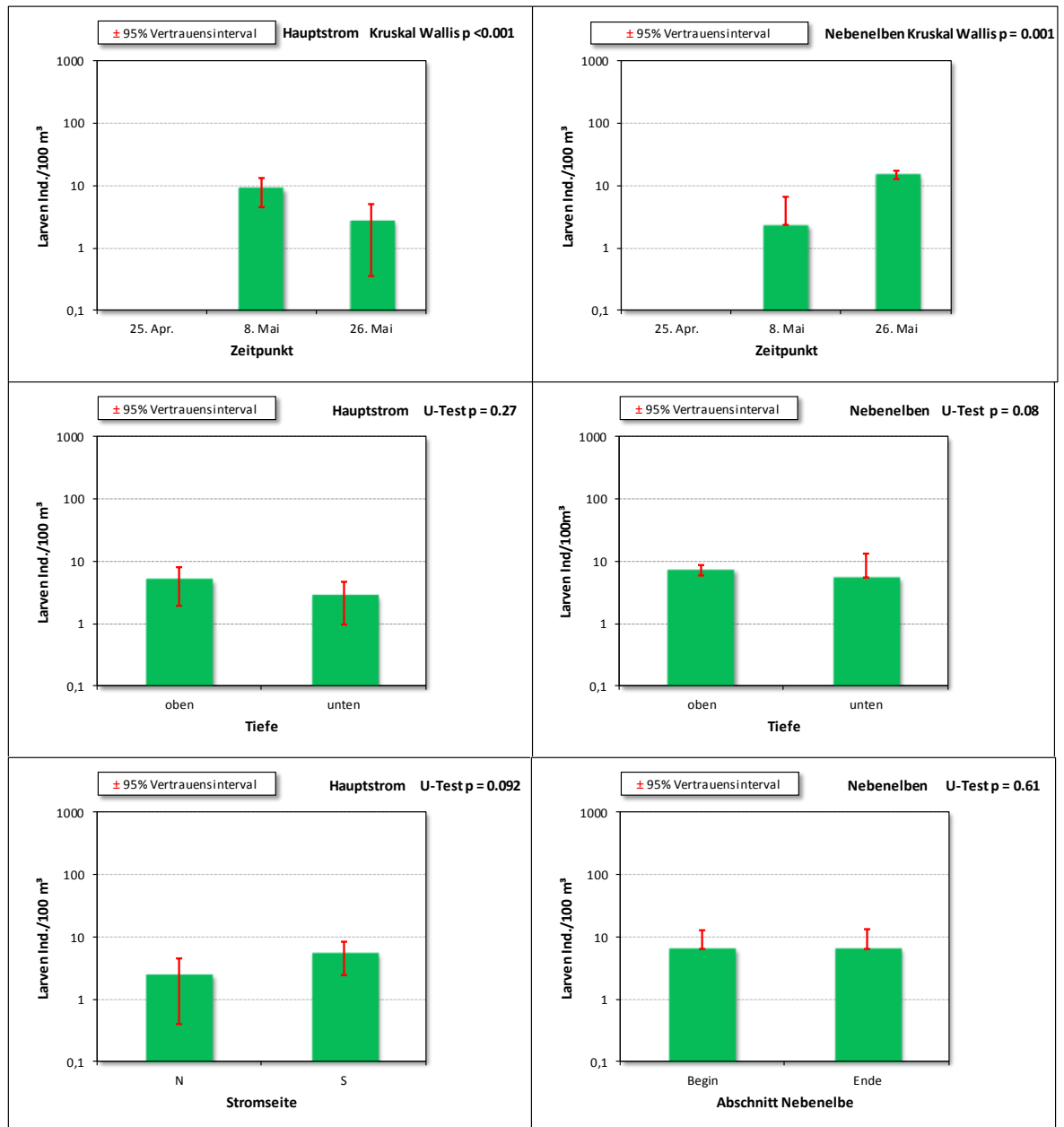


Abb. 47: Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebanelben (rechts) (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE).

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

Abb. 48 bis Abb. 50 zeigen die im Jahr 2014 erfassten mittleren Fintenlarvenanzahlen an den Längstransektstationen (LT km 630 – km 680) und in den Nebanelben, differenziert nach Untersuchungstermin. Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse differenzieren dabei z. T. zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

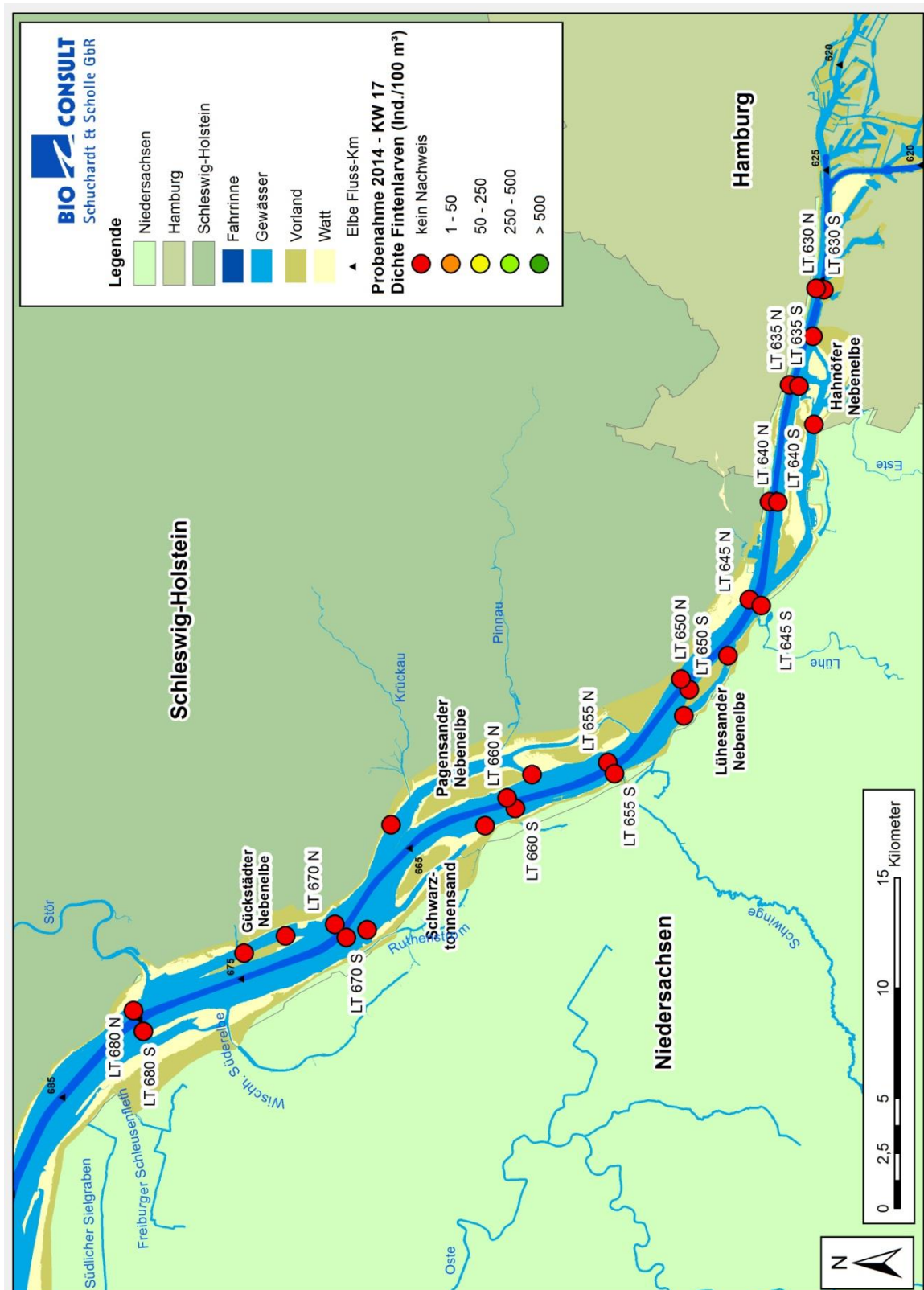


Abb. 48: Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztönnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (25.04./26.04.2014).

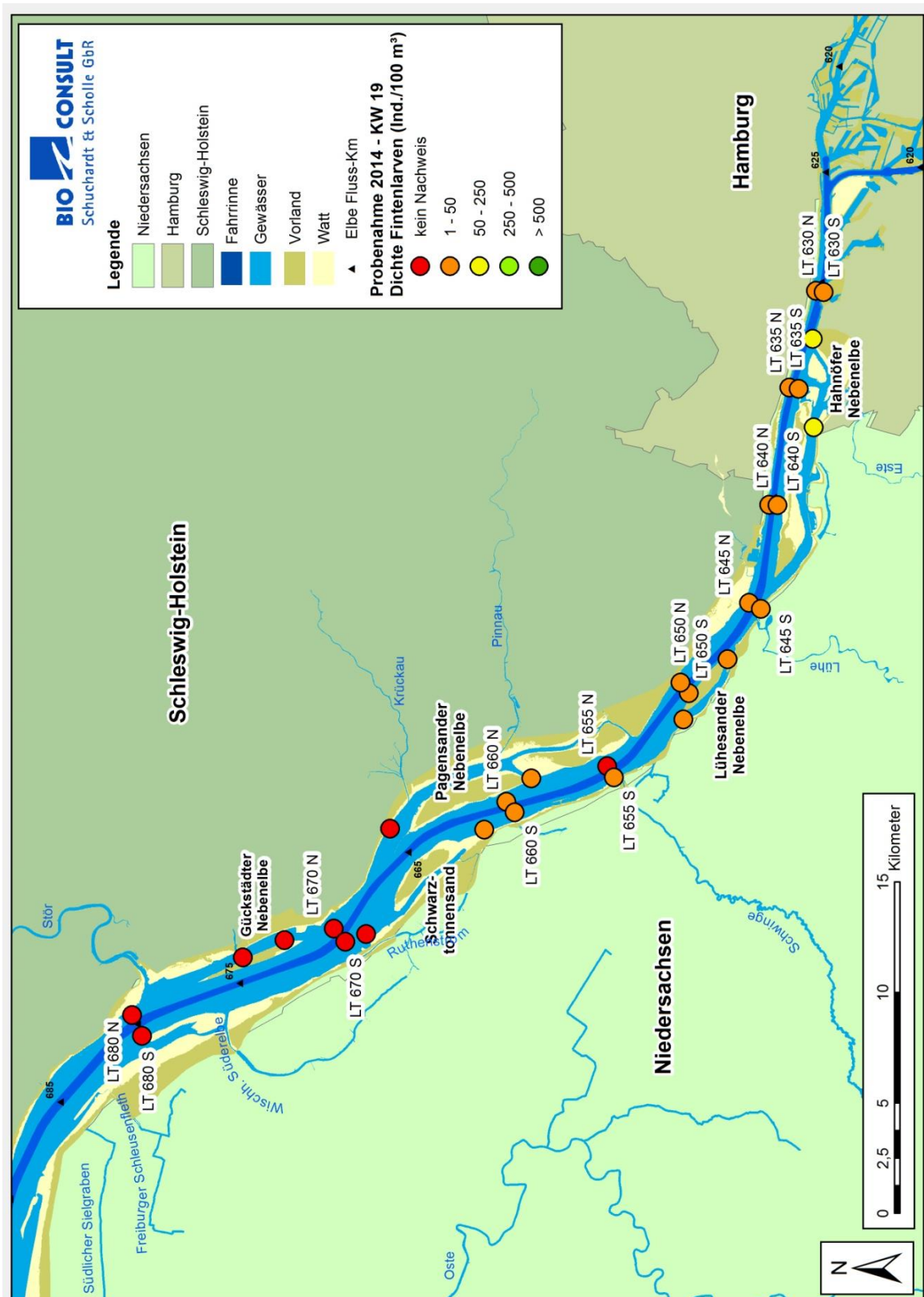


Abb. 49: Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (08.05./09.05.2014).

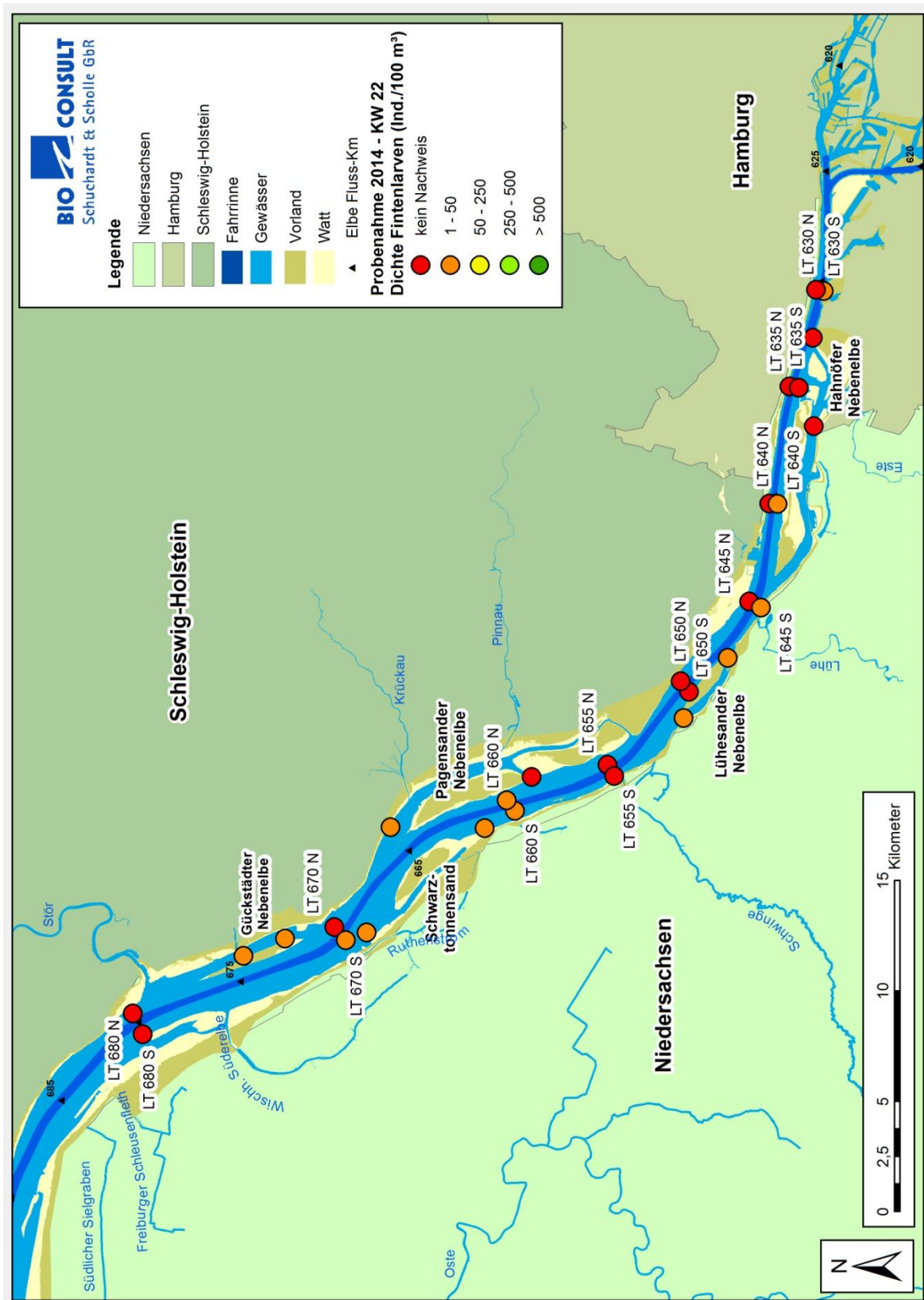


Abb. 50: Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelbecken (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Gückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (26./27.05.2014).

5. Hamenfänge

5.1 Frühjahr (adulte Finten)

Im Frühjahr 2014 wurden Hamenfänge zur Erfassung der adulten Finte durchgeführt. Die an den Stationen Lühesand und Tinsdal durchgeführte Hamenfischerei schließt eine Datenlücke, die in Folge des 2014 reduzierten Wasserrahmenrichtlinien-Fischmonitorings entstanden wäre. Die Untersuchung erfolgte Anfang Mai am 23.04. und 02.05.2014 nach der WRRL-konformen Methodik. Die erhobenen Daten sollen v.a. auch die Datenbasis zur Abschätzung des adulten Fintenbestandes erweitern.

Ergebnisse

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die adulten Finten im Jahr 2014 schon frühzeitig ihr Laichareal aufsuchten. So wurden bereits am 23.04. hohe Anzahlen bei Tinsdal (km 635) erfasst (87 Ind./h/80 m²), während etwa 10 Tage später durchschnittlich nur noch 17 Ind./h/80 m² bei Lühesand (km 650) gefangen wurden. Im Mittel wurden für den Oberflächenwasserkörper West insgesamt etwa 52 Ind./h/80 m² adulte Finten dokumentiert (Abb. 59). Etwa 5,2 % der gefangenen Finten können den Altersklassen <2+ zugeordnet und damit als noch nicht geschlechtsreif angesehen werden.

Legt man orientierend die WRRL-Grenzen für den Indikator „Finte (adult)“ zu Grunde, wären die Fangzahlen am 23.04./02.05.2014 mindestens in die Kategorie „gut“ einzustufen (vgl. SCHOLLE & SCHUCHARDT 2012). Nach vorläufigen FFH-Bewertungskategorien deuten die Fangzahlen auf die Kategorie B (gut) für das Kriterium „Zustand Population“ hin.

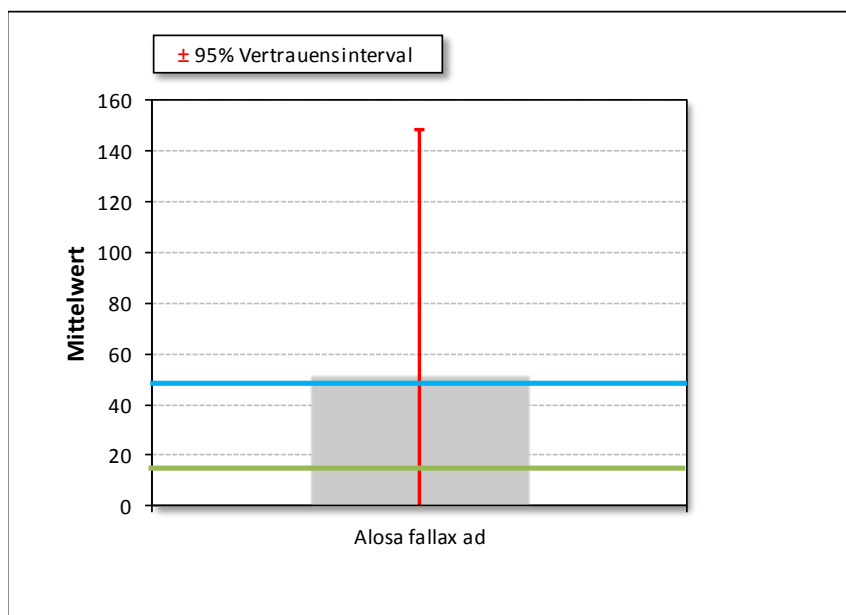


Abb. 51: Mittlere Fintenanzahl (adult) an den Messstellen Lühesand und Tinsdal.

Daten 2014 ($N_{\text{Hol}} = 4$). Linien Grenzen der Qualitätsklassen (ökol. Potenzial) nach WRRL: grün = gut, blau = sehr gut.

Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über das bei Lühesand und Tinsdal erfasste Gesamtar-
tenspektrum. Insgesamt konnten 17 Arten erfasst werden, wobei 4 Arten im Anhang II der FFH-RL
aufgeführt sind. Mit der Schwarzmundgrundel wurde eine nicht heimische Art erfasst. Die weitaus
häufigste Art war der Stint. Mit großem Abstand folgten Kaulbarsch, Dreistachliger Stichling und
Finte (Tab. 21).

Tab. 21: Artenspektrum (Fische und Rundmäuler) und mittlere Abundanz (Ind./h./80 m²) in der Tideelbe bei Lühesand
und Tinsdal (Hamenfänge April/Mai 2014, N = 4 Hols).
Fänge z.T. zeitlich verkürzt wg. Artenschutz Finte.

Art		Gilde	FFH	Ind./h./80 m ²
Platichthys flesus	Flunder	ästuarin, resident		38,4
Anguilla anguilla	Aal	diadrom		7,0
Gasterosteus aculeatus	Dreist. Stichling	diadrom		144,0
Lampetra fluviatilis	Flussneunauge	diadrom	Ahg. II, Ahg. V	0,6
Petromyzon marinus	Meerneunauge	diadrom	Ahg. II	0,4
Salmo salar	Lachs	diadrom	(Ahg. II, Ahg. V) * nur im Süßwasser	1,6
Salmo trutta	Meerforelle	diadrom		2,2
Alosa fallax	Finte	diadrom, ästuarin	Ahg. II, Ahg. V	52,0
Osmerus eperlanus	Stint	diadrom, ästuarin		3418,0
Abramis brama	Brasse	Süßwasser		1,5
Blicca bjoerkna	Güster	Süßwasser		0,9
Cyprinus carpio	Karpfen	Süßwasser		0,2
Gymnocephalus cernuus	Kaulbarsch	Süßwasser		295,0
Leuciscus idus	Aland	Süßwasser		0,2
Perca fluviatilis	Flussbarsch	Süßwasser		0,2
Sander lucioperca	Zander	Süßwasser		0,5
Neogobius melanostomus	Schwarzmundgrundel	Neozoa		0,3

5.2 Sommer (juvenile Finten)

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

Aufgrund des vergleichsweise warmen Frühjahrs und der damit verbundenen zeitigen Einwande-
rung der adulten Finten wurden die Fangtermine im Jahr 2014 etwas früher (Ende Juli) als im
Vorjahr (August) gelegt, da zu vermuten war, dass auch die Abwanderung der juvenilen Finten
etwas früher erfolgen könnte.

Die Fangstationen befanden sich entlang des Salinitätsgradienten von Tinsdal (ca. km 639,
Süßwasser), Lühesand (km 650, Grenze Süßwasser, oligohalin), Glückstadt (km 675, oligohalin) bis
Brunsbüttel (km 700, mesohalin; Abb. 1).

Eine Gesamtartenliste aller im Sommer erfassten Fische ist dem Anhang 2 zu entnehmen.

5.2.1 Ergebnisse

Längenhäufigkeit

Die im Sommer 2014 ermittelte Größenamplitude der Finten umfasste Längen von 4 bis 45 cm, d.h. der Fang umfasste sowohl die „Zielgruppe“ AG 0+ als auch ältere, bzw. mehrjährige Tiere (Abb. 52). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die Grenze zwischen AG 0+ (also juvenile des Untersuchungsjahres) und AG 1+ bei 8 cm definiert. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Grenze hier nicht abgesichert ist. Denkbar wäre, dass auch 9 – 10 cm große Exemplare nicht der AG 1+, sondern noch der AG 0+ angehören. Die Grenze 8 cm wurde auch gewählt, da auch MÖLLER (1988) Finten bis etwa 8 cm Größe der AG 0+ zuordnet hat.

Der Modalwert der Längenverteilung lag im Jahr 2014 bei 6 cm (Abb. 52), im Jahr 2013 bei 9 cm und 1985 (MÖLLER 1988) bei 5 cm. Etwa 74 % der im Jahr 2014 ausgewerteten Tiere wiesen eine Länge zwischen 5 – 8 cm auf (als AG 0+ definiert).

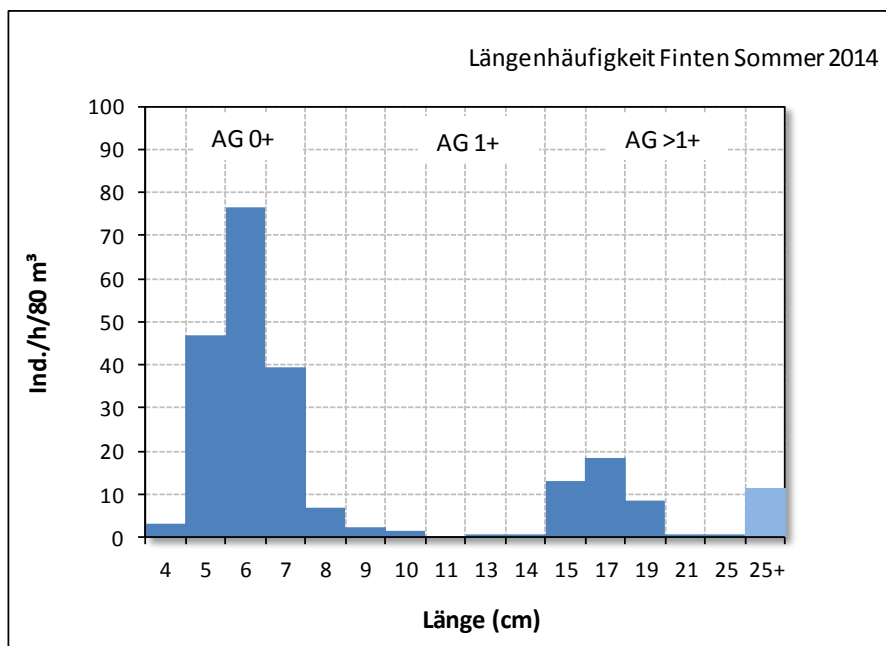


Abb. 52: Längenhäufigkeitsverteilung der Finten im Juli 2014 (eigene Daten). 25+ = umfasst alle Größen > 25 cm.

Abundanz

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

So wurde die geringste Anzahl bei Tinsdal (1,9 Ind./h/80 m²) und Glückstadt (2 Ind./h/80 m²) ermittelt. Die höchsten Abundanzen sind bei Lühesand (35 Ind./h/80 m², davon AG 0+ = 10 Ind./h/80 m² sowie Brunsbüttel (34 Ind./h/80 m², davon AG 0+ = 7,5 Ind./h/100 m²) verzeichnet worden.

Ein Vergleich mit den Vorjahresdaten zeigt, dass die im Sommer 2014 festgestellten Anzahlen von Finten im Vergleich zu den Vorjahresdaten deutlich geringer sind (Abb. 53). So liegen die Anzahlen um etwa den Faktor 8 – 10 (Lühesand, Tinsdal & Glückstadt) bzw. Faktor 6 (Brunsbüttel) niedriger als im Jahr 2013.

Ein Vergleich (ausschließlich AG 0+ soweit ein solcher möglich ist) mit älteren Ergebnissen aus Sommer 1985 (MÖLLER 1988) ergab bereits für das Jahr 2013 deutliche Unterschiede, insofern als die Fangzahlen 1985 wesentlich höher waren als 2013 (Abb. 54). Aufgrund der 2014 noch weitaus geringeren Fangzahlen sind entsprechend auch die Unterschiede zu 1985 ausgeprägter.

Die geringen Zahlen der juvenilen Finten erscheinen unter Berücksichtigung der im Jahr 2014 ebenfalls sehr niedrigen Larvenzahl (vgl. Kap. 4) plausibel.

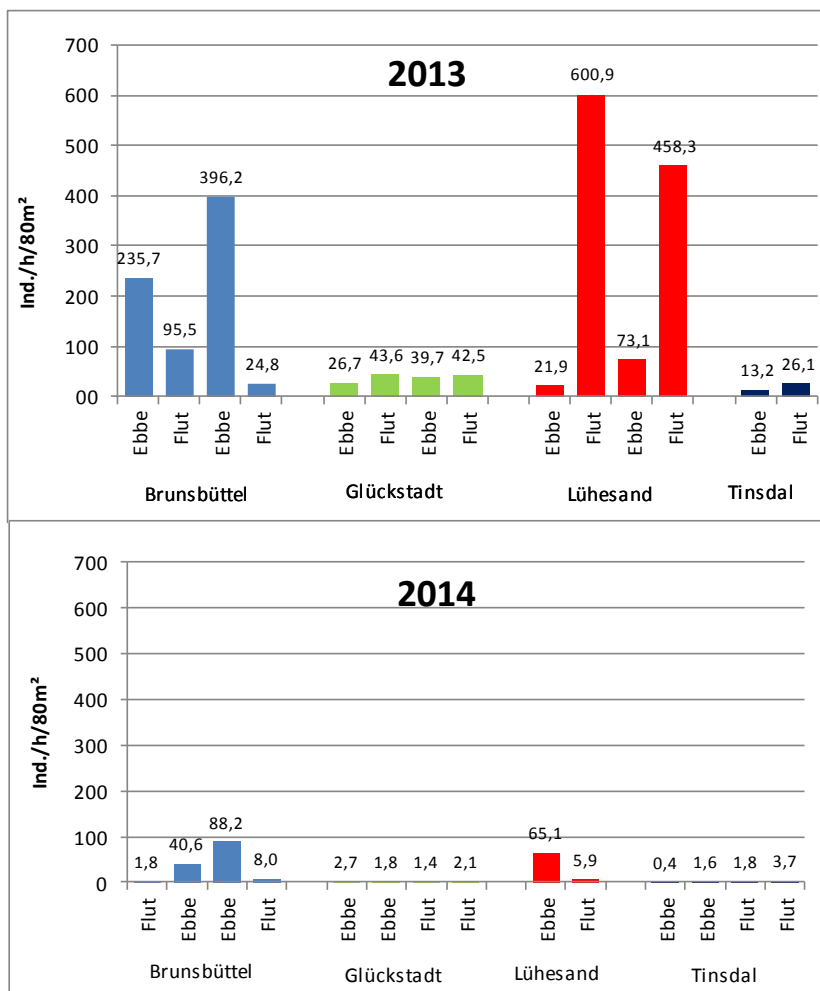


Abb. 53: Fintenabundanz/Hol (alle AG.) an den Fangstationen Tinsdal (km 639), Lühesand (km 650), Glückstadt (km 670) sowie Brunsbüttel (km 700) in den Untersuchungsjahren 2013 und 2014.

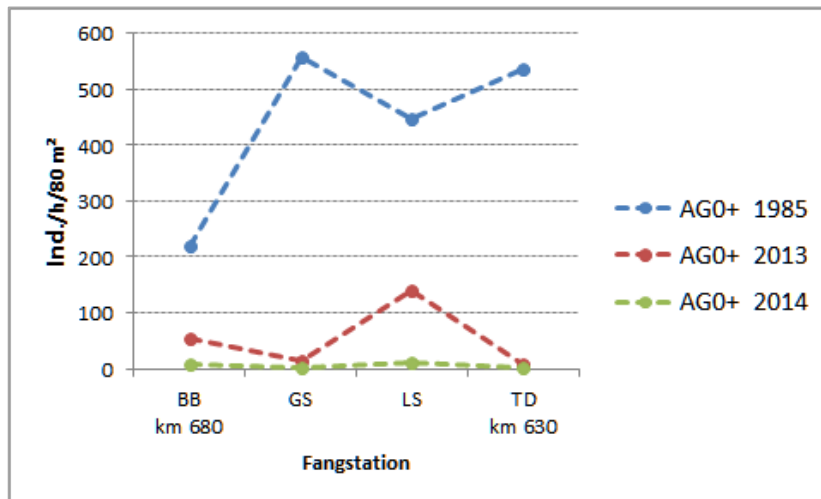


Abb. 54: Mittlere Individuenzahl juveniler Finten (AG 0+) im Sommer 1985 (Daten aus MÖLLER 1988), 2013 (August) und 2014 (Ende Juli) an den Fangstationen Tinsdal (km 639 TD), Lühesand (km 650, LS), Glückstadt (km 670, GS) sowie Brunsbüttel (km 680, BB).

6. Zusammenfassende Schlussfolgerung und Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren (Ei- und Larvenfänge)

Im Rahmen der 2014 durchgeführten Untersuchung (16.04. – 04.06.2014) konnte eine im Vergleich zu den Vorjahren deutlich geringere Eidichte und Larvendichte im Bereich bei QT km 643 als auch bei QT km 651 festgestellt werden. Dies gilt auch für die Stichproben die im Rahmen der Längstransektfahrten ermittelt wurden. Die Befunde liegen zu den bereits vergleichsweise geringen Vorjahresergebnissen (2013) bezogen auf das Gesamtmittel der QT km 643-Daten ($N = 320$ Hols) noch einmal um den Faktor 9 (Finteneier) bzw. um den Faktor 5 (Larven) niedriger. Auch auf der Halebene wurden keine hohen Werte >5.000 Ind./100 m³ ermittelt. So lagen einzelne Maximalwerte, die im Rahmen der Quertransektuntersuchungen ermittelt wurden, bei nur <500 Ind./100 m³ (Finteneier) und <300 Ind./100 m³ bezogen auf Fintenlarven.

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

- Die Auswertung der **abiotischen Rahmenbedingungen** zeigt, dass die Wassertemperaturen 2014 im Untersuchungsgebiet beim QT km 643/651 im frühen Frühjahr insofern auffällig war, als sie bereits um Anfang April mit >11 °C hoch waren und Anfang Mai schon 16 °C erreicht wurden. Die Höchsttemperaturen im Untersuchungszeitraum wurden Anfang Juni mit >20 °C verzeichnet. Im Verlauf des Frühjahrs variierte der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) mit geringer Schwankungsbreite um 400 m³/s und war im Vergleich mit den Vorjahren eher unterdurchschnittlich. Ende Mai stieg der Oberwasserabfluss kurzzeitig auf 800 m³/s um danach wieder zurückzugehen. Die Leitfähigkeiten lagen durchgängig >1.000 µs/cm und damit oberhalb der Vorjahresbedingungen. In Abhängigkeit des Oberwasserabflusses reduzierte sich die Leitfähigkeit ab etwa Ende Mai auf bis zu 800 µs/cm. Die Sauerstoffbedingungen waren im gesamten Untersuchungszeitraum überwiegend unauffällig, waren aber durch eine hohe Schwankungsbreite gekennzeichnet. Minima von <4 mg/l wurden kurzzeitig Anfang Mai gemessen. Ein zweites ausgeprägteres Minimum wurde Ende Mai/Anfang Juni kurzzeitig mit Werten <3 mg/l registriert. Insgesamt wichen die abiotischen Rahmenbedingungen bezogen auf den Untersuchungszeitraum 2014 z.T. von denen der Vorjahre ab.
- Finteneier (Quertransekte)** wurden im Zeitraum von 16.04. – 04.06.2014 erfasst. Die Befunde deuten darauf hin, dass 2014 der Beginn der Laichtätigkeiten schon ab etwa Mitte April datiert werden kann, wobei die erste relativ umfangreiche Eiablage, die mit durchschnittlich nur ca. 51 Ind./100 m³ gleichzeitig auch das Maximum 2014 bei QT 643 darstellte, ebenfalls sehr früh um Ende April bei Wassertemperaturen um 15 °C erfolgt ist. Danach nahmen die Eidichten bis Anfang Juni (1,4 Ind./100 m³) ab. Sehr deutliche Unterschiede im Hinblick auf die Finteneidichte zwischen Hauptstrom (QT km 643) und der Hahnöfer Nebelbe wurden nicht dokumentiert.

QT 651 wurde an zwei Terminen Ende April und Mitte Mai beprobt. Das zeitliche Maximum entfiel hier analog zu km 643 auf den 30.04.2014 (im Mittel 15 Ind./100 m³). Mitte Mai wurde eine Eidichte von noch 2,2 Ind./100 m³ erfasst.

Analog zu den Vorjahren wurden an beiden Quertransekten trotz der im Jahr 2014 sehr geringen Eizahlen weitgehend gleichsinnige räumliche Verteilungsmuster ermittelt. Dies gilt für die Verteilung im Flussquerschnitt mit Maxima im Bereich nahe der Strommitte als auch für die Vertikalverteilung mit deutlich höheren Anzahlen in Bodennähe und geringen Dichten in Nähe der Oberfläche.

Die Analyse der Daten von 2011 – 2013 zeigten, dass der Hauptreproduktionsbereich zwischen etwa km 635 und km 655 lokalisiert werden kann. 2014 waren aufgrund der insgesamt wesentlich geringeren Ei- und Larvendichten die Verteilungsmuster unschärfer (aus diesem Grund wurde auf eine weitergehende Analyse verzichtet, vgl. Kap. 4.2.3). Etwas anders als in den Vorjahren deuten die Ergebnisse aus dem Jahr 2014 eine höhere Laichaktivität stromauf von km 643 an. Als Grund wäre ein Zusammenhang mit den geringeren Oberwasserabfluss denkbar. Die Ergebnisse zeigen, dass in Bezug auf die Abundanzen von Finteneiern und –larven auch innerhalb des Hauptlaichareals interannuell die Vorkommensschwerpunkte in gewissen Grenzen variieren können. Der Bereich mit den Abundanzmaxima lag aber sowohl 2011 als auch 2012 – und etwas undeutlicher auch 2013 und 2014 um +/- km 645.

- **Finteneier (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelalben):** Die Untersuchung im Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2014 Finteneier im Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 mit Ausnahme der bei km 680 befindlichen Station überall Finteneier nachgewiesen werden konnten. Generelle Unterschiede zwischen Hauptstrom und Nebelalben waren dabei nicht augenscheinlich. Lokal unterschiedlich wurden aber überwiegend höhere Anzahlen im Hauptstrom verzeichnet. Insgesamt lag daher die mittlere Eidichte (58,7 Ind./100 m³) im Hauptstrom höher als in den Nebelalben (5,2 Ind./100 m³). Gleichsinnig zu den QT-Ergebnissen zeigte sich auch an den Längstransektstationen ein systematisches vertikales Verteilungsmuster der Finteneier mit geringeren Anzahlen in der oberflächennahen Wassersäule und höheren im bodennahen Bereich.
- **Fintenlarven (Quertransekte)** wurden im Zeitraum von 24.04. – 04.06.2014 erfasst. Das Maximum der Larvendichte wurde in der zweiten Maiwoche (mittlere Dichten/Fangtag ca. 13 Ind./100 m³) verzeichnet und damit später als das Maximum der Eidichte. Ab Ende Mai Juni gingen die Larvendichten auf < 5 Ind./100 m³ zurück. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven variabel, so wurden v.a. auf der südlichen Stromseite, im fahrrinnennahen Bereich und in der Hahnöfer Nebelalbe relativ höhere Anzahlen erfasst als auf der nördlichen Elbseite. Möglicherweise besteht hier u.a. auch ein Zusammenhang mit lokalen Strömungsmustern und/oder liegt begründet in z.T. aktive Ortwechsel älterer Larven. Ob weitere Faktoren (lokal höhere Mortalitätsraten) ebenfalls eine Rolle spielen, ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären. Die Larvenanzahl lag im Hauptstrom niedriger (Gesamtmittel: 3,7 Ind./100 m³) als in der Hahnöfer Nebelalbe (Gesamtmittel 8,5 Ind./100 m³).

Für den Transekt bei km 651 lassen die Daten keine vertieftere Interpretation zu. An allen Stationen lag die mittlere Larvendichte <2 Ind./100 m³. Insofern waren räumliche Unterschiede nur graduell. Das relative „Maximum“ entfiel mit 1,7 Ind./100 m³ auf die südliche Station (QT 4).

An beiden Transekten wurde ein gleichsinniges Verteilungsmuster in der vertikalen Wassersäule ermittelt, insofern als die Larvendichte oberflächennah höher war als bodennah; dies entspricht auch den Ergebnissen der Vorjahre.

- **Fintenlarven (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelben):** Ab Mitte Mai wurden Fintenlarven von km 630 bis km 670 nachgewiesen. Vorkommens Schwerpunkt war anders als in den Vorjahren im Jahr 2014 der innere Abschnitt von km 630 bis km 645. In den Nebelben war die Larvendichte (bei örtlicher Variabilität) mit 6,4 Ind./100 m³ graduell höher als im Hauptstrom (Gesamtmittel 3,9 Ind./100 m³).

Wie für die Quertransekte dargestellt, zeigte sich auch an den Längstransektstationen im Hauptstrom sowie auch in den Nebelben ein vertikales Verteilungsmuster der Larven mit höheren Anzahlen in der oberflächennahen Wassersäule und geringeren im bodennahen Bereich.

Kurzvergleich (interannuell)

Im Rahmen des Jahresberichtes 2014 ist kein vertiefter interannueller Vergleich vorgesehen. Um aber die Ergebnisse aus 2014 etwas besser einordnen zu können, soll hier zumindest ein kurzer Vergleich mit den Vorjahresergebnissen erfolgen.

Abiotische Rahmenbedingungen

1. Der Oberwasserabfluss war im Untersuchungszeitraum 16.04. – 04.06.2014 bis etwa Mitte Mai um bis zu etwa 200 m³/s geringer als in den Vorjahren. Ab Mitte/Ende Mai entsprach der Abfluss der Situation in 2011 und 2012. Anfang Juni lag der Abfluss dann kurzzeitig höher als in den Jahren 2011/2012. Das Jahr 2013 war in Folge der Elbeflut bezogen auf den Oberwasserabfluss ein Ausnahmejahr.
2. Die Wassertemperaturen unterschieden sich im Jahr 2014 von den Vorjahreswerten (2012 und 2013) durch höhere Frühjahrstemperaturen. Ab Mitte April war die Situation aber sehr ähnlich mit derjenigen des Jahres 2011. Der Faktor „Wassertemperatur“ hat einen unmittelbaren Einfluss auf den Beginn des Laichgeschehens. Möglicherweise gilt dies nicht nur für die Wassertemperaturen während der potenziellen Reproduktionszeit, sondern u.U. auch für die Phase vor der Laichzeit. Eine gewisse Bedeutung der Temperaturentwicklung ab dem früheren Frühjahr in Bezug auf Beginn und Umfang der Laichaktivität ist zwar anhand der vorliegenden Daten nicht belastbar zu belegen, aber auch nicht auszuschließen. So konnte in den Jahren 2011 und 2014 (mit „höheren“ Wassertemperaturen vor Mitte April) gleichsinnig die erste umfangreiche Laichaktivität bereits Ende April dokumentiert werden, während v.a. im Jahr 2013 in Folge des sehr kühlen Frühjahrs höhere Finteneizahlen erst 1 – 2 Wochen später verzeichnet wurden.

- Die Entwicklung der Salinität ist an den Oberwasserabfluss gekoppelt. Aufgrund der im Mai überwiegend unterdurchschnittlichen Abflussverhältnisse lag die Leitfähigkeit im Jahr 2014 bezogen auf den Pegel D1 (km 643) bis Ende Mai um bis zu 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ über den Werten der Vorjahre.
- In den Jahren 2011 und 2012 wurden in der 1. Maihälfte temporär z.T. geringe Sauerstoffwerte $<3 \text{ mg/l}$ – $3,5 \text{ mg/l}$ gemessen. Solche ungünstigen Rahmenbedingungen traten 2013 nicht und 2014 weniger ausgeprägt auf. Die Sauerstoffgehalte lagen 2014 auch in der Phase ansteigender Wassertemperaturen von Ende April bis Ende Juni weitgehend durchgängig $>4 \text{ mg/l}$ (Anfang Mai wurden 4 mg/l kurzzeitig unterschritten). Erst ab Ende Mai traten auch 2014 temporär geringe O_2 -Gehalte $<3 \text{ mg/l}$ auf. Insgesamt ist ein deutlicher Einfluss auf die Entwicklung der Finteneier nicht wahrscheinlich, da die Phase mit stärkeren O_2 -Defiziten erst am Ende der Laichzeit auftrat, d.h. es waren zu dieser Zeit ohnehin nur noch geringe Eidichten zu erwarten. Ob und in wie weit Larven durch die pessimistischen Sauerstoffgehalte betroffen waren, ist hier nicht abzuschätzen, da im Jahr 2014 bereits vor Eintreten von Sauerstoffdefiziten die Larvenzahlen sehr gering waren.

Fintenlaichprodukte

- Am Beispiel der Ergebnisse bei QT 643 zeigen sich insgesamt deutliche interannuelle Unterschiede hinsichtlich der Fintenei- und Larvendichten. Nach hohen Anzahlen 2011 wurden in den Folgejahren abnehmende Dichten festgestellt. Dies gilt sowohl für die Finteneier als auch für die Larven. Während sich die Ergebnisse im Hinblick auf die Eidichte zwischen 2011 (798 Ind./100 m^3 im Mittel) und 2014 (12,7 Ind./100 m^3) etwa um den Faktor 60 unterscheiden, sind solche Unterschiede bei den Larven noch deutlicher ausgeprägt. So waren die 2014 festgestellten Larvenanzahlen (4,6 Ind./100 m^3) um den Faktor 75 geringer als 2011 (375,2 Ind./100 m^3). Die Kennwerte lagen damit noch deutlich unter den bisherigen Minima (Eier: 106 Ind./100 m^3 , Larven: 21,4 Ind./100 m^3), die im Jahr 2013 verzeichnet wurden (Abb. 55, Tab. 22). 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. 22).

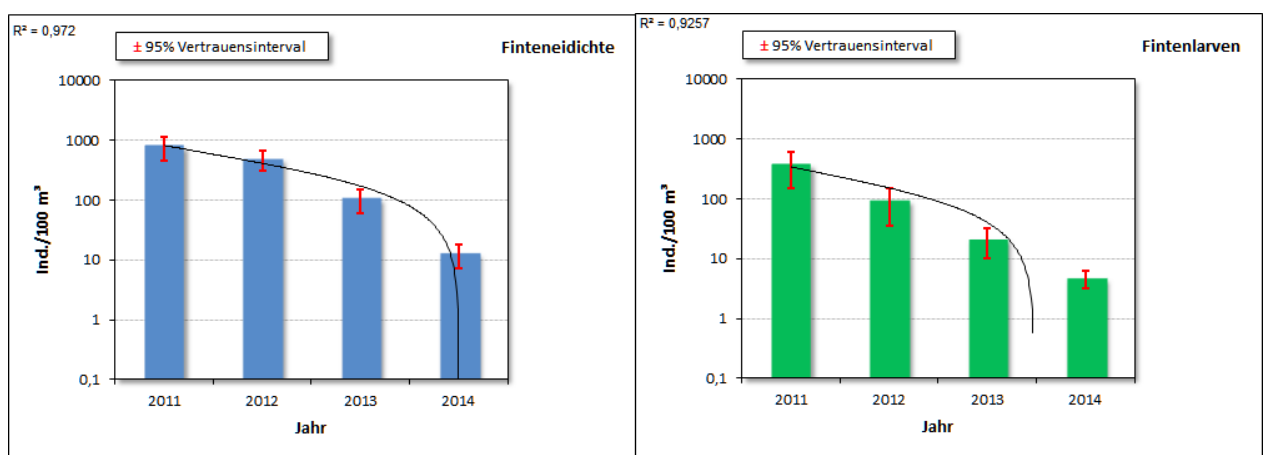


Abb. 55: Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2014 bei km 643 in der Tideelbe (zeitlich und räumlich gemittelte Daten bei QT 643). Untersuchungszeiträume von Mitte/Ende April – Anfang Juni, jeweils 5 Quertransektstationen (vgl. Kap. 4).

Tab. 22: Interannueller Vergleich (2011 – 2014) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis).

Datengrundlage QT km 643. Std. Fehler = Standardfehler, Std.Abw. = Standardabweichung.

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

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

Ein vergleichbares Ergebnis lässt sich auch auf Grundlage der Längstransekt-Daten erkennen. Die zeitlich und räumlich aggregierten Daten zeigen für das Jahr 2011 höhere mittlere Ei- und Larvendichten als in den folgenden Untersuchungsjahren. 2014 wurden die niedrigsten Kennwerte ermittelt (Abb. 60, Tab. 23). In der Einzelbetrachtung auf Stationsebene zeigten sich z.T. auch abweichende Befunde vom „Gesamtergebnis“. So sind 2014, im Vergleich zu den in den Vorjahren, an den weiter stromauf befindlichen Messstellen bei km 630 – km 645 km relativ höhere Ei- und Larvenzahlen festgestellt worden.

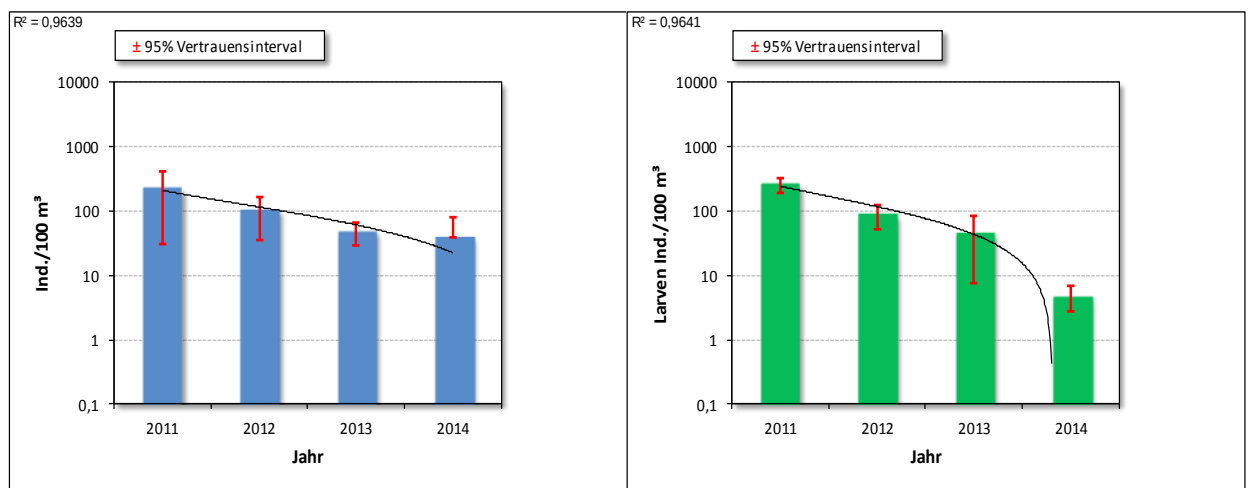


Abb. 56: Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2014 entlang des Abschnitts km 630 – km 680 inkl. der Nebenelben (zeitlich und räumlich gemittelte Daten).

Jeweils 2 Untersuchungszeitpunkte im Mai und 1 Anfang Juni (vgl. Kap. 4).

Tab. 23: Interannueller Vergleich (2011 – 2014) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis). Datengrundlage Längstransekt (alle Daten inkl. Nebelben). Std. Fehler = Standardfehler, Std.Abw. = Standardabweichung. * = signifikant höherer Wert.

Variable: Finteidichte				
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
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
Kruskal Wallis		$p < 0,01$		

2. Die zeitlichen Verteilungsmuster (saisonal) folgen ebenfalls einem mehr oder weniger prognostizierbaren Grundmuster, trotz des interannuell sehr unterschiedlichen Abundanz Niveaus. So können Laichprodukte im Zeitraum Ende April bis Anfang Juni im Bereich um km 645 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 es insbesondere der Vergleich 2013 vs. 2014 veranschaulicht (Abb. 57). Die 2014 insgesamt geringeren Ei- und Larvendichten zeigen sich auch an der Messstelle QT 651 (Abb. 58), die seit 2012 beprobt wird, allerdings weniger intensiv als QT 643. Eine analoge saisonale Darstellung ist für diese Station nicht sinnvoll möglich, da QT 651 nur an zwei Terminen in der zu erwartenden Hauptlaichzeit beprobt wird/wurde.

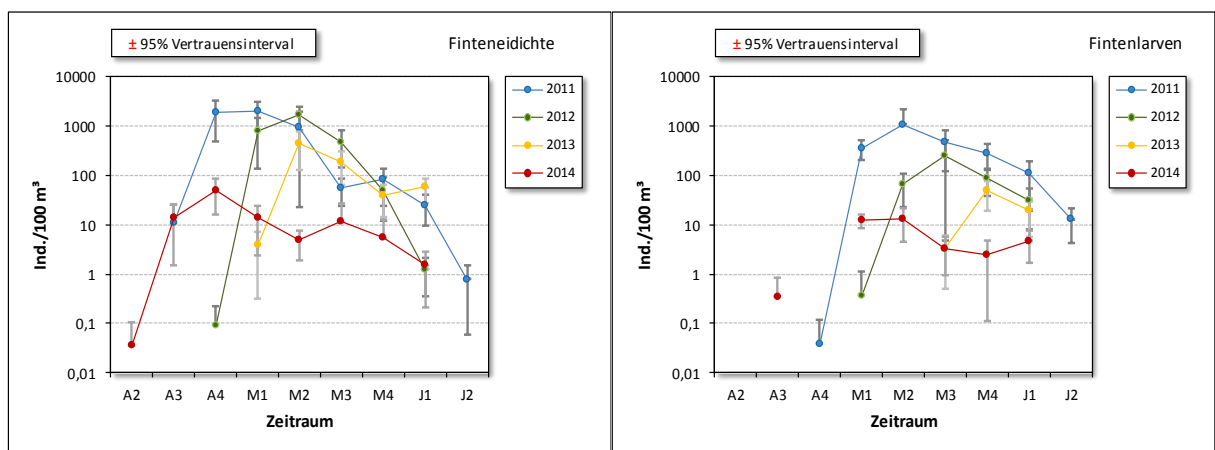


Abb. 57: Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m³, oben) und Larvendichte (Ind./100 m³, unten) bei km 643 in der Tideelbe im Zeitraum Mitte/Ende April – Anfang Juni 2011, 2012 (Ende April bis Anfang Juni), 2013 (Ende April – Anfang Juni) sowie 2014 (Mitte April – Anfang Juni).

Beispiele: A3 = 3. Aprilwoche, M1 = 1. Maiwoche, Ju1 = 1. Juniwoche.

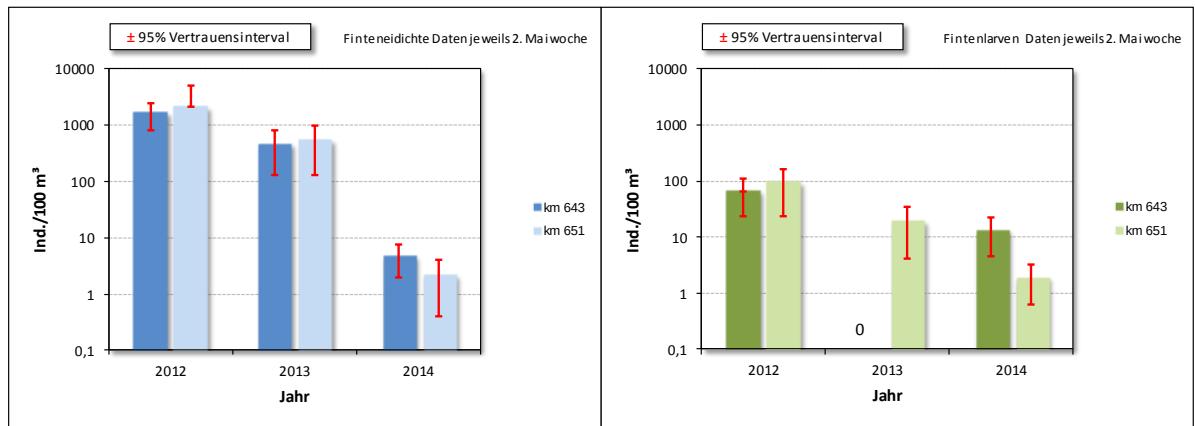


Abb. 58: Interannueller Vergleich der Finteneidichte (Ind./100 m³, links) und Larvendichte (Ind./100 m³, rechts) bei km 643 und km 651 in der Tideelbe.

Daten jeweils nur 2. Maiwoche eines Untersuchungsjahres.

3. Die räumlichen Verteilungsmuster (kleinräumig: vertikal, Querverteilung) konnten auch 2014 weitgehend gleichsinnig zu den Vorjahren dokumentiert werden. Trotz des unterschiedlichen jährlichen Abundanz Niveaus sind bei einer gewissen Variabilität jeweils ähnliche Grundmuster erkennbar. Abb. 59 und Abb. 60 veranschaulichen die Verteilung über das Querprofil für Finteneier (links) und -larven (rechts) für die Untersuchungsbereiche QT 643 und QT 651. Insgesamt wird ersichtlich, dass an beiden Messstellen der nördliche Elbbereich durchgängig die geringsten Ei- und Larvendichten aufweist. Des Weiteren wird deutlich, dass sowohl bei QT 643 als auch bei QT 651 hohe Dichten im Hauptstrom (Mitte-Stationen) auftreten (Abb. 59 & Abb. 60). Bezogen auf die Larvensichte zeichnete sich mit Ausnahme von Untersuchungsjahr 2013 die Hahnöfer Nebelbe durch die im Vergleich höchsten Abundanzen aus (Abb. 59).

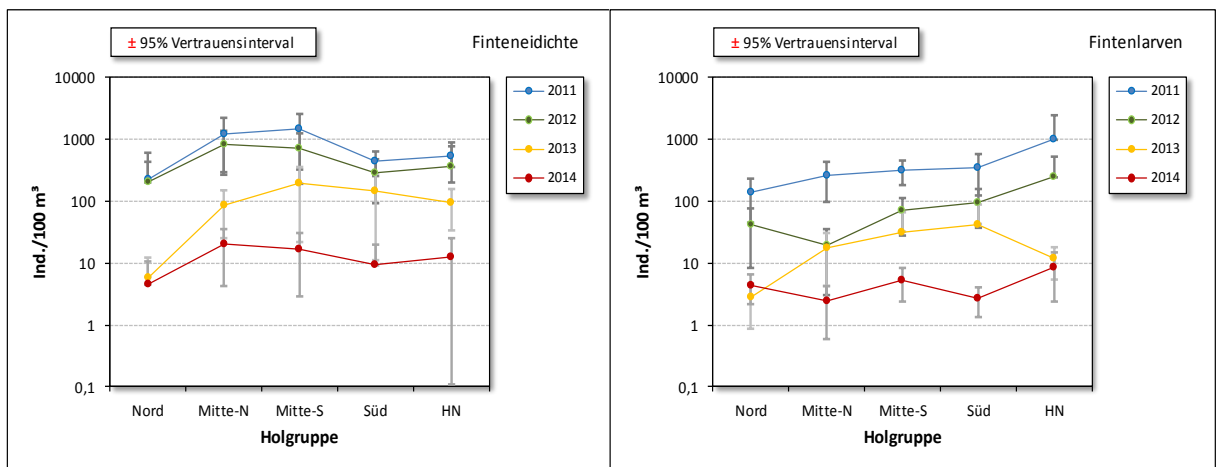


Abb. 59: Mittlere Fintenei- (Bild links) und Larvendichte (Bild rechts; Ind./100 m³) entlang des Quertransekts bei km 643 für 2011 (Zeitraum 21.04. – 08.06.), 2012 (Zeitraum 24.04. – 06.06.), 2013 (25.05. – 04.06.) sowie 2014 (16.04. – 04.06.) in der Tideelbe.

X-Achse von links nach rechts: Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebelbe.

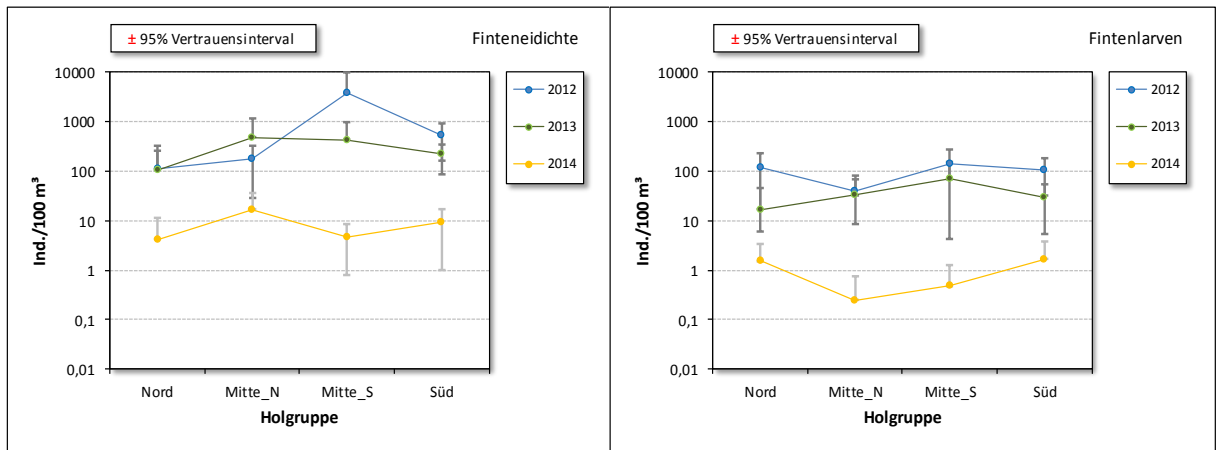


Abb. 60: Mittlere Fintenei- (Ind./100 m³, Bild links) und Larvendichte (Ind./100 m³, Bild rechts) entlang des Quertransekts bei km 651 für 2012 (Zeitraum 09.05. & 22.05.), 2013 (Zeitraum 16.05. – 29.05.) und 2014 (30.04. – 15.05) in der Tidelbe.

X-Achse von links nach rechts: Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebelbe.

- Hohe Anzahlen von Finteneiern und –larven wurden bei einer gewissen Variabilität in allen Untersuchungs Jahren im Abschnitt um km 643 – km 655 lokalisiert. Über die Längstransectuntersuchungen ergaben sich - interannuell unterschiedlich - Hinweise auf eine sekundäre Bedeutung auch weiter stromab befindlicher Abschnitte (z.B. um km 660 – km 680 z.B. 2013) als Laichareal. Bezogen auf das Untersuchungsjahr 2014 wies anders als in den Vorjahren dagegen der von km 643 weiter stromauf befindliche Abschnitt (km 630 – 645) relativ höhere Ei- und Larvenzahlen auf. Möglicherweise besteht hier ein gewisser Zusammenhang mit dem geringeren Oberwasserabfluss und den dadurch bedingten höheren Leitfähigkeiten.

7. Einflussfaktoren

Im Rahmen der bisherigen Untersuchung wurde versucht, soweit möglich, Hinweise auf denkbare Gründe für die festgestellten quantitativen Unterschiede abzuleiten. Zum Teil sind kausale Beziehungen zu vermuten. Im Folgenden sind einige Faktoren benannt für die ein potenzieller Einfluss anzunehmen war. Es sei darauf verwiesen, dass eine vertiefte Analyse auf der Grundlage der Daten aus dem vorliegenden Jahr 2014 nur eingeschränkt sinnvoll ist, da die Ei- und Larvenzahlen sehr gering waren. Das sehr niedrige Abundanzniveau könnte u.U. die Identifikation und Bedeutung möglicher Faktoren erschweren.

7.1 Abiotische Faktoren

Unterhaltungsbaggerungen

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

- Zusätzliche baggerbedingte Mortalität der Laichprodukte durch Einsaugung
- Vergrämung der Laichtiere aus dem Laichareal
- Veränderung der strukturellen Ausstattung des Laichareal
- Temporäre Erhöhung der Trübung (Beeinträchtigung der Nahrungsaufnahme der Larven)

Um die Fintenpopulation möglichst wenig zu beeinträchtigen, werden Unterhaltungsarbeiten während der Laichzeit seit dem Jahr 2011 möglichst reduziert. Im Folgenden sind die Baggertätigkeiten in der Unterelbe zusammenfassend für den Zeitraum 2009 – 2014 bilanziert. Über eine räumliche und zeitlich Verschneidung der Baggertätigkeiten mit der Reproduktionsphase der Finte bzw. mit der Präsenz ihrer Laichprodukte soll eine kurze Abschätzung erfolgen, ob die in den letzten Jahren durchgeführten Baggerungen z.B. die Abundanz der Finteneier und -larven generell beeinflusst haben könnten. Die Unterhaltungsdaten wurden vom WSA Hamburg zur Verfügung gestellt.

Tab. 24: Unterhaltungsbaggerungen (WI- und Hopperbagger) im Elbeabschnitt km 639 – km 658/660 im Zeitraum April – Juni der Jahre 2009 – 2014.

WI = Wasserinjektion-Baggerung. FL = Fintenlarven. Benötigtes Wasservolumen ermittelt über h-Baggerungen * 3,3 m³/s.

Jahr	WI-Baggerei km 639 - 658 (Sediment vol m³)	WI-Baggerei km 639 - 658 (Wasser vol m³)	Zeitraum	Betroffenheit Finte
2009	35.203	k.A.	Mitte Mai	ja
2010	19.586	k.A.	Ende Apr. - Anfang Juni	ja
2011	3.340	276.000	Anfang & Mitte Mai	ja
2012	11.975	558.000	Mitte & Ende Mai	ja
2013	8.790	315.000	Mitte Mai	ja
2014	303.455	2.118.890	Mitte Mai - Mitte Juni	ja
Jahr	Hopperbagger km 639 - 660 (m³)		Zeitraum	Betroffenheit Finte
2009	412.690	-	April - Ende Juni	ja
2010	110.970	-	Mai (1.5 -28.5)	ja
2011	32.300	-	Ende Juni	möglich (FL)
2012	0	-	-	nein
2013	31.424	-	April (vor 20.4.)	nein
2014	0	-	-	nein

Tab. 24 zeigt die Baggermengen (Hopperbagger & Wasserinjektion) von 2009 – 2014 für das erweiterte Hauptlaichgebiet der Finte (km 639 – 660) bezogen auf den Zeitraum mit erwartet hohen Dichten an Fintenlaichprodukten. Während vergleichsweise umfangreichere Hopperbaggerungen v.a. 2009 und 2010 im Laichgebiet durchgeführt wurden, war die Hopperbagger-Intensität in den vergangenen 4 Jahren gering. Lediglich 2011 erfolgten Baggerungen in einem Zeitfenster (Ende Juni), die noch vorhandene Spätlarven im Abschnitt km 639 - km 660 betroffen haben könnten. Für 2012 - 2014 ist ein direkter Einfluss auszuschließen, da Hopperbaggerungen entweder nicht (2012) oder vor Beginn der Fintenlaichzeit (2013) durchgeführt wurden. Dies entspricht dem festgelegten Zeitraum der Fintenrestriktion aus der Anordnung, die seit 2011 bereits beachtet wird.

Unterhaltungsbaggerungen mittels Wasserinjektion (WI) wurden in den letzten Jahren sowohl im Reproduktionsareal als auch während der Laichzeit durchgeführt. Daher ist eine generelle Betroffenheit der Finte gegeben (Tab. 24). Der interannuelle Vergleich zeigt, dass die Baggermengen interannuell variieren und von 2009 bis 2013 auf einem insgesamt eher niedrigen Niveau lagen. 2014 erhöhte sich die Baggerintensität gegenüber den Vorjahren deutlich, in diesem Jahr wurden ca. 300.000 m³ Sediment umgelagert; bei einem etwaigen Wasserbedarf von 2.118.890 m³ (Tab. 24). Damit lag die Baggerintensität bezogen auf den Wasserbedarf um den Faktor 4 – 7 höher als in den Vorjahren. Das erhöhte Baggeraufkommen zeigt sich auch am Anstieg der bearbeiteten Flächengröße (Abb. 61). So lag in den Jahren 2011 – 2013 (April – Juli) die mittels WI-Baggerung unterhaltene Fläche im Tideelbeabschnitt zwischen km 639 – km 670 insgesamt zwischen 36,9 ha und 87,4 ha, während 2014 eine Gesamtfläche von 354,1 ha unterhalten wurde.

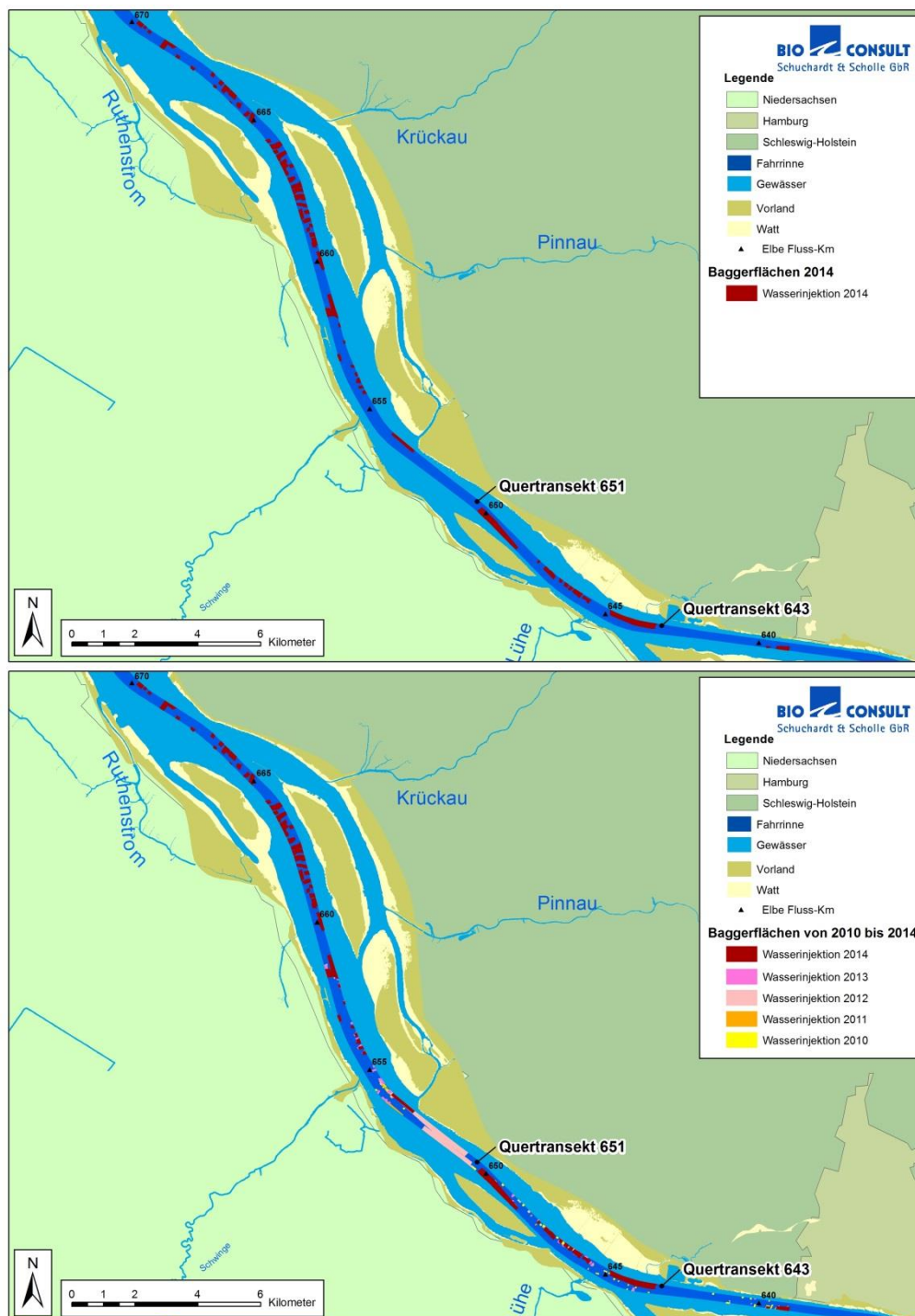


Abb. 61: Unterhaltungsbaggerungen in der Tideelbe (km 639 – 670) im Zeitraum April bis Ende Juni für das Untersuchungsjahr 2014, (Bild oben) und im Zeitraum 2011 - 2014 (Bild unten).

Abb. 62 veranschaulicht die WI-Baggerintensität (dargestellt als benötigtes Wasservolumen) vor dem Hintergrund der Jahresmittelwerte der Ei- und Larvenzahlen bei km 643 seit 2011 – 2014. Wie bereits aus der vorhergehenden Auswertung deutlich wurde, ist für den Zeitraum 2011 – 2014 ein kontinuierlicher Rückgang der Fintenei- und Larvendichte verzeichnet worden, mit einem jahres-

übergreifend ausgeprägten Minimum im Jahr 2014. Auffällig erscheint, dass das Minimum der Fintenei- und -larvendichte mit der deutlichen Zunahme der WI-Baggerintensität zusammenfällt (Abb. 62).

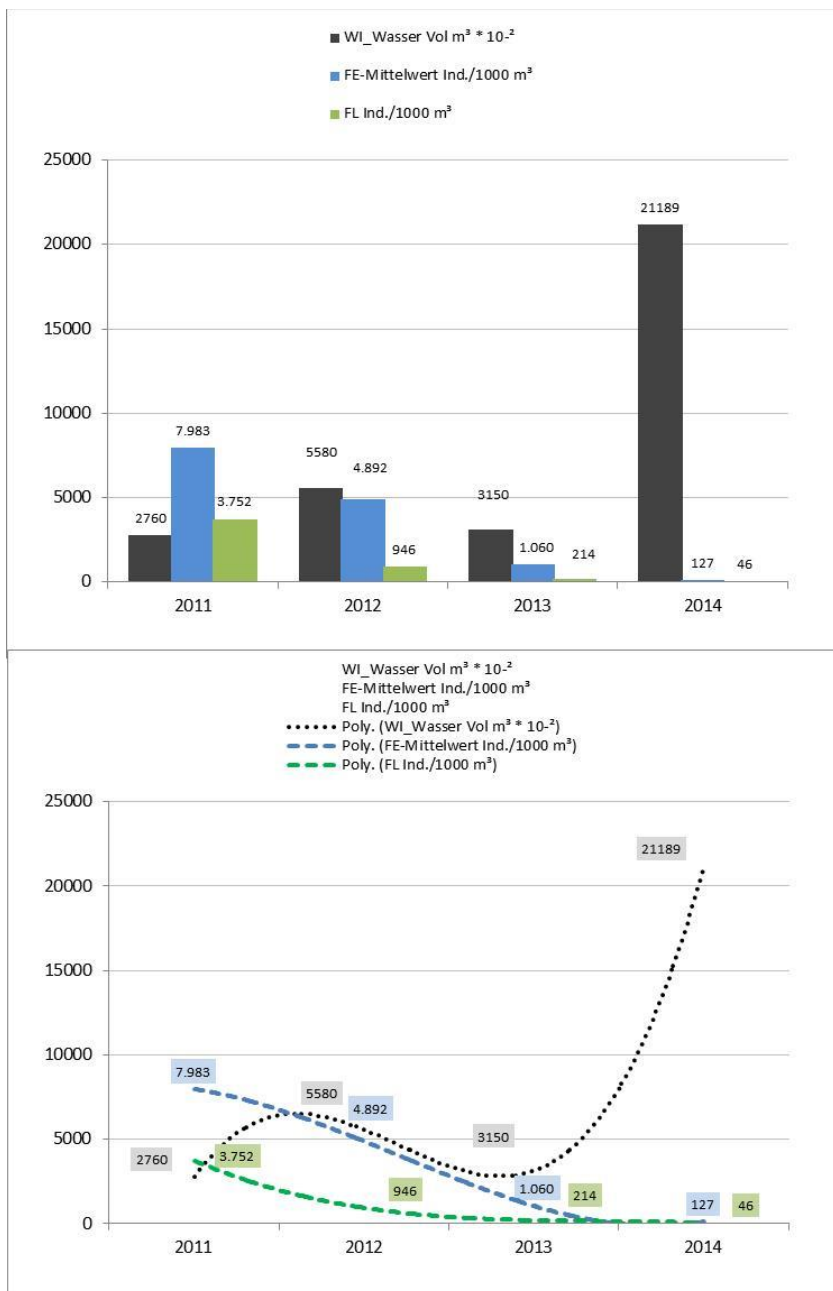


Abb. 62: Bild oben: WI-Baggerungen Wasserbedarf (Vol * 10² m³) zwischen 2011 - 2014 im Abschnitt km 639 – km 660 in der Tideelbe während der Fintenreproduktionszeit. Ergänzend sind mittleren Fintenei - und -larvendichten (Ind./1000 m³) von 2011 -2014 dargestellt. Bild unten: polynomische Darstellung. FE = Finteneidichte, FL = Fintenlarven.

Abb. 63 zeigt den Zeitpunkt der jeweiligen Baggerungen und das Vorkommen von Finteneiern und Larven. Auffällige Muster zwischen Baggermenge/-zeitpunkt und Eidichte lassen sich aus der Verschneidung allerdings nicht ableiten. Eine denkbare „sprunghafte“ Veränderung der Anzahlen (Eier und Larven) nach einer Baggeraktivität wird nicht offensichtlich (Abb. 63). Der saisonale

Rückgang der Eidichten ist eine „normale“ Entwicklung. So sind i.d.R. ab Anfang Juni keine oder nur noch sehr geringe Finteneizahlen zu erwarten.

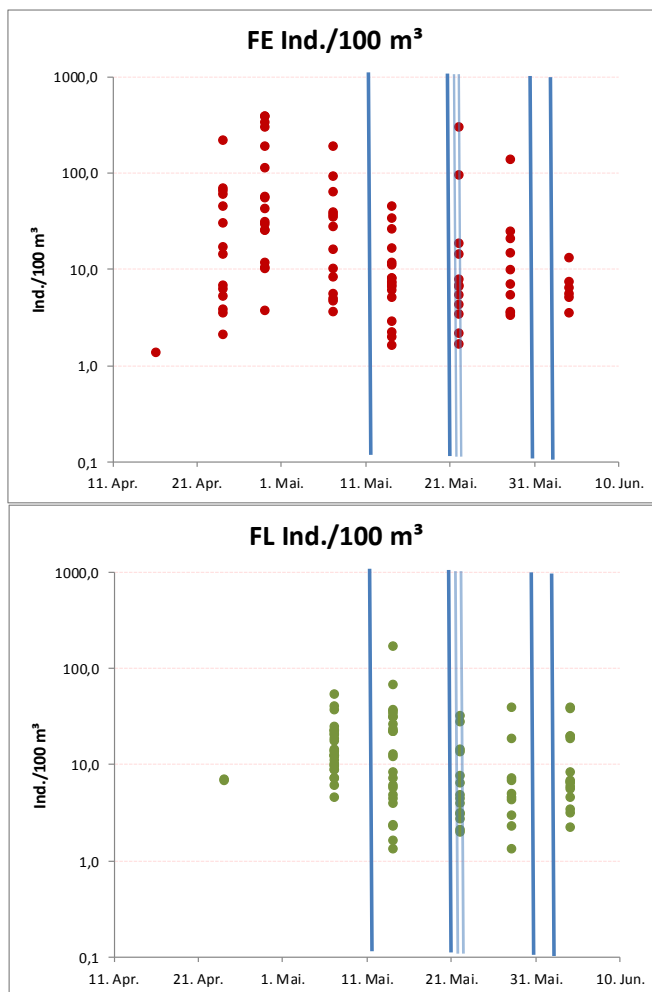


Abb. 63: Saisonale Verlauf der Anzahl Finteneier (FE) und Anzahl Fintenlarven (FL) in der Tideelbe auf der Datengrundlage QT 643 (dargestellt auf Halebene, nur Hols mit >0 Ind./100 m³) und Zeitpunkte der Wi-Baggerung im Abschnitt km 639 – km 658.

Bei der Interpretation der Befunde vor dem Hintergrund der Baggerintensität einerseits und Fintenlaichvorkommen andererseits ist also folgendes zu berücksichtigen:

1. Im Zeitraum 2011 – 2013 erfolgte ein Rückgang der Abundanz der Fintenlaichprodukte ohne einen erkennbaren Zusammenhang mit den unterschiedlichen Unterhaltungsintensität (Hopper- & WI-Baggerung). Bei etwa gleicher Intensität der Unterhaltungsarbeiten (vgl. 2011 v. 2013) variierten die Anzahlen von Finteneiern und Larven in den Jahren sehr deutlich.
2. Die im interannuellen Vergleich sehr geringen Ei- und Larvenanzahlen im Jahr 2014 wurden bereits vor Beginn der Unterhaltungsarbeiten verzeichnet. Eine auffällige Veränderung des saisonalen Musters ist nicht offensichtlich (vgl. Abb. 63).

Für den hier betrachteten Zeitraum 2011 – 2014 ist ein bedeutsamer direkter Einfluss der WI-Baggerungen nicht zu vermuten. Die festgestellten deutlichen interannuellen Unterschiede der Ei- und Larvendichte (u.a. Abb. 62) scheinen durch den Einfluss der Baggerungen allein nicht erklärbar.

Physiko-chemische Faktoren

Oberwasserabfluss

Der Oberwasserabfluss variierte vor und während des Reproduktionszeitraums der Finte interannuell mehr oder weniger deutlich. Im Vergleich zu den Vorjahren (insbesondere 2013) war der Abfluss im Jahr 2014 eher unterdurchschnittlich.

Trotz der interannuell sehr unterschiedlichen Oberwasserverhältnisse ist hier nicht zu klären, ob der Faktor geringer Oberwasserabfluss direkten Einfluss auf Laichbeginn bzw. u.U. auch auf das „wenig erfolgreiche Fintenjahr 2014“ gehabt haben könnte. U.E. ist dieser Faktor mit Bezug auf die 2014 ermittelten geringen Fintenei- und Larvenanzahlen weniger relevant.

Wassertemperatur

Die Wassertemperatur ist ein wesentlicher Faktor, der v.a. den Beginn der Finten-Laichaktivität steuert. Die vorliegenden Ergebnisse geben auch erste Hinweise darauf, dass allerdings nicht nur die Temperatur während der potenziellen Laichzeit mindestens $>12^{\circ}\text{C}$ erreicht haben muss, sondern das möglicherweise die Temperaturentwicklung deutlich vor der Reproduktionsphase ebenfalls ein Faktor ist, der den tatsächlichen Beginn mit bestimmt. Bei vergleichsweise warmen März/Apriltemperaturen (die auch in etwa denjenigen des Jahres 2011 entsprechen) konnte auch 2014 eine erste Eiablage bereits in der 3. Aprilwoche verzeichnet werden. Neben der Bedeutung als Steuerungsfaktor des Laichbeginns hat die Wassertemperatur ebenfalls Bedeutung auf die Entwicklung der Eier und Larven und damit auf den Rekrutierungserfolg. So beschreiben u.a. NAVARRO et al. (2014) geringere Mortalitätsraten von Fintenlarven bei Wassertemperaturen $>20^{\circ}\text{C}$. Da die Wassertemperaturen im Jahr 2014 vor dem Hintergrund der Befunde von NAVARRO et al. (2014) eher günstig waren (bereits Ende April $>15^{\circ}\text{C}$) waren und sich zudem nicht wesentlich von den Frühjahrestemperaturen im Jahr 2011 (mit hohen Ei- und Larvendichten) unterscheiden, kann dieser Faktor nicht zur Erklärung der sehr geringen Ei- und Larvenzahlen im Jahr 2014 beitragen.

Sauerstoff

Der Parameter Sauerstoff ist generell ein wichtiger Faktor, der die Entwicklung der Finteneier und -larven beeinflussen kann. Insbesondere 2011 und etwas weniger ausgeprägt auch 2012 wurden phasenweise ungünstige Sauerstoffbedingungen ($<3\text{ mg/l}$) ab Ende Mai verzeichnet. Trotz der pessimalen Phasen zeigten sich aber keine auffälligen Hinweise auf einen deutlichen negativen Einfluss auf die Abundanz der Finteneier und -larven. Dies gilt insbesondere unter Berücksichtigung der Befunde aus den anderen Untersuchungsjahren. So waren z.B. die Sauerstoffgehalte im Jahr 2013 mit überwiegend $>4\text{ mg/l}$ über die gesamte Laichzeit (Mitte April – Ende Mai) gut, dennoch waren die Ei- und Larvenzahlen gegenüber denjenigen, die im Jahr 2011 festgestellt wurden signifikant geringer.

Im Jahr 2014 waren die Sauerstoffverhältnisse zwar kurzzeitig ungünstig ($<3\text{ mg/l}$, Ende Mai/Anfang Juni), aber insgesamt noch besser als in den Jahren 2011/12. Insofern lässt sich ein

Zusammenhang der sehr geringen Ei- und Larvenzahlen mit den 2014 vorhandenen Sauerstoffverhältnissen nicht herausfiltern.

Die vorliegenden Ergebnisse aus den Jahren 2011 – 2014 lassen den Schluss zu, dass die Sauerstoffsituation in der Ausprägung der Jahre 2011 – 2014 (bezogen auf die Reproduktionszeit der Finten von Mitte April bis Anfang Juni) keinen offensichtlichen Beitrag zur Erklärung der in diesem Zeitraum sehr unterschiedlichen Ei- und Larvendichten liefert. Auf der derzeitigen Datengrundlage ist eine Korrelation zwischen Sauerstoffwerten und Fintenzahlen (Eier & frühe Larven) nicht augenscheinlich.

Mondphase

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

7.2 Biotische Faktoren

7.2.1 Nahrungsangebot

Neben den fischfaunistischen Untersuchungen wurden im Untersuchungsjahr 2014 zusätzlich Informationen zum Nährtierangebot erhoben. Die Kenntnis des qualitativen und quantitativen Angebots potenzieller Nährtiere (v.a. calanoide Copepoden und andere z.B. harpacticoide Copepoden, Nauplien) während der Larval Entwicklungsphase könnte einen wichtigen Beitrag zur Erklärung bzw. zur Einordnung der Befunde zum Larvenvorkommen leisten. In diesem Zusammenhang war es sinnvoll, im Rahmen der fischfaunistischen Beprobung (Fokus bei km 643/651) auch Zooplanktonproben zu entnehmen (vgl. Kap. 4), um einige Hinweise auf den Faktor Nährtierangebot zu bekommen.

Hintergrund (zitiert nach BfG „Zooplankton an der Station Seemannshöft in der oberen Tideelbe Daten der Jahre 2006 bis 2012“)

„Die Zooplanktonentwicklung in der Tideelbe bei Seemannshöft steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung der Algenbiomasse (Chla-Werte, Bunthaus). Nach dem Frühjahrsanstieg der Algenbiomasse kam es im Betrachtungszeitraum zu starken Anstiegen der Rotatoriendichten. In den Jahren 2009 und 2012 traten Massenvorkommen bereits Ende Mai (>2000 Ind./l) auf, während 2006, 2007 die höchsten Dichten erst im Juni (>2000 Ind./l bzw. >1200 Ind./l) zu registrieren waren. In den Jahren 2008, 2010 und 2011 fielen die Maxima deutlich niedriger aus (<700 Ind./l) und traten zudem auf Grund der höheren Frühjahrsabflüsse teilweise zeitverzögert erst Mitte Juni auf. Die hohen Zooplanktonabundanzen tragen durch Wegfraß zum Zusammenbrechen der frühsommerlichen Algenmaxima bei, und als Folge kommt es dann zu sehr starken Rückgängen der Algengehalte zu Beginn des Sommers im oberen Abschnitt der Tideelbe. Das Crustaceenplankton besteht zum überwiegenden Teil aus Copepoden (= Ruderfußkrebse), bzw. aus deren Larvalstadien, und zum kleineren Anteil mit ca. 5 % aus Phyllopoda (= Blattfußkrebse).

In den Jahren 2006, 2009, 2010 und 2012 wurden die maximalen Crustaceenabundanzen im Frühsommer (April bis Juni) bestimmt, wobei 2012 die höchste Dichte mit über 2.000 Ind./l erreicht wurde, während in anderen Jahren die Maxima nur bei 300 bis 550 Ind./l lagen. In den Jahren 2007, 2008 und 2011 konnten im Spätsommer (August/September) die höchsten Dichten von 500 - 700 Ind./l zeitgleich zu hohen Chla-Werten festgestellt werden. Im Herbst der Jahre 2006, 2008, 2011 und 2012 überwog der Crustaceenaspekt das Zooplankton der Tideelbe, d.h. die Crustaceenanzahl übertraf die der Rotatorien. Die Rotatorien werden zu meist aus der Mittelbe in das Ästuar eingetragen und können sich nur im limnischen Abschnitt der Tideelbe weiterentwickeln. Die Copepoden als dominanter Bestandteil des Crustaceenplanktons können sich im gesamten Elbeästuar entwickeln, haben aber heutzutage ihren Verbreitungsschwerpunkt in der oberen Tideelbe. Generell wird durch geringe Oberwasserabflüsse und damit hohe Aufenthaltszeiten die Entwicklung der Rädertierchen und Krebstierchen in der oberen Tideelbe gefördert..."

Einordnung Ergebnisse 2014

Die 2014 erfassten Zooplanktondichten der relevanten Gruppen (Rotatorien, Crustacea) sind als weitgehend „normal“ einzustufen. So lag der Median bezogen auf die Rotatorien bei km 643/651 bei 313 Ind./l (km 643) bzw. 284 Ind./l (km 651). Diese Werte ordnen sich interannuell im mittleren Bereich der an der Messstelle Seemannshöft (km 629) ermittelten saisonalen Medianwerte von 85 - 680 Ind./l der Jahre 2006 bis 2012 ein (SCHÖL, schriftl.).

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich für die Gruppe der Crustacea, die im Jahr 2014 bei km 643 und 651 eher mäßig hohe Dichten (Mediane: 125 Ind./l und 75 Ind./l) erreichten. In den Vorjahren wurden Medianwerte von 20 bis 761 Ind./l an der Station Seemannshöft (2006 - 2012) ermittelt (SCHÖL, schriftl.). Die 2014 verzeichneten Werte ordnen sich anders als im Vorjahr 2013 also eher im unteren Bereich dieser Spanne an.

Tab. 25 zeigt eine Übersicht über die statischen Kennwerte der im Jahr 2014 ermittelten Ergebnisse zum Zooplankton bei km 643 und 651.

Tab. 25: Ergebnisse der 2014 durchgeführten Zooplanktonuntersuchung bei km 643 und km 651 (Daten: Schöl, BFG Koblenz).

Zooplankton Ind./l Tidelbe km 643 (Daten 2014)	Crustacea_ ges	Copepoda_ ges	Copepoda_ Naup	Eurytemora affinis	Rotatoria_ ges	Sonstige
Gültige Fälle	40	40	40	38	40	40
Mittelwert	230,6	226,4	175,7	25,3	343,1	89,3
Standard Fehler des MW	39,0	39,1	33,1	5,0	44,0	9,8
Varianz	60875,1	61166,2	43805,7	936,1	77556,2	3827,5
Standard-Abweichung	246,7	247,3	209,3	30,6	278,5	61,9
rel. V.koeffizient(%)	16,9	17,3	18,8	19,6	12,8	11,0
Minimum	16,7	11,5	10,7	1,6	12,2	2,2
Maximum	894,9	890,7	811,3	134,6	1098,0	237,0
25. Perzentil	74,6	70,7	57,2	4,5	73,9	32,6
Median	125,0	120,7	91,3	15,2	313,3	82,2
75. Perzentil	236,9	236,5	181,7	31,5	493,8	133,8
90. Perzentil	736,5	730,5	547,5	56,8	805,2	189,8

Zooplankton Ind./l Tideelbe km 651 (Daten 2014)	Crustacea_ ges	Copepoda_ ges	Copepoda_ Naup	Eurytemora affinis	Rotatoria_ ges	Sonstige
N Proben	8	8	8	8	8	8
Mittelwert	100,8	93,7	70,4	13,0	335,6	97,9
Standard Fehler des MW	28,2	27,5	17,6	5,7	65,3	16,1
Varianz	6357,7	6029,3	2480,1	256,2	34071,0	2080,8
Standard-Abweichung	79,7	77,6	49,8	16,0	184,6	45,6
rel. V.koeffizient(%)	28,0	29,3	25,0	43,4	19,4	16,5
Minimum	28,7	24,1	21,3	1,4	99,4	48,2
Maximum	254,2	239,3	164,5	42,0	619,5	183,7
25. Perzentil	45,4	36,4	29,7	1,9	191,8	69,1
Median	75,6	66,4	60,2	5,2	284,0	77,9
75. Perzentil	166,1	162,1	109,7	28,7	502,0	136,7
90. Perzentil	----	----	----	----	----	----

Vergleich mit den Vorjahresergebnissen (2013)

Die zum Teil vergleichsweise deutlichen interannuellen Unterschiede zwischen den Jahren 2013 und 2014 zeigen sich sowohl in der Zooplanktondichte als auch bezogen auf das zeitliche Vorkommen. Dies gilt insbesondere für die Crustacea (v.a. Copepoden). Demgegenüber ergaben sich mit Blick auf die Rotatorien weitgehend gleichsinnige Ergebnisse im Vergleich zu 2013. So erreichte die Crustacea-Gruppe im Jahr 2013 eine mittlere Dichte von ca. 684 Ind./l, während 2014 der Wert bei 230 Ind./l lag. Die Unterschiede bei den Rotatorien waren mit 504 Ind./l und 343 Ind./l geringer, insbesondere das saisonale Abundanzmuster in den beiden Untersuchungsjahren war bei den Rotatorien anders als bei den Crustacea sehr ähnlich (Abb. 64 und Abb. 65, Bilder oben rechts).

Abb. 64 und Abb. 65 veranschaulichen die zeitliche Variabilität bzw. Entwicklung der Zooplankton-Gruppen und der Fintenlarvendichte im Verlauf der Untersuchung für die Jahre 2014 und 2013 (beachte unterschiedliche Skalierungen).

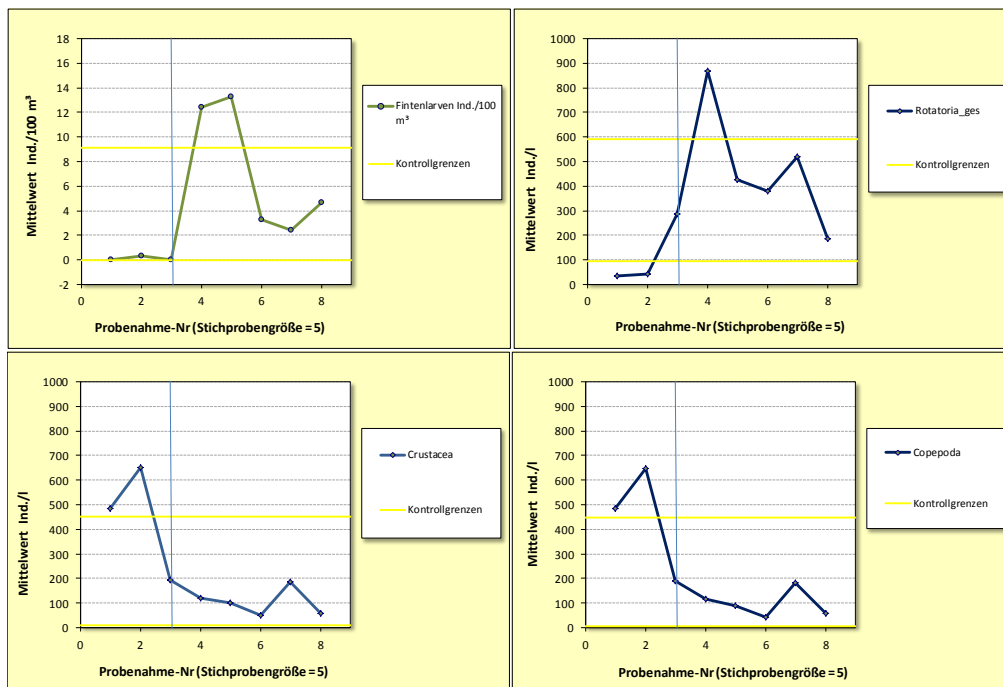


Abb. 64: Entwicklung der Fintlarlarvendichte (Bild oben links) und zooplanktischer Gruppen (Rotatorien, rechts oben; Crustacea-gesamt-inkl. Copepoden und Copepoden, Bilder unten). Daten 2014, km 643. Kontrollgrenzen = 2fache Standardabweichung. (Mittelwert = Mittelwert von jeweils 5 Einzelhol).

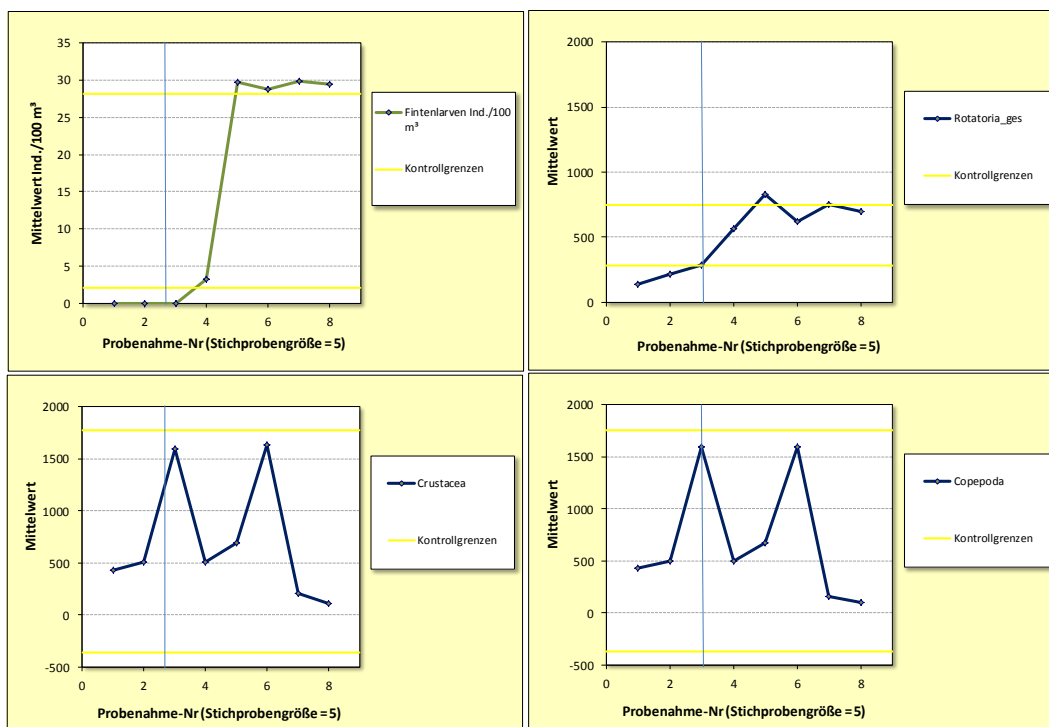


Abb. 65: Entwicklung der Fintlarlarvendichte (Bild oben links) und zooplanktischer Gruppen (Rotatorien, rechts oben; Crustacea-gesamt-inkl. Copepoden und Copepoden, Bilder unten). Daten: Untersuchung 2013, km 643. „Kontrollgrenzen“ = 2fache Standardabweichung. (Mittelwert = Mittelwert von jeweils 5 Einzelhol).

Die Ergebnisse zeigen, dass im Jahr 2014 die Dichte des Crustacea-Planktons (inkl. der Copepoda) ab etwa Anfang Mai (Probenahme-Nr. 3) im Vergleich zum April deutlich rückläufig war; dies steht im Gegensatz zum Vorjahr: hier erfolgte ab Mai eine Zunahme (bei ausgeprägter Variabilität) der Crustacea (Abb. 64 & Abb. 65, Bilder unten links). Ob das 2014 geringere Abundanzniveau der Crustacea v. a. während der zeitlichen Phase ab etwa Anfang Mai in der auch die Fintenlarven präsent sind die Entwicklung der Larven beeinflusst („Nährtiermangel“) haben kann, ist an dieser Stelle nicht belastbar zu einzuschätzen.

Vergleich mit anderen Daten

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

Im Vergleich zu Untersuchungsergebnissen zum Zooplanktonaufkommen im Bereich des Mühlenberger Lochs, die von SCHULZ (2007) im Rahmen von Nahrungsanalysen an Fintenlarven ermittelt wurden, scheinen die 2014 festgestellten Zooplanktondichten nicht auffällig unterdurchschnittlich. So stellte SCHULZ (2007) im Mittel eine Copepodendichte (Calanoide) von bis zu 19.200 Ind./m³ (19,2 Ind./l) fest. Einzelne Maximalwerte wurden 2007 für die Copepodite mit bis zu 215 Ind./l ermittelt; diese liegen unterhalb derjenigen, die 2014 bei km 643 festgestellt wurden (Copepoden >800 Ind./l, Tab. 25).

7.2.2 Fressfeinde/Nahrungskonkurrenz

Der Reproduktionserfolg der Finten könnte auch durch die Abundanz von Fressfeinden (andere Fische) oder auch u.U. über Nahrungskonkurrenz mit anderen Larven bzw. Juvenilen beeinflusst sein. Dieser Aspekt ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch nicht zu klären.

Betrachtet man Ergebnisse der Hamenfänge aus dem Jahren 2011 - 2014, die im Bereich um km 643 durchgeführt wurden, wird erkennbar, dass im Zeitraum Ende April bis Anfang Mai die Stint- und Kaulbarschanzahlen interannuell deutlich unterschiedlich sind. 2013 wurden die im Vergleich höchsten Abundanzen dieser Arten dokumentiert, 2011 die geringsten. Im Jahr 2014 wurden ähnlich geringe Stintzahlen (1.024 Ind./h/80 m²) wie 2011 erfasst und ähnlich hohe Kaulbarschanzahlen wie 2013 (84 Ind./h/80 m²; Abb. 66).

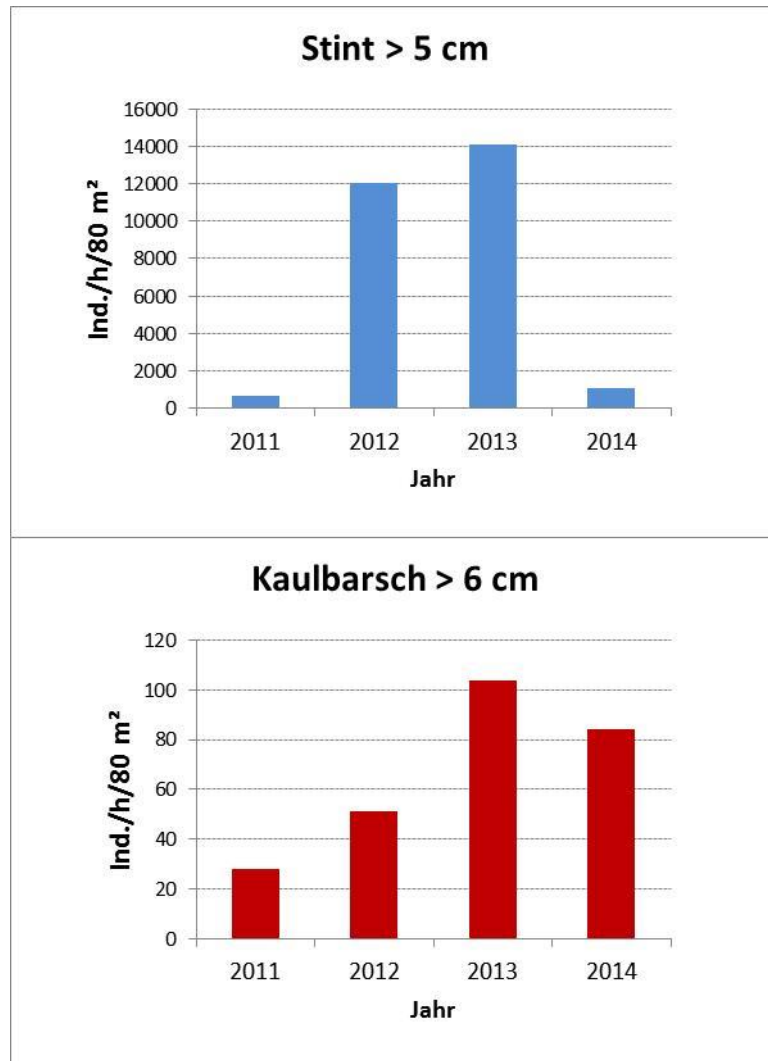


Abb. 66: Mittlere Gesamtabundanz (Ind./h/80 m²) von Stint und Kaulbarsch im Bereich des der Tideelbe zwischen km 639 - km 650. Frühjahrsdaten aus Hamenfängen (2011/12: N = 6, 2014: N = 4). 2011/2012: Daten aus dem WRRL Fischmonitoring, FGG Elbe, 2013 & 2014: Daten in Rahmen der vorliegenden Untersuchung erhoben.

Stinte ernähren sich überwiegend von Wirbellosen, aber Fische (Jungfische, möglicherweise Laich) sind als potenzielle Nahrung für den Stint ebenfalls von Bedeutung (u.a. THIEL et al. 1995). Ähnliches gilt auch für den Kaulbarsch, für den Fischlaich und Fischlarven auch zum Nahrungsspektrum zählen (www.fishbase.org/summary/4474). In wie weit die im Jahr 2014 höheren Abundanzen einiger Fressfeinde (hier Kaulbarsch) insbesondere mit den in 2014 festgestellten sehr geringen Fintenei- und Larvendichten (vgl. Kap. 7) in Zusammenhang stehen, lässt sich aber nicht belastbar beurteilen, zumal die im Jahr 2014 festgestellten Stint- und Kaulbarschanzahlen im Vergleich zu 2011/12 zwar höher, im Vergleich zum Vorjahr aber geringer waren.

7.3 Zusammenfassendes Fazit Einflussfaktoren

Die in 2011 – 2014 durchgeführte Untersuchung zu den Fintenlaichprodukten in der Tideelbe hat trotz der sehr unterschiedlichen Ei- und Larvenzahlen ausgeprägte Muster auf verschiedenen

Ebenen erkennbar werden lassen (saisonales Muster; Vertikalverteilung; Verteilung im Längsschnitt etc.). Gleichzeitig ist deutlich geworden, dass das Vorkommen von Fintenlaichprodukten in einem definierten Stromabschnitt einer hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität unterliegt, die nur eingeschränkt durch Untersuchung weniger Jahre erfasst werden kann. Besonders die interannuelle Variabilität ist aufgrund der Vielzahl relevanter Parameter (u.a. Reproduktionserfolg in den Vorjahren; Hydrologie; Witterung und Klima; anthropogene Faktoren) hoch und kann nur über wiederholte Untersuchungen erfasst werden. Vor diesem Hintergrund wurde die im Jahr 2011 begonnene Untersuchung jährlich bis einschließlich 2014 weitergeführt.

Die bisherigen Befunde aus den Jahren 2011 und 2012 deuteten darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe vergleichsweise umfangreich war, aber quantitativ interannuell auch z.T. deutlich variieren kann (s.u.). Dies bestätigte sich v.a. durch das aktuelle Untersuchungsjahr 2014, da sich sowohl Fintenei- als auch -larvenvorkommen durch sehr niedrige Werte auszeichneten. Trotz der interannuell deutlichen quantitativen Unterschiede zeigten sich aber weitgehend gleichsinnige Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, räumlich, zeitlich-saisonal).

Gründe für die insbesondere 2014 sehr deutlichen Unterschiede sind auf der derzeitigen Datenbasis nicht abschließend zu benennen. U.a. folgende Faktoren könnten aber diesbezüglich von Bedeutung sein, wobei einige potenziell wichtige Faktoren (Temperatur, Verpilzungsrate) im Jahr 2014 keine Auffälligkeiten zeigten:

- Unter Umständen Resultat einer „normalen“ interannuellen Variabilität als ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen.
- Weitere bislang unbekannte Faktoren.

Andere potenzielle Faktoren scheinen 2014 nicht relevant gewesen zu sein:

- Keine deutlichen Hinweise auf den Faktor „pessimale Sauerstoffgehalte“. 2014 wurden im Untersuchungszeitraum kurzfristig ungünstige Sauerstoffbedingungen dokumentiert. Im Jahr 2011 traten dagegen geringe Sauerstoffgehalten von z. T. <3 mg/l im Vergleich häufiger auf, dennoch wurden in diesem Jahr die bisher höchste Ei- und Larvenanzahlen dokumentiert. Das im Jahr 2014 sehr niedrige Abundanz Niveau von Eiern und Larven zeigte sich zudem schon vor den Phasen geringerer O₂-Gehalte.
- Keine deutlichen Hinweise auf besonders ungünstige Nahrungsbedingungen. Die 2014 durchgeführten Untersuchungen ergaben im Vergleich zum Untersuchungsjahr 2013 zwar wesentlich geringere Zooplanktondichten, die jedoch im Vergleich mit anderen Befunden nicht als extreme Minimumwerte zu klassifizieren sind. Allerdings gibt es keine langjährigen Vergleichswerte aus dem unmittelbaren Untersuchungsbereich, da Zooplanktonuntersuchungen im Rahmen der vorliegenden Monitorings erstmals 2013 durchgeführt wurden. Ob und in welcher Weise das gegenüber 2014 geringere Nahrungsangebot die Entwicklung der Fintenlarven beeinflusst haben kann lässt sich hier nicht belastbar beurteilen.
- Keine Hinweise auf den Faktor Unterhaltungsbaggerungen (2011 – 2014). Die ausgewerteten Baggerdaten zeigen, dass eine Unterhaltung mittels Wasserinjektionsverfahren im Hauptreproduktionsgebiet z.T. auch während der sensiblen Laich- und Aufwuchsphase

durchgeführt wurden. Die bisherigen Daten lassen keinen deutlichen Einfluss der Baggertätigkeiten auf die Dichte von Finteneiern und Larven offensichtlich werden.

- Kein Hinweis auf u.U. eine 2014 wesentlich geringere Einwanderung von Laichtieren, dies legen die Ergebnisse im Mai durchgeführter Hamenfänge nahe.

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

8. Hinweise zum Monitoring

Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der Nebenbestimmungen zum Schutz der Finte sind mit dem Monitoring die untenstehenden Ziele zu verfolgen bzw. verschiedene Fragen zu beantworten.

1. Abschätzung einer möglichen Schädigung des Laichs/der Juvenilen durch Unterhaltung.
2. Möglichkeiten zur Ermittlung, ob in dem für die Unterhaltungsmaßnahme vorgesehenen Bereich ein Laichgeschehen stattfindet in Abstimmung mit den zuständigen Naturschutzbehörden der Länder (PFB 4.2.4).
3. Vorschläge für ein langfristiges Monitoring zur Dokumentation der Bestandsentwicklung der Finte.

Das Untersuchungsdesign hat ermöglicht, die räumliche und zeitliche Varianz in hoher Auflösung zu ermitteln, so dass es zu folgenden Aspekten, die im Rahmen der Anordnung 4.2 des PFB aufgeführt bereits deutliche Hinweise gibt:

- a. Feststellung Beginn der Reproduktion – aufgrund Vermeidung maßnahmenbedingter Störungen durch Vergrämung der Laichtiere.
- b. Feststellung Anfang und Ende des Zeitraums mit hoher Fintenei- und -larvendichte. „Sensitiver Zeitraum“ in Bezug auf mögliche maßnahmenbedingte Auswirkungen.
- c. Ermittlung von Hinweisen für eine Beurteilung der (langfristigen) Bestandsentwicklung der Fintenpopulation.
- d. ergänzende Informationen zum Vorkommen im Längsverlauf der Tideelbe.
- e. Hinweise auf mögliche Einflussfaktoren auf Vorkommen und Dichte der Finteneier und Larven

Es erscheint auch möglich, durch eine modellhafte Abschätzung u.a. der Driftwege (Tidewege) die „punktuellen“ Daten (hier Quertransekt bei km 643) auf einen größeren Stromabschnitt zu projizieren, so dass die Abundanzverteilung zu einem gewählten Zeitpunkt räumlich differenziert dargestellt werden kann. Die bisherigen Ergebnisse zeigen dabei Übereinstimmungen aber auch deutliche interannuelle Unterschiede in Bezug auf Laichbeginn und v.a. Dichte der Fintenlaichprodukte. Insbesondere 2014 zeichnete sich von den Vorjahren abweichende abiotische Rahmenbedingungen aus (Wassertemperaturen im Frühjahr, Abflussgeschehen) und v.a. durch deutliche geringere Fintenei- und -larvendichten.

Die oben beschriebene Analyse wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen lediglich exemplarisch mit den Daten eines Probenahmezeitpunktes für die Jahre 2011 – 2013 durchgeführt. Auf eine analoge Analyse mit den Daten aus 2014 wurde verzichtet, da die insgesamt sehr geringen Ei- und Larvenzahlen keine sinnvolle Differenzierung erlauben. Ob und wie belastbar die hier zugrunde gelegten vereinfachten Modellannahmen die räumliche Variabilität der Ei- und

Larvenverteilung im Untersuchungsgebiet tatsächlich abbilden können, ist im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht zu klären. Die Ergebnisse scheinen u.E. aber eine gewisse Plausibilität aufzuweisen.

Literatur

- APRAHAMIAN, M. W., J. L. BAGLINIÈRE, M. R. SABATIÉ, P. ALEXANDRINO, R. THIEL & C. D. APRAHAMIAN, 2003: Biology, status, and conservation of the anadromous atlantic shad *Alosa fallax fallax*. - Am. Fish. Soc. Symp. 35: 103-124.
- ARGE ELBE/FGG ELBE, 2007: Sauerstoffgehalte der Tideelbe. Entwicklung der kritischen Sauerstoffgehalte im Jahr 2007 und in den Vorjahren, Erörterung möglicher Ursachen und Handlungsoptionen. Sachstandsbericht der Wassergütestelle Elbe nach der Abstimmung in der Arbeitsgruppe "Oberflächengewässer" in der Flussgebietsgemeinschaft Elbe. - Hamburg. S. 30.11.2007.
- BERGEMANN, M., 1995: Die Lage der oberen Brackwasserzone im Elbeästuar. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 39 (4/5): 134-137.
- BIOCONSULT, 2006: Untersuchungen zur Reproduktion der Finte (*Alosa fallax fallax*, Lacépède 1803) in der Unterweser. - (Bericht im Auftrag des WSA Bremerhaven) Bremen: 79 S. und Anhang.
- BIOCONSULT, 2015: Vorschlag zur Modifikation des BfN Natura 2000 Bewertungsschemas für die Finte (*Alosa fallax*). Aspekt Zustand Population. - (in Abstimmung) Auftraggeber: BSU Hamburg & LAVES Dez. Binnenfischerei, Hannover, o. S.
- COSTELLO, M., M. ELLIOTT & R. THIEL, 2002: Endangered and rare Species. - In: ELLIOTT, M. & HEMINGWAY (Hrsg.), Fishes in Estuaries. Blackwell Science, Oxford: 217-262.
- DIECKWISCH, B., 1987: Die Verteilung der Fischbrut in der Unterelbe 1985. - (Diplomarbeit) Universität Kiel, 120 S.
- EHRENBAUM, E., 1894: Beiträge zur Naturgeschichte einiger Elbfische (*Osmerus eperlanus* L., *Clupea finta* Cuv., *Acerina cernua* L., *Acipenser sturio* L.). - Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland 1: 54-63.
- EHRENBAUM, E., 1964: Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton, Zoologischer Teil. - Erster Band, Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel und Leipzig: 361-375 S.
- FRICKE, R., 1987: Deutsche Meeresfische. - Bestimmungsbuch. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg: 219 S.
- FRICKE, R., 2004: Fisch des Jahres 2004 - Der Maifisch. - Verband Deutscher Sportfischer e.V. (VDSF), 39 S.
- GERKENS, M. & R. THIEL, 2001: Habitat use of age-0 twaite shad (*Alosa fallax* Lacépède, 1803) in the tidal freshwater region of the Elbe river, Germany. - Bull. Fr. Pêche Piscic. 362/363: 773-784.
- HASS, H., 1969: Unterscheidungsmerkmale dottersackloser Larven von Clupeiformes aus der Unterelbe. - Archiv für Fischereiwissenschaft 20: 22-25.
- IFB, 2008: ITemperatur- und Sauerstoff-Toleranz ausgewählter Wanderfischarten der Elbe. - Studie im Auftrag der Wassergütestelle Elbe, Hamburg: o. S.

- KAUSCH, H., 1996: Die Elbe - ein immer wieder veränderter Fluß. - In: LOZÁN, J. & H. KAUSCH (Hrsg.), Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Parey, Berlin: 43-52.
- KERNER, M., 2007: Effects of deepening the Elbe Estuary on sediment regime and water quality. - Est. Coast. Shelf Sci. 75: 492-500.
- KYLE, H. M. & E. EHRENBAUM, 1929: Teleostei Physostomi, 1. Clupeiformes. - In: GRIMPE, G. (Hrsg.), Die Fische der Nord- und Ostsee. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig: o.S.
- MAGATH, V. & R. THIEL, 2013: Stock recovery, spawning period and spawning area expansion of the twaite shad *Alosa fallax* in the Elbe estuary, southern North Sea. - Endangered Species Research Vol. 20: 109-119.
- MCGOWAN, M. F. & F. H. BERRY, 1983: Clupeiformes: development and relationships. - In: AMERICAN SOCIETY OF ICTHYOLOGIST 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.
- NOLTE, W., 1976: Die Küstenfischerei in Niedersachsen. - Forschungen zur niedersächsischen Landeskunde Bd. 105:
- OESMANN, S. & M. PEZENBURG, 2008: Vorhaben Kraftwerk Stade-Bützfleth - Teilbeitrag Fischlarven. - Gutachten im Auftrag von Electrabel Deutschland AG, 28 S. und Anhang.
- REISE, K., 2005: Coast of change: habitat loss and transformations in the Wadden Sea. - Helgol Mar Res (2005) 59: 9-21.
- RIEDEL-LORJE, J. C., N. MÖLLER-LINDENHOF & B. VAESSEN, 1992: Salzgehalts- und Trübstoffverhältnisse im oberen Brackwassergebiet der Elbe. - ARGE ELBE (Hrsg.) Wassergütestelle Elbe Hamburg, 145 S.
- RUSSELL, F. S., 1976: The eggs and planktonic stages of British Marine Fishes. - Academic Press, London, New York, San Francisco: 534 S.
- SCHOLLE, J., 2011: Status of the Anadromus Twaite Shad (*Alosa fallax*) in Wadden Sea Estuaries - Assessment According to EU Directives. - CWSS Wadden Sea Day, 2011 Wilhelmshaven
- SCHOLLE, J. & B. SCHUCHARDT, 2012: A fish-based index of biotic integrity - FAT-TW an assessment tool for transitional waters of the northern German tidal estuaries. - Coastline reports 2012-18: 1 - 73.
- SCHUCHARDT, B., 1995: Die Veränderung des Tidenhubs in den inneren Ästuaren von Eider, Elbe, Weser und Ems. Ein Indikator für die ökologische Verformung der Gewässer. - Naturschutz und Landschaftsplanung 27 (6), 211-217 S.
- SCHUCHARDT, B., D. BUSCH, M. SCHIRMER & K. SCHRÖDER, 1985: Die aus langfristig geführten Fischereistatistiken rekonstruierbaren Bestandsänderungen der Fischfauna: Ein Indikator für Störungen des Ökosystems. - Natur und Landschaft 60 (11): 441-444.

- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE, S. SCHULZE & T. BILDSTEIN, 2007: Vergleichende Bewertung der ökologischen Situation der inneren Ästuarie von Eider, Elbe, Weser und Ems: Was hat sich nach 20 Jahren verändert? - In: GÖNNERT, G., B. PFLÜGER & J.-A. BREMER (Hrsg.), Von der Geoarchäologie über die Küstendynamik zum Küstenzonenmanagement - Coastline Reports 9. 15-26.
- SCHULZE, S. & M. SCHIRMER 2005: Die Wiederentdeckung der Finte in der Unterweser. - Tagungsbericht 2004 der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) 5 S.
- THIEL, R., A. SEPÚLVEDA, R. KAFEMANN & W. NELLEN, 1995: Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe estuary. - Journal of Fish Biology 46: 47-69.
- THIEL, R., H. WINKLER, U. BÖTTCHER, A. DÄNHARDT, R. FRICKE, M. GEORGE, M. KLOPPMANN, T. SCHAARSCHMIDT, C. UBL & R. VORBERG, 2013: Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Fische und Neunaugen (Elasmobranchii, Actinopterygii & Petromyzontida) der marinen Gewässer Deutschlands - 5. Fassung, Stand August 2013. - Naturschutz und Biologische Vielfalt Band 70 (2): 11-76.
- WESTERNHAGEN, H. V., 1970: Erbrütung der Eier von Dorsch (*Gadus morhua*), Flunder (*Pleuronectes flesus*) und Scholle (*Pleuronectes platessa*) unter kombinierten Temperatur- und Salzgehaltsbestimmungen. - Helgoländer wiss. Meeresunters. 21: 21-102.
- WGE (WASSERGÜTESTELLE ELBE), 2003-2013: Fachinformationssystem (FIS) der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe). Messprogramme der ARGE Elbe (bis 2009) und Messprogramme der FGG Elbe (ab 2009). - <http://fgg-elbe.de/elbe-datenportal.html>,
- WILKENS, H. & A. KÖHLER, 1977: Die Fischfauna der unteren und mittleren Elbe: die genutzten Arten, 1950-1975. - Abhandlungen und Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Hamburg 20: 185-222.

Anhang

Anhang 1: Ausfahrtdaten, Koordinaten, Fangdaten

gesondert in externen Exceltabellen

Anhang 2: Artenspektrum Hamenbefischung 2013

Tab. 26: Hamenbefischung an 4 Fangstationen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel) im Sommer 2014: Artenspektrum.

Fischarten	Brunsbüttel	Glückstadt	Lühesand	Tinsdahl
Abramis brama	x	x	x	
Alosa fallax	x	x	x	x
Anguilla anguilla	x	x	x	x
Aspius aspius	x		x	x
Clupea harengus	x	x		
Clupediae spp.	x	x		
Coregonus oxyrinchus				x
Engraulis encrasicolus	x			
Gasterosteus aculeatus	x	x		x
Gymnocephalus cernuus	x	x	x	x
Lampetra fluviatilis	x	x		
Leuciscus idus				x
Neogobius melanostomus		x		x
Osmerus eperlanus	x	x	x	x
Platichthys flesus	x	x	x	x
Pomatoschistus minutus	x			
Salmo salar	x		x	
Salmo trutta	x	x		
Sander lucioperca	x	x	x	x
Scophthalmus rhombus	x			
Sprattus sprattus	x	x		
Summe	18	14	9	11
Anzahl Hols	4	4	2	4