

Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe

Untersuchung Frühjahr 2012



Auftraggeber:
WSA Hamburg
Hamburg

Dezember 2012

Auftraggeber: WSA Hamburg
Moorweidenstraße 14
20148 Hamburg

Titel: Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenaichprodukten in der
Tideelbe

- Quertransekte km 643 und km 651
- Längstransekt (inkl. Nebeneiben) km 630 bis 680
- Zeitraum Ende April – Anfang Juni 2012

Auftragnehmer: BIOCONSULT
Schuchardt & Scholle GbR

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

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

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

Bearbeiter: Jörg Scholle
Sandra Schulze
Pelle Kursch-Metz
Tim Bildstein
Alke Huber

Datum: Dezember 2012

Inhalt

Zusammenfassung	10
1. Anlass und Zielsetzung	15
2. Betrachtungsraum	17
3. Methodik	20
3.1 Probenahme 2012: Konzeption und Durchführung	20
3.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651	20
3.1.2 Längstransekt km 630 – km 680	24
3.1.3 Unterschiede zu 2011	25
3.2 Auswertung	26
4. Ergebnisse	30
4.1 Abiotische Rahmenparameter	30
4.2 Untersuchung Quertransekte	38
4.2.1 Finteneier	40
4.2.1.1 Zeitliche Verteilungsmuster	40
4.2.1.2 Räumliche Verteilung der Eidichten	47
4.2.1.3 Eistadien	51
4.2.2 Fintenlarven	54
4.2.2.1 Zeitliche Verteilungsmuster	54
4.2.2.2 Räumliche Verteilung	60
4.2.3 Synoptische Betrachtung der Quertransekt-Befunde	65
4.3 Untersuchung Längstransekt	68
4.3.1 Finteneier	70
4.3.2 Fintenlarven	75
5. Zusammenfassende Schlussfolgerung und Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus 2011	82
6. Hinweise für ein weiteres Monitoring	90
Literatur	96
Anhang	99

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 Quertransekt km 643 (rot) und Vergleichsmessstelle (Referenz für Vergleich mit früheren Untersuchungen) bei km 640 (gelb).....	17
Abb. 2:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1- QT 4) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebeneibe (QT 5). Dunkelblau = Fahrrinne	21
Abb. 3:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 - QT 4) bei km 651. Dunkelblau: Fahrrinne.....	21
Abb. 4:	Ringnetzensemble zur Erfassung der Fintenlaichprodukte in der Tideelbe. Konfiguration mit 3 Netzen.....	23
Abb. 5:	Vertikale Anordnung der Ringnetze an den Quertransektstationen (schematische Darstellung).....	24
Abb. 6:	Darstellung der Untersuchungsbereichs „Längsschnitt“ von km 630 – km 680. Lage der Längsschnitt-Stationen (grüne Punkte).....	25
Abb. 7:	Inhalt eines Ringnetzholts (Beispiel, 3.5.2011), gespülte Probe zeigt zahlreiche Finteneier (helle Punkte).....	27
Abb. 8:	Probengefäß für Fischlarven.....	28
Abb. 9:	Entwicklung der Wassertemperatur (° C) bei km 643. Bild: oben Temperaturen oberflächennah, Bild unten: Temperaturen bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 24.4. – 8.6.2011. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.....	30
Abb. 10:	Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) bei km 643. Bild: oben Leitfähigkeit oberflächennah, Bild unten: bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 21.4. – 8.6.2011. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.	31
Abb. 11:	Entwicklung der sohn nahen Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2012. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 24.4. – 6.6.2012. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1. Gelbe Linie: Orientierungswert Sauerstoffminimum, Toleranzgrenze (Eier, Larven) für die unmittelbare Beeinträchtigungen nicht auszuschließen sind.	33
Abb. 12:	Tidephasenabhängige Variabilität der bodennahen Sauerstoffkonzentration (stündlicher Mittelwert) bei km 643 in der Tideelbe (Daten 2012); exemplarisch für 3 ausgewählte Tage. 9.5. – 11.5.2012. Grüner Pfeil: +/-Tidehochwasser; roter Pfeil: +/-Tideniedrigwasser. Rote Linie (LS): „O ₂ -Warnwert (3,5 mg/l)“ (Orientierungswert). 3sigma = 3fache Standardabweichung bezogen auf den 3-Tagesmittelwert (MW), S = hypothetischer Sollwert. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.	34
Abb. 13:	Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohn nahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 1.4. – 20.6. 2012. Datenquelle: WSA Hamburg.	35
Abb. 14:	Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m ³ /s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum 1.4. - 8.6.2012 (hellblau) sowie der Oberwasserabfluss der Vorjahre 2009 - 2011 (Quelle WSA Hamburg).	36
Abb. 15:	Entwicklung der Wassertemperaturen im Frühjahr 2011 und Frühjahr 2012 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg MS D1.....	37
Abb. 16:	Entwicklung der Sauerstoffgehalte im Frühjahr 2011 und Frühjahr 2012 in der Tideelbe. Orange Linie 3,5 mg/l, Grüne Linie 4,5 mg/l. Daten WSA Hamburg Messstelle D1.	37

Abb. 17:	Ei- und Larvendichten an den Quertransekten bei km 643 und km 651 im Zeitraum 24.4. – 8.6.2011. Rote Linie: Ergebnisse der einzelnen Hols aufsteigend angeordnet. Grüne Linie: Normalverteilung des zugrunde liegenden Datensatzes.....	40
Abb. 18:	Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 24.4. April bis 6.6.2012.	41
Abb. 19:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) in der Tideelbe bei km 651 am 9.5. und 22.5.2012.	43
Abb. 20:	Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung.....	43
Abb. 21:	Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 643. Daten 24.4. – 6.6.2012, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.	44
Abb. 22:	Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4). Daten 9.5. – 22.5.2012, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. (dargestellt ohne Extremwert >70.000 Ind./100 m ³ vom 9.5. bei QT 3).	46
Abb. 23:	Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 24.4. – 6.6.2012 in der Tideelbe. Nord = Station QT1; süd-nord = QT 2; süd-mitte = QT 3; süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebelbe.	47
Abb. 24:	Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 651 am 9.5 & 22.5.2012 in der Tideelbe. Nord = Station QT1; süd-nord = QT 2; süd-mitte = QT 3; süd = QT 4. Darstellung ohne möglichem Ausreißerwert bei QT 651/3.....	48
Abb. 25:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen bei QT km 643 im Zeitraum vom 24.4. – 6.6.2012 in der Tideelbe. Daten 2012, gemittelt über Messstelle und Untersuchungskampagnen. Anzahl Messwerte „mitte“ (N = 49) deutlich geringer als in den übrigen Tiefenzonen (jeweils N = 155).	50
Abb. 26:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen bei km QT km 651 am 9.6. & 22.5.2012 in der Tideelbe. Daten 2012, gemittelt über Messstelle und Untersuchungskampagnen. Anmerkung: Ergebnisse von QT 3 (oben, mitte, unten) am 9.5. um Niedrigwasser hier unberücksichtigt wg. möglichem Ausreißerwert.	50
Abb. 27:	Anteil früher Entwicklungsstadien (Ia/Ib) der Finteneier im Untersuchungszeitraum vom 2.5. bis 6.6.2012. Stichproben-Daten Km 643 und km 651; (Anzahl ausgewerteter Finteneier N _{ges} = 761).....	52
Abb. 28:	Anteil späterer Entwicklungsstadien (III-V) der Finteneier im Untersuchungszeitraum vom 2.5. bis 6.6.2012. Stichproben-Daten Km 643 und km 651; (Anzahl ausgewerteter Finteneier N _{ges} = 761).....	52
Abb. 29:	Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m ³) in der Tideelbe bei QT km 643 vom 24.4. – 6.6.2012.	54
Abb. 30:	Fintenlarvenanzahlen (Ind./100 m ³) in der Tideelbe bei QT km 651 vom 9.5. & 22.5.2012.....	56
Abb. 31:	Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen, Daten Quertransekt bei km 643.	57
Abb. 32:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4 & Lühesander NE, N = 6). Daten 9.5. – 22.5.2012, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen.	59
Abb. 33:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 24.4. – 6.6.2012 in der Tideelbe. HNE = QT 5 Hahnöfer Nebelbe.	61
Abb. 34:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) entlang des Quertransekts in der Tideelbe bei km 651 am 9.5. & 22.5.2012.....	62
Abb. 35:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 im Zeitraum vom 24.4. – 6.6.2011.....	63

Abb. 36:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m ³) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 651 am 9.5. & 22.5.2012.....	64
Abb. 37:	Übersicht über Annahmen für eine exemplarische modellhafte Projektion der Quertransektdaten bei km 643/651 vom 8.5./0.5.2012 auf einen größeren Elbabschnitt.....	65
Abb. 38:	Kurzhinweise zum methodischen Vorgehen der räumlichen Projektion punktueller Daten.....	66
Abb. 39:	Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransektdaten (Finteneier). Daten vom 8.5. 2011 (km 643/640 Bild oben) und 8.5/9.5.2012 (km 643/651, Bild unten). Für 2011 unterhalb von km 650 und oberhalb 632 keine Angaben möglich. Für 2012 unterhalb km 656 und oberhalb km 635 keine Angaben mehr möglich.....	66
Abb. 40:	Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransektdaten (Fintenlarven). Daten vom 8.5. 2011 (km 643/640 Bild oben) und 8.5/9.5.2012 (km 643/651, Bild unten). Für 2011 unterhalb von km 650 und oberhalb 632 keine Angaben möglich. Für 2012 unterhalb km 656 und oberhalb km 635 keine Angaben mehr möglich. Die Daten der Hahnöfer Nebeneelbe sind hier nicht berücksichtigt.....	67
Abb. 41:	Ei- und Larvendichten (Ind./100 m ³) aufsteigend angeordnet, Datengrundlage Längstransectuntersuchung (2012) km 630 – km 680 und Nebeneelben. Rote Linie: Ergebnisse der einzelnen Hols aufsteigend angeordnet. Grüne Linie: Normalverteilung.....	70
Abb. 42:	Finteneidichten (Ind./100 m ³ auf Halebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630 – km 680, linkes Bild) sowie in Nebeneelben (rechtes Bild). Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (4.5., 15.5., 30.5.2012) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). (1) HNE = Hahnöfer NE, (2) LÜNE = Lühesander NE, (3) PANE = Pagensander NE, (4) STS = Schwarztonnensand, (5) GSNE = Glückstädter NE; sowie (6) Stichprobe im Unterlauf der Stör. 71	
Abb. 43:	Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Finteneidichte (Ind./100 m ³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebeneelben (rechts). (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE). Hauptstrom N = nördliche Stromseite, S = südliche Stromseite. NE-Messstelle „stromauf“ = Position im stromaufliegenden Abschnitt; Messstelle „unterstrom“ = Position stromabliegender Abschnitt.....	73
Abb. 44:	Finteneidichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (4/5.5.- Bild oben, 14/15.5. - Mitte, und 30/31.5.2012 - unten).....	75
Abb. 45:	Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m ³) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebeneelben (Bild rechts). Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (4./5.5., 14./15.5., 30./31.5.2012) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). (1) HNE = Hahnöfer NE, (2) LÜNE = Lühesander NE, (3) PANE = Pagensander NE, (4) STS = Schwarztonnensand, (5) GSNE = Glückstädter NE; sowie (6) Stichprobe im Unterlauf der Stör. 76	
Abb. 46:	Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebeneelben (rechts). (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE). Hauptstrom N = nördliche Stromseite, S = südliche Stromseite. NE-Messstelle „stromauf“ = Position im stromaufliegenden Abschnitt; Messstelle „unterstrom“ = Position stromabliegender Abschnitt.....	79
Abb. 47:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (4./5.5.- Bild oben, 14./15.5. - Mitte, und 30./31.5.2012 - unten).....	81

Abb. 48:	Mittlere Fintenei- (Bild links) und Larvendichte (Bild rechts; Ind./100 m ³) entlang des Quertransekts bei km 643 für 2011 (Zeitraum 21.4. – 8.6.2011) sowie 2012 (Zeitraum 24.4. – 6.6.2012) in der Tideelbe. X-Achse von links nach rechts: Nord = Station QT1; süd-nord = QT 2; süd-mitte = QT 3; süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebeneelbe.	85
Abb. 49:	Finteneidichten/Hol (Ind./100 m ³) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebeneelben (Bild rechts). Rote Linie Mittelwert 2012, schwarze Linie Mittelwert 2012. Bild rechts: Glückstädter NE: Reihe 1, Pagensander NE; Reihe 2, Schwarztonnensand: Reihe 3, Lühesander NE: Reihe 4; Hahnöfer NE: Reihe 5.	85
Abb. 50:	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 und 2012. A3 = 3. Aprilwoche, ..., M1 = 1. Maiwoche, ..., Ju1 = 1. Juniwoche.	87
Abb. 51:	Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m ³) entlang des Längstransektes (inkl. Nebeneelben, Bild unten) von km 630 - km 680 für 2011 (Zeitraum 21.4. – 8.6.2011) sowie 2012 (Zeitraum 24.4. – 6.6.2012) in der Tideelbe.	101
Abb. 52:	Entwicklung der Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) entlang des Längstransektes (inkl. Nebeneelben, Bild unten) von km 630 - km 680 für 2011 (Zeitraum 21.4. – 8.6.2011) sowie 2012 (Zeitraum 24.4. – 6.6.2012) in der Tideelbe.	103
Tab. 1:	Erfassung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe; Überblick über die Untersuchungstermine im Frühjahr 2012. QT = Quertransekt, LT = Längstransekt, NE = Nebeneelben.	22
Tab. 2:	Vergleich Untersuchungsumfang „Fintenlaichprodukte in der Tideelbe“ 201 (schwarz) vs. 2012 (grün). NE = Nebeneelben. QT = Quertransekt, LT = Längstransekt. + = eine Anzahl zusätzlicher Hols durch eine (nicht beauftragte) anfängliche Beprobung von 3 Tiefenzonen.	26
Tab. 3:	Charakterisierung der verschiedenen Eistadien (nach: VON WESTERNHAGEN 1970).	27
Tab. 4:	Sauerstoff-Tagesmittel (5minütl. Messwerte) differenziert nach oberflächennah und bodennah bei km 643, für ausgewählte Zeitpunkte aus Mai 2012. Daten WSA Hamburg Pegel D1. Vergleich mittels t-Test.	32
Tab. 5:	Übersicht über auffällige, als „Ausreißer“ detektierte Werte (Ind./100 m ³). N*signa = n-faches der Standardabweichung. Rote Werte: ein Messfehler erscheint möglich, aber nicht sicher.	39
Tab. 6:	Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten bei km 643 aus 2012. Rot: signifikant geringere Eidichten gegenüber „blau & grün“.	42
Tab. 7:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.	44
Tab. 8:	Finteneidichten differenziert nach Tidephasen und Probenahmezeitpunkt. Daten Quertransekt km 643, gemittelt über die QT-Messstellen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.	45
Tab. 9:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen) km 651. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten (ohne möglichem Ausreißerwert). * = Mittlere Eidichte (Ind./100 m ³) inkl. möglichem Ausreißerwert)	46
Tab. 10:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten km 643. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten.	48
Tab. 11:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten km 651. * = Mittelwert inkl. möglichem Ausreißerwert >72.000 Ind./100 m ³ (9.5.2012).	49

Tab. 12:	Ergebnisse des parameterfreien Mann-Whitney-Tests. P1 und P2 Signifikanz für einseitige bzw. zweiseitige Fragestellung.	51
Tab. 13:	Entwicklungsstadien der Finteneier differenziert nach Fangdatum auf der Basis der Quertransektdaten bei km 643 sowie bei km 651 (* 9.5. & 22.5.). Zur Definition der Stadien s. Kap.4.1.1.	51
Tab. 14:	Anteil (%) Verpilzungsrate der Finteneier auf der Grundlage von Stichproben im Bereich der QT-Stationen bei km 643 und km 651(*).	53
Tab. 15:	Anteil (%) Verpilzungsrate der Finteneier auf der Grundlage von Stichproben der Längstransektfahrten (km 630 – km 680). Hahn = Hahnöfer NE, Schw = Schwarztonnensand, Lühe = Lühesander NE.	53
Tab. 16:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten (Ind./100 m ³). ** = nicht in Varianzanalyse berücksichtigt.	55
Tab. 17:	Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten km 651.	56
Tab. 18:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).	57
Tab. 19:	Anzahl Fintenlarven (Ind./100 m ³) differenziert nach Tidephase und Probenahmezeitpunkt. Daten Quertransekt km 643 (2012).	58
Tab. 20:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m ³) bei QT km 651 (inkl. Stichprobe Lühesander NE, N = 6) und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen). * = Ergebnisse ohne Lühesander NE.	59
Tab. 21:	Anzahl Fintenlarven (Ind./100 m ³) differenziert nach Tidephase und Probenahmezeitpunkt. Daten Quertransekt km 651 (2012). * = Ergebnisse ohne Lühesander NE.	60
Tab. 22:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m ³) bei QT km 651 Rot/Blau signifikant unterschiedliche Larvenanzahlen.	61
Tab. 23:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m ³) in der Tideelbe bei QT km 651.	62
Tab. 24:	Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten km 643. Rot: signifikant unterschiedliche Larvenanzahlen (Ind./100 m ³).	64
Tab. 25:	Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten km 651 Rot: signifikant unterschiedliche Larvenanzahlen (Ind./100 m ³).	65
Tab. 26:	Übersicht über auffällige Werte (Ind./100 m ³), als „Ausreißer“ detektierte Werte. N*signa = n-faches der Standardabweichung. Rote Werte: ein Messfehler erscheint möglich, aber nicht sicher.	69
Tab. 27:	Statistische Kennwerte zu den Messstellen der Längstransekt-Untersuchung (inkl. Nebeneiben). Hahn = Hahnöfer NE, Lühe = Lühesander NE, Pag = Pagensander NE, STS = Schwarztonnensand, Glü = Glückstädter NE;	76
Tab. 28:	Statistische Kennwerte zu den Finteneidichte (Ind./100 m ³), oben in der Tideelbe bei km 643 differenziert nach Untersuchungszeitpunkt und Untersuchungsjahr (2011 vs. 2012). **** = keine Untersuchung. N = Anzahl der Hols. Vertrauensbereich (95 %), Std. = Standardfehler (5 %).	87

Tab. 29:	Statistische Kennwerte zu den Fintenlarvendichte (Ind./100 m ³) in der Tideelbe bei km 643 differenziert nach Untersuchungszeitpunkt und Untersuchungsjahr (2011 vs. 2012). **** = keine Untersuchung. N = Anzahl der Hols. Vertrauensbereich (95 %), Std. = Standardfehler (5 %). A3 = 3. Aprilwoche, ..., M1 = 1. Maiwoche, ..., Ju1 = 1. Juniwoche....	88
Tab. 30:	Finteneidichten (Ind./100 m ³) differenziert nach Untersuchungsjahr und Probenahmezeitpunkte. Daten Längstransect km 630 – km 680.	99
Tab. 31:	Finteneidichten (Ind./100 m ³) differenziert nach Untersuchungsjahr und Probenahmezeitpunkte. Daten Nebelben 2012. Glü = Glückstädter Nebelbe, Pag = Pagensander NE, STS = Schwarztonnensand, Lühe = Lühesander NE, HNE = Hahnöfer Nebelbe. 2-faktorielle ANOVA (Jahr und saisonaler Zeitraum). Ergebnisse aber zweifelhaft da Varianzgleichheit nicht gegeben	100
Tab. 32:	Fintenlarvendichten (Ind./100 m ³) differenziert nach Untersuchungsjahr (2011 vs. 2012). Daten Längstransect km 630 – km 680 (oben) Nebelben (unten). 2-faktorielle ANOVA (Jahr und saisonaler Zeitraum). Ergebnisse aber zweifelhaft da Varianzgleichheit nicht gegeben.	102

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 erfolgenden Unterhaltungsarbeiten (Baggerungen, Einbringen 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, nach 2011 auch 2012 eine 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. In beiden Jahren standen 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?

Methodik

Im Zeitraum vom 24.4. – 6.6.2012 sind bei km 643 Untersuchungen zum Vorkommen von Fintenlaichprodukten über ein Quertransekt (QT) durchgeführt worden; damit wurde die Hauptreproduktionszeit der Finte zeitlich abgedeckt. In Ergänzung wurde 2012 erstmals auch weiter stromab bei km 651 ein Quertransekt beprobt. Insgesamt wurden bei QT km 643 dabei 8 Untersuchungskampagnen durchgeführt; bei jeder Kampagne sind 5 Stationen zu jeweils 4 Tidephasen beprobt worden. Um Hinweise auf die Vertikalverteilung der Fintenlaichprodukte zu erfassen, wurden 2 Tiefenzonen gleichzeitig untersucht. Die Untersuchung bei QT km 651 entsprach im Prinzip derjenigen bei km 643, allerdings erfolgte bei km 651 nur eine zweimalige Beprobung am 9.5. und 22.5.2012.

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. Insgesamt sind im Untersuchungszeitraum bei km 643/651 etwa 470 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 (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 Station beprobt wurde. Die Untersuchung 2012 schloss die Hahnöfer NE, Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztone sand sowie Glückstädter NE ein. Die Längstransektuntersuchungen sind an 3 Terminen (3./4.5., 14./15.5., 30./31.5.2012) durchgeführt worden. Insgesamt wurden im Rahmen der Längstransektuntersuchung 174 Proben entnommen.

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

Ergebnisse

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

Abiotische Rahmenbedingungen

Die Auswertung der abiotischen Rahmenbedingungen zeigt, dass die Wassertemperaturen 2012 im Untersuchungsgebiet bei QT km 643/651 im April (<10 °C) und auch noch Anfang Mai (<12 °C) vergleichsweise niedrig waren. Erst ab Ende der 1. Maiwoche 2012 erfolgte ein Anstieg bis auf ca. 14 °C bis Mitte Mai. Im Juni erreichten die Wassertemperaturen etwa 20 °C. Im Verlauf des Frühjahrs sank der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) von 900 m³/s (Anfang April) aufgrund einer längeren Trockenphase auf etwa 400 m³/s (Mitte Juni). Die Leitfähigkeiten nahmen im Untersuchungszeitraum (500 µS/cm Anfang April) u.a. in Abhängigkeit vom abnehmenden Oberwasser zu und waren gegen Ende Mai als schwach oligohalin zu bezeichnen (bis >900 µS = ca. >0,8 ppt). Die Sauerstoffbedingungen waren bis Mitte Mai phasenweise durch niedrige Werte (Tagesmittel z.T. <3,5 mg/l) gekennzeichnet, insbesondere ab Ende Mai erhöhte sich der Anteil pessimaler O₂-Tagesmittelwerte von <4 mg/l. Insgesamt wichen die abiotischen Rahmenbedingungen bezogen auf den Untersuchungszeitraum 2012 nicht auffällig von denen der Vorjahre ab.

Fintenlaichprodukte

Im Rahmen der in 2012 durchgeführten Untersuchung konnte zwar eine noch als höher einzuschätzende Eidichte im Bereich bei QT km 643 sowie auch bei QT km 651 festgestellt werden, die aber nicht die Werte aus dem Vorjahr (2011, s.u.) erreichte. Auch 2012 konnten auf Halebene Werte bis zu >10.000 Ind./100 m³. Solche sehr hohen Werte wurden aber nicht häufig erreicht, die Berücksichtigung des 0.95-Quantils (bezogen auf alle erhobenen Einzelmesswerte an einer Messstelle) macht dies deutlich. So lag das 0.95-Quantil für die Finteneianzahlen (QT 643 N_{ges} = 320 Hols) bei ca. 2.670 Ind./100 m³ und bei 1.525 Ind./100 m³ im Untersuchungsbereich QT 651 (N_{ges} = 70 Hols).

Die Larvendichte lag im Vergleich zur Eidichte erwartungsgemäß niedriger. Maximalwerte (einzelne Werte auf Halebene) unterschritten überwiegend deutlich 5.000 Ind./100 m³. In Bezug auf QT km 643 erreichte das 0.95-Quantil einen Wert von 362 Ind./100 m³ und für QT km 651 einen Wert von 318 Ind./100 m³.

Im Vergleich zu den QT-Ergebnissen wurden im Längsverlauf der Tideelbe von km 630 – km 680 an ausgewählten Messstellen im Hauptstrom als auch in den Nebelnelben im Mittel weniger hohe Ei- und Larvendichten dokumentiert. So erreichte das 95 %-Quantil, bezogen auf die Finteneiergebnisse 391 Ind./100 m³(Hauptstrom, N_{ges} = 60) sowie 203 Ind./100 m³ (Nebelnelben N_{ges} = 114) und bezogen auf die Larvendichte 565 Ind./100 m³ (Hauptstrom) bzw. 307 Ind./100 m³ (Nebelnelben).

Finteneier (Quertransekt) wurden im Zeitraum von 24.04.12 – 06.06.12 erfasst. Die Befunde deuten darauf hin, dass in 2012 der Beginn der Laichtätigkeiten auf Ende April/Anfang Mai datiert werden kann, wobei eine erste umfangreiche Eiablage Ende der ersten Maiwoche bei Wassertemperaturen um 12 °C - 13 °C erfolgte. Das Maximum wurde etwa Anfang der 2. Maiwoche (8.5 – 9.5.) verzeichnet. Zu diesem Zeitpunkt erreichten die mittleren Eidichten sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651 >1.600 Ind./100 m³. Ab Ende Mai/Anfang Juni gingen die Eidichten deutlich zurück und in der 2. Juniwoche (06.06.) wurden nur noch wenige Finteneier (im Mittel 1,3 Ind./100 m³) bei QT km 643 (QT km 651 im Juni nicht untersucht) erfasst. Über den Flussquerschnitt war die Verteilung der Eier sehr variabel, so wurden v.a. auf der südlichen Stromseite bzw. nahe Strommitte höhere Anzahlen erfasst. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit lokalen Strömungsmustern. Sehr deutliche Unterschiede wurden im Hinblick auf die Finteneidichte zwischen Hauptstrom (QT km 643) und der Hahnöfer Nebelnelbe nicht dokumentiert.

Im Rahmen der Untersuchung wurde analog zu 2011 ergänzend bzw. teilweise ein modellhafter Ansatz angewendet, der die Daten zu den Eianzahlen (hier nur exemplarisch für Daten vom 8.5.) mit Tidephase und Tideweg verschneidet. Ein solches Vorgehen ermöglichte aus den „Punktdaten“ (hier Quertransektdaten) Hinweise auf die flächenhafte Verteilung der Eier abzuleiten. Die Ergebnisse aus 2012 unterstützen das Ergebnis aus 2011, dass der Hauptreproduktionsbereich zwischen km 640 und km 650 lokalisiert werden kann. Die Ergebnisse deuten aber ebenfalls darauf hin, dass innerhalb dieses Abschnitts örtlich Unterschiede in Bezug auf die Abundanzen von Finteneiern und -larven möglich sind. Der Bereich mit den Abundanzmaxima lag aber sowohl 2011 als auch 2012 um +/- km 645.

Finteneier (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelnelben): Die Untersuchung im Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2012 Finteneier im gesamten Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 nachgewiesen wurden. Generelle Unterschiede zwischen Hauptstrom und Nebelnelben waren dabei nicht augenscheinlich. Lokal unterschiedlich wurden sowohl höhere Anzahlen im Hauptstrom oder in Nebelnelben verzeichnet. Insgesamt lag die mittlere Eidichte (<300 Ind./100 m³) an den Längstransekt-Messstellen (inkl. Nebelnelben) im Vergleich zu den QT-Ergebnissen allerdings niedriger. In diesem Zusammenhang ist aber zu beachten, dass die LT-Messstellen nicht mit der gleichen Intensität beprobt wurden, so erfolgte z.B. während des Zeitraums (9.5.) mit Maxima an den QT-Messstellen keine Längstransektuntersuchung.

Fintenlarven (Quertransekt) wurden im Zeitraum von 2.05.11 – 06.06.12 erfasst. Das Maximum der Larvendichte trat gegen Mitte/Ende Mai (mittlere Dichten/Fangtag um 370 Ind./100 m³) auf und damit später als das Maximum der Eidichte. Ab Ende Mai/Anfang Juni gingen die Larvendichten deutlich zurück. Larven waren gegen Ende der Untersuchung in der 2. Juniwoche aber noch präsent. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven variabel, so wurden v.a. auf der südlichen Stromseite und insbesondere in der Hahnöfer Nebelnelbe (QT5) signifikant höhere Anzahlen erfasst als auf der nördlichen. Möglicherweise besteht hier u.a. auch ein Zusammenhang mit

lokalen Strömungsmustern und/oder durch z.T. aktive Ortswechsel älterer Larven. Anders als für die Finteneidichte dokumentiert, lag die Larvenanzahl im Hauptstrom niedriger (Gesamtmittel: um ca. 60 Ind./100 m³) als in der Hahnöfer Nebeneibe (Gesamtmittel 244 Ind./100 m³).

Auf der Grundlage der synoptischen modellhaften Betrachtung der zeitlichen und der räumlichen Ergebnisse aus 2012 ist die Präsenz höherer Larvendichten (frühe Entwicklungsstadien) - bezogen auf die Daten aus der 2. Maiwoche - zwischen km 643 bis km 650 wahrscheinlich. Anders als im Hinblick auf die Finteneier können höhere Larvenanzahlen aber auch weiter stromauf von km 635 erwartet werden.

Fintenlarven (Längstransekt: Hauptstrom, Nebeneiben): Die Untersuchung über den Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2012 ab Mitte Mai Fintenlarven im gesamten Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 nachgewiesen wurden. Vorkommensschwerpunkt war der Abschnitt von km 645 – km 660. Generelle Unterschiede zwischen Nebeneiben (Gesamtmittel 220 Ind./100 m³) und Hauptstrom (Gesamtmittel 206 Ind./100 m³) waren dabei nicht augenscheinlich. Lokal unterschiedlich konnten sowohl höhere Anzahlen im Hauptstrom oder in Nebeneiben verzeichnet werden.

Fazit

Die in 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 werden kann. Besonders die interannuelle Variabilität ist aufgrund der Vielzahl relevanter Parameter (u.a. Reproduktionserfolg in den Vorjahren; Hydrologie; Witterung und Klima; anthropogene Faktoren) vermutlich hoch und kann nur über wiederholte Untersuchungen eingeschätzt werden. Vor diesem Hintergrund wurde die 2011 durchgeführte Untersuchung in 2012 leicht modifiziert erneut durchgeführt.

Die bisherigen Befunde aus 2011 und 2012 deuten 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.).

Insgesamt konnten bei gewissen Unterschieden 2011/12 weitgehend gleichsinnige Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, räumlich, zeitlich-saisonal) verzeichnet werden. Im Jahresvergleich wurden aber auf quantitativer Ebene auch mehr oder weniger deutliche Unterschiede erkennbar. So lagen v.a. die Fintenlarvenanzahlen 2012 gegenüber dem Vorjahr wesentlich niedriger. Bezogen auf den Gesamtmittelwert bei QT km 643 unterschritten die Larvendichten 2012 diejenigen aus 2011 etwa um den Faktor 4 (2011: ca. 375 Ind./ 100 m³ 2012: ca. 94 Ind./100 m³). Im Hinblick auf die Eidichten wurden 2012 (490 Ind./100 m³) ebenfalls geringere Gesamtmittelwerte verzeichnet als 2011 (798 Ind./100 m³), die Unterschiede waren aber weniger ausgeprägt als diejenigen der Larvenanzahlen. Gründe für die deutlichen quantitativen Unterschiede (insbesondere der Larvendichte) sind auf der derzeitigen Datenbasis nicht abschließend zu benennen. U.a. folgende Faktoren könnten aber diesbezüglich von Bedeutung sein:

- „normale“ Variabilität
- jahresspezifisch veränderliche abiotische Rahmenbedingungen (Wassertemperatur, Oberwasserabfluss, Sauerstoff, etc.)
- u.U. interannuelle quantitative Unterschiede hinsichtlich Einwanderung der Laichtiere
- Mortalitätsrate der Laichprodukte (eingeschränkte Entwicklungsfähigkeit der Eier, Larven)
- Nahrungsangebot
- Weitere Faktoren

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

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 Aufwachshabitat 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, in dem die Sicherung des Bestandes der Finte mit naturnaher Abundanz und Populationsstruktur als Ziel festgelegt wurde. Insbesondere für das Laichareal, das im Bereich des unteren Süßwasserabschnitts (Mühlenberger Loch – bis ca. Lühesand) lokalisiert ist, wird eine Verbesserung des ökologischen Zustandes der Tideelbe angestrebt. Infolge der bestehenden und auch zukünftig intensiven anthropogenen Nutzung (z.B. Schifffahrt mit Unterhaltungserfordernis der Fahrrinne) ist das IBP-Ziel kurzfristig sehr wahrscheinlich nicht zu erreichen. Allerdings ist im IBP ein Bündel von Maßnahmen vorgesehen, das zu einer Stabilisierung bzw. zu einer Verbesserung der derzeitigen Situation beitragen kann. So ist für den Abschnitt Lühesand - Mühlenberger Loch u.a. folgendes aufgeführt:

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

Die 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 Unterhaltungsarbeiten (Baggerungen, Einbringen von Baggeregut) unterliegt. Unklar sind jedoch die Auswirkungen einer solchen Beeinträchtigung auf Populationsebene.

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

Vor diesem Hintergrund war es nach der Eignungsuntersuchung 2011 auch 2012 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 Ende April bis Mitte Juni 2012) im Hauptlaich- und Aufwachsareal bei km 643 und erstmals auch stichprobenhaft bei km 651 entsprechende Untersuchungen vom WSA Hamburg veranlasst. Ergänzend wurden, wie bereits 2011, zur besseren räumlichen Einordnung der Daten, orientierende Befischungen im Längsverlauf von km 630 – km 680 durchgeführt.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisdarstellung der aktuellen Untersuchung, einen kurzen zusammenfassenden Vergleich mit den Ergebnissen aus dem Vorjahr sowie einen Vorschlag für eine zukünftige Monitoringkonzeption. 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 lag 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.

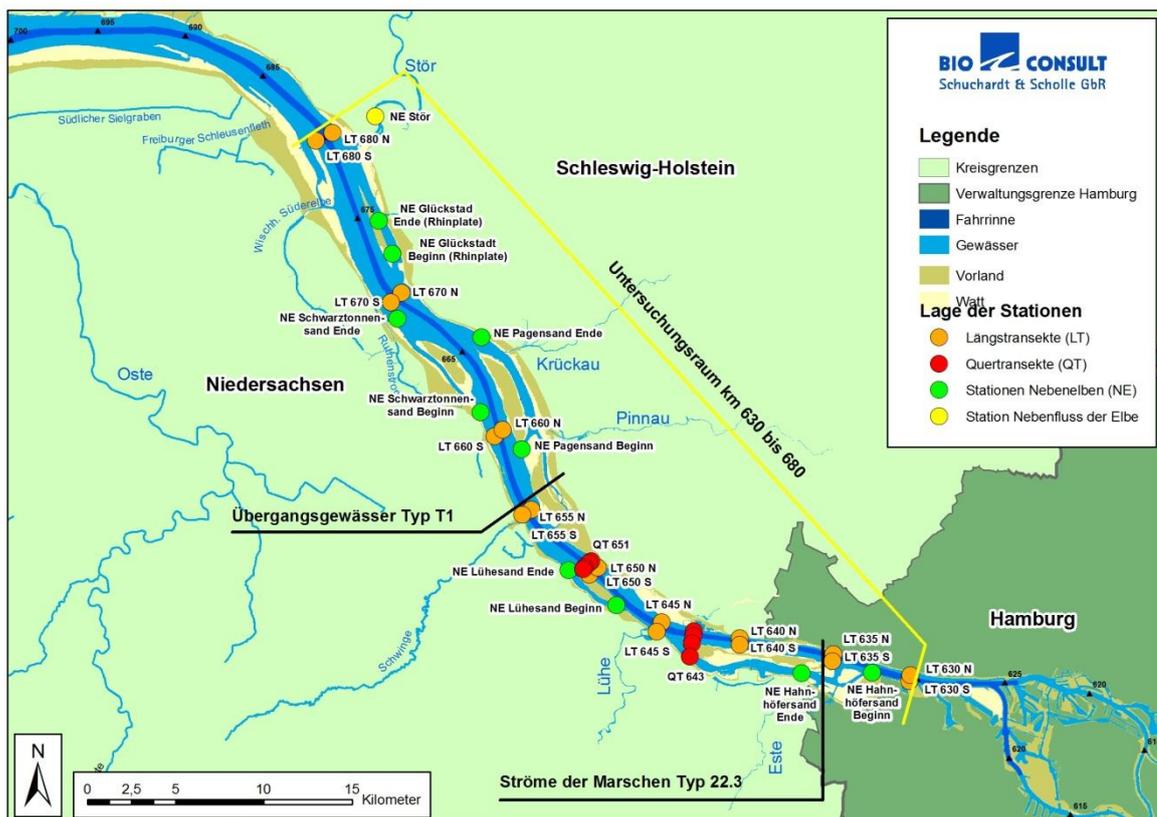


Abb. 1: Übersicht über den Betrachtungsraum von Elb-km 630 – km 680 (gelbe Linie). Lage der Messstellen im Längsschnitt (orange Hauptstrom, grün Nebenelben); Lage der Messstellen bei Quertransekt km 643 (rot) und Vergleichsmessstelle (Referenz für Vergleich mit früheren Untersuchungen) bei km 640 (gelb).

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. Riedel-Lorje et al. 1992, Bergemann 1995, WGE 2004); 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 $<0,5\text{‰}$ von der oligohalinen Zone (0,5 – 5‰), der mesohalinen Zone (5 – 18‰) und der polyhalinen Zone (18 – 30‰) unterschieden. Lage und Ausdehnung dieser Zonen im Ästuar sind sehr stark veränderlich. Im engen Zusammenhang mit dem Salinitätsgradienten steht Lage und Ausdehnung der ästuarinen Trübungszone, die mit dem oberen Bereich des Salzgradienten assoziiert ist (Riedel-Lorje et al. 1992).

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

Die Sauerstoff-Konzentrationen in der Unterelbe sind seit den 1950er Jahren sehr gut dokumentiert (www.arge-elbe.de). 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 2004, 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.

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 Lar-

venstadien 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 2007). 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 2004, 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. Nach Thiel et al. (i. Druck) wird die Fintenpopulation im Bereich der deutschen Nordsee aufgrund einer positiven Bestandsentwicklung aktuell als nicht mehr gefährdet eingeschätzt, wobei allerdings 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 Weser und Elbe rekrutiert (Scholle 2011). Daher sollte die Entwicklung des Fintenbestands auch zukünftig kritisch überprüft werden.

Grundsätzlich hat sich u.a. die Habitatqualität für die Finte in der Elbe durch den sukzessiven Ausbau zur Schifffahrtsstraße gegenüber dem natürlichen Ausgangszustand verändert. Nach verschiedenen Autoren (u.a. Thiel 2008) wird der Mangel an Reproduktions- und Aufwuchsgebieten der frühen Fintenstadien als ein strukturelles Hauptdefizit im Zusammenhang mit dem Fintenbestand hervorgehoben. Vor diesem Hintergrund wurde in Anlehnung an die Methodik nach BfN (2010), unter Berücksichtigung der FFH-relevanten Parameter Populationsgröße, Qualität der relevanten Habitate sowie bestehender Beeinträchtigungen die Fintenpopulation im Elbästuar insgesamt als mittel-schlecht (C) eingestuft (Bioconsult 2010). Inwieweit und ob sich diese Einschätzung vor dem Hintergrund der Neueinschätzung des Fintenbestandes der Nordsee nach der Roten Liste (Thiel et al. i. Druck) zukünftig ändert, ist derzeit noch nicht abzuschätzen.

3. Methodik

3.1 Probenahme 2012: Konzeption und Durchführung

Die in 2012 durchgeführte Untersuchung basierte 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 – km 650+ 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 Fahrinne. Zusätzlich wurden Hahnöfer Nebelbe, Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand sowie Glückstädter NE in die Untersuchung einbezogen.

3.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651

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

Zeitskala:

- ‚Kleinskalig‘ über eine Tide. Ziel ist die Ermittlung der FEL-Dichte im Verlauf der Ebb- und Flutphase. Dazu wurden jeweils 4 Tidephasen (um Hochwasser, um Niedrigwasser, Flutstrom, Ebbstrom) beprobt. 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 Nebeneibe (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) gleichzeitig beprobt.

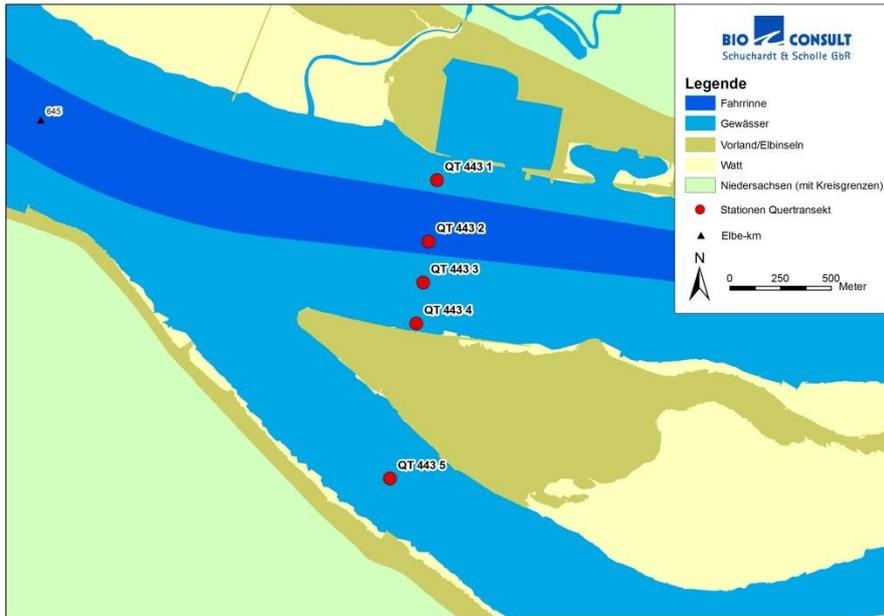


Abb. 2: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1- QT 4) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebeneibe (QT 5). Dunkelblau = Fahrrinne

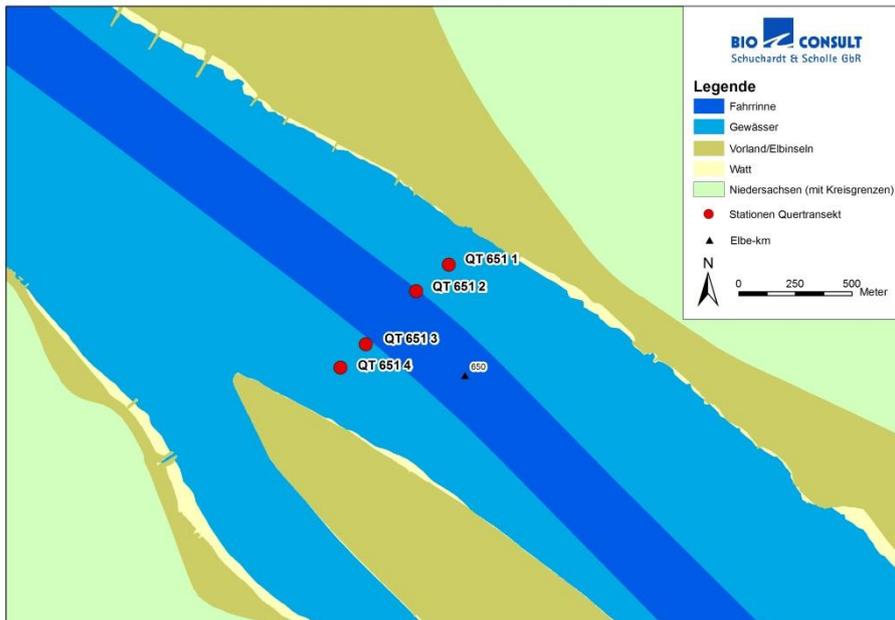


Abb. 3: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 - QT 4) bei km 651. Dunkelblau: Fahrrinne

Die kleinräumige Positionierung der Probenahmestationen innerhalb des Quertransekts richtete sich weitgehend nach den schiffahrtspolizeilichen 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 km 643	QT 1	QT 2	QT 3	QT 4	QT 5
Messstellen bei km 651	QT 1	QT 2	QT 3	QT 4	

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

Untersuchungszeitraum

Die Untersuchung erstreckte sich vom 24.4. – 6.6.2012; damit wird die Hauptreproduktionszeit der Finte zeitlich abgedeckt. Insgesamt wurden bei km 643 (QT) 8 Untersuchungskampagnen in mehr oder weniger wöchentlichen Abständen durchgeführt. Das in 2012 erstmals einbezogene Quertransekt bei 651 wurde im Verlauf des Mai zweimalig beprobt.

Untersuchungen im Längsverlauf der Tideelbe wurden an 3 Terminen an insgesamt 9 Positionen im Hauptstrom (km 630 – km 680) und in 5 Nebenelben im Mai 2012 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 2012. QT = Quertransekt, LT = Längstransekt, NE = Nebenelben

Datum	Transekt	Anzahl Hols (Finteneier)	Anzahl Hols (Fintenlarven)	Stationen
24.04.2012	QT 643	56	40	QT 1 - 5
02.05.2012	QT 643	56	40	QT 1 - 5
3.5/4.5.2012	LT & NE	39 + 24	39 + 24	630 - 680 (N = 9) NE (N = 5)
08.05.2012	QT 643	56	40	QT 1 - 5
09.05.2012	QT 651	52	34	QT 1 - 4
14.5/15.5.2012	LT & NE	38 + 24	39 + 24	630 - 680 (N = 9) NE (N = 5)
16.05.2012	QT 643	40 (30)	40 (30)	QT 1 - 5
21.05.2012	QT 643	40	40	QT 1 - 5
22.05.2012	QT 651	50	36	QT 1 - 4
24.05.2012	QT 643	40	40	QT 1 - 5
29.05.2012	QT 643	40	40	QT 1 - 5
30.5/31.5.2012	LT & NE	36 + 20	39 + 24	630 - 680 (N = 9) NE (N = 5)
06.06.2012	QT 643	40	40	QT 1 - 5

Erfassungsmethodik

Die Beprobung erfolgte 2012 im Regelfall mit 2 (z.T. auch noch mit 3) 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. Auf das Netz in der Mitte der Wassersäule (vgl. Untersuchung 2011) wurde 2012 weitgehend verzichtet. Lediglich bei QT km 643 (1. – 3. Beprobungstermin) wurde auch die mittlere Wassersäule orientierend beprobt. 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 (3) Tiefenzonen gleichzeitig zu beproben (Abb. 5).



Abb. 4: Ringnetzensemble zur Erfassung der Fintenlaichprodukte in der Tideelbe. Konfiguration mit 3 Netzen.

Die Ringnetze wurden durch die Fa. Aqua Research 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 bereits 2011 von Bord des kommerziellen Hamenkutters Luise (Eigner Eberhard Rübcke) durchgeführt worden. Die Exposition der Netze erfolgte über den Schiffsmast mittels Seilwinde (Abb. 4).

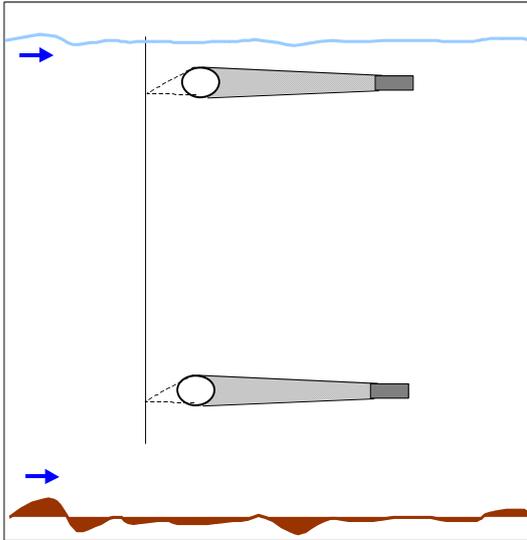


Abb. 5: Vertikale Anordnung der Ringnetze an den Quertransektstationen (schematische Darstellung).

Expositionsdauer und Anzahl der Hols

Die Dauer eines Hols betrug jeweils 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. Insgesamt wurden im Frühjahr 2012 über den Zeitraum von Mitte April bis Anfang Juni im Bereich der Quertransekte bei km 643 ca. 368 Hols und km 651 ca. 100 Hols, also insgesamt ca. 470 Hols, entnommen und ausgewertet.

3.1.2 Längstransekt km 630 – km 680

Ergänzend zur Quertransektuntersuchung wurden 2012 mit der gleichen Methodik (s.o.) insgesamt 2 x 9 Stationen (Nord- & Südseite der Tideelbe) sowie 2 x 5 Stationen in Nebelnelben (stromauf, stromab) im Längsverlauf von km 630 – km 680 beprobt. Damit hat sich 2012 im Rahmen der Längsbeprobung die Anzahl gegenüber 2011 erhöht. Insbesondere im Bereich zwischen km 630 und 650 sowie in der Hahnöfer Nebelnelbe wurden Stationen ergänzt.

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 Nebelnelben in die Untersuchung einbezogen. Die Lage der Messstellen ist Abb. 6 zu entnehmen.

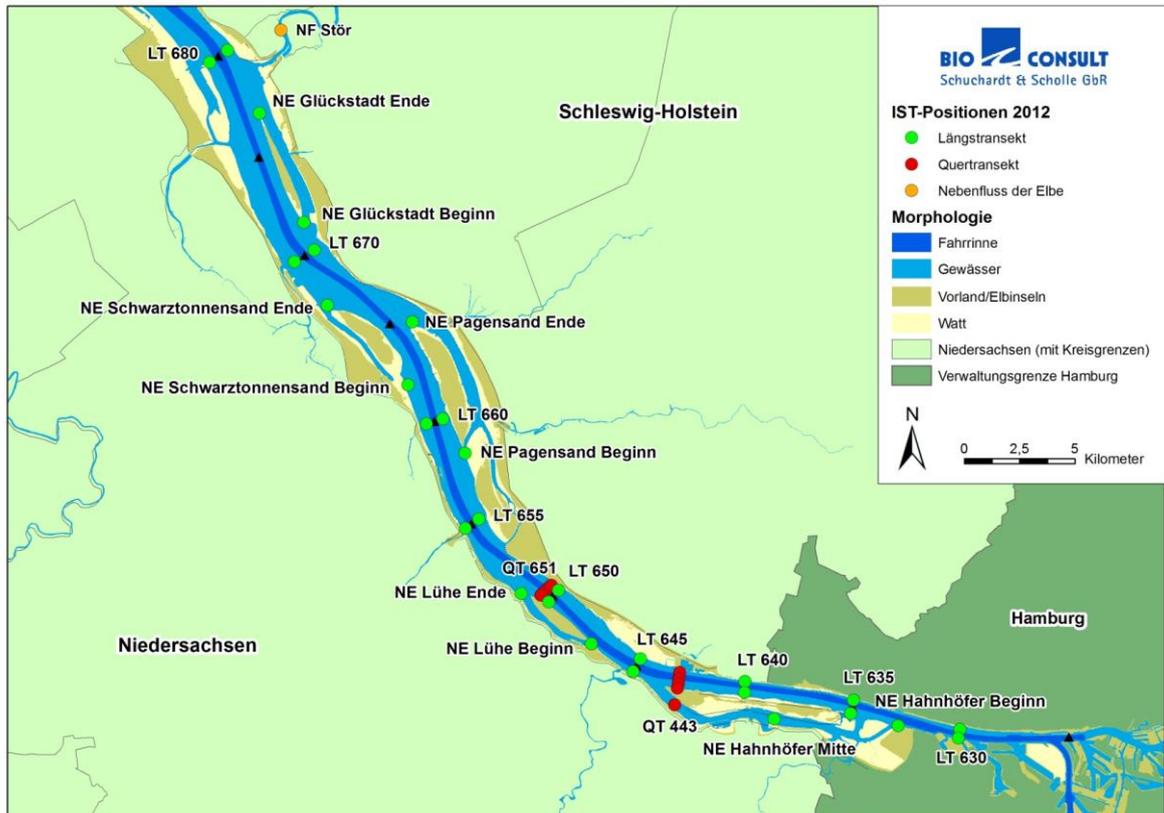


Abb. 6: Darstellung der Untersuchungsbereichs „Längsschnitt“ von km 630 – km 680. Lage der Längsschnitt-Stationen (grüne Punkte).

Wie 2011 wurden die Längstransekt-Stationen in 2 Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. Die Untersuchungen erfolgten an insgesamt 3 Terminen (Anfang Mai, Mitte Mai, Ende Mai; vgl. Tab. 1). Insgesamt wurden 189 Hols entnommen und ausgewertet.

3.1.3 Unterschiede zu 2011

Das Grundkonzept der Untersuchung blieb 2012 unverändert, aber es ergaben sich gegenüber dem Vorjahr gewisse Modifikationen. Insgesamt hat sich die Anzahl der Hols im Bereich des Quertransekts bei km 643 verringert (Tab. 2). Die Reduzierung begründet sich v.a. auf den Verzicht der Beprobung der mittleren Wassersäule, da sich gezeigt hat, dass die relevanten Informationen auch über die Erfassung von 2 Tiefenzonen (oberflächennah / bodennah) generiert werden. Allerdings sind zur Absicherung dieser Einschätzung an den ersten drei Untersuchungsterminen auch 2012 nochmals Proben aus der mittleren Wassersäule entnommen worden (nach Auftrag nicht erforderlich). Weitere Modifikationen betreffen die Untersuchung eines weiteren Quertransekts (QT km 651) sowie die Erhöhung der Stationszahl im Rahmen der Längstransektuntersuchung. Tab. 2 zeigt eine vergleichende Übersicht über den Untersuchungsumfang 2011 vs. 2012.

Tab. 2: Vergleich Untersuchungsumfang „Fintenlaichprodukte in der Tideelbe“ 2011 (schwarz) vs. 2012 (grün). NE = Nebeneiben. QT = Quertransekt, LT = Längstransekt. + = eine Anzahl zusätzlicher Hols durch eine (nicht beauftragte) anfängliche Beprobung von 3 Tiefenzonen

Untersuchungs- bereich	Anzahl Termine	Anzahl Mess- stellen	Anzahl Tide- phasen	Anzahl Tiefen- zonen	Anzahl Hols gesamt
QT km 643_2011	10	5	4	3	600
QT km 643_2012	8	5	4	2(3)	320(+)
Vergleichsstandort km 640_2011	10	2	1	2	40
Vergleichsstandort km 640_2012	nicht beprobt	-	-	-	-
QT km 651_2011	nicht beprobt	-	-	-	-
QT km 651_2012	2	5	4	2 (3)	80+
LT km 630 – 680 2011	3	6 + 4 (NE)	2x1	2	194
LT km 630 – 680 2012	3	9 + 5(NE)	1	2	189

3.2 Auswertung

Aufarbeitung der Fänge

Finteneier: Das jeweilige Fangmaterial wurde über einem Sieb konzentriert und die Finteneier pro Hol komplett vor Ort gezählt. Mittels einer Stichprobe je Quertransekt von maximal 20 Eiern wurden die Entwicklungsstadien der Finteneier entsprechend Tab. 3 bestimmt.

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

Tab. 3: Charakterisierung der verschiedenen Eistadien (nach: VON 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, 3.5.2011), gespülte Probe zeigt zahlreiche Finteneier (helle Punkte).



Abb. 8: Probengefäß für Fischlarven.

Fintenlarven: Nach Aussortierung der Finteneier (Abb. 7) wurde der übrige Fang zur Konservierung in 96 %iges Ethanol überführt (Abb. 8). 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), Mc Gowan & Berry (1983), Russel (1976) und für einige Merkmale auch nach Diekwisch (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 ($N_{ges} = 852$) 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 21.4. – 6.5. entfielen etwa 70 % der Unterprobenentnahme.

Statistische Auswertung

Mittels Varianzanalyse (ANOVA, Kruskal Wallis) wurde geprüft, ob die bei km 643 & 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 Längstransectuntersuchung) wurde der U-Test (Mann-Whitney) verwendet. Es handelt sich um ein parameterfreies Verfahren, das keine bestimmte Verteilungsform der Daten voraussetzt.

Hinweis: *Ergänzend zur univariaten einfaktoriellen Varianzanalyse (post hoc Fisher LSD Test) wurde z.T. auch der parameterfreie H-Test (Kruskal Wallis) genutzt, falls die Voraussetzungen für die einfache Varianzanalyse nicht erfüllt waren. Wo sich die Ergebnisse auf den H-Test beziehen, ist dies im Text entsprechend vermerkt.*

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 1.4. – 30.6.2012. Bei den Daten handelt es sich um 5-minütliche Messwerte.

Wassertemperatur

Im Frühjahr 2012 war die Wassertemperatur noch bis Mitte April z.T. mit $<10\text{ °C}$ im Vergleich zu 2011 niedrig. Gegen Ende April stieg die Wassertemperatur auf etwa 12 °C an. Im Zeitraum der Untersuchung vom 24.4. – 6.6.2012 lag die Wassertemperatur zwischen ca. 10 °C und 20 °C (Abb. 9). Im Vergleich zu 2011 war die Wassertemperatur im April bis etwa Anfang Mai 2012 um ca. 2 °C geringer. Ab etwa der 2. Maiwoche wiesen die Temperaturen vergleichbare Werte auf.

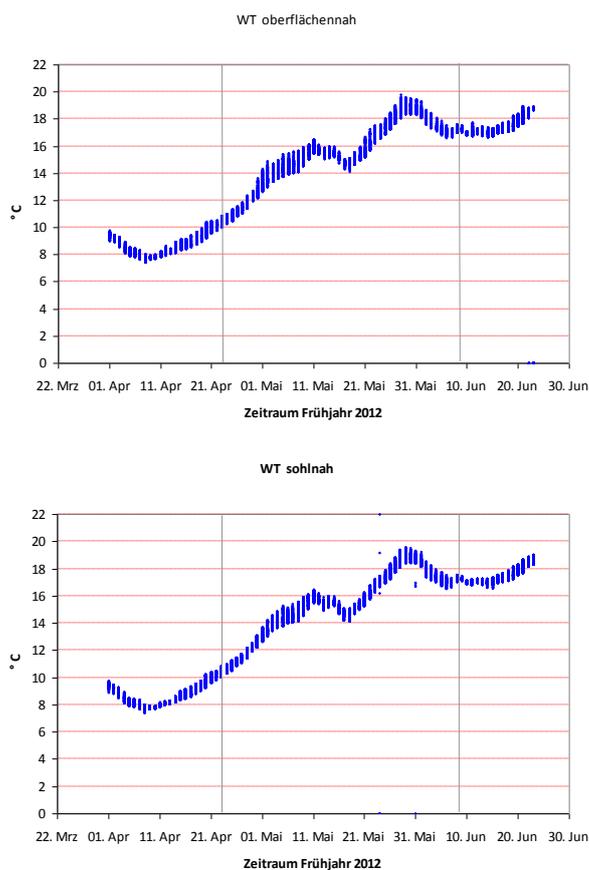


Abb. 9: Entwicklung der Wassertemperatur ($^{\circ}\text{C}$) bei km 643. Bild: oben Temperaturen oberflächennah, Bild unten: Temperaturen bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 24.4. – 8.6.2011. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.

Es wird auch deutlich, dass die oberflächennahen und bodennahen Temperaturen nur wenig unterschiedlich waren (Abb. 9 oben, unten). Dies gilt auch im Hinblick auf die Tidephase. Die Unterschiede innerhalb eines Tages betragen z.B. Anfang bis Mitte April um <1 °C. Solche tageszeitlichen Unterschiede werden durch die „Spannweite“ der Temperaturganglinie veranschaulicht.

Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit zeigt einen vergleichsweise deutlichen Anstieg von Anfang April bis Anfang Juni 2012 von ca. 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf etwa 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Im Untersuchungszeitraum vom 24.4. – 6.6.2012 lagen die Werte zwischen 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (s. Abb. 10). Der generelle Anstieg und die Erhöhung der tidebedingten Spannweite sind wohl in Zusammenhang mit dem Oberwasserabfluss der Elbe zu sehen, der im Verlauf des Frühjahrs zurückging (s.u.).

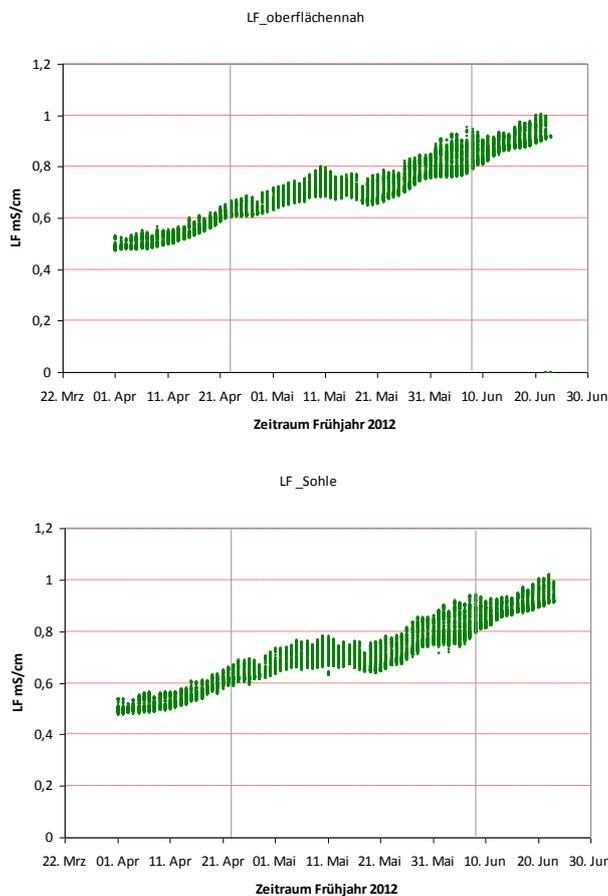


Abb. 10: Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) bei km 643. Bild: oben Leitfähigkeit oberflächennah, Bild unten: bodennah. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintelaichuntersuchung vom 21.4. – 6.6.2011. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.

Die oberflächennahen und bodennahen LF-Werte waren nur wenig unterschiedlich (Abb. 10), wobei die Leitfähigkeit bodennah (max. bis zu 1.021 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kaum höher lag als oberflächennah (max. bis zu 1.005 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Ähnliches gilt auch im Hinblick auf die Variabilität der Leitfähigkeit im Tideverlauf. So unterschieden sich die Leitfähigkeiten im Untersuchungszeitraum zwischen

Tidehoch- und -niedrigwasser um bis zu 200 μS im Maximum. Solche tidebedingten Unterschiede werden durch die „Spannweite“ der Leitfähigkeitsganglinie veranschaulicht (Abb. 10).

Sauerstoff

Die folgende Auswertung fokussiert auf die bodennah ermittelten Sauerstoffwerte. Oberflächennahe Werte liegen - möglicherweise aufgrund eines Sondenausfalls – nur für einen begrenzten Zeitraum vor, so dass im Folgenden auf eine Darstellung verzichtet wurde. Stichprobenhafte Vergleiche (Messwerte vom 5.5. und 6.5) zeigten aber, dass vertikal, zwischen Oberfläche und Sohle, keine ausgeprägten O_2 -Unterschiede vorlagen (Tab. 4).

Tab. 4: Sauerstoff-Tagesmittel (5minütl. Messwerte) differenziert nach oberflächennah und bodennah bei km 643, für ausgewählte Zeitpunkte aus Mai 2012. Daten WSA Hamburg Pegel D1. Vergleich mittels t-Test.

Variable:	O2-mg/l 5.5. & 6.5.2012				
Gruppirt nach:	Tiefe				
	N-Messungen	Mittelwert mg/l	Std.Abw.		
bodennah	576	5,03	0,34		
oberflächennah	576	5,06	0,33		
<i>Varianzschätzung</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F.G.</i>	<i>P</i>
<i>Signifikanz</i>	1,05532	0,51876	-0,14838	1150	0,88206

Im Untersuchungszeitraum vom 24.4. – 6.6.2012 lagen die Sauerstoffgehalte im Tagesmittel zwischen ca. 7,4 mg/l (bis Ende April) und 5,4 mg/l um Anfang Juni. Insbesondere für Mai ist eine ausgeprägte Variabilität der O_2 -Gehalte zu erkennen. So wechselten sich Phasen mit höheren und geringeren O_2 -Gehalten ab. Bereits ab Mitte April ist die Sauerstoffkonzentration deutlich rückläufig. Ein erstes vergleichsweise ausgeprägtes Minimum ist um den 11. Mai zu erkennen. In dieser Phase, in der auch hohe Vorkommen von Finteneiern und –larven vorhanden waren (s.u.), unterschritten die Tagesmittelwerte 4 mg/l. Einzelne Tagesmesswerte lagen dabei <3,5 mg/l. Nach einem Anstieg ab Mitte Mai auf bis zu ca. 7 mg/l ist dann, bei sehr hoher täglicher Variabilität, gegen Ende Mai ein zweites Minimum während des Untersuchungszeitraumes (Mitte April bis Anfang Juni) zu erkennen (Abb. 11).

In ‚Sonderaufgabenbereich Tideelbe‘ (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. Insbesondere andauernde Phasen mit Werten <3,5 mg/l können u.U. als Beeinträchtigung für Fische betrachtet werden (vgl. Turnpenny et al. 2006). Dies gilt vermutlich auch für länger andauernde Phasen mit Werten die zwar 3,5 mg/l nicht unterschreiten, aber deutlich unter dem oben eingeschätzten Optimalwert liegen. Wie ausgeprägt allerdings mögliche Effekte (geringere Vitalität bzw. höhere Mortalität, langsames Wachstum etc.) sein könnten, ist im Rahmen des vorliegenden Basisberichtes nicht vertieft betrachtet worden.

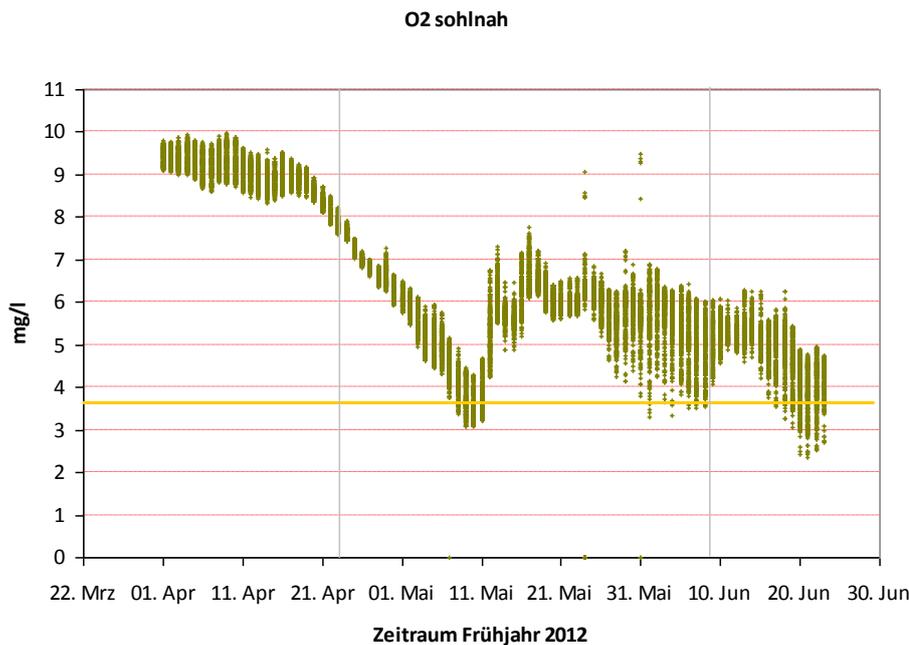


Abb. 11: Entwicklung der sohnnahen Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2012. Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung vom 24.4. – 6.6.2012. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1. Gelbe Linie: Orientierungswert Sauerstoffminimum, Toleranzgrenze (Eier, Larven) für die unmittelbare Beeinträchtigungen nicht auszuschließen sind.

Abb. 11 veranschaulicht zudem die Schwankungsbreite der Sauerstoffkonzentration innerhalb eines 24h-Zyklus mit bis zu $>3,5$ mg/l. Um diesen Aspekt deutlicher hervorzuheben, wurde auf der Grundlage stündlicher Mittelwerte der „Tagesgang“ (24h) für 3 ausgewählte Tage (9.5. – 11.5.) ermittelt (Abb. 12). Auf dieser Betrachtungsebene ergeben sich folgende Befunde:

- Die bereits oben benannte pessimale Sauerstoffkonzentration um Mitte Mai
- Der Orientierungswert für eine Mindestkonzentration (3,5 – 4 mg/l, s. Hinweis oben) wird in dieser Phase im Tagesgang z.T. unterschritten.
- Die Variabilität innerhalb eines 24h-Zyklus steht auch in Zusammenhang mit der Tidephase. So wurden O₂-Maxima bei km 643 in dieser Phase immer um Tidehochwasser verzeichnet. Die Befunde deuten an, dass vor Mitte Mai geringere Sauerstoffwerte eher oberhalb von km 643 „entstanden“ sind, da die Minima um Tideniedrigwasser und die höheren Sauerstoffwerte um die Tidehochwasser verzeichnet wurden (vgl. Abb. 12). Gründe für diese Befunde sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht herauszufiltern. Denkbar wäre aber ein Zusammenhang mit Oberwasserabfluss und Wassertemperatur. Wie 2011 für den Zeitraum Ende April – Anfang Mai festgestellt, können bei höherem Oberwasserabfluss und geringeren Wassertemperaturen auch Sauerstoffminima stromab von km 643 entstehen.

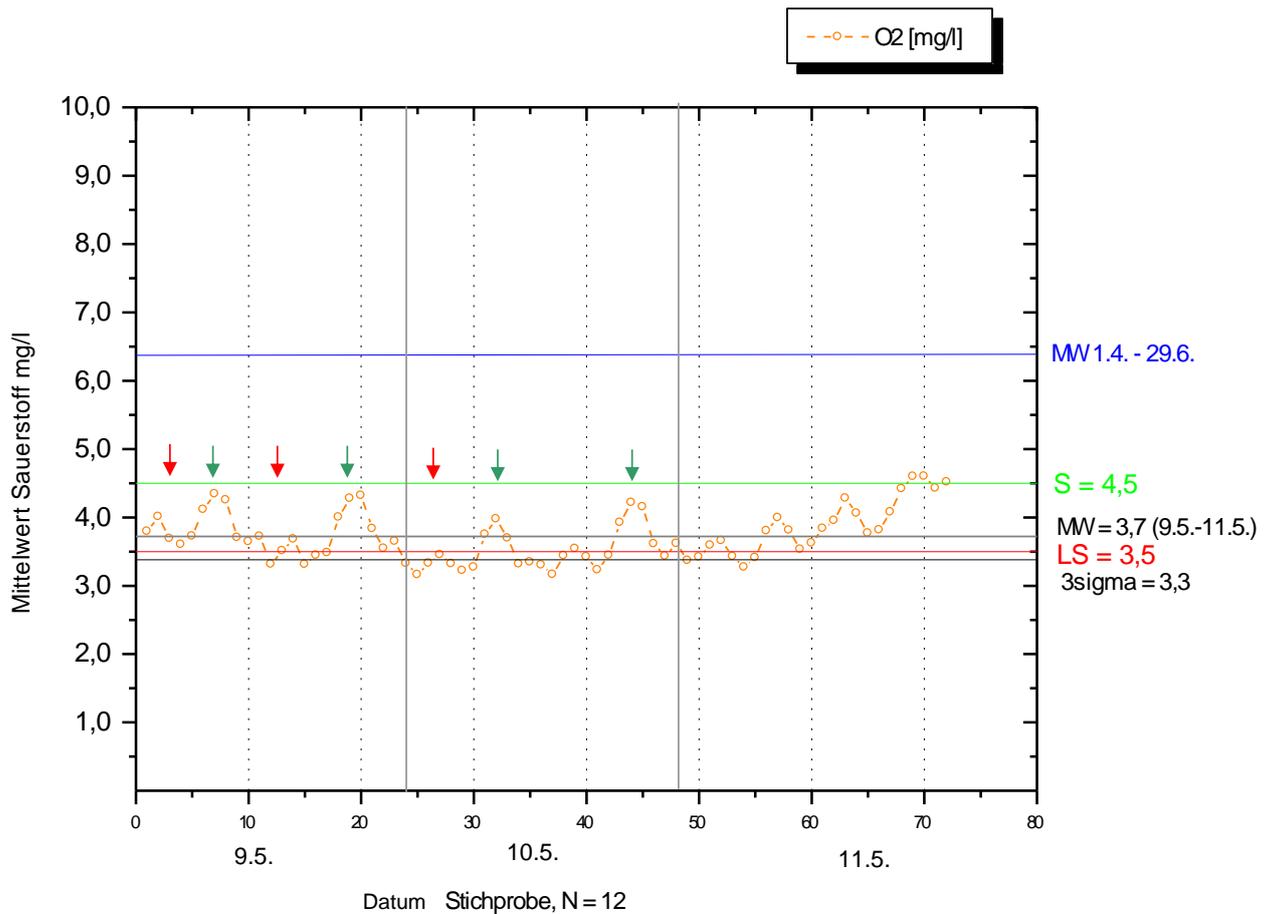


Abb. 12: Tidephasenabhängige Variabilität der bodennahen Sauerstoffkonzentration (stündlicher Mittelwert) bei km 643 in der Tideelbe (Daten 2012); exemplarisch für 3 ausgewählte Tage. 9.5. – 11.5.2012. Grüner Pfeil: +/- Tidehochwasser; roter Pfeil: +/- Tideniedrigwasser. Rote Linie (LS): „O₂-Warnwert (3,5 mg/l)“ (Orientierungswert). 3sigma = 3fache Standardabweichung bezogen auf den 3-Tagesmittelwert (MW), S = hypothetischer Sollwert. Datenquelle WSA Hamburg, Pegel D1.

Strömung

Die Strömungsgeschwindigkeiten variieren mit der Tidephase sowie saisonal (Abb. 13). Während des Flutstroms erreichte V_{\max} Werte bis ca. 120 - 140 cm/s, während der Ebbstromphase lag die maximale Strömungsgeschwindigkeit überwiegend <80 cm/s.

Gewisse Unterschiede zeigen sich auch im Vergleich der oberflächennahen und sohnahen Strömungsgeschwindigkeiten, dabei wurden im Mittel höhere Werte oberflächennah ermittelt. So lag die mittlere Strömungsgeschwindigkeit (über beide Tidephasen) bezogen auf den Zeitraum 1.4. – 20.6.2012 oberflächennah bei 65,4 cm/s und sohnah bei 43,6 cm/s (Daten WSA Hamburg, 5-Minuten-Messwerte, N = >25.000).

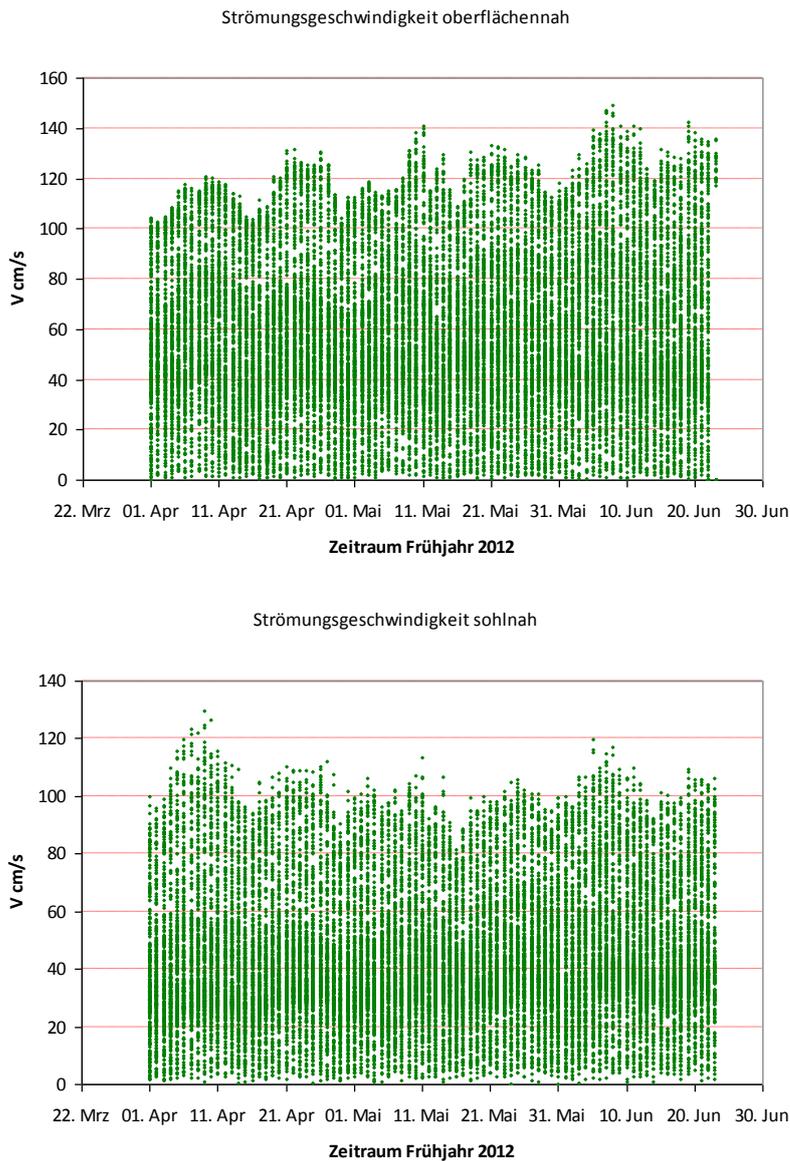


Abb. 13: Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohlnahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 1.4. – 20.6. 2012. Datenquelle: WSA Hamburg.

Oberwasserabfluss

Im Zeitraum von Anfang April bis Anfang Juni 2012 ging der Oberwasserabfluss bezogen auf den Pegel Neu Darchau von ca. 950 m³/s Anfang April auf <380 m³/s Anfang Juni zurück. Im Untersuchungszeitraum (24.4. – 6.6.2012) reduzierte sich der Oberwasserabfluss von etwa 600 m³/s auf ca. 300 m³/s (Abb. 14).

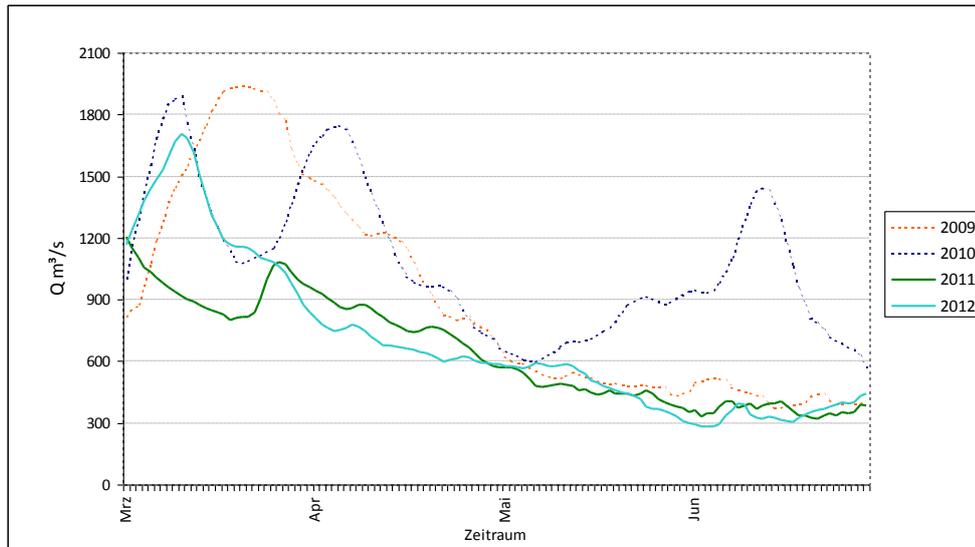


Abb. 14: Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m^3/s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum 1.4. - 8.6.2012 (hellblau) sowie der Oberwasserabfluss der Vorjahre 2009 - 2011 (Quelle WSA Hamburg).

Vergleich mit den Vorjahren

Im Frühjahr sind i.d.R. die Abflussmaxima zu erwarten. In 2006 wurde ein sehr hoher Abfluss mit $>3.500 \text{ m}^3/\text{s}$ verzeichnet, im Jahr 2009 lag der Abfluss bei ca. $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Abb. 14). Im Zeitraum 2005 – 2009 variierten die Abflüsse zwischen Januar – Juni von $>1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (frühes Frühjahr) und $>500 \text{ m}^3/\text{s}$ im Frühsommer. Die Daten aus 2012 (bezogen auf April – Juni) entsprechen in etwa den Bedingungen von 2011 bzw. 2009 und sind bezogen auf die vergangenen 6 Jahre damit eher unterdurchschnittlich. Für 2010 zeigte sich im Mai ein sehr hoher Oberwasserabfluss, der das Frühjahrsmaximum von 2012 erreicht bzw. das von 2011 sogar überschreitet. Aufgrund der insgesamt aber eher geringeren bis moderaten Unterschiede ist das Frühjahr 2012 bezogen auf den Oberwasserabfluss nicht als ein (besonderes) Ausnahmejahr einzustufen (Abb. 14).

Im Hinblick auf die Temperatur und Sauerstoffentwicklung ist für das Frühjahr 2012 eine ähnliche Entwicklung erkennbar (Abb. 15), wie sie auch für das Frühjahr (April – Juni 2011) dokumentiert ist. Jedoch lagen die Wassertemperaturen im April 2012 (z.T. noch deutlich $<10 \text{ }^\circ\text{C}$) im Vergleich zum Vorjahr ($>12 \text{ }^\circ\text{C}$) bis zum Beginn der 2. Maiwoche um etwa $2 \text{ }^\circ\text{C}$ niedriger. Die Wassertemperaturen steuern auch den Beginn der Laichaktivitäten. Ob allerdings die Temperatur der alleinige Faktor ist, der den Beginn der Laichphase auslöst, kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht geklärt werden.

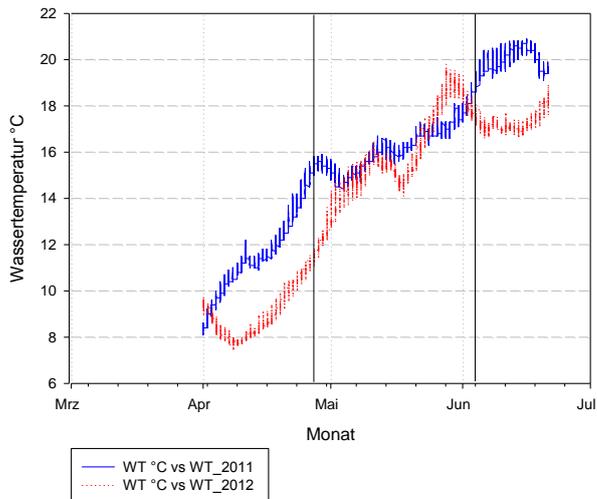


Abb. 15: Entwicklung der Wassertemperaturen im Frühjahr 2011 und Frühjahr 2012 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg MS D1.

Die Sauerstoffentwicklung im Frühjahr entsprach 2011 sowie 2012 ebenfalls weitgehend derjenigen der Vorjahre. So wurden auch im Zeitraum 2005 – 2009 bis Ende April /Anfang Mai jeweils vergleichsweise höhere Werte (>5 mg/l) festgestellt. Ein deutlicher Rückgang der O₂-Konzentration erfolgte dann ab um Mitte Mai mit z.T. anhaltenden geringeren Sauerstoffgehalten während des Junis. Bezogen auf die letzten Jahre bzw. 2011 erscheint die Sauerstoffsituation 2012 nicht auffällig anders. Pessimale Werte traten in beiden Jahren während der Hauptreproduktionsphase (Mai) auf, wengleich zeitlich nicht vollständig deckungsgleich. Ab etwa Anfang Juni war die Sauerstoffsituation 2012 weniger ungünstig als im Vorjahr (Abb. 16).

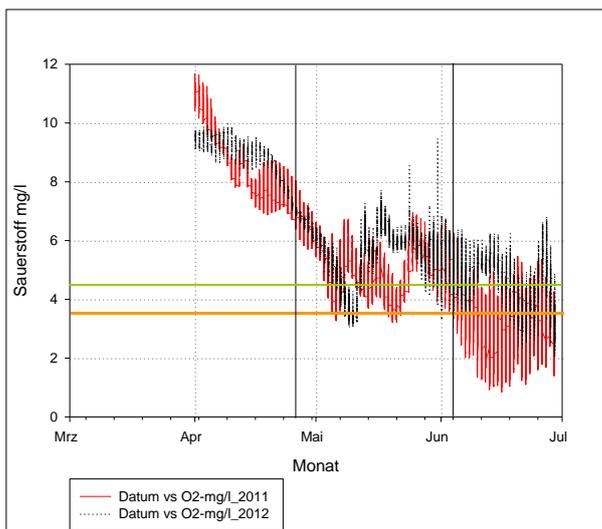


Abb. 16: Entwicklung der Sauerstoffgehalte im Frühjahr 2011 und Frühjahr 2012 in der Tideelbe. Orange Linie 3,5 mg/l, Grüne Linie 4,5 mg/l. Daten WSA Hamburg Messstelle D1.

Im interannuellen Vergleich mit 2011 zeigen sich hinsichtlich der Entwicklung der Leitfähigkeitswerte, bezogen auf den Betrachtungszeitraum, keine auffälligen Unterschiede. Die in 2012 festgestellte Schwankungsbreite von 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ – 950 $\mu\text{s}/\text{cm}$ entspricht auch etwa derjenigen von 2005 – 2009 (Messstelle Grauer Ort). Wobei davon auszugehen ist, dass bei Grauerort (km 660) die Leitfähigkeit bereits generell etwas höher liegt als bei km 643.

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). 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 $\text{Ind.}/100 \text{ m}^3$ standardisierten Daten, verschiedene sehr hohe Ei- und Larvendichten als Ausreißer detektiert wurden (Ausreißertest). Mögliche Fehlerquellen sind hier eine fehlerhafte Bestimmung des durchfilterten Wasservolumens oder u.U. auch ein unterprobenbedingter Umrechnungsfehler.

Tab. 5 zeigt eine Übersicht über solche auffälligen Werte. Aus einem Vergleich mit den durchfilterten Wasservolumina aus den jeweiligen Parallelproben einer Messstelle lassen sich u.U. Hinweise auf eine fehlerhafte Volumen-Messung ableiten. Letzteres wäre für die am 8.5. und am 21.5. an QT5 - km 643 (Finteneier) sowie QT1 – km 643 (Larven) nicht auszuschließen. Allerdings wiesen einzelne an dieser Messstelle zur gleichen Zeit entnommene Parallelproben ähnliche Wasservolumina auf, ohne dass die assoziierten Ei- oder Larvendaten statistisch als Ausreißer ermittelt wurden. Daher wurden diese als „mögliche“ Ausreißer detektierten Werte im Rahmen der vorliegenden Auswertung nicht ausgeschlossen, da die Hinweise auf Fehlerquellen nicht eindeutig abzuleiten waren.

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.

Variable: Ei Eizahl Ind m ³ 2012						
Fall-Nr.	Messtelle	Datum	mögl. Ausreißerwert	n*Sigma	P	Hinweis auf Fehler über Filtervolumen
108	QT 3 - km 643	2.5.	16.430,8	8,97	0,00	nein
127	QT 5 - km 643	8.5.	12.727,7	6,88	0,00	möglich
130	QT 1 - km 643	8.5.	7.803,4	4,11	0,01	nein
133	QT 2 - km 643	8.5.	10.012,5	5,36	0,00	nein
160	QT 2 - km 643	8.5.	8.222,1	4,35	0,00	nein
161	QT 2 - km 643	8.5.	13.974,5	7,59	0,00	nein
203	QT 2 - km 643	16.5.	7.775,5	4,10	0,01	nein
205	QT 3 - km 643	16.5.	7.241,8	3,80	0,03	nein
33	QT 3 - km 651	16.5.	72.591,3	9,8	0,0	möglich
Variable: Larven Ind. * 100 m ³						
Fall-Nr.	Messtelle	Datum	mögl. Ausreißerwert	n*Sigma	P	Hinweis auf Fehler über Filtervolumen
217	QT 1 - km 643	16.5.	8.807,1	16,4	0,0	möglich
57	QT 3 - km 651	22.5.	1.208,9	6,5	0,0	nein
63	QT 5 - km 651	22.5.	1.197,7	6,5	0,0	nein

Abb. 17 zeigt die aufsteigend angeordneten Abundanzdaten (Finteneier und -larven). Es wird ersichtlich, dass 2012 ca. 50 % der Hols bei km 643 <1 Ind./100 m³ (Eier und Larven) aufwiesen. An der Quertransekt-Messtelle km 651 war der Anteil mit ca. 25 % nur etwa halb so groß. Diese Unterschiede werden jedoch im Wesentlichen dadurch erklärt, dass die Untersuchung bei km 651, anders als bei km 643, ausschließlich um Mitte/Ende Mai durchgeführt wurde. In diesem Zeitraum ist eine höhere Stetigkeit und eine höhere Eidichte zu erwarten. Das QT km 643 umfasst dagegen auch den Beginn sowie das Ende Reproduktionsphase ohne hohe Finteneivorkommen.

Etwa 75 % bzw. 60 % der Hols bei QT km 643 und QT km 651 wiesen Eidichten <100 Ind./100 m³ auf; 10 % der Messwerte (einzelne Messstellen) entfielen auf Dichten >1.000 Ind./100 m³

Ein ähnliches Bild zeigte sich für die Larven. Allerdings wurden in 50 % bei km 643 und km 651 Larvendichten < 1 Ind./100 m³ verzeichnet; ca. 80 – 85 % der Fänge wiesen Fintenlarvendichten <100 Ind.*100 m² auf. Abundanzen >1.000 Ind./100 m³ wurden 2012 nur in geringer Anzahl dokumentiert. So lagen >99 % der Fänge unterhalb dieses Wertes (Abb. 17). Die Abbildungen verdeutlichen auch die singuläre Stellung der sehr hohen und als mögliche Ausreißer detektierten Werte.

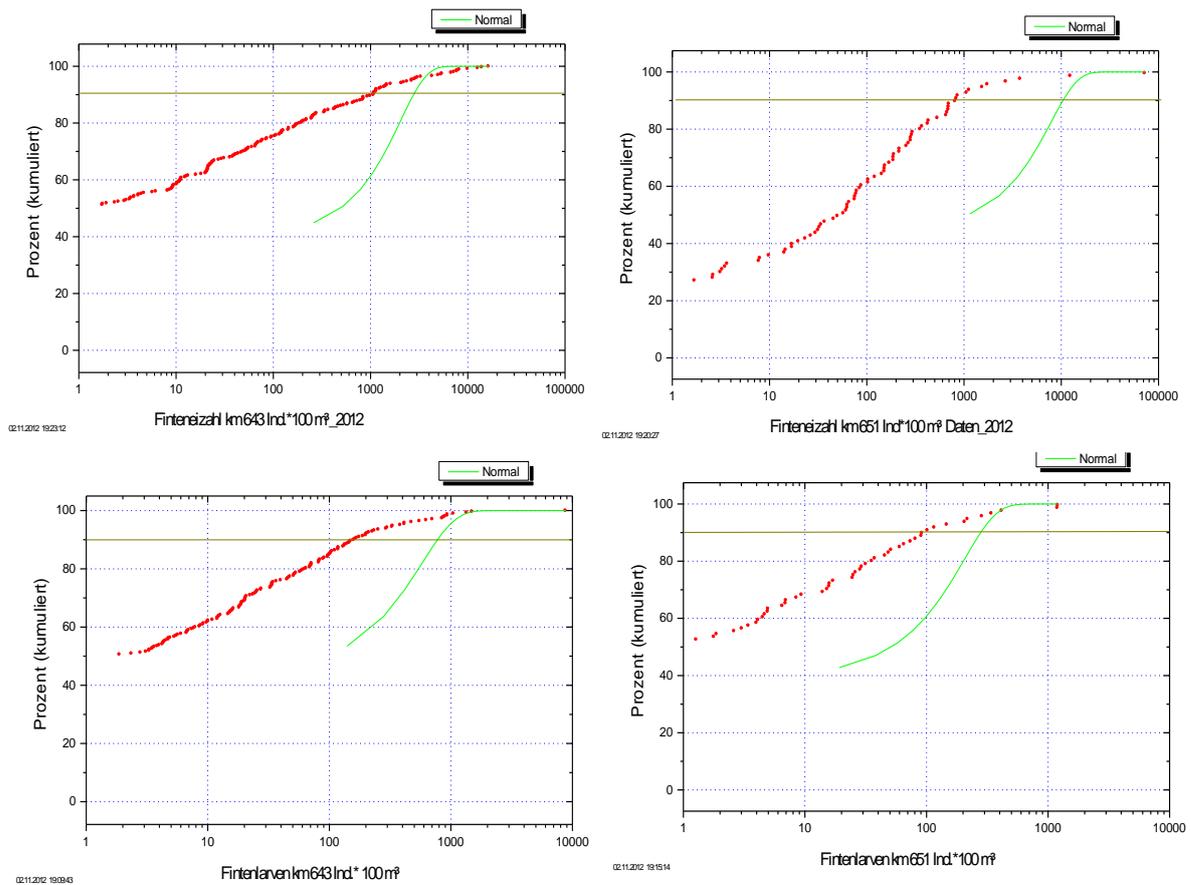


Abb. 17: Ei- und Larvendichten an den Quertransekten bei km 643 und km 651 im Zeitraum 24.4. – 8.6.2011. Rote Linie: Ergebnisse der einzelnen Hols aufsteigend angeordnet. Grüne Linie: Normalverteilung des zugrunde liegenden Datensatzes.

4.2.1 Finteneier

4.2.1.1 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 24.04.12 – 06.06.12 erfasst (Abb. 18). Die Ergebnisse zeigen, dass am 24.4. Finteneier, nur vereinzelt (im Mittel 0,1 Ind./100 m³) erfasst werden konnten. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen allerdings um lediglich 10 °C; die geringe Eidichte steht mit der noch niedrigen Wassertemperatur in ursächlichem Zusammenhang.

Die am 24.4. erfassten Eier (N = 2) befanden sich im Entwicklungsstadium I. Das Alter der Eier kann auf ca. 1 – 2 Tage geschätzt werden. Vor diesem Hintergrund ist anzunehmen, dass der Beginn der Reproduktionsphase 2012 nach Mitte/Ende April datiert werden kann.

Bereits ab dem zweiten Fangtermin (Anfang Mai) konnten bei Wassertemperaturen um 12 °C vergleichsweise hohe Eidichten von durchschnittlich 792 Ind./100 m³ dokumentiert werden. Möglicherweise handelte es sich dabei um den Beginn umfangreicherer Laichaktivitäten. Eine solche Annahme wird durch die Tatsache unterstützt, dass zu diesem Zeitpunkt fast keine Fintenlarven erfasst wurden (s. Kap. 4.2.2.1). Bei nennenswerten Laichaktivitäten deutlich vor Ende April, wäre eine höhere Anzahl an Larven in den Fängen wahrscheinlich gewesen.

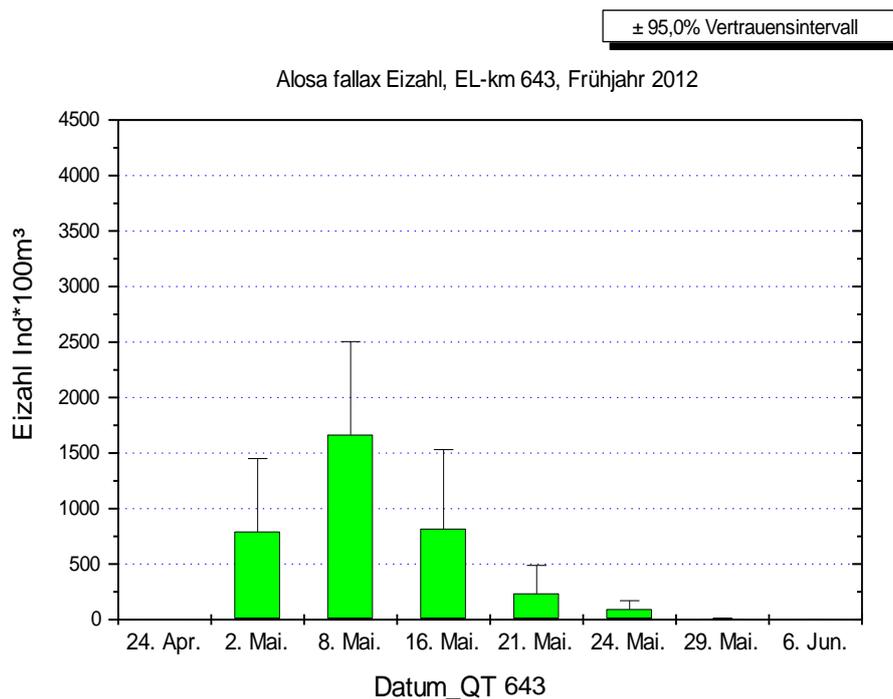


Abb. 18: Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 24.4. April bis 6.6.2012.

Hohe Eidichten >1.500 Ind./100 m³ wurden in der zweiten Maiwoche bei Wassertemperaturen >14 °C festgestellt. In dieser Zeit sank der Anteil früherer Entwicklungsstadien auf <25 %. Fortgeschrittenere Eistadien (Stadium III-V) erreichten zu diesem Zeitpunkt einen Anteil von >75 %. Allerdings erhöhte sich der Anteil jüngerer Stadien (I, II) am 16.5. - 21.5. wieder deutlich. Diese Befunde deuten auf zumindest eine weitere etwas schwächer ausgeprägte Reproduktionsphase hin. Ab der 3. Maiwoche gingen die Eidichten dann deutlich zurück (Abb. 18).

Ende Mai, bzw. insbesondere Anfang Juni, wurden Finteneier mit durchschnittlich 8,5 Ind./100 m³ bzw. 1,3 Ind./100 m³ nur noch vereinzelt festgestellt.

Die Wassertemperaturen lagen zu diesem Zeitpunkt um 18 - 20 °C; nach geringeren Werten um Mitte Mai (<4 mg/l) lag der O₂-Tagesmittelwert zu dieser Zeit >5 mg/l (vgl. Kap. 4.1). Ob auch Werte von <4 die während der Hauptlaichzeit auftraten, die Ei-Entwicklung beeinträchtigten, ist im

Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären. Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitraum von Ende April – Mitte Mai durch signifikant höhere Anzahlen von den übrigen Untersuchungszeitpunkten unterscheidet. Die Zeitpunkte „Mitte April“ (24.4.), „Ende Mai“ (29.5.) sowie „Anfang Juni“ (6.6.) unterschieden sich durch signifikant geringere Eidichten (ANOVA $p < 0.05$; Tab. 6). Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Hauptlaichaktivität im Bereich um km 643 in 2012 auf den Zeitraum 4. Aprilwoche – Mitte Mai datiert werden kann. Ab Mitte Mai – Ende Mai erfolgten weitere Laichtätigkeiten in diesem Bereich, allerdings in geringerem Umfang. Ab Anfang Juni war die Laichphase wohl abgeschlossen.

Tab. 6: Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten bei km 643 aus 2012. Rot: signifikant geringere Eidichten gegenüber „blau & grün“.

Eidichte km 643	24. Apr.	2. Mai.	8. Mai.	16. Mai.	21. Mai.	24. Mai.	29. Mai.	6. Jun.
WT °C	10,6	13,6	14,8	15,1	15,6	17,0	18,8	17,0
O2-mg/l	7,6	5,9	4,1	6,2	5,9	8,2	5,8	5,2
Mittelwert	0,09*	792,2*	1.664,9*	817,0*	234,4*	92,8	8,5*	1,3*
Std.Fehler	0,1	328,4	418,5	1037,1	125,4	38,1	2,3	0,4
Std.Abweichung	0,5	2457,4	3131,7	6559,0	793,1	240,8	14,4	2,8
ANOVA								* = $p < 0,05$

Quertransekt km 651

In Ergänzung zum Quertransekt bei km 643 ist 2012 weiter stromab bei km 651 ein weiteres Quertransekt untersucht worden. Die Untersuchung erfolgte hier um Mitte Mai an nur 2 Terminen während der Hauptreproduktionsphase der Finten. Analog zu den Ergebnissen bei km 643 wurde in der zweiten Maiwoche (am 9.5.) die höchste Finteneidichte festgestellt. Die mittleren Anzahlen lagen zu diesem Zeitpunkt bei 2.042 Ind./100 m³. Am 22.5. war die Eidichte - ebenfalls gleichsinig zu den Ergebnissen weiter stromauf - mit 154 Ind./100 m³ deutlich geringer (Abb. 19). Die Unterschiede zwischen dem 9.5. und dem 22.5. waren schwach signifikant (Mann Whitney-Test $p = 0.06$, einseitig).

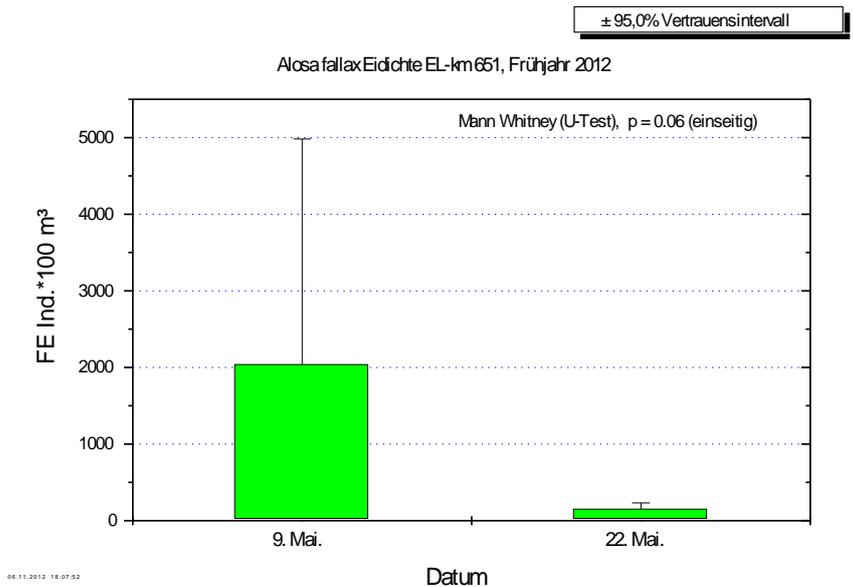


Abb. 19: Finteneidichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe bei km 651 am 9.5. und 22.5.2012.

Tidephasen

Die Betrachtungsebene „Tidephasen“ bezieht sich auf die Flut – und Ebbphase sowie auf das 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 (Abb. 20). 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.

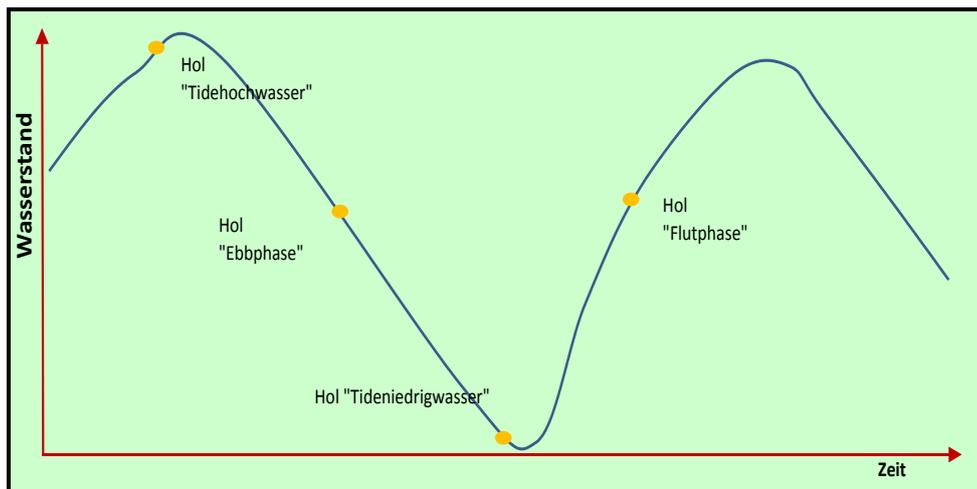


Abb. 20: Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung.

Quertransekt km 643

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

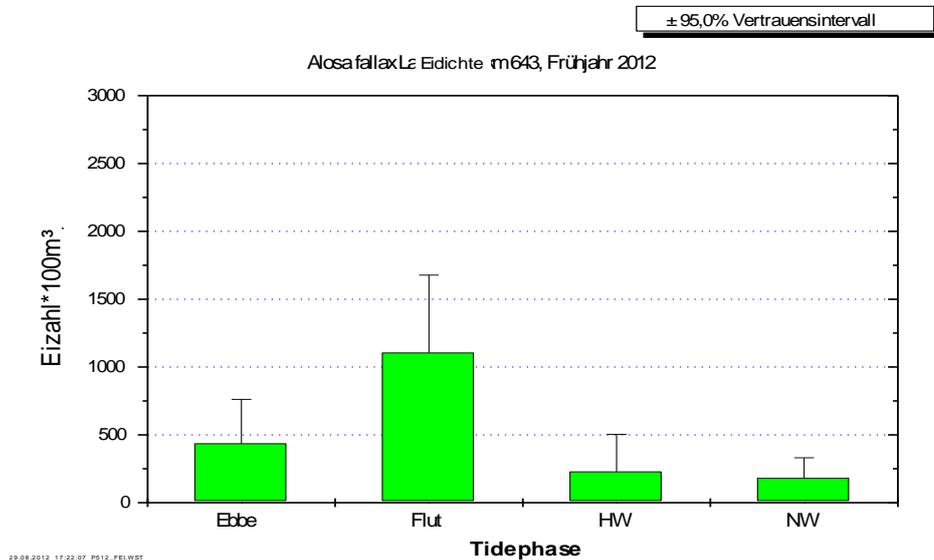


Abb. 21: Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 643. Daten 24.4. – 6.6.2012, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.

Die Ergebnisse zeigen, dass Finteneier über die gesamte Tide erfasst werden konnten. Während der Flutphase wurden im Mittel die höchsten Eidichten festgestellt. Im Gesamtmittel (bezogen auf den Untersuchungszeitraum 24.4. – 6.6.2012) lagen die Eidichten während der Flutphase um 1.105 Ind./100 m³. Deutlich geringer waren die Fangergebnisse um Tideniedrigwasser (NW) ebenso wie um Tidehochwasser (HW). Zu diesen Zeitpunkten erreichten die Eidichten durchschnittlich Werte um 182 Ind./100 m³ bzw. 229 Ind./100 m³. Mit 436 Ind./100 m³ nahmen die Befunde für die Ebbsphase eine Mittelstellung ein. Statistisch unterscheidet sich der Flut-Wert signifikant von den übrigen Werten (ANOVA $p < 0.05$), aufgrund nicht homogener Varianzen der Daten ist das Ergebnis der ANOVA jedoch zweifelhaft, so dass ergänzend der parameterfreie H-Test angewendet wurde (Kruskal Wallis < 0.05 , Tab. 7).

Tab. 7: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser

Variable:	Eizahl Ind*100m ³				
Gruppirt nach:	Tidephase				
	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	359	489,2	±184,532	93,8	1777,9
HW	93	229,3	±274,266	138,1	1331,7
Ebbe	82	436,0	±325,800	163,7	1482,7
NW	92	182,8	±148,236	74,6	715,8
Flut	92	1105,6*	±571,745	287,8	2760,8
Varianzanalyse (Kruskal Wallis)					p<0,05

Es ist zu berücksichtigen, dass der Betrachtungsebene „Tidephasen“ Gesamtmittelwerte (Untersuchungszeit, Quertransektstationen) zugrunde liegen. Bezogen auf einzelne Untersuchungstermine

und/oder Stationen können gewisse Abweichungen möglich sein. So wurden beispielsweise während der Untersuchungskampagne am 21.5. um Niedrigwasser die zu diesen Zeitpunkten höchsten Eidichten dokumentiert (Tab. 8). Das zu diesem Zeitpunkt festgestellte (einmalige) „Niedrigwasser-Maximum“ ist allerdings ausschließlich auf die Fänge in der Hahnöfer Nebelbe zurückzuführen.

Tab. 8: Finteneidichten differenziert nach Tidephasen und Probenahmezeitpunkt. Daten Quertransekt km 643, gemittelt über die QT-Messstellen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser

Finteneidichte km 643	N-Hols	Mittelwert Ind.*100 m ²	Std.Abw.		N-Hols	Mittelwert Ind.*100 m ²	Std.Abw.
Ebbphase_ges.	82	436,0	1482,7	HW_ges.	93	229,3	1331,7
24. Apr.	14	0,0	0,0	24. Apr.	15	0,0	0,0
2. Mai.	14	404,1	666,8	2. Mai.	14	130,3	305,0
8. Mai.	14	1958,5	3158,9	8. Mai.	14	1125,1	3357,1
16. Mai.	0	k. D.	k. D.	16. Mai.	10	226,7	411,1
21. Mai.	10	98,4	228,3	21. Mai.	10	61,1	81,6
24. Mai.	10	158,6	387,9	24. Mai.	10	82,2	132,2
29. Mai.	10	10,1	15,7	29. Mai.	10	4,3	7,4
6. Jun.	10	0,5	1,5	6. Jun.	10	0,4	1,3
Flutphase_ges	92	1105,7	2760,8	NW_ges.	92	182,8	715,8
24. Apr.	14	0,4	1,0	24. Apr.	14	0,0	0,0
2. Mai.	14	2617,7	4487,5	2. Mai.	14	16,6	46,9
8. Mai.	14	2920,7	3962,2	8. Mai.	14	655,4	1159,0
16. Mai.	10	2076,1	2989,8	16. Mai.	10	150,5	206,9
21. Mai.	10	277,4	221,6	21. Mai.	10	500,9	1575,7
24. Mai.	10	43,2	60,5	24. Mai.	10	87,3	268,2
29. Mai.	10	18,3	20,0	29. Mai.	10	1,4	3,4
6. Jun.	10	2,9	4,1	6. Jun.	10	1,3	3,0

Gruppiert man die Tidephasendaten nach Lage der Quertransektstationen sind die Minima mit einer Ausnahme immer um Tideniedrigwasser verzeichnet worden (Daten siehe Anhang 2). Die Befunde lassen den Schluss zu, dass die Eiablage überwiegend im Nahbereich von km 643 bzw. weiter stromab stattfand.

Die weitgehend regelmäßigen Minima bei km 643 um die Niedrigwasserphase lassen den Schluss zu, dass im stromauf befindlichen Abschnitt um +/- km 630 in 2011 die Laichaktivität geringer war als weiter stromab bis etwa km 650+. Die gleichzeitig hohen Flut-Werte deuten darauf hin, dass der Zentralbereich der Laichaktivitäten um km 643 und auch weiter unterhalb lokalisiert werden kann. Die Ergebnisse bei dem weiter stromab untersuchten Quertransekt (km 651) unterstützen diese Annahme (s.u.).

Quertransekt km 651

Abb. 22 veranschaulicht die tidebedingte Variabilität der Finteneidichten basierend auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen (9.5. & 22.5.2012) und der QT-Stationen bei km 651. Analog zu km 643 konnten über den gesamten Tidezyklus Finteneier erfasst werden. Anders als bei km 643 wurde bei km 651 um Tideniedrigwasser (NW) ein Abundanz-Maximum (1.015 Abb. 22; 3.998 Ind./100 m³ inkl. Extremwert, vgl. Tab. 9) festgestellt. Die geringste Eidichte wurde mit 127 Ind./100 m³ um Tidehochwasser, bei allerdings eher geringen Unterschieden zu den anderen Tidephasen (Ebb- & Flutphase), während der Hochwasserphase ermittelt.

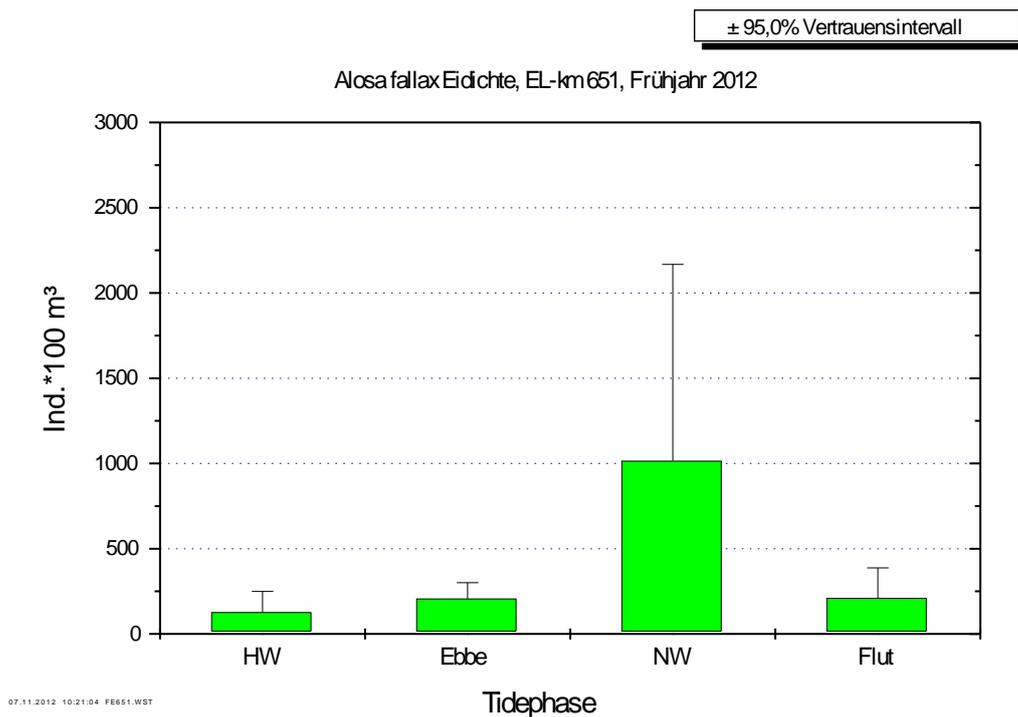


Abb. 22: Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4). Daten 9.5. – 22.5.2012, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. (dargestellt ohne Extremwert >70.000 Ind./100 m³ vom 9.5. bei QT 3).

Statistisch unterscheidet sich der NW-Wert signifikant von den übrigen Werten (ANOVA $p < 0.05$), aufgrund nicht homogener Varianzen der Daten ist das Ergebnis der ANOVA jedoch zweifelhaft, so dass ergänzend der parameterfreie H-Test angewendet wurde (Kruskal - Wallis < 0.05 , Tab. 9).

Tab. 9: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen) km 651. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten (ohne möglichem Ausreißerwert). * = Mittlere Eidichte (Ind./100 m³) inkl. möglichem Ausreißerwert

Eidichte km 651	N-Hols	Mittelwert Ind. * 100 m³	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	102	380 (1079,8*)	±1428,45	132,2	7.272,3
HW	26	127,8	±121,397	58,9	300,6
Ebbphase	26	207,6	±93,1566	45,2	230,6
NW	24	1.015 (3.998*)	±6266,85	3.029,4	14.840,7
Flutphase	26	210,6	±177,129	86,0	438,5
Varianzanalyse Kruskal Wallis					p < 0.05

Wie bereits oben schon angemerkt, unterstützen die bei km 651 vergleichsweise hohen Eidichten die Annahme, dass die Laichaktivität der Finten 2012 vornehmlich im Bereich von km 640 - 655 erfolgte. Die „tidebereinigten“ Ergebnisse (z.B. Maxima um Niedrigwasser bei km 651 und während der Flutphase bei km 643) lassen die Annahme plausibel erscheinen, dass der Bereich um km 643 und der Elbabschnitt im Bereich Lühesand (inkl. Nebelbe) 2012 als Reproduktionsareal sehr bedeutsam war.

4.2.1.2 Räumliche Verteilung der Eidichten

Querverteilung (Transekte QT km 643 & 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 (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 andere Betrachtungsebenen (saisonal, Tidephase, Tiefenzonierungen) integriert. 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).

Im Vergleich wurden bei 643 deutlich höhere Eizahlen an den Stationen QT 2 (Mitte_n) und QT 3 (Mitte_s, d.h. nahe der Fahrrinne) festgestellt, wobei die Station „Mitte_n“ (QT 2) tatsächlich innerhalb der Fahrrinne (südlicher Rand) positioniert war (s. Kap. 3.1, Abb. 2). In den ufernäheren Bereichen waren die Eidichten z.T. deutlich geringer (Abb. 23).

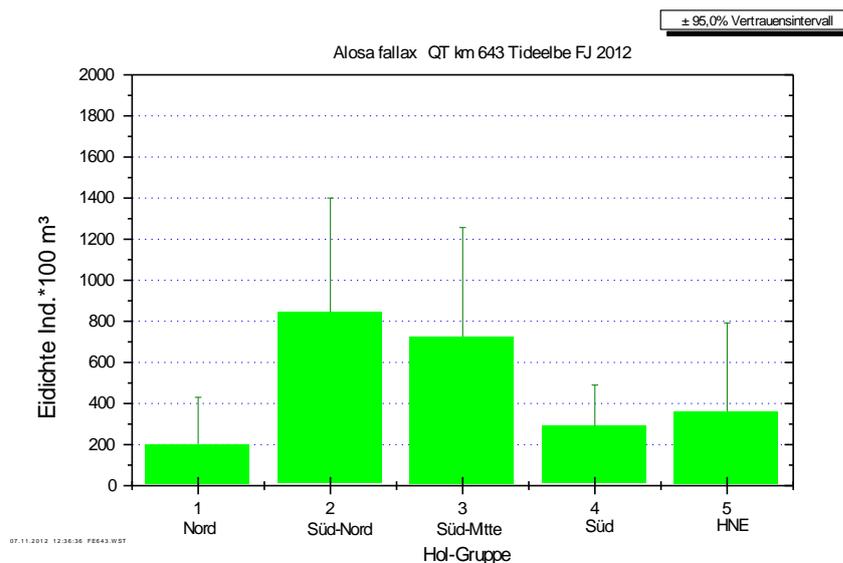


Abb. 23: Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 24.4. – 6.6.2012 in der Tideelbe. Nord = Station QT1; süd-nord = QT 2; süd-mitte = QT 3; süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebenelbe.

Der Vergleich zeigt, dass sich bei km 643 die an den Stationen QT 643/2 (süd-nord) und QT 643/3 (süd-mitte) festgestellten Eidichten insbesondere von den an QT 643/1 (nord) und QT 643/4 (süd) festgestellten Werten unterscheiden (Tab. 10). Aufgrund der insgesamt hohen Variabilität, die u.a. auch durch die saisonale Abundanzdynamik (s.o.) hervorgerufen wird, unterscheidet sich aber nur QT 643/2 signifikant von Station QT 643/1. Vergleiche man die Stationswerte auf der Grundlage z.B. einzelner Fangkampagnen sind abweichende Ergebnisse nicht auszuschließen.

Tab. 10: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten km 643. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten.

Variable:	Eizahl Ind*100m ³				
Gruppirt nach:	Hol-Gruppe				
Messstelle	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	359	489,2	±184,532	93,8	1777,9
QT 643/1	74	203,1	±227,247	114,0	980,8
QT 643/2	74	845,3	±554,963	278,5	2395,3
QT 643/3	74	724,9	±531,807	266,8	2295,4
QT 643/4	74	291,6	±198,202	99,4	855,5
QT 643/5	63	362,1	±430,275	215,2	1708,5
Varianzanalyse (Kruskal Wallis)					p<0,05

Ein zu QT 643 ähnliches Ergebnis wurde bei QT 651 verzeichnet. Innerhalb dieses Quertransekts wurde im Nahbereich der Fahrinne QT 651/3 (Süd-Mitte) ein Maximum (753 Ind./100 m³, oh. Extremwert) der Finteneivorkommen nachgewiesen. Auch an der Messstelle QT 651/4 (Süd) wurde ein vergleichsweise höherer Wert (546 Ind./100 m³) festgestellt (Tab. 11). Die festgestellten Unterschiede sind nach dem Kruskal Wallis-Test signifikant ($p < 0,05$). Aufgrund der ausgeprägten Variabilität konnte aber auf dieser Datengrundlage nicht ermittelt werden, zwischen welchen QT-Stationen signifikante Unterschiede vorliegen.

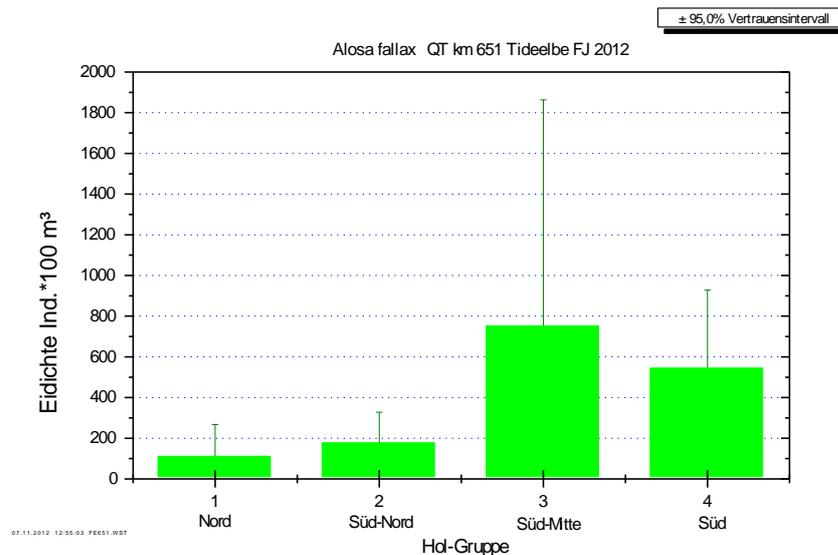


Abb. 24: Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 651 am 9.5 & 22.5.2012 in der Tideelbe. Nord = Station QT1; süd-nord = QT 2; süd-mitte = QT 3; süd = QT 4. Darstellung ohne möglichem Ausreißerwert bei QT 651/3.

Tab. 11: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten km 651. * = Mittelwert inkl. möglichem Ausreißerwert >72.000 Ind./100 m³ (9.5.2012).

Variable:	Eizahl Ind*100m ³				
Gruppirt nach:	Hol-Gruppe				
Messstelle	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	95	394,0	±278,860	140,45	1368,89
QT 651/1	24	112,3	±154,564	74,72	366,03
QT 651/2	24	178,8	±149,064	72,06	353,00
QT 651/3	23	753,5 (3.722*)	±1109,80	535,13	2566,37
QT 651/4	24	546,4	±381,278	184,307	902,917

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. An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass 2012 wie bereits in Kapitel 4 dargestellt, die Beprobung der mittleren Wassersäule im Prinzip nicht mehr vorgesehen war. Zur Absicherung wurden in eingeschränktem Umfang aber dennoch 2012 aus dieser Tiefenzone Proben entnommen. Die Ergebnisse sind in den folgenden Abbildungen mit dargestellt. Die Finteneiverteilung zeigt gleichsinnig zu den Befunden aus 2011 sowohl bei km 643 als auch bei km 651 einen deutlichen vertikalen Gradienten. In der unteren Wassersäule wurden bei km 643 und km 651 ausgeprägte Abundanzmaxima (>850 Ind./100 m³ bzw. 485/2540* [**inkl. mögl. Ausreißerwert*]) Ind./100 m³) festgestellt. Die oberflächennahen Eidichten (69 und 55 Ind./100 m³) lagen jeweils um mehr als Faktor 10 niedriger als die bodennah erfassten Anzahlen (Abb. 25, Abb. 26).

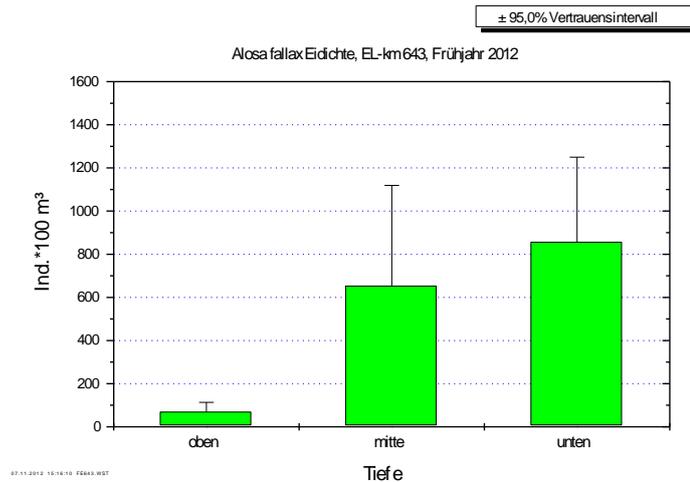


Abb. 25: Finteneidichte (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzonen bei QT km 643 im Zeitraum vom 24.4. – 6.6.2012 in der Tideelbe. Daten 2012, gemittelt über Messstelle und Untersuchungskampagnen. Anzahl Messwerte „mitte“ (N = 49) deutlich geringer als in den übrigen Tiefenzonen (jeweils N = 155).

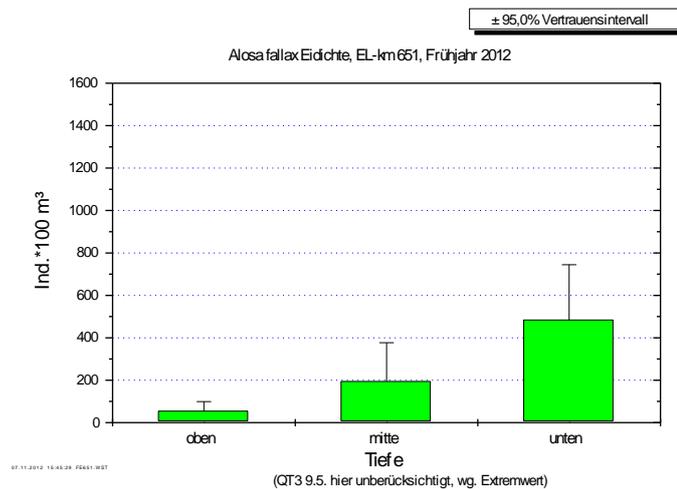


Abb. 26: Finteneidichte (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzonen bei km QT km 651 am 9.6. & 22.5.2012 in der Tideelbe. Daten 2012, gemittelt über Messstelle und Untersuchungskampagnen. Anmerkung: Ergebnisse von QT 3 (oben, mitte, unten) am 9.5. um Niedrigwasser hier unberücksichtigt wg. möglichem Ausreißerwert.

Auf einen statistischen Vergleich der 3 Tiefenzonen wurde hier aufgrund der deutlich unterschiedlichen Anzahl der Messwerte (*Mitte vs. oben, unten*) verzichtet. Im bilateralen Vergleich sind die Unterschiede „*oberflächennah vs. bodennah*“ statistisch signifikant (Tab. 12).

Tab. 12: Ergebnisse des parameterfreien Mann-Whitney-Tests. P1 und P2 Signifikanz für einseitige bzw. zweiseitige Fragestellung.

Variable: Eizahl Ind.*100 m ³							
Gruppiert nach: Tiefe							
U-Test (Mann-Withney)	N	Mittelwert Ind. *100 m ³	Rangmittel	U	Z	P1	P2
QT 643_oben	155	69	122,9	6955	-6,90	<0,001	<0,001
QT 643_unten	155	857	188,1	17070			
QT 651_oben	35	55	25,4	257,5	-4,24	<0,001	<0,001
QT 651_unten	35	458	45,6	967,5			

4.2.1.3 Eistadien

In Rahmen der Untersuchung wurden die Entwicklungsstadien der Eier über Stichproben ausgewertet. In Verschneidung mit dem Fangort und Fangzeitpunkt lassen sich eingeschränkt gewisse Rückschlüsse auf den Laichort ableiten. Insgesamt wurden 5 Entwicklungsstadien unterschieden (s. Kap.3.1.1), die im Verlauf der Untersuchung auch erfasst wurden.

Tab. 13: Entwicklungsstadien der Finteneier differenziert nach Fangdatum auf der Basis der Quertransektdaten bei km 643 sowie bei km 651 (* 9.5. & 22.5.). Zur Definition der Stadien s. Kap.3.1.1.

Entwicklungsstadium/ Anteil %	Ia/Ib	II	III	IV/V	verpilzt	Summe absolut
24.04.2012	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2
02.05.2012	95,0	5,0	0,0	0,0	0,0	200
08.05.2012	19,7	13,2	56,6	10,5	0,0	76
09.5.2012*	27,3	12,5	31,3	19,3	9,7	176
16.05.2012	38,5	9,0	2,5	0,0	0,0	100
21.05.2012	90,0	6,0	4,0	0,0	0,0	50
22.5.2012*	74,0	14,0	2,0	0,0	10,0	50
24.05.2012	82,0	16,0	2,0	0,0	0,0	50
29.05.2012	14,0	12,0	56,0	6,0	12,0	50
06.06.2012	5,0	25,0	35,0	5,0	30,0	20
Größe Stichprobe gesamt (absolut)	463	89	142	46	21	761

Der weitaus größte Anteil entfiel 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. 5 – 100 % (Tab. 13). Die höchsten Dichten der Stadien Ia/Ib entfielen dabei erwartungsgemäß auf die Hauptreproduktionsphase (Ende April – Mitte Mai). Aufgrund des frühen Entwicklungsstadiums (Alter ca. 1 – 2 Tage) waren die Eier noch keinem wesentlichen Nettostromabtransport unterlegen. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass sich der Untersuchungsbereich im Hauptreproduktionsareal (2012) der Finte befand.

Der weitere Befund, dass frühe Stadien (in unterschiedlicher Dichte) über die gesamte Untersuchungszeit festgestellt werden konnten, legt eine mehr oder weniger „kontinuierliche“ Eiablage über mehrere Wochen nahe, wobei der Umfang der Eiablage aber zeitlich variabel war. Die Zeit-

räume mit deutlich höheren Anteilen früher Entwicklungsstadien um Anfang Mai und um Mitte Mai deuten auch daraufhin, dass mindestens 2 Hauptlaichphasen zu vermuten sind (Abb. 31).

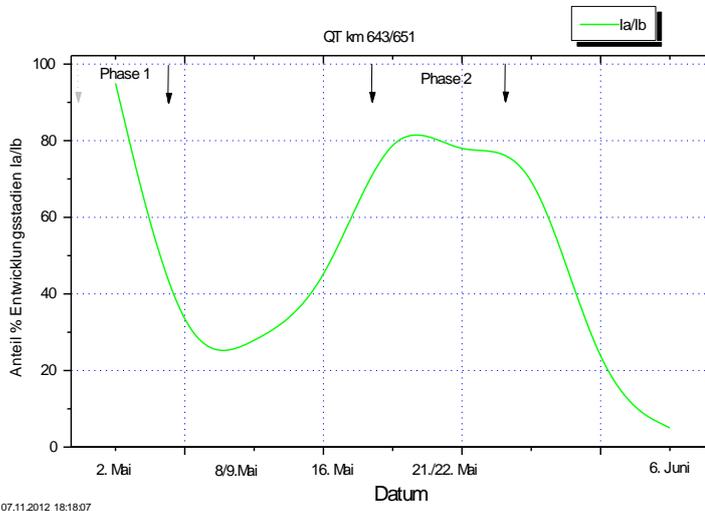


Abb. 27: Anteil früher Entwicklungsstadien (Ia/Ib) der Finteneier im Untersuchungszeitraum vom 2.5. bis 6.6.2012. Stichproben-Daten Km 643 und km 651; (Anzahl ausgewerteter Finteneier $N_{ges} = 761$)

Die Ergebnisse zeigen des Weiteren, dass der Anteil späterer Entwicklungsstadien (insbesondere IV/V) fast über die gesamte Untersuchungszeit geringer war (Tab. 13). Die Phasen mit höheren Anteilen älterer Stadien (III-V kumuliert) entfällt auf die Zeitfenster mit geringeren Anteilen früherer Entwicklungsstadien (vgl. Abb. 31 und Abb. 28).

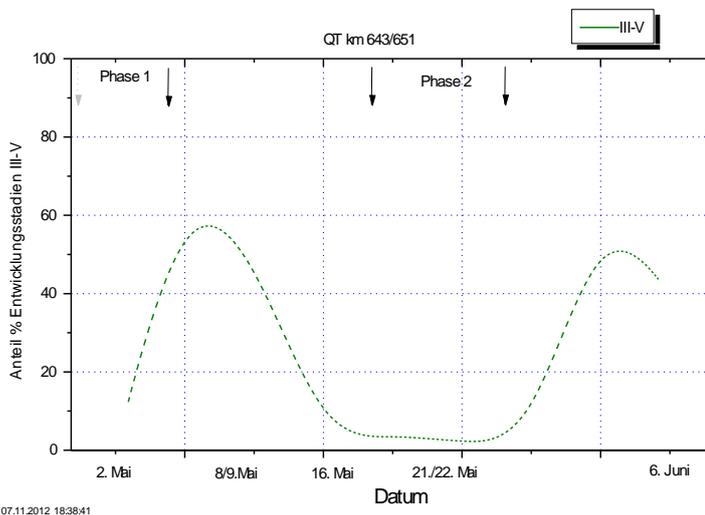


Abb. 28: Anteil späterer Entwicklungsstadien (III-V) der Finteneier im Untersuchungszeitraum vom 2.5. bis 6.6.2012. Stichproben-Daten Km 643 und km 651; (Anzahl ausgewerteter Finteneier $N_{ges} = 761$)

Verpilzungsrate

Während 2011 der Anteil verpilzter, also nicht entwicklungsfähiger Finteneier bezogen auf die untersuchten Stichproben (Quertransekt & Längstransekt) mit insgesamt <1 % marginal war, lag der Anteil 2012 erkennbar höher. Bezogen auf alle berücksichtigten Quertransekt- und Längstransekt-Stationen (QT-Km643/km 651) erreichte der Anteil 2012 insgesamt etwa 4 % (Stichprobengröße gesamt N = 761). Wird auf einzelne Untersuchungszeitpunkte fokussiert erreichte die Verpilzungsrate bis zu etwa 10 %. Ein Maximum mit 30 % (Anfang Juni) beruht u.U. auf einer nur geringen Stichprobenanzahl, so dass der Befund weniger belastbar ist (Tab. 14). In der Tendenz wurde eine höhere Verpilzungsrate bei gleichzeitig höherem Anteil älterer Entwicklungsstadien festgestellt.

Tab. 14: Anteil (%) Verpilzungsrate der Finteneier auf der Grundlage von Stichproben im Bereich der QT-Stationen bei km 643 und km 651(*).

Entwicklungsstadium/ Anteil %	Ia/Ib	II	III	IV/V	verpilzt (%)	Summe absolut
24.04.2012	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2
02.05.2012	95,0	5,0	0,0	0,0	0,0	200
08.05.2012	19,7	13,2	56,6	10,5	0,0	76
09.5.2012*	27,3	12,5	31,3	19,3	9,7	176
16.05.2012	38,5	9,0	2,5	0,0	0,0	100
21.05.2012	90,0	6,0	4,0	0,0	0,0	50
22.5.2012*	74,0	14,0	2,0	0,0	10,0	50
24.05.2012	82,0	16,0	2,0	0,0	0,0	50
29.05.2012	14,0	12,0	56,0	6,0	12,0	50
06.06.2012	5,0	25,0	35,0	5,0	30,0	20
Größe Stichprobe gesamt (absolut)	463	89	142	46	21	761

Abweichende Ergebnisse zu 2011 lassen sich 2012 auch auf Basis der Stichproben aus den Längstransektfahrten erkennen. So variierte die Rate verpilzter Finteneier bei jeweils allerdings unterschiedlicher Stichprobengröße am 4.5.2012 zwischen 11,8 % (Schwarztonnensand) bis 69,8 % (km 635). Im Mittel lag die Verpilzungsrate an diesem Untersuchungstermin bei 29,5 % und damit vergleichsweise hoch. Auch die Befunde aus den späteren Längstransektfahrten (15.5. & 30.5.) bewegten sich bei insgesamt höherer Variabilität zwischen den Stichproben durchschnittlich mit 21,7 % bzw. 22,2 % in einer ähnlichen Größenordnung. Tab. 15 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse der Längstransektfahrten differenziert nach Untersuchungsstation.

Tab. 15: Anteil (%) Verpilzungsrate der Finteneier auf der Grundlage von Stichproben der Längstransektfahrten (km 630 – km 680). Hahn = Hahnöfer NE, Schw = Schwarztonnensand, Lühe = Lühesander NE.

KM	Stichprobe Anzahl Eier 4.5.	Anteil verpilzt 4.5.	Stichprobe Anzahl Eier 15.5.	Anteil verpilzt 30.5.	Stichprobe Anzahl Eier 30.5.	Anteil verpilzt 30.5.
km 630	16	62,5	14	71,4	k.P.	k.P.
km 635	43	69,8	49	20,4	8	37,5
km 640	50	22,0	50	16,0	15	26,7
km 645	49	34,7	42	11,9	2	0,0
km 650	50	20,0	50	30,0	14	28,6
km 655	50	22,0	50	10,0	25	20,0
km 660	50	26,0	50	32,0	50	20,0
km 670	24	12,5	3	0,0	3	0,0
km 680	K.P.	K.P.	1	0,0	5	20,0
Hahn	35	40,0	16	25,0	2	50,0
Schwei	17	11,8	40	10,0	k.P.	k.P.
Lühe	50	14,0	13	38,5	k.P.	k.P.

Die Gründe für die hohe Verpilzungsrate, die insbesondere auf der Grundlage der Längstransektfahrten festgestellt werden konnte, sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht belastbar zu klären. Es sei zudem darauf verwiesen, dass es sich nur um eine stichprobenhafte Betrachtung gehandelt hat. Dennoch sei vor diesem Hintergrund auf die deutlichen Unterschiede zu 2011 verwiesen. Im Vorjahr war der Anteil auffälliger Finteneier an den Längstransektstationen unbedeutend (s.o., <1 %).

4.2.2 Fintenlarven

4.2.2.1 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 2.05.11 – 06.06.12 erfasst (Abb. 29). Die Ergebnisse zeigen, dass 2012 erstmals am 2.5. Fintenlarven, allerdings in noch sehr geringer Anzahl (im Mittel <0,5 Ind./100 m³ - in Abb. 29 nicht grafisch darstellbar), erfasst wurden. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen um 12 °C.

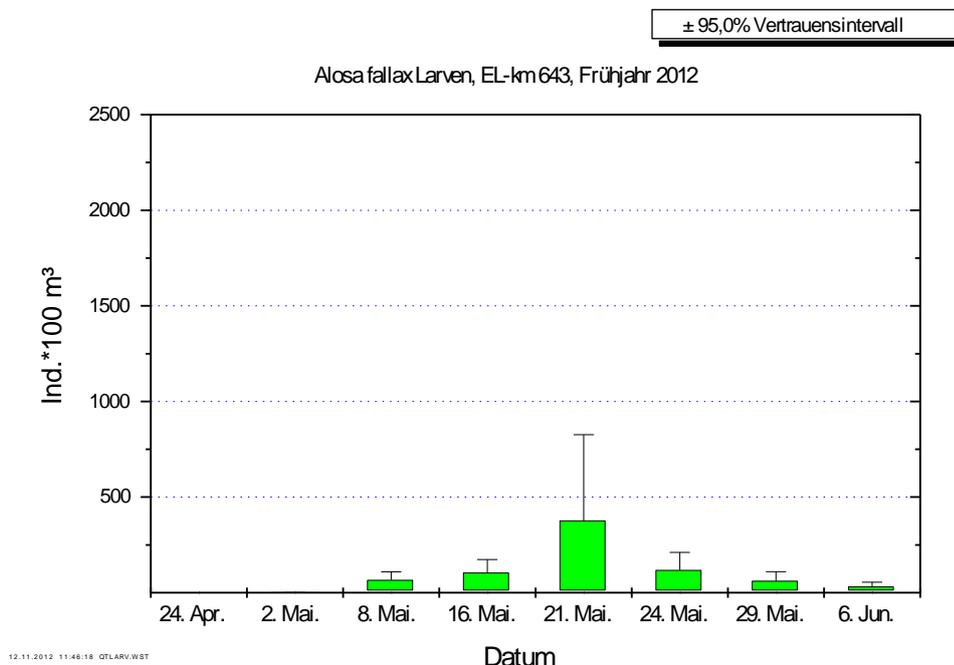


Abb. 29: Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m³) in der Tideelbe bei QT km 643 vom 24.4. –6.6.2012.

Ab der 2. Maiwoche stiegen die Anzahlen an; ein Maximum (Mittelwert 378 Ind./100 m³) wurde am 21. Mai, bei Wassertemperaturen um 15 °C, verzeichnet. Im Zeitraum vor und nach dem Maximum lag die Larvendichte im Mittel um 104 bzw. 117 Ind./100 m³ niedriger. Nach dem Maximum ging die Larvenzahle kontinuierlich zurück. In der 1. Juniwoche konnten noch etwa 31,5 Ind./100 m³ erfasst werden (Abb. 29). Bei Wassertemperaturen um 17 °C herrschten zu diesem Zeitpunkt Sauerstoffgehalte von im Tagesmittel um 5 mg/l vor, wobei aber Einzelmesswerte auch 4 mg/l unterschritten (Kap. 5.1). Ob und inwieweit diese Rahmenbedingungen Einfluss auf die Mortalitätsrate der Larven hatten, ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht zu klären. Bei länger andauernden O₂-Defiziten ist eine Beeinträchtigung nicht auszuschließen.

Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitraum um Mitte Mai durch höhere Larvendichten von den Übrigen abgrenzen lässt. Insbesondere das am 21.5. ermittelte Maximum unterscheidet sich signifikant von anderen Fangergebnissen (Tab. 6).

Tab. 16: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643. Blau: signifikant unterschiedliche Eidichten (Ind./100 m³). ** = nicht in Varianzanalyse berücksichtigt.

QT_km 643 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind.*100 m ³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	310	94,6	±59,3742	30,17	531,28
24. Apr.**	40	0,0	±0,00000	0,00	0,00
2. Mai.	40	0,4	±0,74789	0,37	2,34
8. Mai.	40	66,3	±42,9143	21,22	134,18
16. Mai.	30	104,5	±68,5465	33,51	183,57
21. Mai.	40	377,2*	±449,409	222,18	1405,20
24. Mai.	40	117,9	±92,6354	45,80	289,65
29. Mai.	40	61,6	±48,0929	23,78	150,38
6. Jun.	40	31,5	±23,3083	11,52	72,88
<i>Kruskal Wallis</i>					<i>p < 0.05</i>

Larvenstadien

100 % der Anfang Mai erfassten Larven waren noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium (Prolarven). Ab Mitte Mai stieg der Anteil älterer Stadien (Frühlarven) deutlich an. Gegen Ende Mai/Anfang Juni waren neben Frühlarven- auch Spätlarvenstadien vorhanden, allerdings traten in geringerem Anteil nochmals auch Prolarven wieder in Erscheinung. Dies deutet, wie bereits oben (Eistadien) geschlussfolgert, auf mindestens zwei Laichphasen hin.

Quertransekt km 651

In Ergänzung zum Quertransekt bei km 643 ist 2012 weiter stromab bei km 651 ein weiterer Quertransekt untersucht worden. Die Untersuchung erfolgte hier allerdings an nur 2 Terminen um Mitte Mai während der Hauptreproduktionsphase der Finten (s.o.).

Analog zu den Ergebnissen bei km 643 wurde in der dritten Maiwoche (am 22.5.) die höchste Fintenlarvendichte festgestellt. Die mittleren Anzahlen lagen zu diesem Zeitpunkt allerdings bei lediglich 95 Ind./100 m³. Am 9.5. war die Larvendichte mit 54 Ind./100 m³ geringer (Abb. 30).

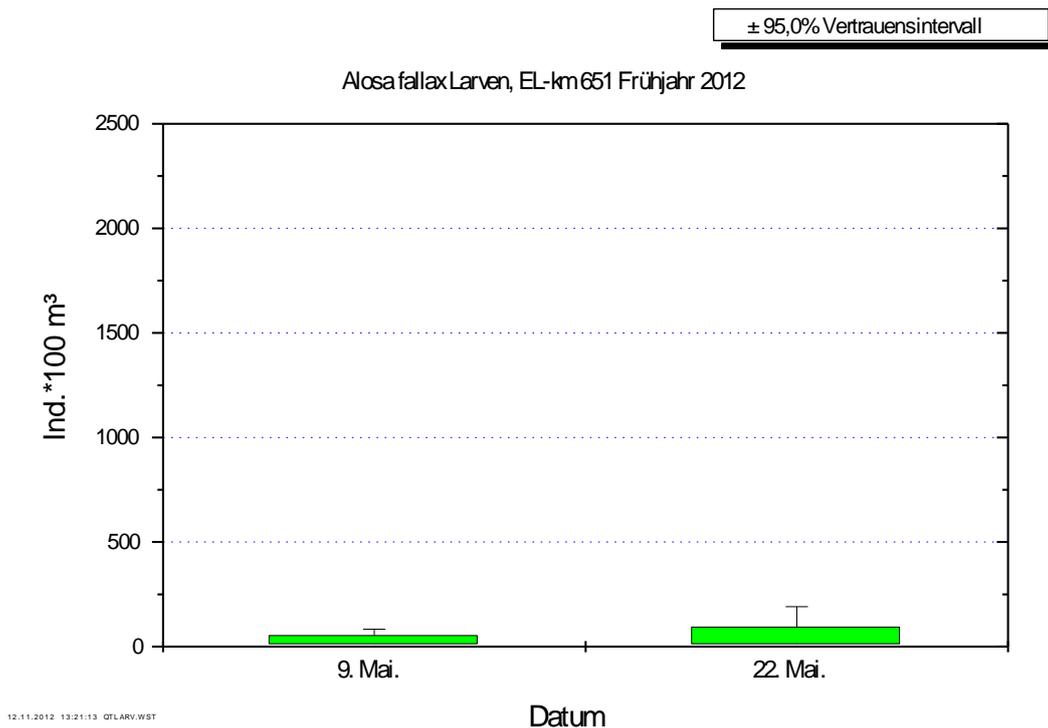


Abb. 30: Fintenlarvenanzahlen (Ind./100 m³) in der Tideelbe bei QT km 651 vom 9.5. & 22.5.2012

Die Unterschiede zwischen dem 9.5. und dem 22.5. bei km 651 waren nicht signifikant (Mann Whitney-Test $p = 0.06$, zweiseitig). Tab. 17 zeigt eine Übersicht über statistische Kennwerte bei km 651.

Tab. 17: Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten km 651.

QT_km 651 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind. *100 m³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	70	75,0	±50,2521	25,19	210,75
9. Mai.	34	54,1	±29,2137	14,36	83,73
22. Mai.	36	94,8	±95,7749	47,18	283,05
Mann Whitney	N	Rangmittel	U	Z	P2
9. Mai.	34	36,7647	655		
22. Mai.	36	34,3056	569	-0,51223	0,60848

Tidephasen

Quertransekt km 643

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

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

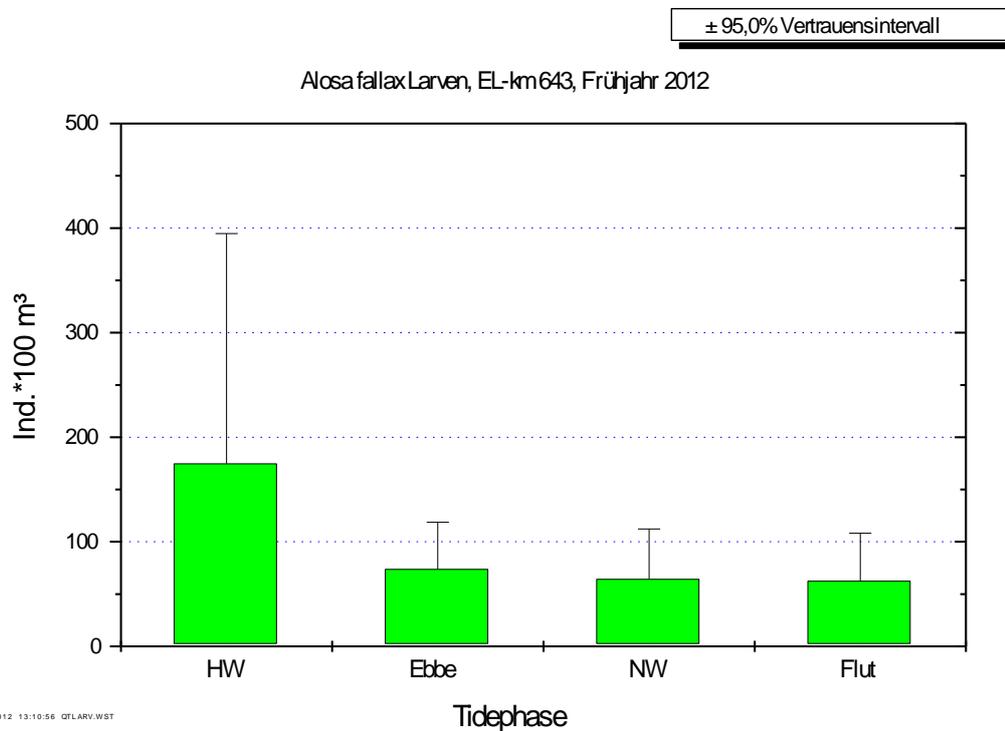


Abb. 31: Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen, Daten Quertransekt bei km 643.

Die Ergebnisse zeigen, dass Fintenlarven über den gesamten Tidezyklus erfasst werden konnten. Zwischen den Tidephasen wurden 2012 mehr oder weniger deutliche Abundanzunterschiede festgestellt. Um Tidehochwasser wurde die höchste mittlere Larvendichte (175 Ind./100 m³) erfasst. Zu den anderen Tidephasen wurden deutlich geringere Anzahlen (63 – 74 Ind./100 m³) festgestellt. Aufgrund der insgesamt hohen Variabilität der Einzelproben sind die festgestellten Unterschiede aber statistisch nicht signifikant (Kruskal Wallis $p > 0,1$, Tab. 18). Im Vergleich zu den Eiddichten waren 2012 die tidephasenbedingten Unterschiede bei den Larven weniger deutlich ausgeprägt.

Tab. 18: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).

QT_km 643 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind. * 100 m³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	310	94,6	±59,3742	30,17	531,28
HW	80	174,9	±219,841	110,45	987,85
Ebbe	70	73,8	±44,9600	22,54	188,55
NW	80	64,4	±47,9271	24,08	215,36
Flut	80	62,6	±45,5282	22,87	204,58
<i>Kruskal Wallis</i>					$p > 0,1$

Es ist zu berücksichtigen, dass auf der Betrachtungsebene „Tidephasen“ Gesamtmittelwerte (Untersuchungszeit, Quertransektstationen) zugrunde liegen. Bezogen auf einzelne Untersuchungstermine und/oder Stationen können gewisse Abweichungen vom oben dargestellten Gesamtergebnis möglich sein. So wurde beispielsweise am 24.5. um Tideniedrigwasser mit einem Tagesmittel von 283 Ind./100 m³ der höchste Wert an diesem Untersuchungstag registriert. Bleiben die Untersuchungszeitpunkte (24.4. und 2.5.) an denen noch keine bzw. nur vereinzelt Larven festgestellt wurden unberücksichtigt, entfiel das Minimum am 8.5. auf die Phase um Tideniedrigwasser (3,9 Ind./100 m³; Tab. 19). Im bilateralen Vergleich Tidehochwasser vs. Tideniedrigwasser zeigt sich, dass die mittlere Larvendichte bei Tidehochwasser mit der o.g. Ausnahme am 24.5. immer höher war als um die Niedrigwasserphase (Tab. 19).

Tab. 19: Anzahl Fintenlarven (Ind./100 m³) differenziert nach Tidephase und Probenahmezeitpunkt. Daten Quertransekt km 643 (2012).

Tidephase Fintenlarven km 643	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind.*100 m ³	Std.Abw.	Tidephase	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind.*100 m ³	Std.Abw.
Tidehochwasser_ gesamt	80	174,9	987,8	Tideniedrigwasser_ gesamt	80	64,4	215,4
24. Apr.	10	0,0	0,0	24. Apr.	10	0,0	0,0
2. Mai.	10	1,5	4,7	2. Mai.	10	0,0	0,0
8. Mai.	10	215,1	200,2	8. Mai.	10	3,9	8,2
16. Mai.	10	174,0	241,0	16. Mai.	10	25,3	61,9
21. Mai.	10	886,0	2783,2	21. Mai.	10	155,1	269,1
24. Mai.	10	13,5	27,5	24. Mai.	10	283,4	494,2
29. Mai.	10	67,6	104,3	29. Mai.	10	29,4	70,0
6. Jun.	10	41,9	131,4	6. Jun.	10	18,3	23,4
Ebbephase_ gesamt	70	73,8	188,6	Flutphase_ gesamt	80	62,6	204,6
24. Apr.	10	0,0	0,0	24. Apr.	10	0,0	0,0
2. Mai.	10	0,0	0,0	2. Mai.	10	0,0	0,0
8. Mai.	10	36,2	59,9	8. Mai.	10	10,0	28,8
16. Mai.	keine Daten	*****	*****	16. Mai.	10	114,3	185,0
21. Mai.	10	251,0	368,6	21. Mai.	10	216,4	461,8
24. Mai.	10	54,5	63,0	24. Mai.	10	120,0	260,0
29. Mai.	10	135,7	268,4	29. Mai.	10	13,7	18,6
6. Jun.	10	39,2	50,4	6. Jun.	10	26,4	47,7

Quertransekt km 651

Abb. 32 veranschaulicht die tidebedingte Variabilität der Fintenlarvendichten basierend auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen (9.5. & 22.5.2012) und der QT-Stationen bei km 651. Berücksichtigt wurden hier ebenfalls einzelne Stichproben (N = 6) aus dem „Mündungsbereich“ (stromab) der Lühesander Nebelalbe (Untersuchung im Rahmen des Längstransekts).

Analog zu km 643 konnten über den gesamten Tidezyklus Fintenlarven erfasst werden. Um Tidehochwasser wurde bei km 651 ein Abundanz-Maximum (179 Ind./100 m³) festgestellt. Die geringste Larvendichte wurde mit 21 Ind./100 m³ um Tideniedrigwasser, bei allerdings eher mäßigen Unterschieden zu den anderen Tidephasen (Ebb-, Flut- und Hochwasserphase) ermittelt.

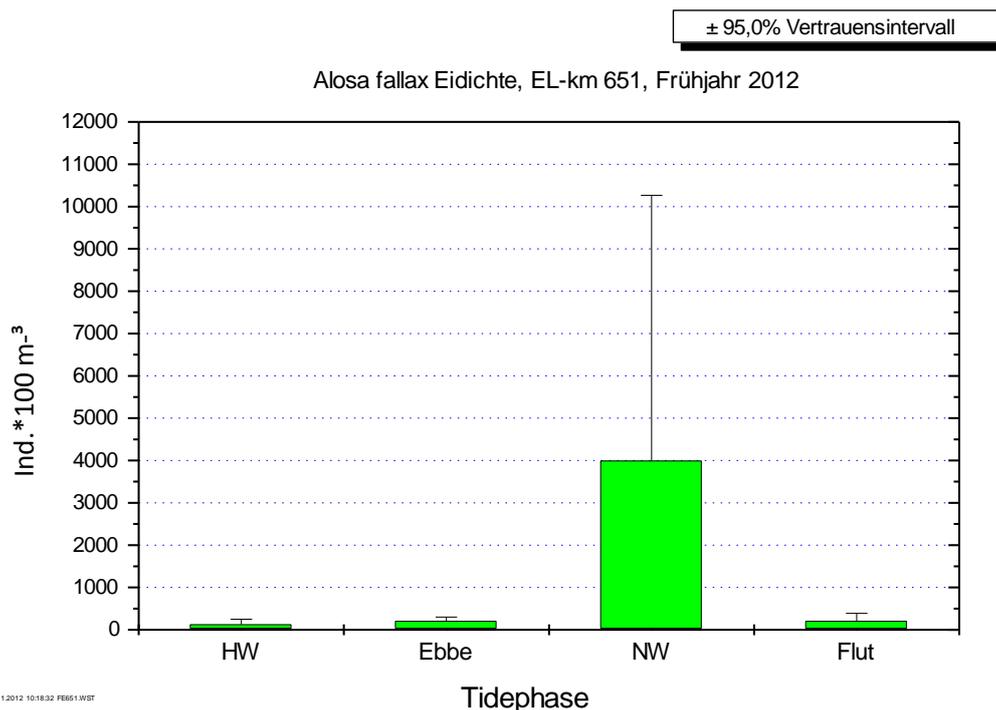


Abb. 32: Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4 & Lühesander NE, N = 6). Daten 9.5. – 22.5.2012, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen.

Aufgrund der insgesamt hohen Variabilität der Einzelproben sind die festgestellten Unterschiede statistisch nicht signifikant (Kruskal Wallis $p > 0,1$, Tab. 20).

Tab. 20: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) bei QT km 651 (inkl. Stichprobe Lühesander NE, N = 6) und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen). * = Ergebnisse ohne Lühesander NE

QT_km 651 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind. *100 m ³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	70	75,0/61,1*	±50,2521	25,1889	210,745
HW	18	178,6/124,3*	±189,438	89,8	380,9
Ebbe	18	67,2/74,6*	±63,4425	30,1	127,6
NW	16	21,2	±15,8446	7,4	29,7
Flut	18	27,2/24,4*	±19,3562	9,2	38,9
<i>Kruskal Wallis</i>					$p > 0,1$

Bezogen auf einzelne Untersuchungstermine und/oder Stationen können gewisse Abweichungen vom oben dargestellten Gesamtergebnis möglich sein. So wurde beispielsweise am 22.5. um Tidehochwasser mit einem Tagesmittel von 271 Ind./100 m³ der höchste Wert bei QT km 651 registriert. Die im Vergleich geringsten Werte wurden an beiden Untersuchungsterminen um Tideniedrigwasser (jeweils um 21 Ind./100 m³, Tab. 21) erfasst.

Tab. 21: Anzahl Fintenlarven (Ind./100 m³) differenziert nach Tidephase und Probenahmezeitpunkt. Daten Quertransekt km 651 (2012). * = Ergebnisse ohne Lühesander NE

Tidephase	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind.*100 m ³	Std.Abw.
Fintenlarven km 651_2012			
Tidehochwasser_ gesamt	18	178,6/ (124*)	380,9
9. Mai.	8	63,1	95,0
22. Mai.	10	271,1(185,6*)	495,7
Ebbephase_ gesamt	18	67,2 /74,5*)	127,6
9. Mai.	8	92,1	128,4
22. Mai.	10	47,2/ (57*)	130,1
Tideniedrigwasser_ gesamt	16	21,2	29,7
9. Mai.	8	21,7	40,3
22. Mai.	8	20,8	16,4
Flutphase_ gesamt	18	27,2/(24,4*)	38,9
9. Mai.	10	42,4/(40,7*)	46,5
22. Mai.	8	8,1	12,1

4.2.2.2 Räumliche Verteilung

Querverteilung (Transekte QT km 643 & km 651)

Um Hinweise auf 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 Flussquerschnitt nicht homogen war (Abb. 33, Abb. 34). An QT km 643 konnte in der Hahnöfer Nebelbe (QT 5) gleichsinnig zu 2011 auch 2012 die im Vergleich höchste Anzahl festgestellt werden. 2012 lag die mittlere Larvenzahl hier bei etwa 244 Ind./100 m³; wobei diese Station (erwartungsgemäß) durch eine insgesamt sehr hohe zeitliche Variabilität der Larvendichte gekennzeichnet war (vgl. 95 %-Vertrauensintervall, s. Abb. 33).

Die geringste Larvendichte innerhalb des Quertransekts wurde mit durchschnittlich nur ca. 19 Ind./100 m³ an QT 2 (Süd-Nord) erfasst. Ein nur geringfügig höherer Wert wurde bei QT 1 (Nord) mit 42 Ind./100 m³ verzeichnet. Die Stationen „Süd-Mitte“ (QT 3) sowie „Süd“ (QT 4) wiesen im internen Vergleich ebenfalls nur geringe Unterschiede (71 - 96 Ind./100 m³) auf. Allerdings lagen auch diese Werte im Vergleich zu 2011 auf niedrigem Niveau.

Wie bereits 2011 festgestellt, deutet sich auf der hier gewählten Betrachtungsebene ein mehr oder weniger ausgeprägter aufsteigender Quergradient der Larven von Nord nach Süd an.

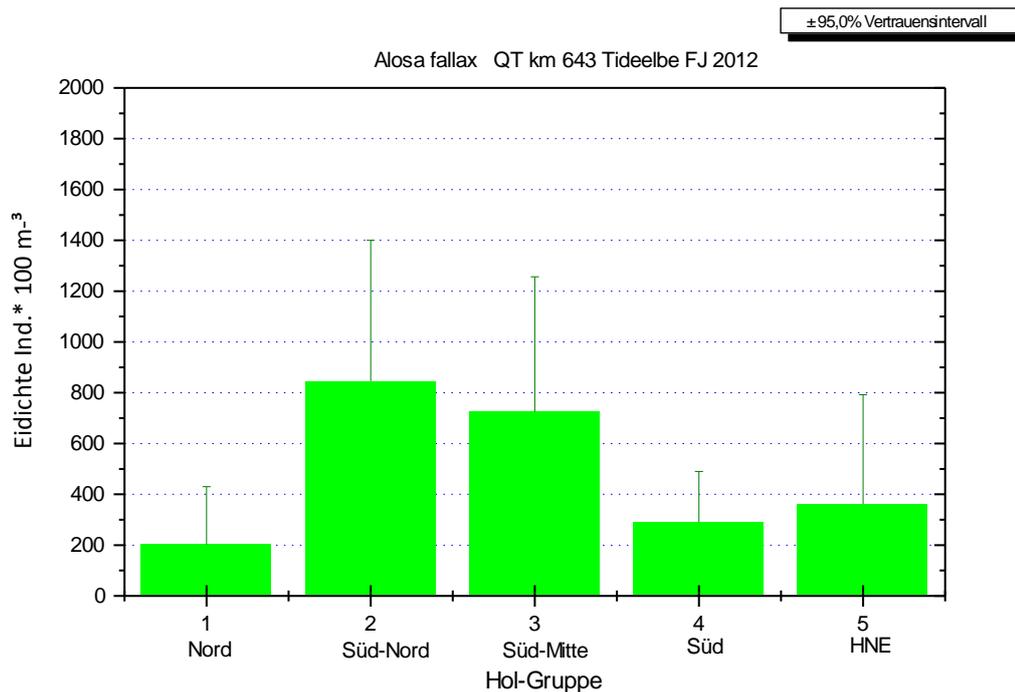


Abb. 33: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 24.4. – 6.6.2012 in der Tideelbe. HNE = QT 5 Hahnöfer Nebelbe.

Nach dem Kruskal Wallis-Test sind die Ergebnisse insgesamt signifikant, wobei sich im Einzelnen die Ergebnisse der Messstelle QT 5 (HNE) signifikant von den Ergebnissen der Messstellen QT 1 & QT 2 unterscheidet. Aufgrund der hohen Variabilität sind die übrigen Unterschiede statistisch nicht signifikant (Tab. 22).

Tab. 22: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) bei QT km 651 Rot/Blau signifikant unterschiedliche Larvenanzahlen.

QT_km 643 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind. * 100 m ³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	310	94,6	±59,3742	30,2	531,3
QT1_Nord	62	42,1*	±33,6841	16,8	132,6
QT2_Süd-Nord	62	19,4*	±16,4050	8,2	64,6
QT3_Süd-Mitte	62	71,4	±43,5217	21,8	171,4
QT4_Süd	62	96,3	±59,8057	29,9	235,5
QT5_HNE	62	243,8*	±288,602	144,3	1136,4
Kruskal Wallis					p<0.01

Abb. 34 zeigt die Ergebnisse für die Messstellen bei QT km 651. Die höchste mittlere Dichte (130 Ind./100 m³) wurde an QT 3 (Süd-Mitte) verzeichnet und analog zu QT km 643 ist auch bei km 651 der geringste Wert (9,6 Ind./100 m³) an QT 2 (Süd-Nord) registriert worden. Im Vergleich zu km 643 lagen die mittleren Larvendichten bei km 651 aber tendenziell geringer (Tab. 23). In diesem Zusammenhang ist aber zu berücksichtigen, dass die Untersuchungen bei km 651 ausschließlich in der Hauptreproduktionszeit erfolgten, während die Ergebnisse bei km 643 auch den Beginn der Reproduktionszeit mit geringen Larvenzahlen einschließen. Wird der Datensatz QT km 643

diesbezüglich „angepasst“, zeigen sich ausgeprägtere Unterschiede zwischen den Quertransekten. So liegt der Gesamtmittelwert (bezogen auf die Ergebnisse 8.5. & 21.5.) bei QT km 643 dann bei 206 Ind./100 m³ und damit deutlich höher als die mittlere Larvendichte bei QT km 651 (61 Ind./100 m³).

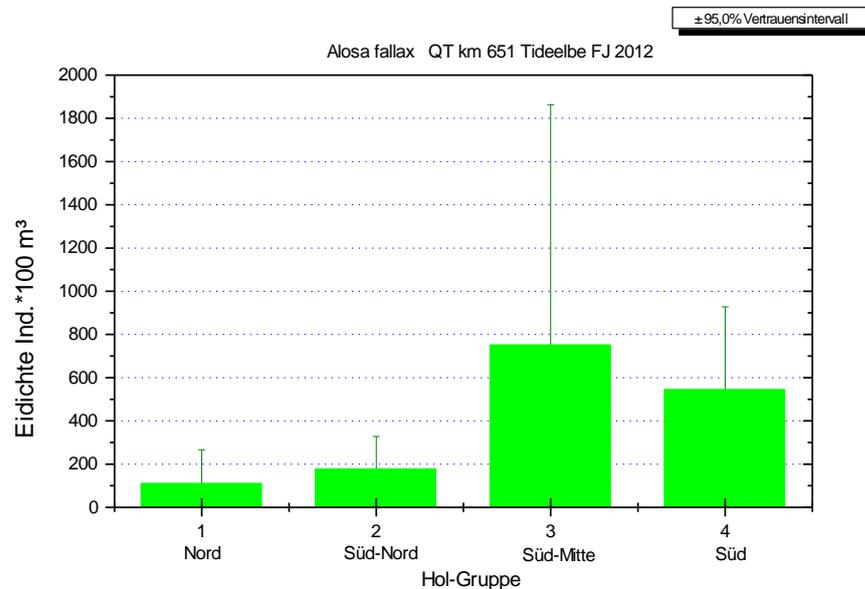


Abb. 34: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) entlang des Quertransekts in der Tideelbe bei km 651 am 9.5. & 22.5.2012.

Aufgrund der insgesamt hohen Variabilität, die u.a. auch durch die saisonale Abundanzdynamik (s.o.) hervorgerufen wird, sind die internen Unterschiede zwischen den Messstellen bei QT km 651 nicht signifikant (Kruskal Wallis $p > 0.1$, Tab. 23).

Tab. 23: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) in der Tideelbe bei QT km 651.

QT_km 651 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind.*100 m ³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	64	61,1	±41,9375	21,0	167,9
QT1_Nord	16	30,6	±29,5381	13,9	55,4
QT2_Süd-Nord	16	9,6	±6,79920	3,2	12,8
QT3_Süd-Mitte	16	130,2	±162,877	76,4	305,7
QT4_Süd	16	74,2	±59,8691	28,1	112,4
Kruskal Wallis					$p > 0.1$

Gründe für die z.T. unterschiedlichen Verteilungen entlang der Quertransekte sind nicht unmittelbar ersichtlich. Die festgestellte räumliche Verteilung der Larven im Flussquerschnitt könnte u.a. auf den 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 zielge-

richteten Ortwechselln kaum in der Lage sein werden. Allerdings scheint insbesondere die Hahnöfer Nebeneibe eine besondere Bedeutung für die Fintenlarven zu haben.

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 sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651. Konträr zu den Finteneiern wurde für die Larven ein ausgeprägtes Abundanzmaximum in der oberen Wassersäule dokumentiert (im Gesamtmittel 156 Ind./100 m³). Die 2012 sohnah erfassten Larvendichten (33 Ind./100 m³) waren - bei insgesamt geringerem Larvenaufkommen - gleichsinnig zu den Ergebnissen aus 2011 um etwa Faktor 5 geringer als die oberflächennahen Larvendichten (Abb. 35, Tab. 24).

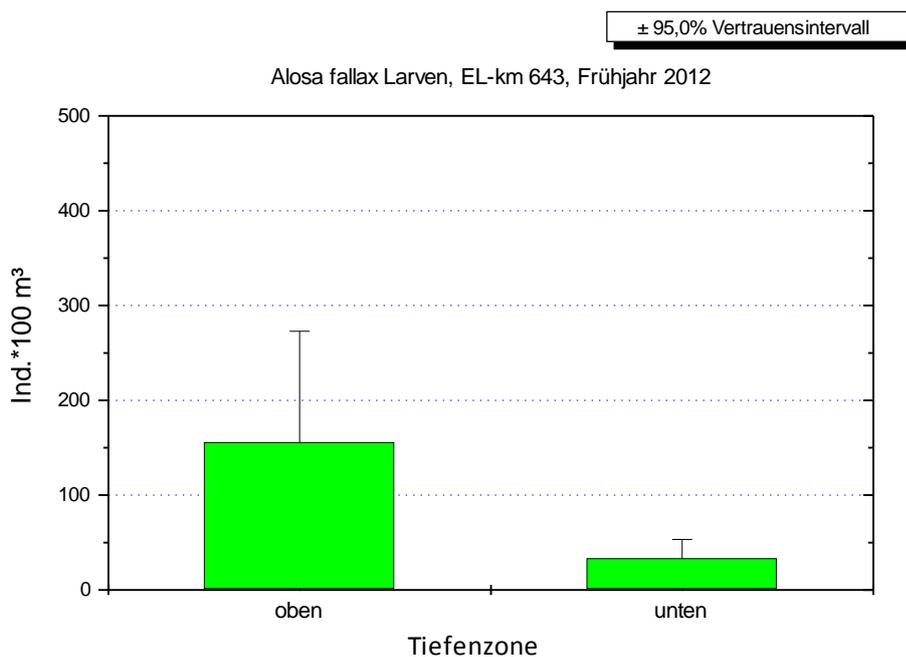


Abb. 35: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 im Zeitraum vom 24.4. – 6.6.2011.

Die in 2012 festgestellten vertikalen Unterschiede der Verteilung der Fintenlarven sind statistisch schwach signifikant (Tab. 24).

Tab. 24: Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten km 643. Rot: signifikant unterschiedliche Larvenanzahlen (Ind./100 m³).

QT_km 643 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind.*100 m ³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Ges. Stichprobe	310	94,6	±59,3742	30,17	531,28
oben	155	155,9*	±116,922	59,18	736,84
unten	155	33,3	±19,9749	10,11	125,88
Mann Whitney	N	Rangmittel	U	Z	P2
oben	155	171,006	14416		
unten	155	139,994	9609	-3,26079	0,00111

Ebenso wie bei QT km 643 konnte auch bei QT km 651 – bei insgesamt etwas geringerer Larvendichte - ein deutliches Abundanzmaximum in der oberen Wassersäule registriert werden (im Gesamtmittel 102 Ind./100 m³). Die sohnah erfassten Larvendichten (48 Ind./100 m³) waren um Faktor 2 geringer als die oberflächennahen Larvendichten (Abb. 35, Tab. 25).

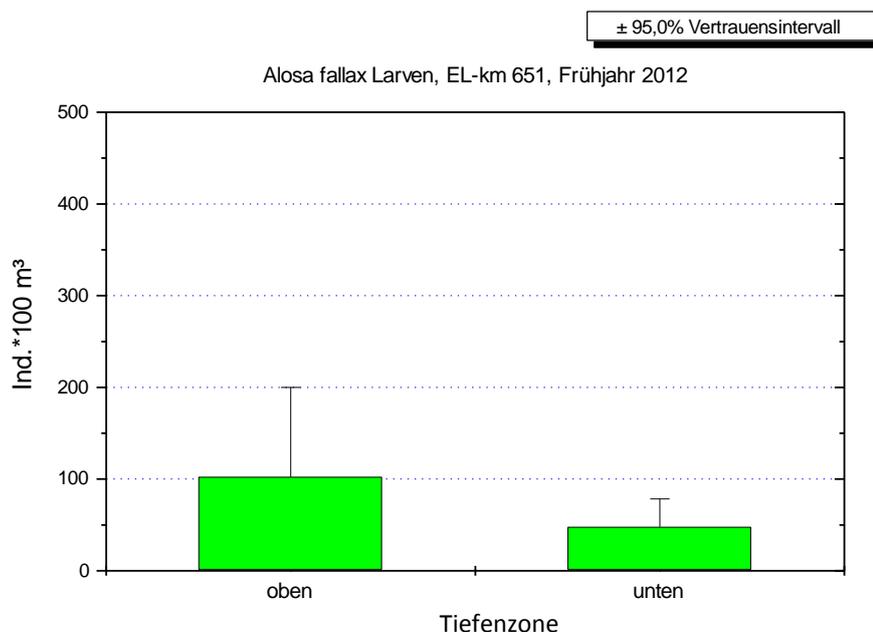


Abb. 36: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) in verschiedenen Tiefenzone in der Tideelbe im Bereich von km 651 am 9.5. & 22.5.2012.

Die in 2012 festgestellten vertikalen Unterschiede der Verteilung der Fintenlarven bei km 651 sind aufgrund der jeweils internen hohen Variabilität, anders als bei QT km 643, nicht statistisch signifikant (Mann Whitney $p > 0.1$, Tab. 25).

Tab. 25: Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten km 651 Rot: signifikant unterschiedliche Larvenanzahlen (Ind./100 m³).

QT_km 651 Fintenlarven	Anzahl Hols N	Mittelwert Ind.*100 m ³	Vertrauensint. 95%	Std.Fehler	Std.Abw.
Ges. Stichprobe	70	75,0	±50,2521	25,19	210,75
oben	35	102,3	±97,5680	48,01	284,02
unten	35	47,8	±30,5971	15,06	89,07
Mann Whitney	N	Rangmittel	U	Z	P2
oben	35	35,3429	607	-0,0654918	
unten	35	35,6571	618		0,94778

4.2.3 Synoptische Betrachtung der Quertransekt-Befunde

Auf der Grundlage der zeitlich und kleinräumig hochauflösenden Quertransektdaten wurde bereits 2011 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 „punktueller“ Quertransektdaten Hinweise auf die Bedeutung des Elbabschnitts auch ober- und unterhalb von km 643 abzuleiten. Auch im Rahmen des vorliegenden Berichts soll dieser Ansatz auch auf der Grundlage der 2012 erhobenen Daten wiederholt werden.

Die 2012 durchgeführte exemplarische Analyse umfasst die Daten der Untersuchungskampagne vom 8.5. bei km QT 643 ergänzt um Daten vom 9.5. aus der Untersuchung eines weiteren Quertransekts bei km 651. Es sei hier darauf hingewiesen, dass die hier berücksichtigten Daten 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. 37 und Abb. 38 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			
$N_{\text{Zeitspanne}} * \text{km} * \text{h} = \text{Entfernung von km 643/651} = \text{angenommener Herkunftsort}$			

Abb. 37: Übersicht über Annahmen für eine exemplarische modellhafte Projektion der Quertransektdaten bei km 643/651 vom 8.5./0.5.2012 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_2012.dbf Spalte FAHR_M) Achtung: Fahrrinnen km müssen gespiegelt werden, sonst Abb. Seitenverkehrt (Spalte M_GESPIE), Abstand zur Fahrrinne bei QT2-4 (2011) bzw. 3-4 (2012) 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. 38: 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. 38).

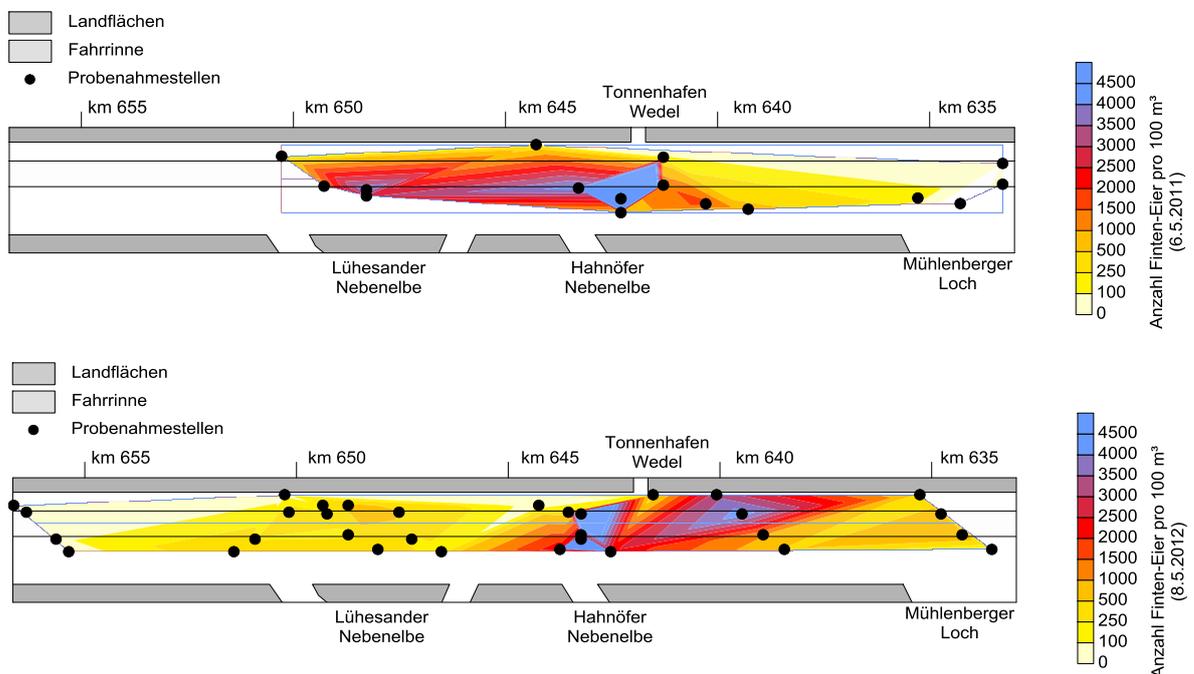


Abb. 39: Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransektdaten (Finteneier). Daten vom 8.5. 2011 (km 643/640 Bild oben) und 8.5/9.5.2012 (km 643/651, Bild unten). Für 2011 unterhalb von km 650 und oberhalb 632 keine Angaben möglich. Für 2012 unterhalb km 656 und oberhalb km 635 keine Angaben mehr möglich.

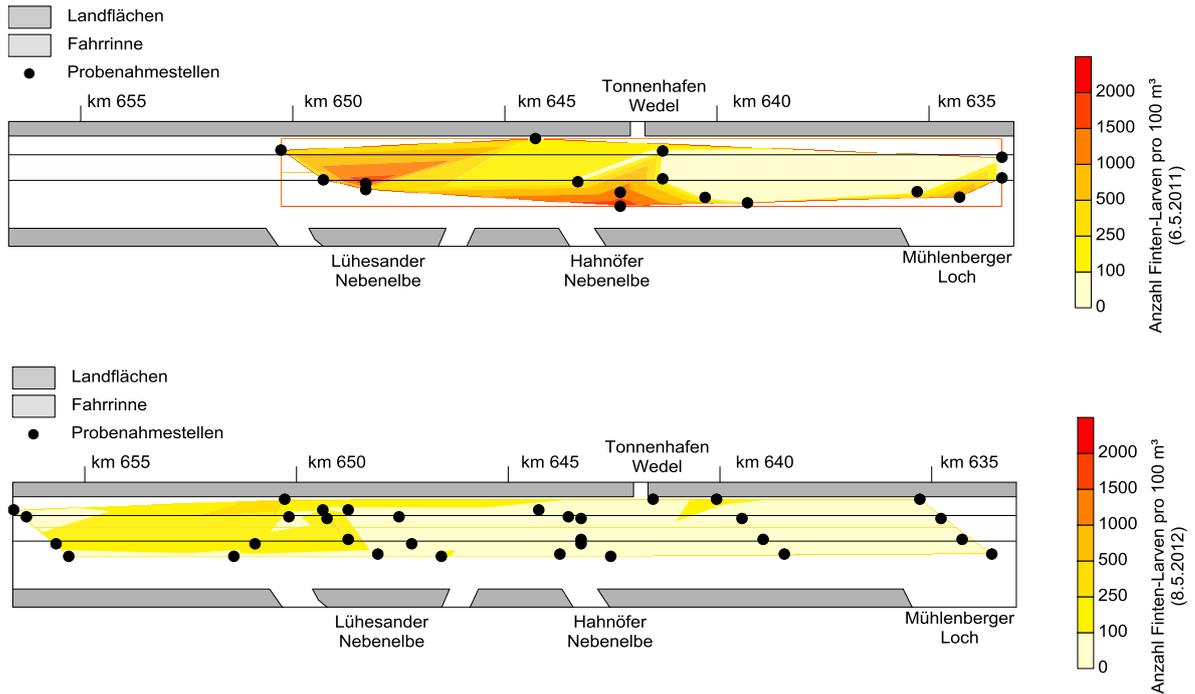


Abb. 40: Ergebnis der exemplarischen Modellierung zur räumlichen Projektion der Quertransektdaten (Fintenaichlarven). Daten vom 8.5. 2011 (km 643/640 Bild oben) und 8.5./9.5.2012 (km 643/651, Bild unten). Für 2011 unterhalb von km 650 und oberhalb 632 keine Angaben möglich. Für 2012 unterhalb km 656 und oberhalb km 635 keine Angaben mehr möglich. Die Daten der Hahnöfer Nebenelbe sind hier nicht berücksichtigt.

Abb. 39 und Abb. 40 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 der Daten vom 8.5./9.5.2012 (km 643/651) sowie einen Vergleich mit den Ergebnissen aus 2011. 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.
- Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sowohl weiter stromab (2011) als auch etwas weiter stromauf (2012) um die 2. Maiwoche hohe Ei-Anzahlen zu erwarten sein können. Unklar bleibt in diesem Zusammenhang der Einfluss des 2012 späteren Laichbeginns auf das räumliche Verteilungsmuster.
- Für den Abschnitt oberhalb km 636 sind auf der Grundlage der Daten 2011/2012 geringere Anzahlen anzunehmen.
- Fintenaichlarven waren 2011 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 vergleichbares Muster - jedoch auf einem deutlich niedrigeren Abundanzniveau - wurde auch für 2012 ermittelt (Abb. 40).

Auf der Grundlage dieser Auswertung deutet sich auch für 2012 an, dass die umfangreichsten Laichaktivitäten etwa um den Bereich km 638 – km 647 erfolgt sind. Nach der modellhaften Darstellung wäre im Bereich um km 645 eine Finteneidichte (tiefen- und tidenphasengemittelt) von bis zu $>4.000 \text{ Ind./m}^3$ (Abb. 39) und Larvenanzahlen von $>100 \text{ Ind./100 m}^3$ (2012) bis $>500 \text{ Ind./100 m}^3$ (2011) zu erwarten. Für 2012 sind - neben dem in beiden Jahren gleichsinnig festgestellten Vorkommensschwerpunkt um Wedel (km 645) - auch oberhalb von km 645 hohe Eidichten berechnet worden, während dies 2011 eher stromab von km 645 der Fall war (Abb. 39). Solche Abweichungen könnten eine gewisse interannuelle räumliche Variabilität der Laichaktivitäten widerspiegeln. Nicht auszuschließen ist aber auch eine „Ungenauigkeit“ des Modellansatzes.

Daten aus den Längstransectuntersuchungen (s. folgendes Kapitel) stehen nur vom 3./4.5 (Beginn der Laichzeit), vom 15.5. bzw. vom 30.5. zur Verfügung, diese zeitliche Differenz zu den hier exemplarisch berücksichtigten QT-Daten vom 8.5. (hohe Laichaktivität) erscheint für einen Abgleich nur sehr eingeschränkt geeignet. Daher ist 2012 auf eine ergänzende Plausibilitätsprüfung durch „unabhängige“ Daten aus der Längsbeprobung, wie sie 2011 durchgeführt wurde, verzichtet worden.

4.3 Untersuchung Längstransect

Ergänzend zur Hauptuntersuchung bei 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 Längstransect bezeichnete Untersuchung wurden auch die Nebelbecken Hahnöfersand, Lühesand, Pagensand, Schwarztonnensand sowie Glückstädter Nebelbecken einbezogen. Die Untersuchung wurde Anfang Mai (3.5./4.5.), Mitte Mai (14./15.5.) und Anfang Juni (30./31.5.) durchgeführt. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf

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

Hinweis: Analog zur Bearbeitung des Quertransectdatensatzes erfolgte auch für die Längstransectdaten 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. 26 zeigt eine Übersicht über solche auffälligen 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.

Letzteres wäre für das Ergebnis (Finteneianzahl) vom 4.5. im Bereich der Lühesander Nebelbecken (oberstrom; Hol „unten“, Flut) sowie für die Ergebnisse (Fintenlarven) vom 15.5. bzw. 30.5. an den Messstellen in der Lühesander und Hahnöfer Nebelbecken nicht ganz auszuschließen. Zu diesen Zeitpunkten lag das berechnete Wasservolumen gegenüber anderen Messstellen z.T. deutlich niedriger, da allerdings kein eindeutiger Hinweis auf eine Fehlfunktion des Strömungsmessers vorlag,

wurden die als mögliche Ausreißer detektierten Werte (Tab. 26) nicht aus dem Datensatz ausgeschlossen.

Tab. 26: Übersicht über auffällige Werte (Ind./100 m³), als „Ausreißer“ detektierte Werte. N*sigma = n-faches der Standardabweichung. Rote Werte: ein Messfehler erscheint möglich, aber nicht sicher.

Variable: Eizahl Ind./100 m ³ 2012						
Fall-Nr.	Messstelle	Datum	detektierter Ausreißerwert Ind.*100 m ³	n*Sigma	P	Hinweis auf Fehler über Filtervolumen
58	km 650	15.5.	3.161,1	8,42	0,00	nein
82	km 660	4.5.	1.621,3	4,18	0,01	nein
26	Lühesander NE	4.5.	4.456,0	8,07	0,00	möglich
Variable: Larven Ind./100 m ³ Längstransekt						
Fall-Nr.	Messstelle	Datum	detektierter Ausreißerwert Ind.*100 m ³	n*Sigma	P	Hinweis auf Fehler über Filtervolumen
73	km 655	15.5.	1.051,5	4,2	0,009	nein
85	km 660	15.5.	2.095,9	8,6	0,000	nein
21	Hahnöfer NE	30.5.	1.253,1	5,0	0,000	möglich
30	Lühesander NE	15.5.	1.086,5	4,3	0,005	möglich

Abb. 41 (Bilder links) zeigt die aufsteigend angeordneten Abundanzdaten (Finteneier und -larven). Es wird ersichtlich, dass im Hauptstrom sowohl hinsichtlich der Finteneier als auch der Larven ca. 60 % der Hols <10 Ind./100 m³ und jeweils >80 % der Hols Ei- oder Larvendichten <100 Ind./100m³ aufwiesen. Etwa 2 % (Finteneier) bzw. <1 % (Fintenlarven) der Hols erreichten Werte >1.000 Ind./100 m³.

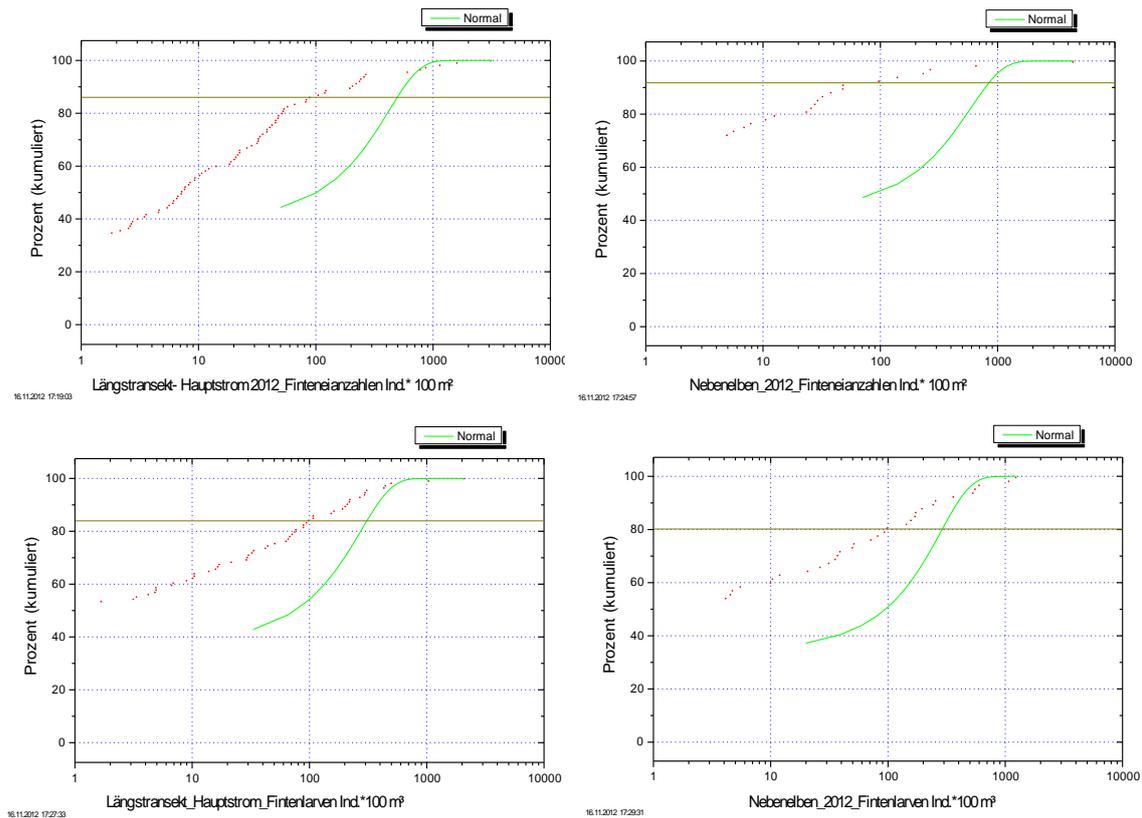


Abb. 41: Ei- und Larvendichten (Ind./100 m³) aufsteigend angeordnet, Datengrundlage Längstransekuntersuchung (2012) km 630 – km 680 und Nebeneiben. Rote Linie: Ergebnisse der einzelnen Hols aufsteigend angeordnet. Grüne Linie: Normalverteilung.

In den Nebeneiben lag 2012 die Anzahl der Hols mit Eidichten von <10 Ind./100 m³ bei etwa 78 % und bezogen auf die Larven bei etwa 60 %. Nur 15 % (Finteneier) bzw. 20 % (Fintenlarven) der Hols wiesen Anzahlen von >100 Ind./100 m³ auf. Nur in Einzelfällen wurden Werte von mehr als 1000 Ind./100 m³ erreicht (Abb. 41, Bilder rechts).

4.3.1 Finteneier

Die Ergebnisse zeigen, dass im gesamten Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 Finteneier erfasst werden konnten, dabei zeigen sich im Längsverlauf der Elbe z.T. deutliche Abundanzunterschiede. Auf der in Abb. 42 gewählten Betrachtungsebene (ungemittelte Holdaten) 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 2 Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) integrieren. Trotz dieser Variabilitätsfaktoren ist ein räumliches Verteilungsmuster erkennbar. So wurden im Bereich von km 640 – 660 die höchsten Eidichten erfasst. Vorwiegend in diesem Abschnitt wurden Einzelwerte mit deutlich >500 Ind./100 m³ erfasst; die mittlere Eidichte lag hier bis zu 264 Ind./100 m³. Minima wurden bei km 630 (im Mittel 14,6 Ind./100 m³) und stromab von km 670 (im Mittel <6 Ind./100 m³) verzeichnet (Abb. 42 links).

In Bezug auf die Nebeneiben zeigt sich, dass 2012 die höchsten durchschnittlichen Eidichten (404 Ind./100 m³) bei Lühesand erfasst wurden. An den Messstellen der anderen Nebeneiben wurden deutlich geringere Eidichten (42 – 61 Ind./100 m³) ermittelt. In der Pagensander NE sowie in der Glückstädter NE wurden 2012 mit durchschnittlich <5 Ind./100 m³ die geringsten Anzahlen festgestellt (Abb. 42 rechts).

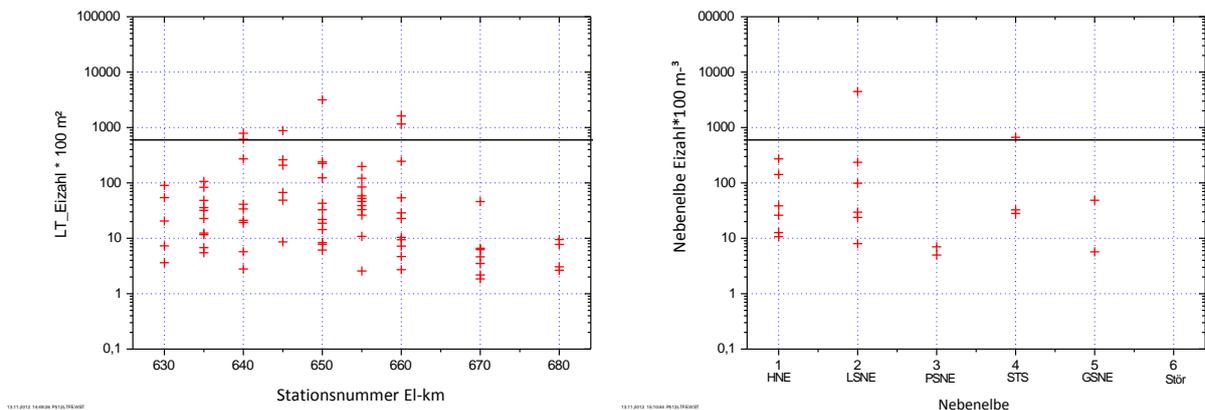


Abb. 42: Finteneidichten (Ind./100 m³ auf Holebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630 – km 680, linkes Bild) sowie in Nebeneiben (rechtes Bild). Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (4.5., 15.5., 30.5.2012) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). (1) HNE = Hahnöfer NE, (2) LÜNE = Lühesander NE, (3) PANE = Pagensander NE, (4) STS = Schwarztonnensand, (5) GSNE = Glückstädter NE; sowie (6) 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 Nebeneiben (Abb. 43, Bilder 1): Finteneier wurden in höheren Anzahlen v.a. Anfang Mai und z.T. auch Mitte Mai nachgewiesen. Im Mittel lagen die Dichten zu diesem Zeitpunkten bis etwa 250 Ind./100 m³ im Maximum (Lühesander NE). Ende Mai wurden sowohl im Hauptstrom als auch in den Nebeneiben nur noch geringe Dichten (<15 Ind./100 m³) festgestellt. Dieses Ergebnis entspricht weitgehend auch dem Befund der Quertransektuntersuchungen bei km 643/651 und eines generell zu erwartenden saisonalen Entwicklungsmusters.
- Daten gruppiert nach Tiefenzone (Abb. 43, Bilder 2): Im Rahmen der Längstransektuntersuchung (inkl. der Nebenarme) wurden an jeder Station 2 Tiefenzonen (oberflächennah, sohlnah) beprobt. Die Daten zeigen analog zu den Quertransektaten bei km 643/651 einen deutlichen vertikalen Gradienten mit höheren Eidichten in der unteren Wassersäule (im Mittel >180 - 202 Ind./100 m³) und wesentlich geringen Anzahlen (2,7 – 19,2 Ind./100 m³) in der oberen Wassersäule. Diese Unterschiede sind statistisch signifikant (parameterfreier Mann Whitney Test $p < 0.01$).

- Daten gruppiert nach Stromseite (Abb. 43, Bild 3, links): An jeder Station des Längstransekts im Hauptstrom erfolgte eine Beprobung der nördlichen sowie der südlichen Stromseite. Die Ergebnisse zeigen diesbezüglich insofern Unterschiede, als insgesamt im Bereich der südlichen Stromseite höhere Eidichten erfasst wurden als auf der nördlichen Seite. Die Ergebnisse sind statistisch signifikant (parameterfreier Mann Whitney Test $p < 0.01$). Die Gründe für ein solches Ergebnis lassen sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht identifizieren. Denkbar wären hydrografische Faktoren (Strömungsverhältnisse), z.B. Akkumulation der frei schwebenden Eier im Bereich stärker ausgeprägter Strömungen („Prallhangcharakter“).
- Nebelnelben, Daten gruppiert nach Position der Messstellen (Abb. 43, Bild 3, rechts): Die Ergebnisse deuten auf räumliche Unterschiede in den Nebelnelben hin. So wurden unabhängig von der Lage der Nebelnelbe 2012 ganz überwiegend höhere Eidichten im stromauf befindlichen Bereich und geringere an den Stationen die im stromabliegenden Bereich liegen festgestellt. Diese Unterschiede sind durch eine hohe räumliche Variabilität der Eidichten im Vergleich der Nebelnelben beeinflusst, aber insgesamt noch statistisch schwach signifikant (Mann Whitney Test $p=0.08$, einseitig). Denkbarer Grund für dieses Ergebnis wäre auch ein Zusammenhang mit jeweils unterschiedlichen hydrografischen Bedingungen.

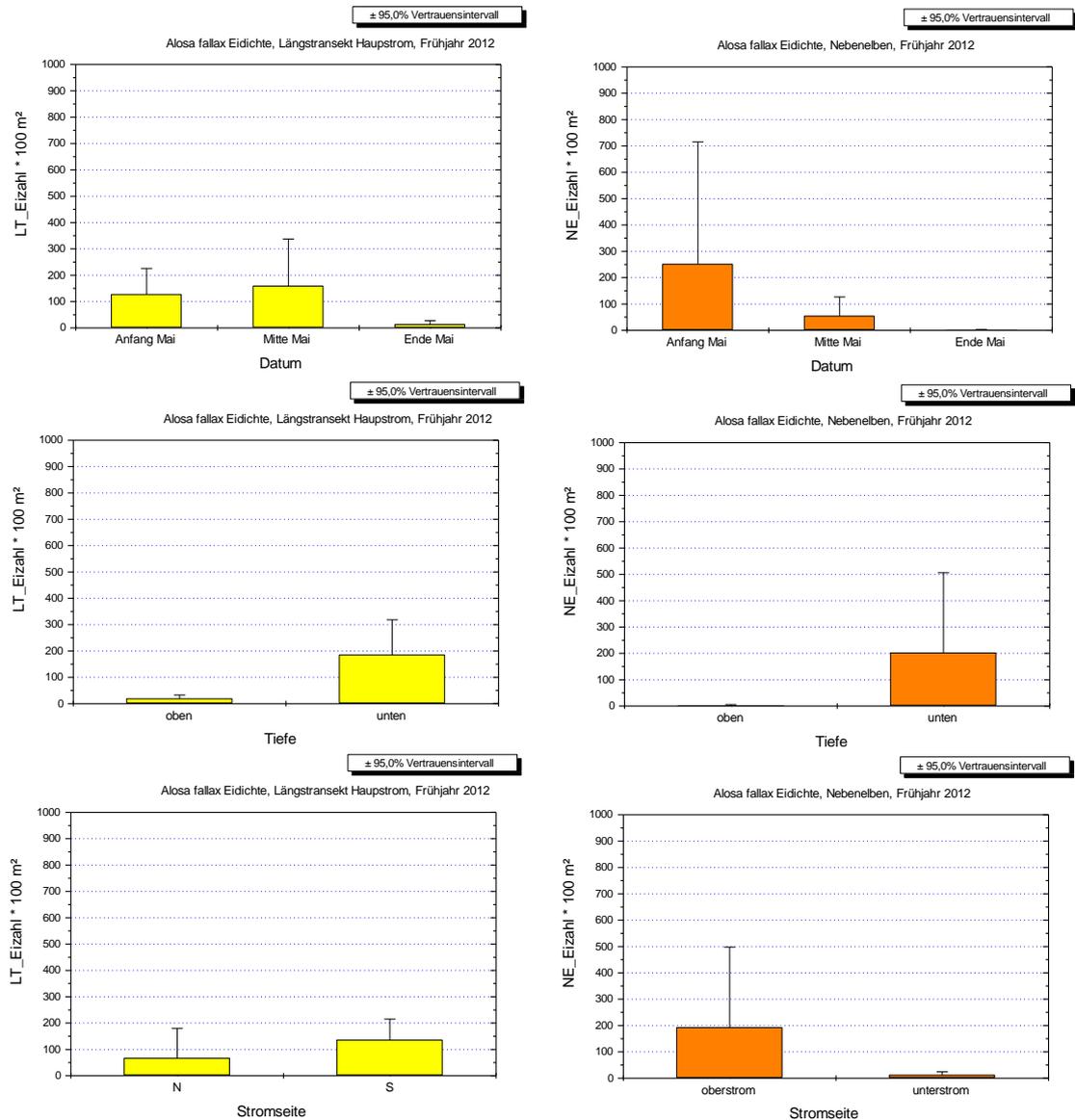
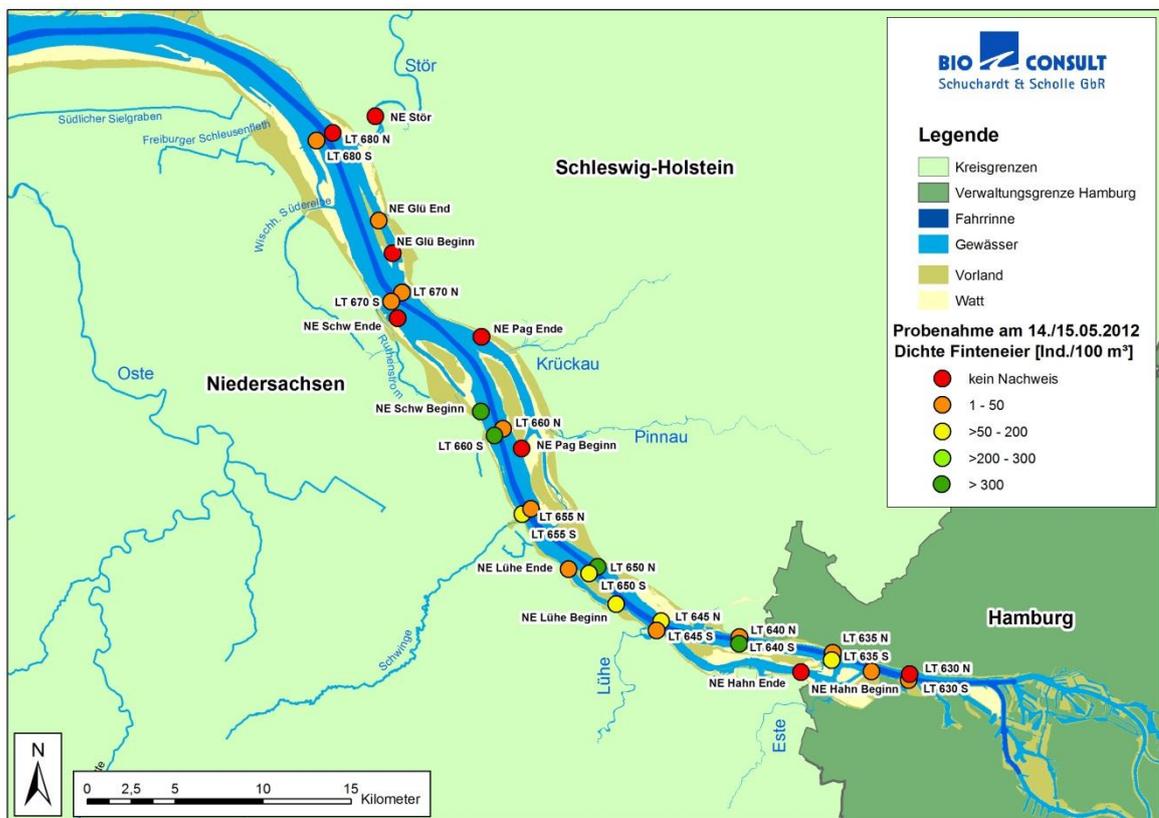
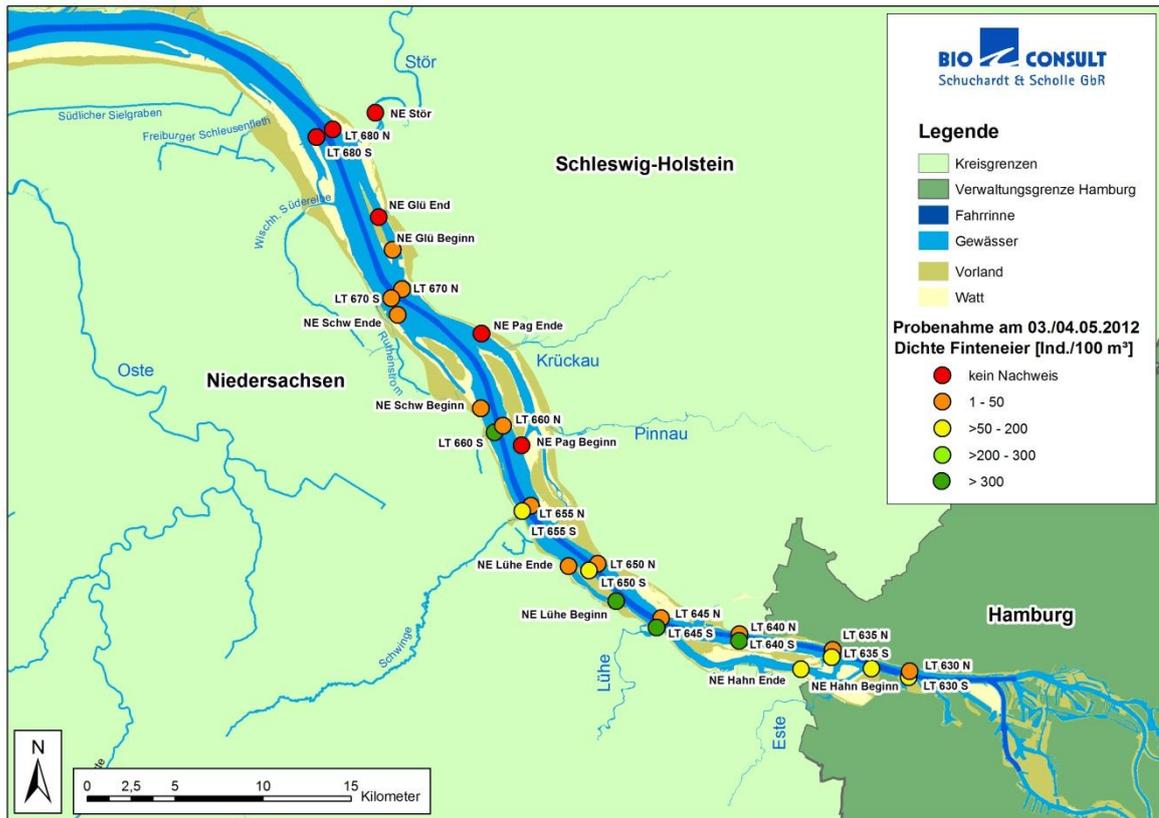


Abb. 43: Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Finteneidichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebeneiben (rechts). (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE). Hauptstrom N = nördliche Stromseite, S = südliche Stromseite. NE-Messstelle „stromauf“ = Position im stromaufliegenden Abschnitt; Messstelle „unterstrom“ = Position stromabliegender Abschnitt.

Abb. 44 zeigt eine zusammenfassende Übersicht über die 2012 festgestellten Eidichten an den Längstransektstationen (LT km 630 – km 680) und in den Nebeneiben, 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).



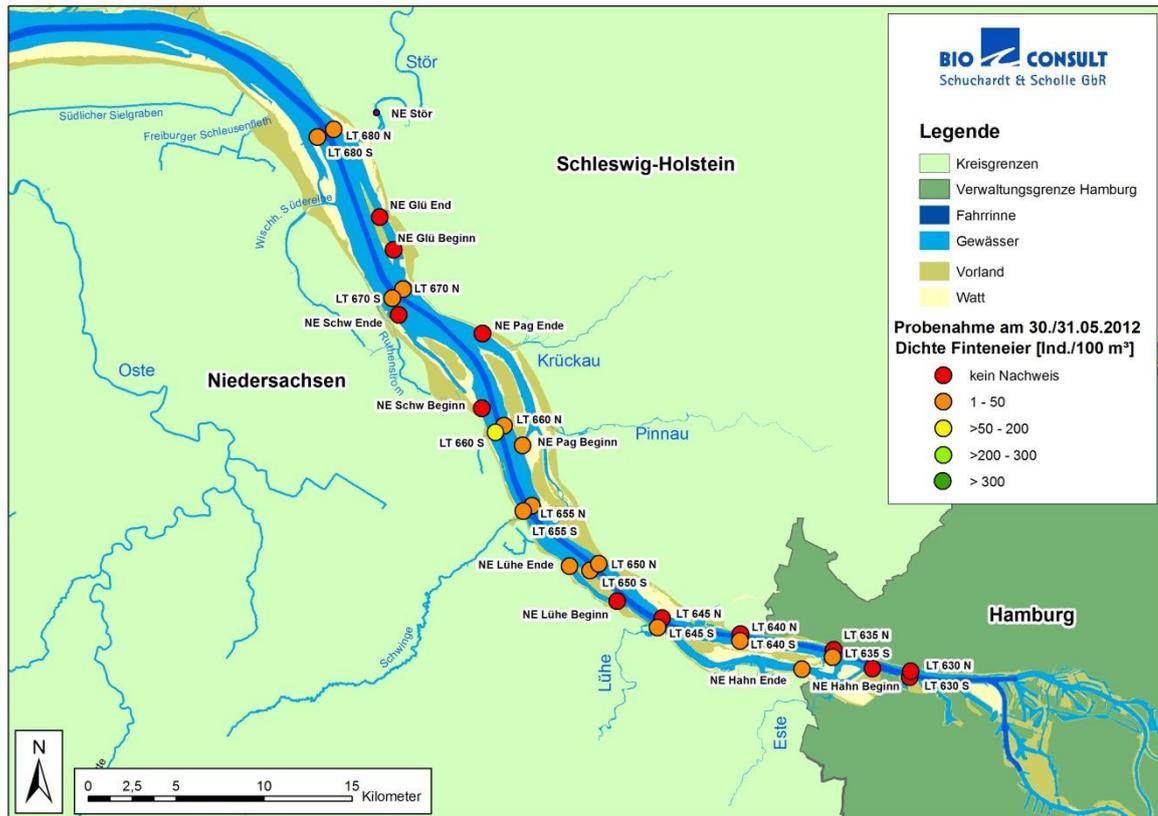


Abb. 44: Finteneidichte (Ind./100 m³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (4/5.5.- Bild oben, 14/15.5. - Mitte, und 30/31.5.2012 - unten).

4.3.2 Fintenlarven

Im gesamten Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 und in allen Nebenelben konnten Fintenlarven, allerdings in unterschiedlicher Abundanz, erfasst werden. Auf der in Abb. 45 gewählten Betrachtungsebene (ungemittelte Holdaten) 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 2 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 2012 insgesamt eher niedrigen Abundanzniveaus einzuordnen sind.

Im Bereich von km 655 und km 660 konnten Maxima von ca. 160 bzw. 246 Ind./100 m³ verzeichnet werden, nur wenige Einzelwerte überschritten 500 Ind./100 m³ (Abb. 45). An den übrigen Messstellen lag die mittlere Larvendichte überwiegend deutlich <100 Ind./100 m³ (Tab. 27), alle Einzelwerte unterschritten 500 Ind./100 m³ (Abb. 45). Im Vergleich zu 2011 lagen die Larvenanzahlen 2012 im Mittel um den Faktor >3 niedriger (vgl. Kap. 7).

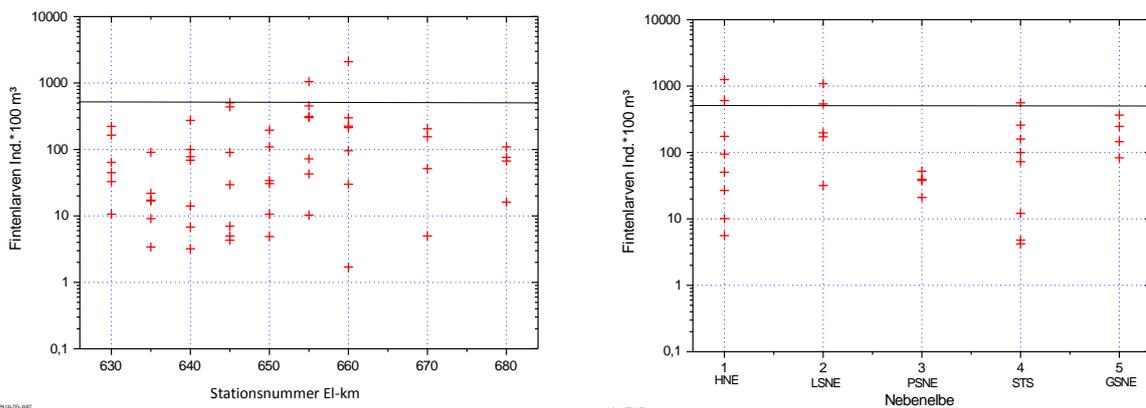


Abb. 45: Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m³) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebeneiben (Bild rechts). Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (4./5.5., 14./15.5., 30./31.5.2012) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). (1) HNE = Hahnöfer NE, (2) LÜNE = Lühesander NE, (3) PANE = Pagensander NE, (4) STS = Schwarztonnensand, (5) GSNE = Glückstädter NE; sowie (6) Stichprobe im Unterlauf der Stör.

Die Nebeneiben wiesen ebenfalls unterschiedliche Larvendichten auf. Das Maximum entfiel 2012 mit durchschnittlich 185 Ind./100 m³ auf die Hahnöfer NE. Ähnlich hohe Dichten (169 Ind./100 m³) sind auch für die Lühesander NE registriert worden. Einzelne Messwerte langten dabei > 500 Ind./100 m³ (Abb. 45). In den übrigen Nebeneiben (Glückstädter NE, & Schwarztonnensand) lagen die mittleren Larvenanzahlen im Mittel jeweils <100 Ind./100 m³, wobei die Pagensander NE mit nur 13,7 Ind./100 m³ den mit Abstand geringsten Wert aufwies. Im Vergleich mit den Befunden aus dem Hauptstrom (Gesamtmittel bei 75,4 Ind./100 m³) konnten in den Nebeneiben bei insgesamt aber hoher Variabilität im Mittel mehr Larven gefangen werden (Gesamtmittel 108,8 Ind./100 m³, Tab. 27). Das 2012 dokumentierte NE-Gesamtmittel unterschreitet den Wert aus 2011 (476 Ind./100 m³) aber etwa um den Faktor 5 (ohne Hahnöfer Nebeneibe).

Tab. 27: Statistische Kennwerte zu den Messstellen der Längstransect-Untersuchung (inkl. Nebeneiben). Hahn = Hahnöfer NE, Lühe = Lühesander NE, Pag = Pagensander NE, STS = Schwarztonnensand, Glü = Glückstädter NE;

Messstelle	Anzahl Hols	Fintenlarven Mittelwert Ind.*100 m ³	Std.Fehler	Std.Abw.
LT_Hauptstrom ges.	114	75,4	22,0	234,9
630	12	45,0	21,3	73,7
635	12	13,3	7,4	25,7
640	12	45,4	23,3	80,6
645	12	90,0	52,2	180,7
650	16	24,0	13,4	53,6
655	14	160,4	79,4	297,1
660	12	246,8	171,0	592,2
670	12	34,8	20,3	70,3
680	12	22,4	11,2	38,7
Nebeneibe ges.	59	108,8	31,9	244,9
Glü	12	70,2	35,3	122,1
Pag	11	13,7	6,1	20,2
Lühe	12	169,0	95,3	330,1
Hahn	12	185,3	109,1	377,8
STS	12	97,7	48,3	167,4

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

- **Daten gruppiert nach Untersuchungszeitpunkt (Abb. 46 Bilder oben):** Fintelarven wurden im Rahmen des Längstransektivs im Hauptstrom sowie in den Nebelnelben ab Mitte Mai erfasst. Anfang Mai wurden 2012 noch keine Larven erfasst. Die höchste Anzahl wurde gleichsinnig Mitte Mai dokumentiert. Im Mittel waren die Anzahlen zu diesem Zeitpunkt mit 206 Ind./100 m³ (Hauptstrom) und 220 Ind./100 m³ (Nebelnelben) nahezu identisch. Während Ende Mai die mittleren Larvenzahlen (ca. 20,6 Ind./100 m³) an den Hauptstromstationen durchgängig gering waren, lag die mittlere Dichte in den Nebelnelben noch bei etwa 111 Ind./100 m³. Die Unterschiede zwischen den Nebelnelben waren jedoch ausgeprägt. In der Hahnöfer NE konnte mit einer Dichte 495 Ind./100 m³ der bei weitem höchste Wert zu diesem Zeitpunkt verzeichnet werden, alle anderen NE wiesen dagegen sehr geringe Werte auf. Die deutliche Abnahme der Larvenzahlen ab Ende Mai/Anfang Juni wurde bereits 2011 festgestellt. Aus welchem Grund die Anzahlen bereits ab Ende Mai/Anfang Juni z.T. signifikant zurückgingen (Kruskal Wallis $p < 0.1$), ist hier nicht zu klären. Wie bereits 2011 angemerkt, ist u.E. eine bereits umfangreich erfolgte Abwanderung der Larven aus dem Untersuchungsbereich zu diesem vergleichsweise frühen Zeitpunkt nicht wahrscheinlich. Denkbar wären u.a. Faktoren wie eine hohe Mortalitätsrate der Larven; oder methodisch bedingte Befunde. So könnten spätere Larvenstadien bzw. Juvenile aufgrund ihrer bereits fortgeschrittenen Mobilität mit den eingesetzten Ringnetzen nicht mehr optimal erfasst werden.
- **Daten gruppiert nach Tiefenzone (Abb. 46, Bilder Mitte):** Im Rahmen der Längstransektivuntersuchung wurden an jeder Station 2 Tiefenzonen (oberflächennah, sohl nah) beprobt. Analog zu den Quertransektivergebnissen bei km 643/651 zeigen die Längstransektivdaten (Hauptstrom & Nebelnelben) ebenfalls einen deutlichen vertikalen Gradienten. So wurden in der oberen Wassersäule im Mittel ca. 100 Ind./100 m³ und 138 Ind./100 m³ erfasst; in der unteren Wassersäule waren die Larvenzahlen (ca. 50 Ind./100 m³ bzw. 80 Ind./100 m³) geringer. Diese Unterschiede sind statistisch aufgrund der gruppenspezifischen internen Variabilität nicht signifikant (parameterfreier Mann-Whitney-Test $p > 0.1$).
- **Daten gruppiert nach Stromseite (Abb. 46, Bild unten, links):** An jeder Station des Längstransektivs 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 115 Ind./100 m³ und an den nördlichen nur 33,5 Ind./100 m³ registriert werden. Die Unterschiede sind aufgrund der jeweils internen räumlich und zeitlichen Variabilität statistisch allerdings nur schwach signifikant (parameterfreier Mann-Whitney-Test $p = 0.09$). Das Ergebnis ähnelt den Befunden, die bei km 643/651 (Quertransektiv) dokumentiert wurden.
- **Nebelnelben, Daten gruppiert nach Position der Messstellen (Abb. 46, Bild unten, rechts):** 2012 wurden im Mittel höhere Larvendichten (ca. 136 Ind./100 m³) im stromauf befindlichen Bereich und geringere an den Stationen, die im stromabliegenden

Bereich der Nebelbecken liegen ($80,7 \text{ Ind./100 m}^3$) erfasst. Ein solches Verteilungsmuster wurde mit Ausnahme von Schwarztunnensand für jede Nebelbecken dokumentiert. Die bezogen auf der Betrachtungsebene „Gesamtmittelwert“ festgestellten Unterschiede sind aufgrund der hohen Variabilität statistisch allerdings nicht signifikant (parameterfreier Mann-Whitney-Test $p > 0.1$).

Abb. 47 zeigt eine zusammenfassende Übersicht über die 2012 erfassten mittleren Fintenlarvenanzahlen an den Längstransectstationen (LT km 630 – km 680) und in den Nebelbecken, differenziert nach Untersuchungstermin. Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse (grün: höhere Dichten, rot kein Fintenlarvennachweis) differenzieren dabei zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

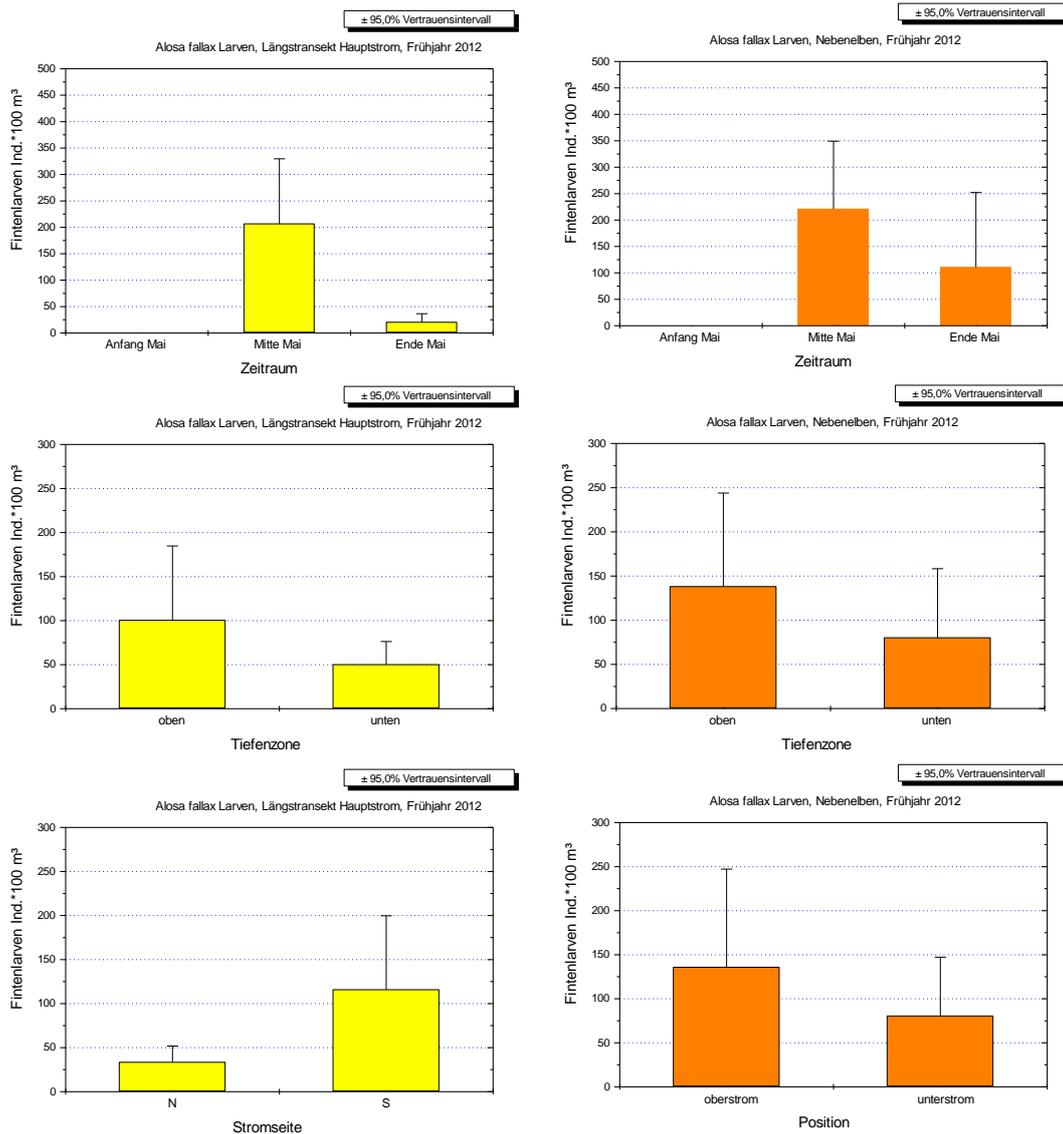
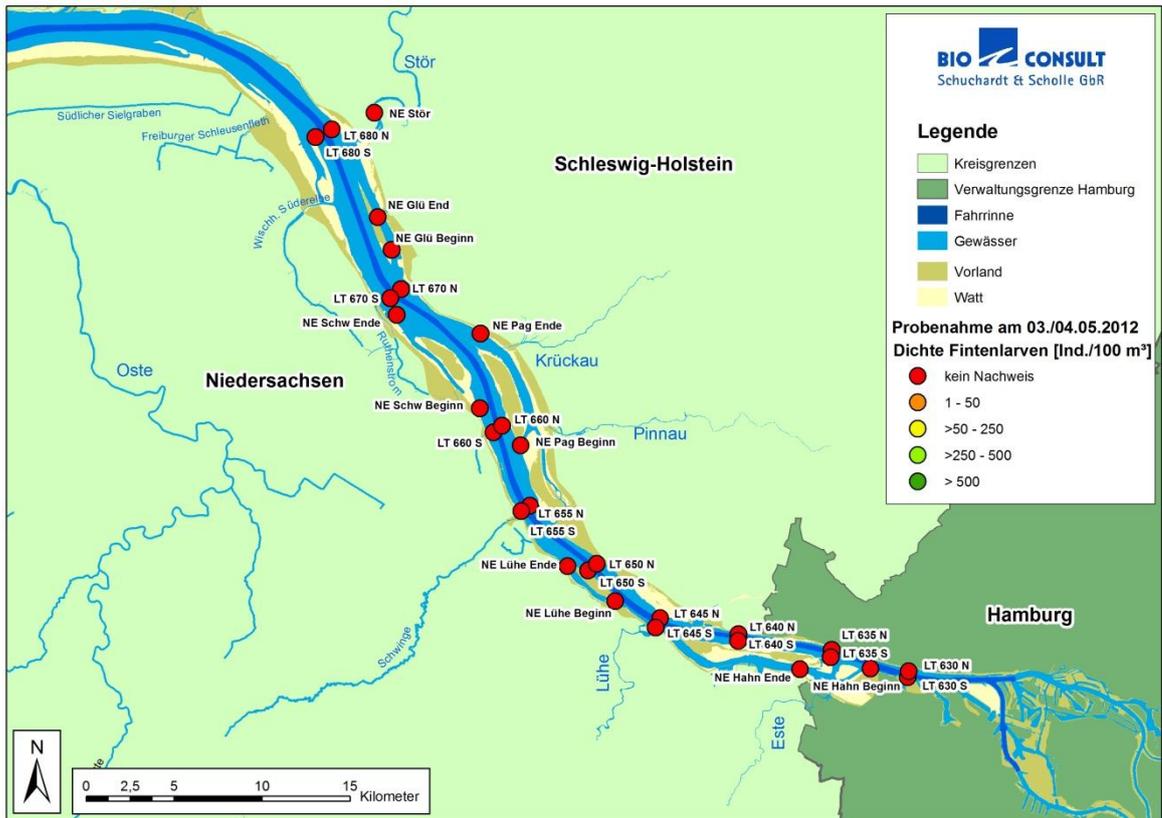


Abb. 46: Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebeneiben (rechts). (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE). Hauptstrom N = nördliche Stromseite, S = südliche Stromseite. NE-Messstelle „stromauf“ = Position im stromaufliegenden Abschnitt; Messstelle „unterstrom“ = Position stromabliegender Abschnitt.



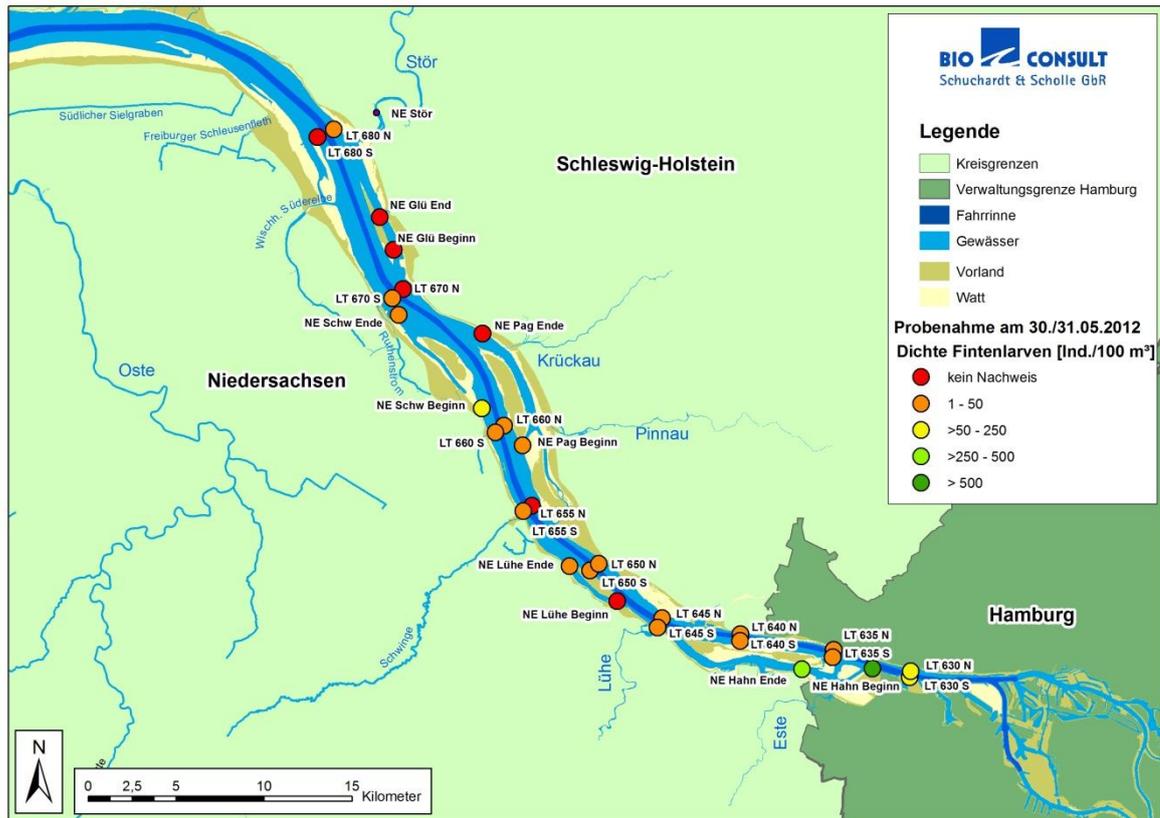


Abb. 47: Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (4./5.5. - Bild oben, 14./15.5. - Mitte, und 30./31.5.2012 - unten).

5. Zusammenfassende Schlussfolgerung und Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus 2011

Im Rahmen der in 2012 durchgeführten Untersuchung konnte eine im Vergleich zu 2011 noch relativ hohe Eidichte im Bereich bei QT km 643 sowie auch bei QT km 651 festgestellt werden. Z.T. lagen Einzelwerte (auf Halebene) bis zu >10.000 Ind./ 100 m^3 (Finteneier) vor. Dass sehr hohe Werte aber nicht häufiger erreicht wurden, zeigt sich unter Berücksichtigung des 0.95-Quantils (bezogen auf alle erhobenen Einzelmesswerte an einer Messstelle). Dieses lag für die Finteneianzahlen (QT 643 $N_{\text{ges}} = 320$ Hols) bei ca. 2.670 Ind./ 100 m^3 und bei 1.525 Ind./ 100 m^3 im Untersuchungsbereich QT 651 ($N_{\text{ges}} = 70$ Hols). Hinsichtlich der Larvendichte wurden weniger hohe Anzahlen ermittelt. Maximalwerte (einzelne Werte auf Halebene) unterschritten überwiegend deutlich <5.000 Ind./ 100 m^3 . Bei QT km 643 liegt das 0.95-Quantil bei 362 Ind./ 100 m^3 und bei QT 651 bei 318 Ind./ 100 m^3 .

Im Vergleich zu den QT-Ergebnissen wurden im Längsverlauf der Tideelbe von km 630 – km 680 an den 9 Messstellen im Hauptstrom, als auch in den Nebeneiben, bezogen auf die Zeitpunkte Anfang -, Mitte - und Ende Mai im Mittel weniger hohe Ei- und Larvendichten dokumentiert. So lag das 95 %-Quantil, bezogen auf die Fintenei-Ergebnisse, bei 391 Ind./ 100 m^3 (Hauptstrom, $N_{\text{ges}} = 60$) sowie bei 203 Ind./ 100 m^3 (Nebeneiben $N_{\text{ges}} = 114$) und bezogen auf die Larvendichte 565 Ind./ 100 m^3 (Hauptstrom) bzw. 307 Ind./ 100 m^3 (Nebeneiben).

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

- Die Auswertung der **abiotischen Rahmenbedingungen** zeigt, dass die Wassertemperaturen 2012 im Untersuchungsgebiet bei km QT km 643/651 im April ($<10\text{ °C}$) und auch noch Anfang Mai ($<12\text{ °C}$) noch vergleichsweise niedrig waren. Erst ab Ende der 1. Maiwoche 2012 erfolgte ein Anstieg bis auf ca. 14 °C bis Mitte Mai; im Juni erreichten die Wassertemperaturen etwa 20 °C . Im Verlauf des Frühjahrs sank der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) von $900\text{ m}^3/\text{s}$ (Anfang April) auf etwa $400\text{ m}^3/\text{s}$ (Mitte Juni). Die Leitfähigkeiten nahmen im Untersuchungszeitraum ($500\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ Anfang April) u.a. in Abhängigkeit vom Oberwasser zu und waren gegen Ende Mai als schwach oligohalin zu bezeichnen (bis $>900\text{ }\mu\text{S} = \text{ca. } >0,8\text{ ppt}$). Die Sauerstoffbedingungen waren bis Mitte Mai phasenweise durch niedrige Werte (Tagesmittel z.T. $<3,5\text{ mg/l}$) gekennzeichnet, insbesondere ab Anfang Juni erhöhte sich der Anteil pessimaler O_2 -Tagesmittelwerte von $<3,5\text{ mg/l}$. Insgesamt wichen die abiotischen Rahmenbedingungen bezogen auf den Untersuchungszeitraum 2012 nicht auffällig von denen der Vorjahre ab.
- **Finteneier (Quertransekte)** wurden im Zeitraum von 24.04.12 – 06.06.12 erfasst. Die Befunde deuten darauf hin, dass in 2012 der Beginn der Laichtätigkeiten auf Ende April/Anfang Mai datiert werden kann, wobei eine erste umfangreiche Eiablage Ende der ersten Maiwoche bei Wassertemperaturen um $12\text{ °C} - 13\text{ °C}$ erfolgt ist. Das Maximum wurde etwa Anfang der 2. Maiwoche (8.5 – 9.5.) verzeichnet. Zu diesem Zeitpunkt erreichten die mittleren Eidichten sowohl bei QT km 643 als bei QT km 651 >1.600 Ind./ 100 m^3 . Ab Ende Mai/Anfang Juni gingen die Eidichten deutlich zurück und in der 2. Juniwoche (06.06.)

wurden nur noch wenige Finteneier (im Mittel 1,3 Ind./100 m³) bei QT km 643 (QT km 651 im Juni nicht untersucht) erfasst. Über den Flussquerschnitt war die Verteilung der Eier sehr variabel, so wurden v.a. auf der südlichen Stromseite bzw. nahe der Strommitte höhere Anzahlen erfasst. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit lokalen Strömungsmustern. Sehr deutliche Unterschiede im Hinblick auf die Finteneidichte zwischen Hauptstrom (QT km 643) und der Hahnöfer Nebelbe wurden nicht dokumentiert. Im Rahmen der Untersuchung wurde analog zu 2011 ergänzend bzw. teilweise ein modellhafter Ansatz angewendet, der die Daten zu den Eianzahlen (hier nur exemplarisch für Daten vom 8.5.) mit Tidephase und Tideweg verschneidet. Ein solches Vorgehen ermöglichte aus den „Punktdaten“ (hier Quertransektdaten) Hinweise auf die flächenhafte Verteilung der Eier abzuleiten. Die Ergebnisse aus 2012 unterstützen das Ergebnis aus 2011, dass der Hauptreproduktionsbereich zwischen km 640 und km 650 lokalisiert werden kann. Die Ergebnisse deuten aber ebenfalls daraufhin, dass innerhalb dieses Abschnitts örtlich Unterschiede in Bezug auf die Abundanzen von Finteneiern und –larven möglich sind. Der Bereich mit den Abundanzmaxima lag aber sowohl 2011 als auch 2012 um +/- km 645.

- **Finteneier (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelben):** Die Untersuchung im Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2012 Finteneier im gesamten Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 nachgewiesen wurden. 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 (<300 Ind./100 m³) an den Längstransekt-Messstellen (inkl. Nebelben) im Vergleich zu den QT-Ergebnissen allerdings niedriger. In diesem Zusammenhang ist aber zu beachten, dass die LT-Messstellen nicht mit der gleichen Intensität beprobt wurden, so erfolgte z.B. während des Zeitraums (9.5.) mit Maxima an den QT-Messstellen keine Längstransektuntersuchung. 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 2.05.11 – 06.06.12 erfasst. Das Maximum der Larvendichte trat gegen Mitte/Ende Mai (mittlere Dichten/Fangtag um 370 Ind./100 m³) auf und damit später als das Maximum der Eidichte. Ab Ende Mai/Anfang Juni gingen die Larvendichten deutlich zurück. Larven waren gegen Ende der Untersuchung in der 2. Juniwoche aber noch präsent. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven variabel, so wurden v.a. auf der südlichen Stromseite und insbesondere in der Hahnöfer Nebelbe (QT5) signifikant höhere Anzahlen erfasst als auf der nördlichen. Möglicherweise besteht hier u.a. auch ein Zusammenhang mit lokalen Strömungsmustern und/oder durch 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. Anders als für die Finteneidichte dokumentiert, lag die Larvenanzahl im Hauptstrom niedriger (Gesamtmittel: um ca. 60 Ind./100 m³) als in der Hahnöfer Nebelbe (Gesamtmittel 244 Ind./100 m³). Auf der Grundlage der synoptischen modellhaften Betrachtung der zeitlichen und der räumlichen Ergebnisse aus 2012 ist die Präsenz höherer Larvendichten (frühe Entwicklungsstadien) - bezogen auf die Daten aus der 2. Maiwoche - zwischen km 643 bis km 650 wahrscheinlich. Anders als im Hinblick auf die Finteneier können höhere Larvenanzahlen aber auch weiter stromauf von km 635 erwartet werden.

- **Fintenlarven (Längstransekte: Hauptstrom, Nebelben):** Im Rahmen der Untersuchung über den Längsverlauf der Tideelbe wurden ab Mitte Mai Fintenlarven im gesamten Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 nachgewiesen. Vorkommensschwerpunkt war der Abschnitt von km 645 – km 660. Generelle Unterschiede zwischen Nebelben (Gesamtmittel 220 Ind./100 m³) und Hauptstrom (Gesamtmittel 206 Ind./100 m³) waren dabei nicht augenscheinlich. Lokal unterschiedlich konnten sowohl höhere Anzahlen im Hauptstrom oder in Nebelben verzeichnet werden. Gleichsinnig zu den QT-Ergebnissen zeigte sich auch an den Längstransektstationen ein systematisches vertikales Verteilungsmuster der Larven mit höheren Anzahlen in der oberflächennahen Wassersäule und geringeren im bodennahen Bereich.

Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus 2011

Im Rahmen des Jahresberichtes 2012 ist noch kein vertiefter interannueller Vergleich vorgesehen. Um aber die Ergebnisse aus 2012 etwas besser einordnen zu können, soll hier ein kurzer Vergleich mit den Vorjahresergebnissen erfolgen.

Abiotische Rahmenbedingungen

1. Der Oberwasserabfluss war im Untersuchungszeitraum 24.4. – 6.6.2012 weitgehend gleichsinnig mit den Vorjahresbedingungen. Gewisse Unterschiede sind für das frühere Frühjahr bis April erkennbar. Im April war der Oberwasserabfluss geringer als 2011, im Zeitraum vor April deutlich höher als 2011. Diese Unterschiede beziehen sich allerdings auf den Zeitraum vor Einwanderung der Finte. Ob auch ein indirekter Einfluss auf die Finte denkbar wäre, kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht geklärt werden.
2. Die Wassertemperaturen waren in 2012 noch bis zu 2. Maiwoche um bis zu 2 – 3 °C geringer als 2011. Erst ab Mitte Mai fand eine „Angleichung“ der Wassertemperaturen statt. Der Faktor „Wassertemperatur“ hat einen unmittelbaren Einfluss auf den Beginn des Laichgeschehens. Insofern ist es plausibel, dass der Beginn umfangreicher Laichaktivitäten 2012 (ca. 2. Maiwoche) später als 2011 (1. Maiwoche) eintrat.
3. Die Entwicklung der Salinität ist an den Oberwasserabfluss gekoppelt. Für den Untersuchungszeitraum (Ende April – Anfang Juni) sind im Jahresvergleich keine wesentlichen Unterschiede erkennbar.
4. Im Untersuchungszeitraum (1. Maihälfte) wurden 2012 temporär z.T. geringe Sauerstoffwerte <3,5 mg/l gemessen. Im Vergleich zum Vorjahr konnte aber keine „Verschärfung“ der ungünstigen Sauerstoffsituation festgestellt werden. Insbesondere in der 2. Maihälfte wurden 2012, anders als 2011 (z.T. <3,5 mg/l), keine auffällig niedrigen Sauerstoffgehalte registriert. In dieser Phase lagen 2012 die Werte überwiegend >5 mg/l.

Fintenlaichprodukte

1. Die räumlichen Verteilungsmuster (kleinräumig: vertikal, Querverteilung; großräumig: entlang der Tideelbe) konnten auch 2012 weitgehend gleichsinnig zu 2011 dokumentiert werden. Trotz einer zu erwartenden Variabilität sind ähnliche Grundmuster erkennbar. Abb. 48

verdeutlicht die Verteilung über das Querprofil für Finteneier (links) und -larven (rechts). Abb. 49 zeigt die Ergebnisse (Finteneier) der Längstransectuntersuchung auf der Ebene der Holergebnisse (rechtes Bild Hauptstrom, linkes Bild Nebeneiben).

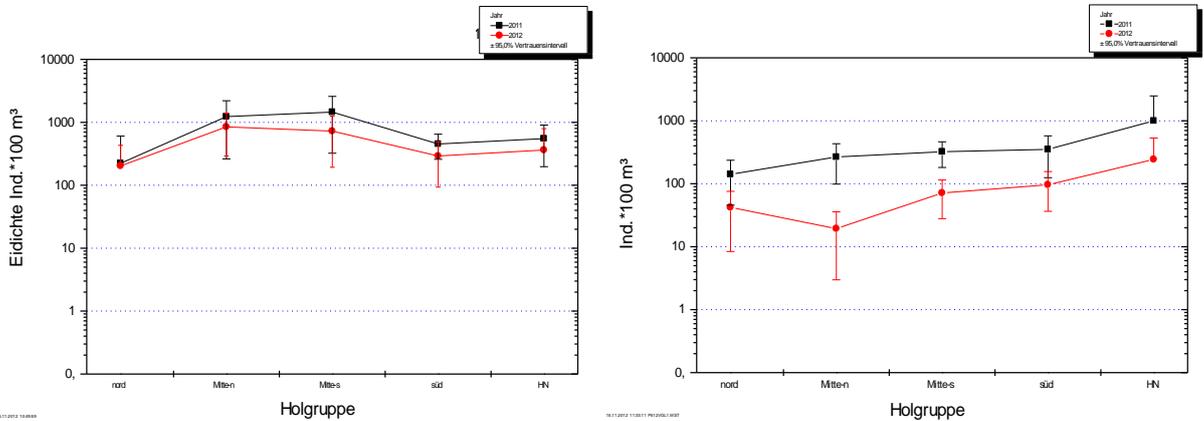


Abb. 48: Mittlere Fintenei- (Bild links) und Larvendichte (Bild rechts; Ind./100 m³) entlang des Quertransekts bei km 643 für 2011 (Zeitraum 21.4. – 8.6.2011) sowie 2012 (Zeitraum 24.4. – 6.6.2012) in der Tideelbe. X-Achse von links nach rechts: Nord = Station QT1; süd-nord = QT 2; süd-mitte = QT 3; süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebeneibe.

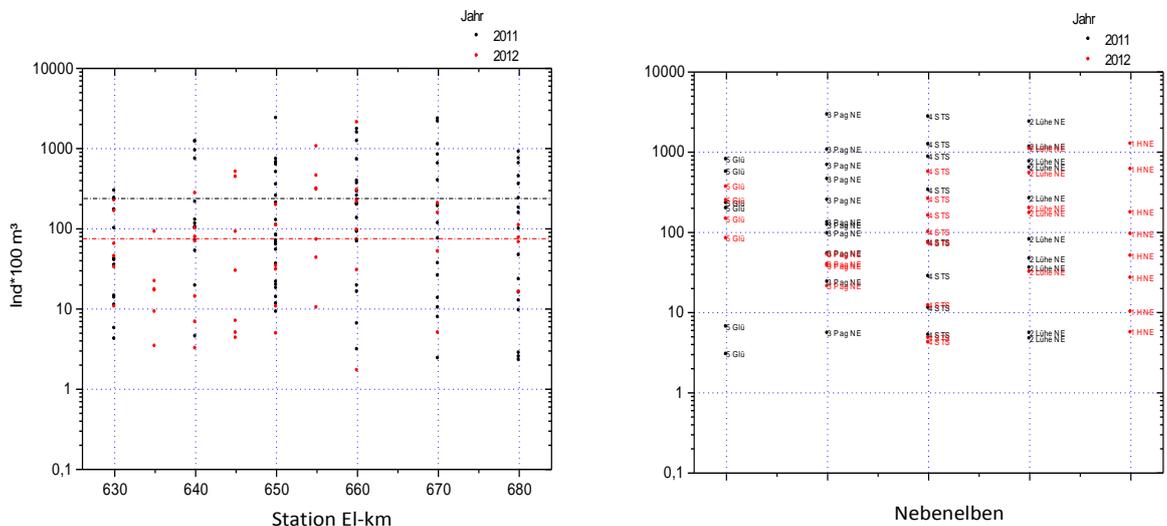
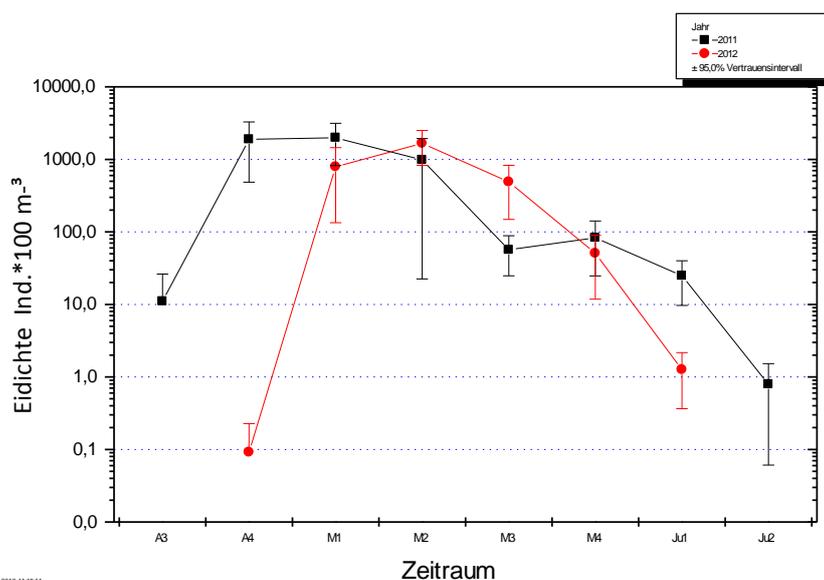


Abb. 49: Finteneidichten/Hol (Ind./100 m³) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebeneiben (Bild rechts). Rote Linie Mittelwert 2012, schwarze Linie Mittelwert 2012. Bild rechts: Glückstädter NE: Reihe 1, Pagensander NE; Reihe 2, Schwarztonnensand: Reihe 3, Lühesander NE: Reihe 4; Hahnöfer NE: Reihe 5.

- Der 2011 ermittelte räumliche Vorkommensschwerpunkt um km 645 wurde bei einer gewissen Variabilität auch 2012 lokalisiert.

3. Die zeitlichen Verteilungsmuster (saisonal) folgen ebenfalls einem mehr oder weniger prognostizierbaren Grundmuster. So können Laichprodukte im Zeitraum Ende April – 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 mehrere Tage verschieben, wie dies 2012 gegenüber 2011 erkennbar ist (Abb. 50).
4. Während sich die o.g. räumlichen und zeitlichen Verteilungsmuster der Fintenlaichprodukte weitgehend ähneln, zeigten sich auf der Grundlage der Daten bei km 643 (QT) im Hinblick auf die Eizahlen mäßige und bei den Larvenanzahlen deutlichere quantitative Unterschiede zwischen 2011 und 2012. Im Gesamtmittel lag 2012 die Eidichte (490 Ind./100 m³) etwa um den Faktor 1,5 niedriger als 2011 (798 Ind./100 m³). Insbesondere das 2011 Anfang Mai festgestellte zeitlich erste ausgeprägte Maximum (im Mittel >1.900 Ind./100 m³) wurde 2012 nicht verzeichnet. In Folge der sehr wahrscheinlich temperaturbedingten Verzögerung der Laichaktivitäten konnte 2012 ein ähnlich ausgeprägtes Maximum erst zu Beginn der 2. Maiwoche erfasst werden. In der 2. Maiwoche 2012 lagen die Anzahlen zwar z.T. über denjenigen aus 2011 (Abb. 50 oben, Tab. 28), allerdings konnten die „Defizite“ aus Anfang Mai nicht mehr ausgeglichen werden. Ein vergleichbares Ergebnis (Finteneier) konnte auch auf der Grundlage der Längstransect-Untersuchung beobachtet werden (s. Tab. 30, Tab. 31 & Abb. 51). Dem Anhang 2 sind weitere Ergebnisse zu den Fintenlarven zu entnehmen (Tab. 32 & Abb. 52 im Anhang 2).
5. Quantitative Unterschiede zwischen 2011 vs. 2012 (bezogen auf QT km 643) konnten auch für die Fintenlarven beobachtet werden. Die Unterschiede sind im Vergleich zu den Finteneiern stärker ausgeprägt. Die Larvenanzahlen unterschreiten zu jedem Untersuchungszeitpunkt die Werte aus 2011 (Abb. 50 unten). Bezogen auf das Gesamtmittel lagen die Larvendichten 2012 (94 Ind./100 m³) etwa um Faktor 4 niedriger als 2011 (375 Ind./100 m³). Tab. 29 gibt eine Übersicht über die Larvenanzahlen differenziert nach Untersuchungszeitpunkt und Untersuchungszeitpunkt.



15.11.2012 11:16:11

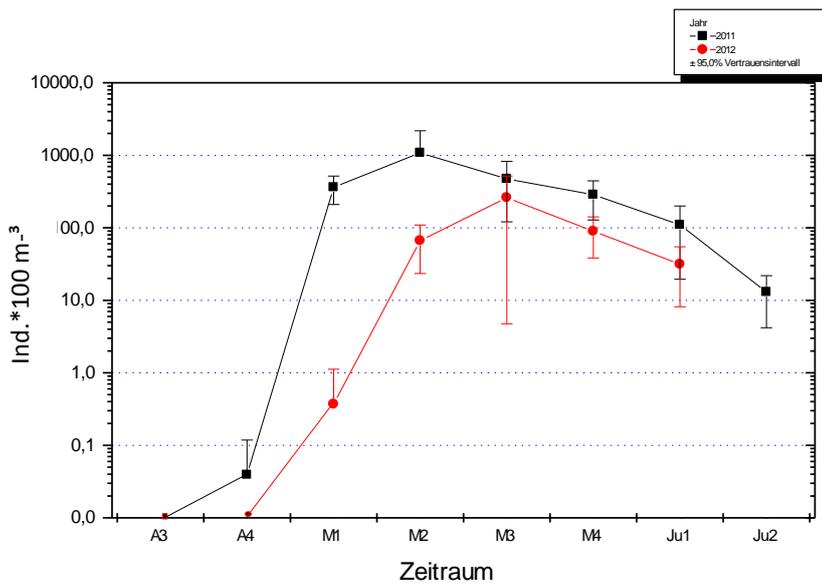


Abb. 50: Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m³, oben) und Larvendichte (Ind./100 m³, unten) bei km 643 in der Tideelbe im Zeitraum Mitte/Ende April – Anfang Juni 2011 und 2012. A3 = 3. Aprilwoche,..., M1 = 1. Maiwoche,..., Ju1 = 1. Juniwoche.

Tab. 28: Statistische Kennwerte zu den Finteneidichte (Ind./100 m³), oben in der Tideelbe bei km 643 differenziert nach Untersuchungszeitpunkt und Untersuchungsjahr (2011 vs. 2012). **** = keine Untersuchung. N = Anzahl der Hols. Vertrauensbereich (95 %), Std. = Standardfehler (5 %).

Finteneidichte 2011/12	N	Mittelwert Ind./m³	Vertrauensbereich	Std.Fehler	Std.Abw.
Aprilwoche 3	56	11,0	±15,2161	7,6	56,8
2011	56	11,0	±15,2161	7,6	56,8
2012	0	*****	±*****	*****	*****
Aprilwoche 4	113	933,8	±704,507	355,6	3779,6
2011	56	1884,2	±1398,43	697,8	5221,8
2012	57	0,1	±0,13528	0,1	0,5
Maiwoche 1	168	1586,0	±804,063	407,3	5278,7
2011	112	1982,9	±1161,10	585,9	6201,0
2012	56	792,2	±658,109	328,4	2457,4
2011	56	1428,8	±1902,46	949,3	7103,8
2012	56	1664,9	±838,696	418,5	3131,7
Mitte Mai	141	400,3	±183,554	92,8	1102,4
2011	111	287,5	±135,847	68,5	722,2
2012	30	817,8	±714,377	349,3	1913,1
Maiwoche 3	136	130,5	±79,9847	40,4	471,6
2011	56	83,2	±58,4626	29,2	218,3
2012	80	163,7	±130,571	65,6	586,7
Ende Mai	40	8,5	±4,60488	2,3	14,4
2011	0	*****	±*****	*****	*****
2012	40	8,5	±4,60488	2,3	14,4
Juniwoche 1	56	24,8	±15,1619	7,6	56,6
2011	56	24,8	±15,1619	7,6	56,6
2012	0	*****	±*****	*****	*****
Juniwoche 2	96	1,0	±0,55898	0,3	2,8
2011	56	0,8	±0,73134	0,4	2,7
2012	40	1,3	±0,89826	0,4	2,8

Tab. 29: Statistische Kennwerte zu den Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe bei km 643 differenziert nach Untersuchungszeitpunkt und Untersuchungsjahr (2011 vs. 2012). **** = keine Untersuchung. N = Anzahl der Hols. Vertrauensbereich (95 %), Std. = Standardfehler (5 %). A3 = 3. Aprilwoche,..., M1 = 1. Maiwoche,..., Ju1 = 1. Juniwoche....

Fintenlarven 2011/2012	N	Mittelwert Ind./m ³	Vertrauens- bereich	Std.Fehler	Std.Abw.
A3	56	0,0	±0,00000	0,00	0,00
2011	56	0,0	±0,00000	0,00	0,00
2012	0	*****	±*****	*****	*****
A4	96	0,0	±4,54969e-02	0,02	0,22
2011	56	0,0	±7,87321e-02	0,04	0,29
2012	40	0,0	±0,00000	0,00	0,00
M1	152	267,2	±115,333	58,37	719,65
2011	112	362,5	±153,229	77,33	818,35
2012	40	0,4	±0,74840	0,37	2,34
M2	151	810,9	±808,849	409,35	5030,17
2011	111	1079,2	±1100,42	555,26	5850,04
2012	40	66,3	±42,9136	21,22	134,18
M3	126	354,5	±208,800	105,50	1184,24
2011	56	472,3	±351,309	175,30	1311,80
2012	70	260,3	±255,565	128,10	1071,78
M4	136	170,4	±72,2772	36,54	426,18
2011	56	285,7	±157,560	78,62	588,33
2012	80	89,7	±51,4174	25,83	231,04
Ju1	96	77,2	±53,4024	26,90	263,55
2011	56	109,8	±90,2661	45,04	337,06
2012	40	31,5	±23,3073	11,52	72,88
Ju2	56	13,0	±8,82197	4,40	32,94
2011	56	13,0	±8,82197	4,40	32,94
2012	0	*****	±*****	*****	*****

Eine vertiefte Analyse möglicher Gründe für die festgestellten quantitativen Unterschiede ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich. Für folgende Faktoren ist aber ein Einfluss nicht auszuschließen:

- Hinweise auf eine 2012 höhere Verpilzungsrate der Finteneier. Insbesondere im Rahmen der Längstransektfahrten wurden bei etwa 22 % ($N_{ges} = 938$) der ausgewerteten Finteneier diesbezüglich Auffälligkeiten festgestellt. Bei den QT-Untersuchungen (km 643/651) war der Anteil mit 4,4 % ($N_{ges} = 774$) niedriger. 2011 lag der Anteil verpilzter Eier insgesamt dagegen <1 %. Gründe für die anscheinend höhere Verpilzungsrate sind nicht augenfällig. Da es sich um eine stichprobenhafte Betrachtung handelte, ist auf die eingeschränkte Belastbarkeit der Ergebnisse hinzuweisen.
- Temperaturbedingt späterer Beginn der Laichtätigkeiten und daher u.U. ungünstigere Entwicklungschancen (längere Entwicklungsdauer) aufgrund noch vergleichsweise niedrigerer Wassertemperaturen (um 13 °C) zum Zeitpunkt des Beginns der ersten umfangreichen Laichtätigkeiten.
- ungünstige Rahmenbedingungen (Sauerstoff, andere Einflussgrößen)
- ungünstigere Nahrungsbedingungen durch späteres Erscheinen der Fintenlarven (u.U. geringere Zooplanktondichte). Hierzu liegen aber keine ausreichenden Informationen vor.
- u.U. Resultat einer ‚normalen‘ interannuellen Variabilität.
- Weitere Faktoren.

Fazit

Die in 2011 erstmalig durchgeführte Untersuchung zu den Fintenlaichprodukten in der Tideelbe hat 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 eines Jahres 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) vermutlich hoch und kann nur über wiederholte Untersuchungen erfasst werden. Vor diesem Hintergrund wurde die 2011 durchgeführte Untersuchung in 2012 leicht modifiziert erneut durchgeführt.

Die bisherigen Befunde insbesondere aus 2011 und (eingeschränkt) 2012 deuten darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe im Vergleich zu anderen Ästuaren (z.B. Ems, Weser, Eider, vgl. Scholle 2011) umfangreich war, aber quantitativ interannuell auch z.T. deutlich variieren kann. Insgesamt konnten bei gewissen Unterschieden 2011/12 aber weitgehend gleichsinnige Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, räumlich) verzeichnet werden.

Allerdings wurden interannuell (2011 vs. 2012) deutliche quantitative Unterschiede erkennbar. So lagen v.a. die Fintenlarvenanzahlen 2012 gegenüber dem Vorjahr wesentlich niedriger. Bezogen auf den Gesamtmittelwert bei QT km 643 unterschritten die Larvendichten 2012 diejenigen aus 2011 etwa um den Faktor 4 (2011: ca. 375 Ind./100 m³, 2012: ca. 94 Ind./100 m³). Im Hinblick auf die Eidichten wurden 2012 (490 Ind./100 m³) ebenfalls geringere Gesamtmittelwerte verzeichnet als 2011 (798 Ind./100 m³), die Unterschiede waren aber weniger ausgeprägt als diejenigen der Larvenanzahlen. Gründe für die deutlichen quantitativen Unterschiede (insbesondere der Larvendichte) sind auf der derzeitigen Datenbasis nicht abschließend zu benennen. Die bereits o.g. Faktoren könnten aber diesbezüglich von Bedeutung sein.

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

6. Hinweise für ein weiteres Monitoring

Zielsetzung

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

1. Abschätzung der maximal möglichen Schädigung des Laichs/der Juvenilen durch Unterhaltung.
2. Ableitung von Handlungsempfehlungen für eine effektive Rücksichtnahme bei der Unterhaltung.
3. Ableitung eines langfristigen Monitorings zur Dokumentation der Bestandsentwicklung der Finte.

Das in 2011/12 durchgeführte Monitoring wurde vor dem Hintergrund der Fragen a) und b) konzipiert. Das Untersuchungsdesign hat ermöglicht, die räumliche und zeitliche Varianz in hoher Auflösung zu ermitteln, sodass es zu folgenden Aspekten bereits deutliche Hinweise gibt:

- Feststellung Beginn der Reproduktion – wg. Vermeidung maßnahmenbedingter Störungen durch Vergrämung der Laichtiere
- Feststellung Anfang und Ende des Zeitraums mit hoher Fintenei- und Larvendichte. „Sensitiver Zeitraum“ in Bezug auf mögliche maßnahmenbedingte Auswirkungen
- Ermittlung von Hinweisen für eine Beurteilung der (langfristigen) Bestandsentwicklung der Fintenpopulation
- ergänzende Informationen zum Vorkommen im Längsverlauf der Tideelbe

Es erscheint auch möglich, durch eine modellhafte Abschätzung u.a. der Verdriftwege (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. Eine solche Analyse wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen exemplarisch durchgeführt.

Die in 2011 und 2012 ermittelten Ergebnisse zeigen dabei Übereinstimmungen aber auch Unterschiede. Der stichprobenhafte Vergleich zwischen 2011 vs. 2012 gibt aber auch Hinweise eine interannuelle Variabilität u.a. in Bezug auf Laichbeginn und v.a. Dichte der Fintenlaichprodukte. Dieser Aspekt ist mit einer zweimaligen, wenn auch vertieften Untersuchungen, nur eingeschränkt abzubilden. Wir schlagen in Bezug auf den zukünftigen Monitoringansatz daher ein im Folgenden näher erläutertes mehrstufiges Vorgehen vor.

Vorschlag Monitoring 2013 (2014)

Aufgrund einer zunächst noch eingeschränkt abzuschätzenden interannuellen Variabilität des Vorkommens von Fintenlaichprodukten erscheint es sinnvoll, dass 2011/12 durchgeführte Monitoring noch 2013 ggf. auch 2014 weitgehend unverändert fortzusetzen (Stufe 1). Eine Fortführung 2014 wäre z.B. davon abhängig, ob 2013 u.a. die abiotischen Rahmenbedingungen (z.B. Abfluss, Entwicklung Wassertemperaturen, Sauerstoff, etc.) einem durchschnittlichen Jahr entsprechen. Eine signifikante Abweichung vom langjährigen Mittel könnte Einfluss auf das „normale“ Vorkommensmuster der Fintenlaichprodukte haben und eine Einordnung der Daten erschweren. In einem solchen Fall wäre eine wiederholte Untersuchung 2014 sinnvoll. Allerdings sei daraufhin gewiesen, dass ein "abweichendes Jahr" zusätzlich eine Möglichkeit bietet, die natürliche Variabilität mit abbilden und deren Folgen interpretieren zu können.

Die 2011/12 durchgeführte orientierende Untersuchung im Längsverlauf der Tideelbe zwischen km 630 – km 680 könnte 2013 u.E. von derzeit 3 auf 2 Termine, die auf den zeitlichen Vorkommensschwerpunkt von Finteneiern und –larven fokussieren (um Mitte Mai), reduziert werden. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über einen möglichen Untersuchungsumfang 2013 (2014). Mit der Weiterführung des umfangreicheren Monitorings in 2013(14) werden Daten generiert, die zur Abdeckung der Ziele 1 – 3 geeignet sind und gleichzeitig die Möglichkeit eröffnen, die Mindestanforderungen an das zukünftige langfristige, dann weniger umfangreiche „Kontrollmonitoring“ (Stufe 2) belastbarer zu definieren.

Untersuchungsbereich	Km 643 - Quertransekt	Km 651 - Quertransekt	Km 630 – km 680 Längstransekt
Zeitraum/ Anzahl U-Termine	ca. 20.4. – 10.6. N = 8	Ende 1. & Beginn 3.Maiwoche N = 2	Ende 1. & Ende 3.Maiwoche N = 2
Anzahl Messstellen	5 (quer)	4 (quer)	14 (inkl. Nebelben) jeweils südl. & nördl. Strombereich
Anzahl Tiefenzonen	2	2	2
Anzahl Tidephasen	4	4	1
Summe Hols (gesamt)	320	64	112

Ergänzend zu den Ei- und Larvenuntersuchungen sind zur Erfüllung von **Ziel 3** „Ermittlung langfristige Bestandsentwicklung“ auch Daten zu älteren Fintenstadien erforderlich. Hierzu sollten vornehmlich die Monitoringdaten der WRRL genutzt werden. Im Rahmen der WRRL wurden/werden an verschiedenen Messstellen in der Tideelbe im Frühjahr und Herbst Hamenfänge zur Erfassung der ästuarinen Fischfauna durchgeführt (im Auftrag Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Umweltschutz, Referat "Tideelbe, Meeresschutz" Hamburg). Es ist allerdings zu prüfen, ob das WRRL-Monitoring der Tideelbe insbesondere im Frühjahr die Hauptwanderzeit der Finten abdeckt. Die Berücksichtigung der Hauptwanderzeit der Finte ist für die Einschätzung des Fintenbestandes erforderlich. Falls dies über das WRRL-Monitoring nicht gegeben ist, wären ergänzende Hamenfänge erforderlich. Wir gehen aber davon aus, dass eine Abstimmung und eine Nutzung der WRRL-Daten möglich ist. 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“.

Das WRRL-Monitoring deckt saisonal jedoch nicht den Sommer ab, so dass auf der Grundlage vorhandener Daten die Abundanz der abwandernden Juvenilen des Jahrgangs (Altersgruppe 0+) nicht beurteilt werden kann. Über eine Verschneidung mit den Daten zu Adulten, Ei- und Larvendichten, tragen Daten zu den Juvenilen dazu bei, die Bestandsentwicklung der Fintenpopulation langfristig besser einschätzen zu können. Vor diesem Hintergrund schlagen wir folgende sommerliche Untersuchungen vor:

- a) 2 Hamenfangtage im Bereich Lühesand im Zeitraum Ende August bis Anfang September
- b) 2 Hamenfangtage im Bereich Glückstadt im Zeitraum Ende August bis Anfang September
- c) 2 Hamenfangtage im Bereich Brunsbüttel im Zeitraum Ende August bis Anfang September

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über Zeitpunkte und Umfang der Untersuchungen zur Bearbeitung bezogen auf Ziel 3.

Die Methodik der sommerlichen Hamenfänge sollte analog der WRRL-Methodik durchgeführt werden (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“).

Adulte, Subadulte und Juvenile	Frühjahr	Sommer	Herbst
Daten zur Einschätzung Bestandsentwicklung	Auswertung WRRL-Daten keine zusätzlichen Hamenfänge erforderlich (<i>falls Daten geeignet</i>)	3x2 Hamenfangtage <i>im Zeitraum Ende August – Anfang September, 3 MS im Bereich von Lühemündung bis etwa Brunsbüttel</i>	Auswertung WRRL-Daten keine zusätzlichen Hamenfänge erforderlich
Altersgruppe	Adulte, Laicherbestand	Juvenile des Jahrgangs, Abwanderung	Juvenile, Subadulte

Weitere Untersuchungen

Neben den fischfaunistischen Untersuchungen sollten im Rahmen der Untersuchungen von Stufe 1 Informationen zum Nährtierangebot erhoben werden. Die Kenntnis des qualitativen und quantitativen Angebots potentieller Nährtiere (v.a. calanoide Copepoden und andere z.B. harpacticoide Copepoden, Nauplien) während der Larvalentwicklungsphase könnte einen wichtigen Beitrag zur Erklärung bzw. zur Einordnung der Befunde zum Larvenvorkommen leisten. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, im Rahmen der fischfaunistischen Beprobung (Fokus bei km 643/651) auch Zooplanktonproben zu entnehmen. Die Erfassungsmethodik sollte sich an bereits bestehenden Planktonuntersuchungen in der Tideelbe orientieren, um ein hohes Maß an Vergleichbarkeit zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang ist es denkbar, dass im Rahmen der geplanten Fintenuntersuchung 2013 (2014) lediglich die Zooplanktonentnahmen durchgeführt werden und eine Auswertung der Proben im Rahmen der jährlichen Planktonuntersuchungen durch andere Institutionen stattfindet.

Weitere Aspekte

Neben den praktischen Untersuchungen liegt - vor dem Hintergrund potenzieller Einflussfaktoren - ein weiterer Schwerpunkt auf der Darstellung und Einordnung der fischfaunistischen Daten. Dies umfasst die Auswertung relevanter Rahmenparameter und eine Interpretation möglicher Zusammenhänge mit den ermittelten Befunden zur Finte. Einflussfaktoren sollten identifiziert und deren mögliche Auswirkungen auf die Finte so weit möglich beurteilt werden. Folgende Aspekte könnten im Rahmen einer erweiterten Auswertung einbezogen werden:

- 1) räumliche Projektion der Monitoringdaten zu den Laichprodukten („tidephasenbereinigt“)
- 2) Oberwasserabfluss
- 3) Wassertemperatur
- 4) Sauerstoffentwicklung
- 5) Salinität
- 6) Analyse hydromorphologischer Charakteristika des Laichareals (so weit möglich)
- 7) Sedimentstrukturen des Laichareals
- 8) Nährtierangebot
- 9) Baggertätigkeiten
- 10) Ggf. auch weitere Parameter (mögl. Mondphasen)
- 11) Anschließende Festlegung von Mindestanforderungen an ein langfristiges im Umfang reduziertes Monitoring zur Erfüllung der Ziele 1 & 2 (s. folgendes Kapitel).

Zukünftiges Monitoring nach 2013/14 (Stufe 2)

Nach 2013/14 kann das bestehende umfangreiche Untersuchungsdesign vor dem Hintergrund der dann vorliegenden Ergebnisse und Auswertungen sehr wahrscheinlich reduziert durchgeführt werden. Aufgrund der dann umfangreichen Datenlage ist zu erwarten, dass das räumliche und zeitliche Vorkommensmuster von Finteiern und -larven belastbar abgeschätzt werden kann, um die **Ziele 1 und 2** mit einer ausreichenden Sicherheit durch ein reduziertes Monitoringprogramm abdecken zu können und somit eine Grundlage für ein optimiertes Sedimentmanagementkonzept im Hinblick auf die Finte zu etablieren. Folgender Ansatz (Erfassungsmethodik analog der 2011-2012 durchgeführten Untersuchung) wäre u.E. zielführend:

- a. Beprobung von jeweils 2 Messstellen, diese sollten bei km 643 und km 651 an geeigneten Messstellen im Stromquerschnitt festgelegt werden. Nach bisherigen Erkenntnissen böte sich jeweils der südliche Nahbereich der Fahrrinne bzw. in der Fahrrinne positioniert an. Die Daten aus 2011/12 haben gezeigt, dass dort die höchsten Dichten an Finteneiern und -larven zu erwarten sind, daher ist die Fokussierung auf diesen Bereich sinnvoll. Diese vorläufige räumliche Festlegung gilt unter Annahme, dass die Untersuchung 2013 die Befunde aus 2011/12 nochmals bestätigt. Um den Einfluss einer nicht zu vermeidenden Fangvaria-

bilität auf die Befunde zu mildern, sollten die Untersuchungen analog zu 2011-2012 eine Beprobung von 2 Tiefen (oberflächennah und sohlnah) und 4 Tidezeitpunkten (Mitte Flutphase, um Tidehochwasser, Mitte Ebbphase, um Tideniedrigwasser) umfassen. Ein solches methodisches Vorgehen ergibt bei km 643 und km 651 in der Summe jeweils 16 Hols/Termin.

- b. Für eine Beurteilung ob eine Baggertätigkeit im Laichgebiet während der potenziellen Reproduktionszeit durchgeführt werden kann oder unterbrochen werden sollte (s. Nebenbestimmung), sind die Kriterien „Stetigkeit (%) der Eifunde“ und „Eidichte“ heranzuziehen. Der vereinzelte Nachweis von Finteneiern erscheint dabei noch kein ausreichendes Auslösekriterium für die Unterbrechung der Baggertätigkeiten. Ein solche Beurteilung sollte letztlich über ein „Expert judgement“ auf der Grundlage der Ergebnisse erfolgen. Um das Expert judgement zu **unterstützen**, kann über die o.g. Parameter „Stetigkeit“ und „Eidichte“ ein Orientierungswert abgeleitet werden, dessen Überschreitung eine Unterbrechung der Baggertätigkeiten begründen könnte. Der Orientierungswert ergibt sich aus dem Produkt der Stetigkeit ($S = \% \text{ Nachweishäufigkeit bezogen auf die Gesamtzahl der Hols}$) und mittlere Anzahl Eier/Hol (Ind.) und kann über folgenden Ansatz bestimmt werden:

wenn $[(S_{NHols}/100) \times \sum Ind_{NHols}] \geq 10$, dann wäre eine zeitnahe Unterbrechung (ca. 3 – 6 Tage) der Baggertätigkeiten zu veranlassen. Ein solcher Indikationswert von 10 wäre erreicht, wenn z.B. in 25 % der Hols (also z.B. 4 von 16 Hols) im Mittel 10 Finteneier ($\sum Ind = 40$) erfasst würden. Auf der Grundlage der Ergebnisse aus 2011/12 reflektiert ein solcher Wert den Beginn der Laichtätigkeit mit im Vergleich noch geringeren Eidichten. Danach kann einer folgenden kurzen Zeitspanne (innerhalb von max. 1 Woche) ein deutlicher Anstieg der Laichaktivität und damit auch ein deutlicher Anstieg der Eizahlen erwartet werden.

Ein analoger Ansatz sollte durchgeführt werden, um das „Ende“ der sensitiven Phase zu bestimmen. Hier ist jedoch auf die Fintenlarven zu fokussieren, die dann die relevante Bezugsgröße sein müssen. Da die Larvendichte geringer ist als die Eidichte, ist der Orientierungswert für die Larven niedriger anzusetzen, d.h.

wenn $[(S_{NHols}/100) \times \sum Ind_{NHols}] \leq 5$, dann wäre eine zeitnahe Wiederaufnahme der Baggertätigkeiten möglich. Nach den vorliegenden Ergebnissen aus 2011/12 ist dies vor Anfang Juni nicht anzunehmen.

Es sei hier angemerkt, dass die genannten Indikationswerte (≥ 10 bzw. ≤ 5) gesetzte (vorläufige) Werte (mit Konventionscharakter) sind, die ein prioritäres „Expert-judgement“ unterstützen sollen. Auf einer zukünftig dann umfangreicheren Datengrundlage sollten die o.g. Indikationswerte überprüft und ggf. modifiziert werden. **Hinweis:** Die Nutzung der Larvendichte als Kriterium setzt eine unmittelbare und schnelle Bearbeitung der gewonnenen Proben voraus.

- c. Nach einer ausreichend abgesicherten Festlegung der Hauptreproduktionsbereiche der Finte könnte zur Bearbeitung der Ziele 1 & 2 im Rahmen des zukünftigen Kontrollmonitorings sehr wahrscheinlich auf eine ergänzende Längstransektbefahrung verzichtet werden."
- d. Die Terminierung der Untersuchung ist vor dem Hintergrund der ermittelten Befunde letztlich flexibel zu gestalten, dennoch seien hierzu Hinweise gegeben:

1. Beprobung am 15.4. (obligatorisch durch Nebenbestimmung, u.E. mit der Einschränkung wenn $WT \geq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$);

2. Beprobung um den 18.4 – 20.4.; falls zu diesem Zeitpunkt der Indikationswert noch unterschritten wird, ist ggf. eine 3. Untersuchung ca. 3 – 5 Tage am 23.4 od. 25.4. durchzuführen.

- e. Ermittlung des Endes der „sensitiven“ Phase ab ca. 25.5 (3. Beprobung). Falls der Indikationswert zu diesem Zeitpunkt nicht unterschritten wird und eine gleichsinnige expert judgement-Einschätzung vorliegt, ist eine weitere Untersuchung um den 1.6. (4. Beprobung) durchzuführen.

Insgesamt sind im Regelfall ab 2013/14 also jeweils 4 Beprobungen (zwei zur Bestimmung „Beginn“ und zwei zur Bestimmung „Ende der sensitiven Phase“) bei km 643 und km 651 durchzuführen. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über Zeitpunkte und Umfang der Untersuchungen zur Bearbeitung der Ziele 1 & 2.

Finteneier & -larven	Beprobung Datum	Beprobung Datum
Erfassung Beginn der sensitiven Phase	15.4. <i>2 MS, 2 Tiefen, 4 Tidephasen jeweils bei km 643 & 651</i>	Zeitraum 18.4. – 20.4. <i>2 MS, 2 Tiefen, 4 Tidephasen, jeweils bei km 643 & 651</i>
Erfassung Ende der sensitiven Phase	25.5. <i>2 MS, 2 Tiefen, 4 Tidephasen jeweils bei km 643 & 651</i>	1.6. <i>2 MS, 2 Tiefen, 4 Tidephasen, jeweils bei km 643 & 651</i>
Summe Hols	64	64

Ergänzende Hamenfänge (im Rahmen von Ziel 3)

Nach der ersten „Experimentalphase“ (mind. 2013 & 2014) mit einer jeweils höheren Anzahl an Befischungen (s.o.) kann im Lichte der Ergebnisse die Anzahl der Hamenfänge nach 2014 ggf. auf 1 Kontrollfangstelle (2 – 3 Befischungstermine) reduziert werden. Die (externen) Daten aus dem Wasserrahmenrichtlinien-Monitoring sind für die Bearbeitung der Fragestellung „langfristige Bestandsentwicklung“ kontinuierlich zu berücksichtigen.

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 - 30.11.2007; Hamburg.
- BERGEMANN, M., 1995: Die Lage der oberen Brackwasserzone im Elbeästuar. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 39 (4/5): 134-137.
- BFN, 2010: Erfassung der Wanderfische im Rahmen des bundesweiten FFH-Monitorings. Methodenvorschlag erarbeitet von Experten der Länderfachbehörden und des Bundes. Bonn 2010.
- BIOCONSULT, 2006: Untersuchungen zur Reproduktion der Finte (*Alosa fallax fallax*, Lacépède 1803) in der Unterweser. - Endbericht. Bericht im Auftrag des WSA Bremerhaven. 94 S.
- BIOCONSULT, 2010: Bewertung des Erhaltungszustands der Finte (*Alosa fallax*) in der Tideelbe (Teil II). AG: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Flintbek, Schleswig Holstein.
- COSTELLO, M., M. ELLIOTT & R. THIEL, 2002: Endangered and rare Species. - In: ELLIOTT, M. & HEMINGWAY (Hrsg.), *Fishes in Estuaries*. Blackwell Science, Oxford: 217-262
- 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. - In: (Hrsg.), *Nordisches Plankton, Zoologischer Teil*. Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel und Leipzig: 361-375.
- DIECKWISCH, B., 1987: Die Verteilung der Fischbrut in der Untereibe 1985. - Diplomarbeit Universität Kiel.
- 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.
- GAUMERT, T., 2008: Ursachen des Sauerstofftales in der Tideelbe im Laufe der letzten 100 Jahre. Vortrag im Rahmen Workshop "Sauerstoffhaushalt der Tideelbe", 22. April 2008 im Hamburg
- GERKENS, M. & R. THIEL, 2001: Habitat use of age-0 twaite shad (*Alosa fallax* Lacepede, 1803) in the tidal freshwater region of the Elbe River, Germany. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 363.

- HASS, H., 1969: Unterscheidungsmerkmale dottersackloser Larven von Clupeiformes aus der Unterelbe. - Archiv für Fischereiwissenschaft 20: 22-25.
- KAUSCH, H., 1996: Die Elbe – ein immer wieder veränderter Fluss. - In Lozan & KAUSCH: Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren, 43-52. Parey Buchverlag Berlin.
- 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.
- LIMNOBIOS, 2009: Das Fischlarvenaufkommen beim Sedimentfang Wedel. Eignung einer neuen Fischereimethode zur Untersuchung der lateralen und vertikalen Verteilung von Fischeiern und -larven im Hauptstrom der Tideelbe bei Wedel. AG. HPA, Hamburg
- LIMNOBIOS, 2011: Fischlarven Monitoring im Mühlenberger Loch. AG: HPA Hamburg
- MC GOWAN, 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
- NOLTE, W., 1976: Die Küstenfischerei in Niedersachsen. - Forschungen zur niedersächsischen Landeskunde Bd. 105.
- OESMANN, S. & M. PEZENBURG, 2007: Vorhaben Kraftwerke Brunsbüttel und Stade-Bützfleth – Teilbeitrag Fischlarven. Electrabel Deutschland AG, 27 S. + 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 Trübungverhältnisse 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 Anadromous Twaite Shad (*Alosa fallax*) in Wadden Sea Estuaries – Assessment According to EU Directives. CWSS Wadden Sea Day, 2011 Wilhelmshaven.
- SCHOLLE, J. & B. SCHUCHARDT (2011, in press): A fish-based index of biotic integrity – FAT-TW an assessment tool for transitional waters of the northern German estuaries. - Coastline reports 18: 1-74.
- SCHUCHARDT, B., 1995: Die Veränderung des Tidehubs 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.
- 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? *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., 2008: Erhaltungszustand der Finte in der Elbe. Vortrag i. Rahmen eines Fachgesprächs, BSU Hamburg, Sep. 2008.
- THIEL, R., H. WINKLER, U. BÖTTCHER, A. DÄNHARDT, R. FRICKE, M. R. GEORGE, M. KLOPPMANN, T. SCHAARSCHMIDT, C. UBL & R. VORBERG, in Vorbereitung: Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Neunaugen und Fische (Petromyzontida, Elasmobranchii & Actinopterygii) der marinen Gewässer Deutschlands. - Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bundesamt für Naturschutz, Bonn. TURNPENNY, A.W.H., J. COUGHLAN & K. LINEY, 2006: Review of Temperature and Dissolved Oxygen Effects on Fish in Transitional Waters. Jacobs Babbie report, client: Environment Agency (NEECA 2), London.
- 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), 2004: <http://www.arge-elbe.de/wge/Galerie/Hydrologie.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 etc. gesondert in Exceltabellen.

Anhang 2: Fintenlarvendichten differenziert nach Untersuchungsjahr und Probenahmezeitpunkte. Daten Längstransect (inkl. Nebeneiben) km 630 – km 680.

Tab. 30: Finteneidichten (Ind./100 m³) differenziert nach Untersuchungsjahr und Probenahmezeitpunkte. Daten Längstransect km 630 – km 680.

Variable:	Eidichte Ind.*100 m ³ Hauptstrom				
Gruppirt nach:	Jahr				
	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	257	177,7	±137,376	69,8	1118,3
2011	143	238,0	±241,860	122,3	1463,0
2012	114	102,2	±67,7030	34,2	364,9

Variable:	Eidichte Ind.*100 m ³ - Hauptstrom				
Gruppirt nach:	Zeitraum				
und nach:	Jahr				
	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Anfang Mai	88	411,6	±393,471	197,96	1857,05
2011	48	648,3	±721,851	358,81	2485,90
2012	40	127,6	±98,0727	48,49	306,65
Mitte Mai	85	95,8	±82,7564	41,61	383,66
2011	47	44,4	±47,5149	23,60	161,83
2012	38	159,4	±178,256	87,97	542,31
Ende Mai	84	15,6	±10,0663	5,06	46,39
2011	48	17,3	±14,5397	7,23	50,07
2012	36	13,5	±14,0619	6,93	41,56

Variable:	Eidichte Ind.*100 m ³ Hauptstrom				
Gruppirt nach:	Jahr				
und nach:	Zeitraum				
	Quadrat-		mittlere		
	summe	F.G.	QS	F	P
1. Faktor	1,17E+06	1	1170680	0,959	0,328
2. Faktor	7,59E+06	2	3795430	3,109	0,046
Interaktion	5,02E+06	2	2512170	2,058	0,130
Residue	3,06E+08	251	1220630		
Bartlett-Test zur Varianzgleichheit					
Chi-					
Quadrat	F.G.	P			
755,757	2	0,000			

Variable:	Eidichte log+1 Ind.* 100m ³ Hauptstrom				
Gruppirt nach:	Jahr				
und nach:	Zeitraum				
	Quadrat-		mittlere		
	summe	F.G.	QS	F	P
1. Faktor	1,67835	1	1,678	1,984	0,160
2. Faktor	21,3256	2	10,663	12,607	0,000
Interaktion	3,55489	2	1,777	2,101	0,124
Residue	209,76	248	0,846		
Bartlett-Test zur Varianzgleichheit					
Chi-					
Quadrat	F.G.	P			
23,2568	2	0,000			

Tab. 31: Finteneidichten (Ind./100 m³) differenziert nach Untersuchungsjahr und Probenahmezeitpunkte. Daten Nebeneiben 2012. Glü = Glückstädter Nebeneibe, Pag = Pagensander NE, STS = Schwarztonnensand, Lühe = Lühesander NE, HNE = Hahnöfer Nebeneibe. 2-faktorielle ANOVA (Jahr und saisonaler Zeitraum). Ergebnisse aber zweifelhaft da Varianzgleichheit nicht gegeben

Variable:	Eidichte Ind.*100 m ³ Nebeneiben				
Gruppirt nach:	Jahr				
	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichpro	107	126,261	±116,410	58,7144	607,347
2011	47	156,685	±189,624	94,2027	645,821
2012	60	102,428	±149,792	74,8571	579,841

Variable:	Eidichte Ind.*100 m ³ Nebeneiben				
Gruppirt nach:	Station				
und nach:	Jahr				
	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
5 Glü	24	3,67083	±4,46100	2,15641	10,5642
2011	12	2,81667	±3,83441	1,74212	6,03487
2012	12	4,525	±8,88027	4,03464	13,9764
3 Pag NE	24	2,9375	±4,01616	1,94139	9,51081
2011	12	4,875	±8,41260	3,82217	13,2404
2012	12	1	±1,50845	0,68534	2,3741
4 STS	23	52,613	±63,7537	30,741	147,429
2011	11	43,9818	±58,4958	26,2529	87,071
2012	12	60,525	±121,281	55,1025	190,881
2 Lühe NE	24	485,017	±517,306	250,062	1225,05
2011	12	565,675	±775,814	352,482	1221,03
2012	12	404,358	±811,891	368,873	1277,81
1 HNE	12	41,7333	±52,5040	23,8546	82,6346
2011					
2012	12	41,7333	±52,5040	23,8546	82,6346

Variable:	Eidichte log+1 Ind.*100 m ³ Nebeneiben				
Gruppirt nach:	Jahr				
und nach:	Zeitraum				
	Quadrat-summe	F.G.	mittlere QS	F	P
1. Faktor	0,648	1	0,648	0,784	0,378
2. Faktor	9,067	2	4,534	5,484	0,006
Interaktion	1,010	2	0,505	0,611	0,545
Residue	81,840	99	0,827		
Bartlett-Test zur Varianzgleichheit					
Chi-Quadrat	F.G.	P			
23,3666	2	0,0000			

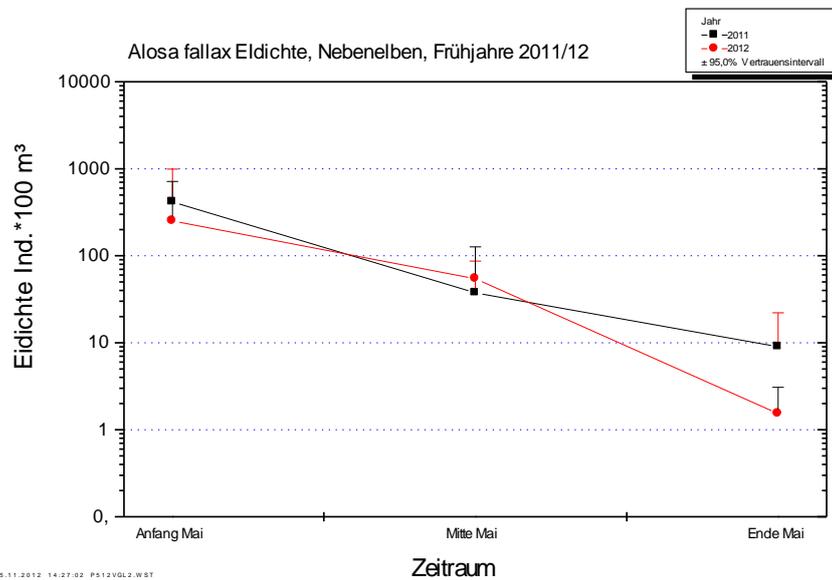
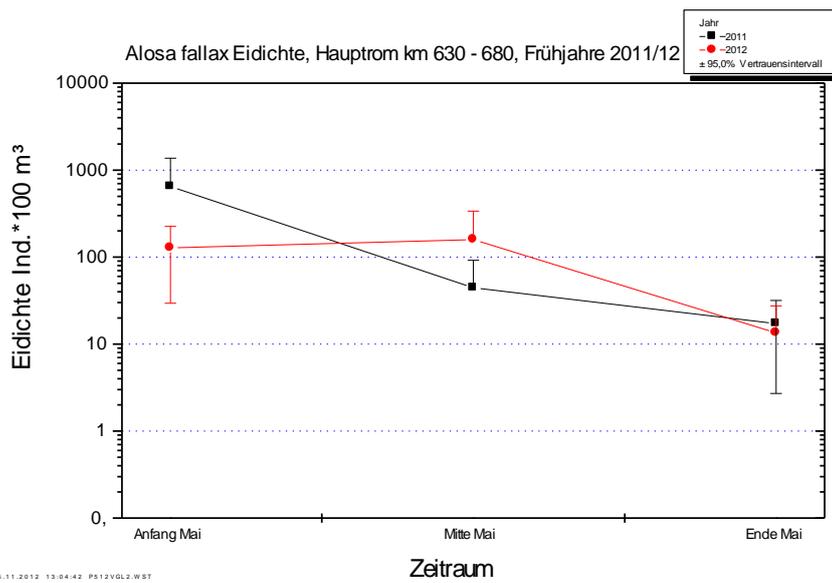


Abb. 51: Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m³) entlang des Längstransektes (inkl. Nebeneiben, Bild unten) von km 630 - km 680 für 2011 (Zeitraum 21.4. – 8.6.2011) sowie 2012 (Zeitraum 24.4. – 6.6.2012) in der Tideelbe

Tab. 32: Fintenlarvendichten (Ind./100 m³) differenziert nach Untersuchungsjahr (2011 vs. 2012). Daten Längstransekt km 630 – km 680 (oben) Nebeneiben (unten). 2-faktorielle ANOVA (Jahr und saisonaler Zeitraum). Ergebnisse aber zweifelhaft da Varianzgleichheit nicht gegeben.

Variable:	Fintenlarvendichte Ind.*100 m ³ Hauptstrom				
Gruppirt nach:	Jahr				
	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	254	161,0	±46,1818	23,4	373,7
2011	140	230,7	±74,4406	37,6	445,5
2012	114	75,4	±43,5940	22,0	234,9

Variable:	Fintenlarvendichte log+1 Ind.*100 m ³ Hauptstrom				
Gruppirt nach:	Jahr				
und nach:	Zeitraum				
	Quadrat-		mittlere		
	summe	F.G.	QS	F	P
1. Faktor	27,3053	1	27,305	34,554	0,000
2. Faktor	44,3213	2	22,161	28,044	0,000
Interaktion	29,4799	2	14,740	18,653	0,000
Residue	195,973	248	0,790		
Bartlett-Test zur Varianzgleichheit					
Ungenügend Daten für die Berechnung					

Variable:	Fintenlarvendichte Ind.*100 m ³ Nebeneiben				
Gruppirt nach:	Jahr				
	N	Mittelwert	Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
Gesamte Stichprobe	105	234,5	±99,6994	50,3	515,2
2011	46	395,8	±207,613	103,1	699,1
2012	59	108,8	±63,8131	31,9	244,9

Variable:	Fintenlarvendichte log+1 Ind.*100 m ³ Nebeneiben				
Gruppirt nach:	Jahr				
und nach:	Zeitraum				
	Quadrat-		mittlere		
	summe	F.G.	QS	F	P
1. Faktor	12,117	1	12,117	22,360	0,000
2. Faktor	20,633	2	10,316	19,038	0,000
Interaktion	56,603	2	28,301	52,226	0,000
Residue	53,648	99	0,542		
Bartlett-Test zur Varianzgleichheit					
Ungenügend Daten für die Berechnung					

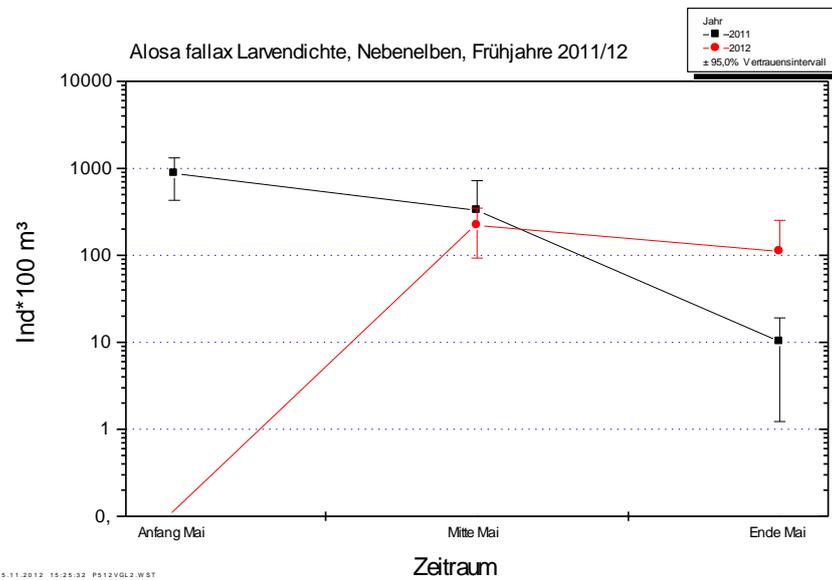
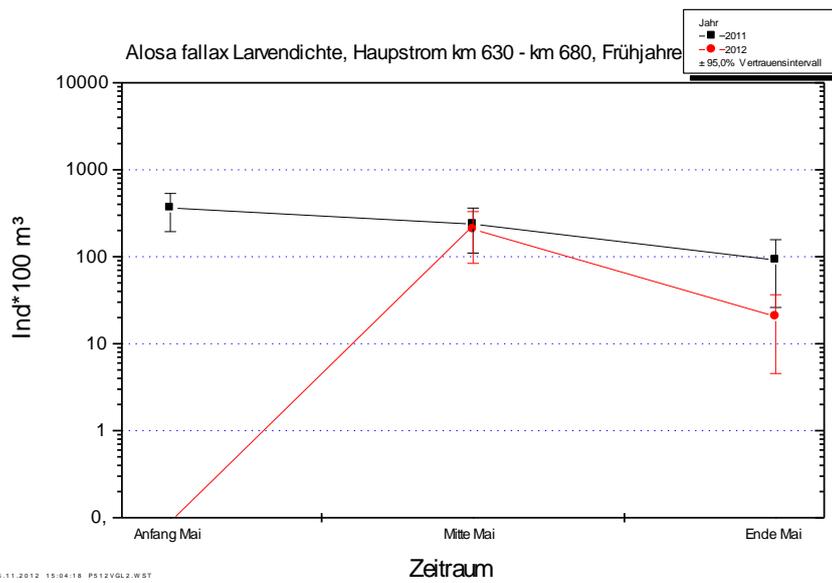


Abb. 52: Entwicklung der Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) entlang des Längstransektes (inkl. Nebelalben, Bild unten) von km 630 - km 680 für 2011 (Zeitraum 21.4. – 8.6.2011) sowie 2012 (Zeitraum 24.4. – 6.6.2012) in der Tideelbe