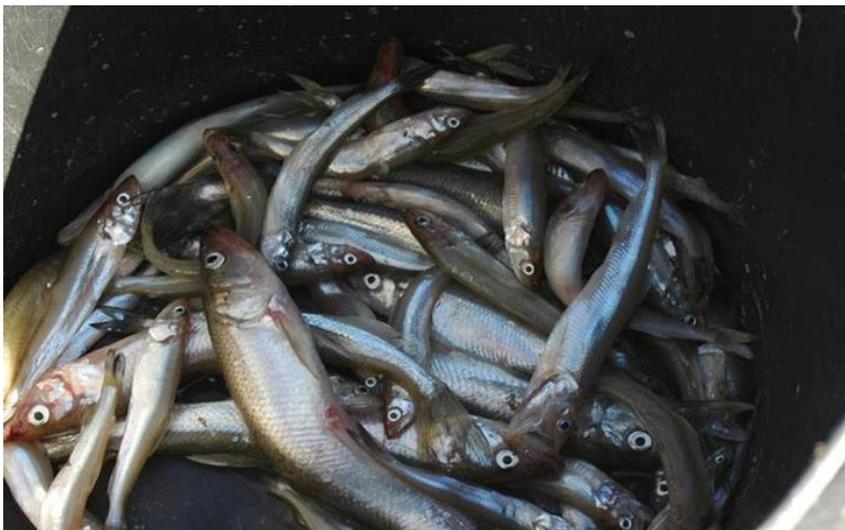


Analyse längerfristiger Daten zur Abundanz
verschiedener Altersklassen des Stints (*Osmerus
eperlanus*) im Elbästuar und den anderen
Wattenmeerästuar



Auftraggeber:
Stiftung Lebensraum Elbe

Hamburg

September 2019

Auftraggeber: Stiftung Lebensraum Elbe

Hamburg

Titel: Analyse längerfristiger Daten zur Abundanz verschiedener Altersklassen des Stints (*Osmerus eperlanus*) im Elbästuar und den anderen Wattenmeerästuaren.

Auftragnehmer: BIOCONSULT Schuchardt & Scholle GbR

Auf der Muggenburg 30
28217 Bremen
Telefon +49 421 6207108
Telefax +49 421 6207109

Klenkendorf 5
27442 Gnarrenburg
Telefon +49 4764 921050
Telefax +49 4764 921052

Lerchenstraße 22
24103 Kiel
Telefon +49 431 53036338

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

Bearbeiter: Jörg Scholle
Bastian Schuchardt

Datum: September 2019

Inhalt

Kurzzusammenfassung	12
1. Hintergrund und Aufgabe	13
2. Biologie des Stints	14
3. Historische Vorkommen	16
4. Datengrundlage	19
4.1 Elbe 19	
4.1.1 Hamenfänge	19
4.1.2 Ringnetzbefischungen (Stintlarven)	21
4.2 Andere Ästuare (Ems, Weser, Eider)	23
5. Datenauswertung Methodik	24
5.1 Vorbereitung (Elbe - Hamen)	24
5.2 Standardisierung der Daten	24
5.3 Datentransformation	25
5.4 Ergänzung fehlender Daten	25
5.5 Deskriptive Auswertungen	26
5.6 Mann Kendall Trend-Test	26
5.7 Strukturbruchanalyse	27
6. Vorprüfung	28
6.1 Ausreißertest	28
6.2 Einfluss der Tageszeit	30
6.2.1 Stint adult	31
6.2.2 Stint subadult	33
6.2.3 Stint juvenil (AG 0+)	35
6.3 Einfluss saisonaler Aspekte	37
6.3.1 Stint adult (Frühjahr und Herbst)	41
6.3.2 Stint subadult (nur Frühjahr)	43
6.3.3 Stint Altersgruppe 0+ (nur Herbst)	44
6.3.4 Fazit Vorprüfung	46
7. Ergebnisse Auswertungen	49
7.1 Hamenfänge Elbe (2000 – 2018)	49
7.1.1 Eingangsanalyse Elbe Hamenfänge	49
7.1.2 Mann Kendall Trendtest (Daten räumlich differenziert)	57
7.1.3 Strukturbruchanalyse (Daten räumlich differenziert)	63
7.1.4 Wahrscheinlichkeit	67
7.1.5 Fazit Hamenfänge Elbe	68
7.2 Ringnetzfänge Stintlarven (2011 – 2018)	68
7.2.1 Allgemeine Informationen	69
7.2.2 Interannuelle Betrachtung	70
7.2.3 Fazit Stintlarvenanalyse	73
7.3 Hamenfänge Ems, Weser, Eider	74
7.3.1 Ems	74
7.3.2 Weser	76

7.3.3 Eider	78
7.3.4 Fazit Auswertungen andere Ästuare	80
8. Kurzvergleich Ästuare (Ems, Weser, Elbe, Eider)	81
9. Zusammenfassendes Fazit.....	85
10. Ausblick	87
Literatur.....	88
Anhang	90

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Stint (<i>Osmerus eperlanus</i>).....	14
Abb. 2:	Stint Vorkommen in den deutschen Wattenmeerästuaren (rote Schraffur), Polygone: vermutliches Laichareal.....	15
Abb. 3:	Jahres-Fangzahlen Stinte aus der Elbe (1890 – 1908, Quelle Sterner 1916). Überschlägig abgeschätzt aus Gewichtsangaben (kg/Jahr, Sterner 1916). Annahme mittleres Gewicht/Stint aus rezenten Frühjahrsfängen. Linie: gleitender Durchschnitt (bezogen auf 2 Jahre).....	16
Abb. 4:	Stint Fangzahlen/Hol (Ind./1 Mio. m ³) kumuliert (%). Fangdaten aufsteigend angeordnet (Daten Fischmonitoring Tideelbe 2000 – 2018 alle Daten, nur adulte Stinte). N _{Hols} >700.....	17
Abb. 5:	Anlandungsmenge (kg) Ende des 19. Jahrhunderts in der Elbe (Sterner 1916) und Angaben zu rezenten Fangmengen kommerzieller Fischer in den Ästuaren von Ems, Weser und Elbe. (Quelle Ems, Weser: Staatliches Fischereiamt Bremerhaven, Elbe: schriftl. Fischer)	18
Abb. 6:	Anzahl der Hamenfänge (Hols) in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018, differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK).....	20
Abb. 7:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 – QT 5) bei km 643. Dunkelblau: Fahrrinne.....	22
Abb. 8:	Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung	22
Abb. 9:	Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Standardisierungen (Ind./1 Mio. m ³ vs. Ind./h/80 m ³) der Stintfangzahlen (Hamendaten Tideelbe 2000 – 2018), differenziert für die verschiedenen Altersgruppen. (ohne FGG-Daten, da keine Angaben zum durchfilterten Wasservolumen).	25
Abb. 10:	Anzahl Tag- und Nachthols im Rahmen des Fischmonitorings in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018.	30
Abb. 11:	Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen (adult, Ind./1 Mio. m ³), differenziert nach Tageszeit und OWK (Grundlage Frühjahrs -inkl. Juni- und Herbstdaten). Beachte unterschiedliche Skalierung der y-Achse (OWK Ost). Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).....	32
Abb. 12:	Mittlere Jahresfangzahlen (Tag - orange/Nacht - blau) adulter Stinte in der Tideelbe (alle OWK). N _{Nacht} = 161; N _{Tag} = 584. Beachte logarithmische y- Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % (Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte).	33
Abb. 13:	Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen (subadult, Ind./1 Mio. m ³), differenziert nach Tageszeit und OWK (Grundlage Frühjahrs- und Herbstdaten). Beachte unterschiedliche Skalierung der y-Achse (OWK Ost). Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).....	34
Abb. 14:	Mittlere Jahresfangzahlen (Tag - orange/Nacht - blau) subadulter Stinte in der Tideelbe (alle OWK). Grundlage Frühjahrsdaten.). N _{Nacht} = 77; N _{Tag} = 293. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen	

	(Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte. Zwischen 2013 – 2015 keine Nachtfänge durchgeführt (2016 – 2018 kein Nachweis)	35
Abb. 15:	Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen (juv Ind./1 Mio. m ³), differenziert nach Tageszeit und OWK (Grundlage Frühjahrs- und Herbstdaten). Beachte unterschiedliche y-Achsen Skalierung bei OWK Ost. Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).....	36
Abb. 16:	Mittlere Jahresfangzahlen (Tag/Nacht) juveniler Stinte in der Tideelbe (alle OWK). Grundlage Herbstdaten. N _{Nacht} = 79; N _{Tag} = 282. Beachte logarithmische Y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte. In den Jahren 2015, 2017, 2018 keine Nachtfänge.....	37
Abb. 17:	Anzahl Hols differenziert nach Monaten im Rahmen des Fischmonitorings in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018. (Oktober beinhaltet auch wenige Novemberbefischungen).....	38
Abb. 18:	Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen der verschiedenen Altersgruppen (Ind./1 Mio. m ³), differenziert nach Frühjahrs-(April & Mai) und Herbstmonaten (September & Oktober). Beachte unterschiedliche y-Achsen Skalierungen. Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).....	40
Abb. 19:	Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol adulter Stinte; April (blau) vs. Mai (orange; oben) sowie September (blau) vs. Oktober (orange; unten) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die April-/Septemberwerte, rot für die Mai-/Oktoberwerte. OWK-Ost für die Frühjahrsdarstellung nicht berücksichtigt	42
Abb. 20:	Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol adulter Stinte; September (orange) vs. Oktober (blau) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert, ohne Daten aus dem OWK-Ost. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Aprilwerte, rot für die Maiwerte.	42
Abb. 21:	Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol subadulter Stinte; April (blau) vs. Mai (orange) inkl. OWK Ost (oben) sowie ohne OWK Ost (unten) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Aprilwerte, rot für die Maiwerte.....	44
Abb. 22:	Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol juveniler Stinte; April (blau) vs. Mai (orange; oben) sowie September (orange) vs. Oktober (blau; unten) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte.	46
Abb. 23:	Gesamtmittel der Frühjahrs- und Herbstfangzahlen (Ind./1 Mio. m ³) adulter Stinte in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018; (Hamenfänge N _{Hols} = 739), p < 0.05 (Mann Whitney).	50

- Abb. 24: Gesamtmittel der Frühjahrs- und Herbstfangzahlen (Ind./1 Mio. m³) subadulter (sad) Stinte in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018; (Hamenfänge N_{Hols} = 741), p < 0.05 (Mann Whitney). 50
- Abb. 25: Gesamtmittel der Frühjahrs- und Herbstfangzahlen (Ind./1 Mio. m³) juveniler (AG 0+) Stinte in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018; (Hamenfänge N_{Hols} = 730), p < 0.05 (Mann Whitney). 51
- Abb. 26: Gesamtmittel Stintfangzahl (adult, Ind./1 Mio. m³) im Frühjahr (oben) und Herbst (unten) differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. p < 0.05 (Kruskal Wallis). Frühjahr N_{Hols} = 370, Herbst N_{Hols} = 369. Trendlinie gestrichelt; R² = Korrelationskoeffizient zur jeweiligen Trendlinie. 52
- Abb. 27: Mittlere Stintfangzahl (subadult, Ind./1 Mio. m³) im Frühjahr differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, p < 0.05 (Kruskal Wallis), N_{Hols} = 370. Trendlinie gestrichelt; R² = Korrelationskoeffizient zur jeweiligen Trendlinie. 53
- Abb. 28: Mittlere Stintfangzahl (AG 0+, Ind./1 Mio. m³) im Frühjahr differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, p < 0.05 (Kruskal Wallis). N_{Hols} = 361. Trendlinie gestrichelt; R² = Korrelationskoeffizient zur Trendlinie. 53
- Abb. 29: Entwicklung der Stintzahlen (AG adult) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitendes Mittel (2 jährlich), die blau eingefügten Linien signalisieren eine Unterbrechung des gleitenden Mittels wg. fehlender Jahresdaten. Rot gestrichelt: Trendlinie; R² = Korrelationskoeffizient. 55
- Abb. 30: Entwicklung der Stintzahlen (AG subadult) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitendes Mittel (2 jährlich), die blau eingefügten Linien signalisieren eine Unterbrechung des gleitenden Mittels wg. fehlender Jahresdaten. Rot gestrichelt: Trendlinie; R² = Korrelationskoeffizient 56
- Abb. 31: Entwicklung der Stintzahlen (AG 0+) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitendes Mittel (2

	jährlich), die blau eingefügten Linien signalisieren eine Unterbrechung des gleitenden Mittels wg. fehlender Jahresdaten. Rot gestrichelt: Trendlinie; R^2 = Korrelationskoeffizient.....	57
Abb. 32:	Zeitreihenanalyse auf Grundlage der Fangzahlen ($\log \text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3+1$) adulter Stinte differenziert nach Wasserkörper. T1 = Brackwasser (oligo-polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, Quelle: Fischmonitoring Tideelbe. Frühjahrs- und Herbstdaten.	58
Abb. 33:	Zeitreihenanalyse auf Grundlage der Fangzahlen ($\log \text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3+1$) subadulter Stinte, differenziert nach Wasserkörper. T1 = Brackwasser (oligo-polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, Quelle: Fischmonitoring Tideelbe, Frühjahrsdaten.	60
Abb. 34:	Zeitreihenanalyse auf Grundlage der Fangzahlen ($\log \text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3+1$) juveniler Stinte (AG 0+) differenziert nach Wasserkörper. T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, Quelle: Fischmonitoring Tideelbe.	62
Abb. 35:	Entwicklung der Stintzahlen (adult) OWK-übergreifend. Daten: $\log \text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3$ je Hol, Frühjahrsdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge).Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung (Rechtecke) signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$	64
Abb. 36:	Entwicklung der Stintzahlen (subadult) OWK West (oben) und OWK Hafen (unten) . Daten: $\log \text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3$ je Hol, Frühjahrsdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge).Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung (rot eingerahmt) signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$	65
Abb. 37:	Entwicklung der Stintzahlen (juvenil) OWK West (oben) und OWK T1 (unten) . Daten: $\log \text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3$ je Hol, Herbstdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge).Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung (rot eingerahmt) signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$	66
Abb. 38:	Fangzahlen ($\text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3/\text{Hol}$) Stint (subadult) im OWK West aufsteigend angeordnet, differenziert für unterschiedliche Zeiträume. Zeitraum 1 Blau = Daten 2000 – 2005, Zeitraum 2 grün = Daten 2006 – 2013, Zeitraum 3 orange = Daten 2014 – 2018. Pfeile markieren den Median der jeweiligen Fangdatenreihe, z.B.: 2006- 2013 50 % der Fänge etwa $<9.200 \text{ Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3$, 2014 – 2018: 50% der Fänge $<1.400 \text{ Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3$	67
Abb. 39:	Stintlarvendichte ($\text{langjähriges Mittel, Ind.}/100 \text{ m}^3$) zu verschiedenen Tidephasen an der Fangstation bei km 643 der Tideelbe.. Langjährige Mittelwerte, Datengrundlage 2011- 2018. HW = Fang um Tidehochwasser, Ebbe = Fang während Ebbphase, NW = Fang um Tideniedrigwasser, Flut = Fang während der Flutphase. Quelle WSA Hamburg Fintenmonitoring	69
Abb. 40:	Saisonales Muster Stintlarvendichte ($\text{Ind.}/100 \text{ m}^3$) in der Tideelbe bei km 643 bezogen auf das langjährige Mittel der Frühjahre 2011 – 2018. Der dargestellte Mittelwert integriert über zeitliche (Tidephase) und räumliche	

	(vertikal, Querprofil) Daten. A3 = 3. Aprilwoche,..., J2 = 2. Juniwoche. Quelle WSA Hamburg Fintenmonitoring.	70
Abb. 41:	Stintlarvendichte (Ind./100 m ³) im Bereich des OWK West (km 643) differenziert nach Untersuchungsjahr (Frühjahrsdaten). N _{Hols} = 2.830. Beachte logarithmische Darstellung. Rot gestrichelt Trendlinie, R ² = Korrelationskoeffizient. Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg.	71
Abb. 42:	Entwicklung der Stintlarvendichte im Zeitraum 2011 – 2018 in der Tideelbe bei km 643 (OWK West). Wöchentliche Mittelwerte Ende April und Maidaten. Abundanzdaten log-transformiert. Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg	72
Abb. 43:	Entwicklung der Stintlarvendichte im Zeitraum 2011 – 2018 in der Tideelbe bei km 643 (OWK West). Mittelwert 4. Aprilwoche (links) und Mittelwerte 1. & 2. Maiwoche (rechts). Abundanzdaten log-transformiert. Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg	72
Abb. 44:	Langjähriges Mittel der Ems-Stintfänge differenziert nach Altersgruppe und Fangaison. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LAVES, RIJKS Waterstaat, Institut Wageningen, NL. Hamenfangdaten 2006 – 2018.	74
Abb. 45:	Jahresmittelwerte der Stintfänge in der Ems, differenziert nach Altersgruppe. Ausgewählte saisonale Zeitpunkte. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LAVES Dez. Binnenfischerei, RIJKS Waterstaat, Institut Wageningen, NL. Hamenfangdaten 2006 – 2018. Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitender Mittelwert (2 jährige Intervalle), rote Line: Trendlinie, R ² = Korrelationskoeffizient. Ohne Jahreszahl: keine Daten.	75
Abb. 46:	Langjähriges Mittel der Weser-Stintfänge differenziert nach Altersgruppe und Fangaison. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LAVES, Dez. Binnenfischerei. Hamenfangdaten 2006 – 2018. N _{Hols} = 99 (je AG).	76
Abb. 47:	Jahresmittelwerte der Stintfänge in der Weser, differenziert nach Altersgruppe. Ausgewählte saisonale Zeitpunkte. Datenquelle: WRRL- Fischmonitoring, LAVES Dez. Binnenfischerei, Hamenfangdaten 2007 – 2017. Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitender Mittelwert (2 jährige Intervalle), rote Line: Trendlinie, R ² = Korrelationskoeffizient. Ohne Jahreszahl: keine Daten.	77
Abb. 48:	Langjähriges Mittel der Eider-Stintfänge differenziert nach Altersgruppe und Fangaison. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LLUR Schleswig-Holstein. Hamenfangdaten 2009 – 2018. N _{Hols} = 32 (je AG).	78
Abb. 49:	Jahresmittelwerte der Stintfänge in der Eider, differenziert nach Altersgruppe. Ausgewählte saisonale Zeitpunkte. Datenquelle: WRRL- Fischmonitoring, LLUR Schleswig-Holstein. Hamenfangdaten 2009 – 2018. N _{Hols} = 32 (je AG). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitender Mittelwert (2 jährige Intervalle), rote Line: Trendlinie, R ² = Korrelationskoeffizient. Ohne Jahreszahl: keine Daten.	79
Abb. 50:	Langjähriges Gesamtmittel der Stintfänge (alle Altersgruppen zusammengefasst) in den Ästuaren der Ems, Weser, Elbe und Eider. Keine saisonale und räumliche Differenzierung. Datengrundlage: ästuarines Fischmonitoring Ems, Weser, Elbe, Eider, Hamenbefischungen (s. Kap. 4).	81
Abb. 51:	Langjähriges Gesamtmittel der Stintfänge (Altersgruppen differenziert) in den Ästuaren der Ems, Weser, Elbe und Eider. Keine saisonale Differenzierung.	82

Abb. 52:	Darstellung des Häufigkeitsverhältnis (1:n) der Stintzahlen (differenziert nach AG) bezogen auf die Eider. Grundlage: langjähriges Mittel der jeweiligen Monitordaten (keine saisonale Differenzierung).	83
Abb. 53:	Entwicklung der Stintzahlen (AG adult) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Rot/Blau gestrichelt: Trendlinien. Frühjahrs und Herbstdaten getrennt dargestellt.	92
Abb. 54:	Entwicklung der Stintzahlen (adult) OWK-übergreifend. Daten: log Ind./1.Mio. m ³ je Hol, Herbstdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge).Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$. Bis 2010 ist eine gewisse aufsteigende Tendenz, die ab dem „Knick“ nicht mehr erkennbar ist.	94
Tab. 1:	Übersicht über die Hamenfangstationen in der Tideelbe. OWK = Oberflächenwasserkörper; Fangstationen: HNE = Hahnöfer Nebeneelbe, LSNE = Lühesander Nebeneelbe; Koll = Kollmar, BB = Brunsbüttel, GS = Glückstadt.	19
Tab. 2:	Eckwerte zum ästuarinen Fischmonitoring in Ems, Weser und Eider.	23
Tab. 3:	Detektierte Ausreißerwerte, differenziert nach den drei differenzierten Altersgruppen des Stints. Wert = standardisierte Fangzahl (Ind./1 Mio. m ³). P = Irrtumswahrscheinlichkeit. Zeile = hier ist die Zeile des Datensatzes angegeben in der der vermeintliche Ausreißerwert gelistet ist. n*Sigma = Vielfaches der Standardabweichung der Variablen. Nr. = Holzbezeichnung aus dem zugrundeliegenden Datensatz.	29
Tab. 4:	Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich Fangzahlen Tag- vs. Nachfänge (adulte Stinte). Differenziert nach OWK und saisonalem Zeitpunkt. <i>Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-).</i> * = Unterschiede signifikant; n.s. = nicht signifikant. P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung)	32
Tab. 5:	Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich Fangzahlen Tag- vs. Nachfänge (subadulte Stinte). Differenziert nach OWK und saisonalem Zeitpunkt. <i>Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-).</i> (+) = T-Test Bedingungen erfüllt; * = Unterschiede signifikant; ns = nicht signifikant. . P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung).	34
Tab. 6:	Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich Fangzahlen Tag- vs. Nachfänge (juvenile Stinte). Differenziert nach OWK und saisonalem Zeitpunkt. <i>Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-).</i> (+) = T-Test Bedingungen erfüllt; * = Unterschiede signifikant; ns = nicht signifikant. P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung).	36
Tab. 7:	Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich monatlicher Fangzahlen. Differenziert nach Altersgruppe und saisonalem Zeitpunkt. Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-); ns = nicht	

	signifikant. P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung).	40
Tab. 8:	Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); adulte Stinte, differenziert nach OWK.; Grundlage Frühjahrs- und Herbstdaten.	59
Tab. 9:	Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); subadulte Stinte differenziert nach OWK. Grundlage Frühjahrsdaten.	61
Tab. 10:	Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); juvenile Stinte (AG 0+), differenziert nach OWK., Grundlage Herbstdaten.	63
Tab. 11:	Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); Stintlarven, Grundlage Frühjahrsdaten 2011 – 2018, Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg.	73
Tab. 12:	Ergebnisse der Varianzanalyse (ANOVA) räumliche Vergleiche der Stintanzahlen, differenziert nach Altersgruppe. Varianzgleichheit nicht erfüllt (Bartlett-Test <0.05). * = Unterschied signifikant, ns = Unterschied nicht signifikant. Multipler Vergleich B-Tukey.	91
Tab. 13:	Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); Stint Ems, Quelle WRRL-Monitoring LAVES, Dezernat Binnenfischerei Hannover	93

Kurzzusammenfassung

Beobachtungen von Fischern auf der Unterelbe deuten darauf hin, dass die Fänge des Europäischen Stints (*Osmerus eperlanus*) in jüngerer Vergangenheit stark zurückgegangen sind. Deshalb hat die Stiftung Lebensraum Elbe das Büro BioConsult Schuchardt & Scholle GbR damit beauftragt, auf der Grundlage von vorliegenden z.T. langfristigen Fangdaten des Stints aus behördlichen Monitoringprogrammen zu untersuchen, ob sich ein solcher rückläufiger Trend vor dem Hintergrund der natürlichen Variabilität der Art auch datenbasiert identifizieren lässt.

Vor diesem Hintergrund wurden die verfügbaren Fangdaten (vornehmlich aus der Elbe aber auch aus anderen Ästuaren) zusammengestellt und mit verschiedenen Verfahren hinsichtlich der interannuellen Variabilität und vorhandener Trends analysiert. Es sei in diesem Zusammenhang angemerkt, dass die Datensätze keine Untersuchungen einschließen, die spezifisch „stintbezogen“ waren, insofern kann die Aussagekraft einiger Ergebnisse durch eine begrenzte „Datenabdeckung“ eingeschränkt sein. Allerdings macht die vorliegende Langzeitdatenreihe (Fischmonitoring Tideelbe 2000 – 2018) gerade für die hier zugrundeliegende Fragestellung eine besondere Qualität aus.

Die Ergebnisse der Auswertungen, die verschiedene Betrachtungsebenen umfassen, haben in deren Zusammenschau Hinweise eine rückläufige Tendenz der Abundanzen des Stints in der Tideelbe in den letzten Jahren plausibel werden lassen. Mit Blick auf verschiedene Altersgruppen sowie auch unter räumlichen Gesichtspunkten (hier Wasserkörper im Sinne der WRRL) sind die Hinweise unterschiedlich ausgeprägt. So waren die Befunde zu den adulten Stinten insgesamt indifferenter, die zu subadulten und juvenilen Stinten sowie Stintlarven überwiegend deutlicher.

Des Weiteren waren analoge Hinweise auf rückläufige Stintabundanzen in den anderen Ästuaren nicht klar ersichtlich, so dass die Annahme eines großräumigen Trends zunächst nicht naheliegt.

Die auf verschiedenen Betrachtungsebenen festgestellten Hinweise auf einen Rückgang der Abundanzen des Stints in der Tideelbe sind allerdings noch nicht gleichbedeutend mit einer daraus abzuleitenden generellen Bestandsgefährdung. Ob und ab wann ein fortschreitender Abundanzrückgang die Stabilität des Stintbestandes gefährdet, kann im Rahmen der vorliegenden Studie nicht beurteilt werden und war auch nicht deren Aufgabe. Sollte sich die in den letzten Jahren verzeichnete Tendenz fortsetzen oder weiter verstärken, ist aber eine Gefährdung nicht auszuschließen.

Zukünftige Daten werden zeigen, ob sich der in den letzten Jahren für die Tideelbe andeutende rückläufige Trend fortsetzt oder ob es sich um ein vorübergehendes „normales interannuelles Phänomen“ bzw. eine normale Variabilität handelt. Dazu sollen auch – soweit möglich - in einem nächsten Schritt mögliche Faktoren (anthropogen, natürlich) identifiziert werden, die zu den aktuellen Veränderungen der Abundanzen des Stints beitragen bzw. beigetragen haben könnten.

1. Hintergrund und Aufgabe

Beobachtungen von Fischern auf der Unterelbe deuten darauf hin, dass die Fänge des Europäischen Stints (*Osmerus eperlanus*) in jüngerer Vergangenheit und besonders im Jahr 2018 stark zurückgegangen sind. Der Stint, der im Frühjahr zum Laichen in das Ästuar einwandert, ist durch sein massenhaftes Auftreten für das Nahrungsnetz der Ästuarare von erheblicher Bedeutung.

Deshalb hat die Stiftung Lebensraum Elbe das Büro BioConsult Schuchardt & Scholle GbR mit einer Studie beauftragt, die auf der Grundlage von z.T. langfristigen vorliegenden Daten aus behördlichen Untersuchungsprogrammen betrachtet,

- ob sich ein solcher rückläufiger Trend in den Abundanzen vor dem Hintergrund der natürlichen Variabilität der Art identifizieren lässt,
- ob und wie sich die Abundanzen in den benachbarten Ästuaren von Eider, Weser und Ems verändern.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die verfügbaren Fangdaten aus den behördlichen Untersuchungsprogrammen (Fischmonitoring Elbe, Ems, Weser und Eider) zusammengestellt, so weit möglich plausibilisiert und mit verschiedenen Verfahren hinsichtlich der interannuellen Variabilität und vorhandener Trends analysiert. Ein ergänzender Ästuar übergreifender Vergleich soll die Einordnung der Elbstintdaten unterstützen.

2. Biologie des Stints

Der Stint (*Osmerus eperlanus*, Abb. 1) ist eine wichtige ästuarine Art, die aus unterschiedlichen Blickwinkeln eine Bedeutung besitzt:

- nach WGE (2007) Leitart für die ästuarinen Gewässertypen in Sinne der Wasserrahmenrichtlinie
- Abundanz-Indikator und im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie für die ästuarinen Gewässertypen (Scholle & Schuchardt 2012)
- typische Art des Lebensraumtyps Ästuarien (FFH-Richtlinie, BFN 1998)
- kommerziell befischt

Kurze Hinweise zur Biologie der Art seien den nachfolgenden Datenanalysen vorangestellt.



Abb. 1: Stint (*Osmerus eperlanus*).

Der anadrome Stint lebt in den europäischen Küstengewässern und Brackwassergebieten der großen Flussmündungen. Er ist von der Ostsee bis zur Biskaya anzutreffen. Stinte ernähren sich vorwiegend von Zooplankton und kleinen Fischen, häufig von ihrer eigenen Brut, die in den Laich- und Aufwuchshabitaten in sehr hohen Dichten auftreten kann. Die Art erreicht eine mittlere Größe von 15 – 18 cm, die maximale Größe liegt bei 30 cm und kann in Ausnahmefällen ein Alter bis zu 7 Jahre erreichen.

Zum Laichen zieht der Stint in die Unterläufe der Flüsse. Zu Beginn der Aufstiegszeit sammeln sich die Tiere zu großen Schwärmen in den äußeren Bereichen der Ästuarie um sich allmählich den Süßwasserbedingungen anzupassen. So werden ab etwa November in der Elbe hohe Dichten des Stints im Bereich zwischen Cuxhaven und Brunsbüttel beobachtet. Der eigentliche Aufstieg wird durch die Gewässertemperatur gesteuert und beginnt, wenn das Wasser Temperaturen von etwa 3 – 6°C erreicht. Die Stinte kommen in ihren heutigen Laicharealen etwa im Februar/März an. Nach

Duncker & Ladiges (1960) zog die Art während der Laichzeit vor Errichtung des Wehrs bei Geesthacht bis Lauenburg vor. Nach Möller (1991) erstreckt sich die Laichwanderung seitdem bis zum Wehr Geesthacht; auch Thiel & Thiel (2015) weisen darauf hin, dass sich auch stromauf des Hamburger Hafens wichtige Laichplätze der Art befinden. Es ist plausibel anzunehmen, dass Laichplätze im gesamten Bereich zwischen Tidewehr und dem Elbabschnitt um das Mühlenberger Loch vorhanden sind.

Die Laichzeit dauert ungefähr von Ende Februar bis März/April. Das Ablachen geschieht in strömendem Wasser; als Laichsubstrat werden Steine, Kies und Sand genutzt. Die Eizahl pro Weibchen kann bis zu 50.000 betragen. Die Elterntiere sterben nach dem Ablachen entweder ab oder kehren ins Meer zurück. Die Eier treiben zunächst im Wasser und sinken dann zu Boden, um sich am Substrat anzuhaften. Auf schlammigen Sohlen ist die Entwicklung der Embryonen nur eingeschränkt möglich. Eier die nicht sofort auf einen festen Untergrund stoßen, haften nicht mehr an und werden verdriftet. An strömungsberuhigten Stellen sammeln sie sich am Grund und entwickeln sich dort. Die Anhaftung am Untergrund ist offensichtlich für die Entwicklung des Eis nicht zwingend. Je nach Wassertemperatur schlüpfen die ca. 4,5 – 6 mm langen Stintlarven nach 20 bis 30 Tagen. Sie zehren noch 10 bis 15 Tage von ihrem Dottersack und gehen dann zu tierischem Plankton als Nahrung über. Ab Sommer bis Oktober zieht der größte Teil der Jungstint zurück in die Küstengebiete. Ein Teil der Jungtiere bleibt aber auch bis zum nächsten Winter im Ästuar. Aufgrund der in den Ästuaren hohen Dichte und dem Vorkommen verschiedener Altersgruppen zu bestimmten Jahreszeiten, übernimmt der Stint eine bedeutsame Funktion im Nahrungsnetz. Er ist für viele weitere Organismen (Seevögel, Meeressäuger) eine wichtige Nahrungsquelle. Abb. 2 zeigt die Bereiche der deutschen Wattenmeerästuare in denen Stint anzutreffen sind, i.d.R. sind dies auch Natura 2000 Gebiete (FFH, rote Schraffur).

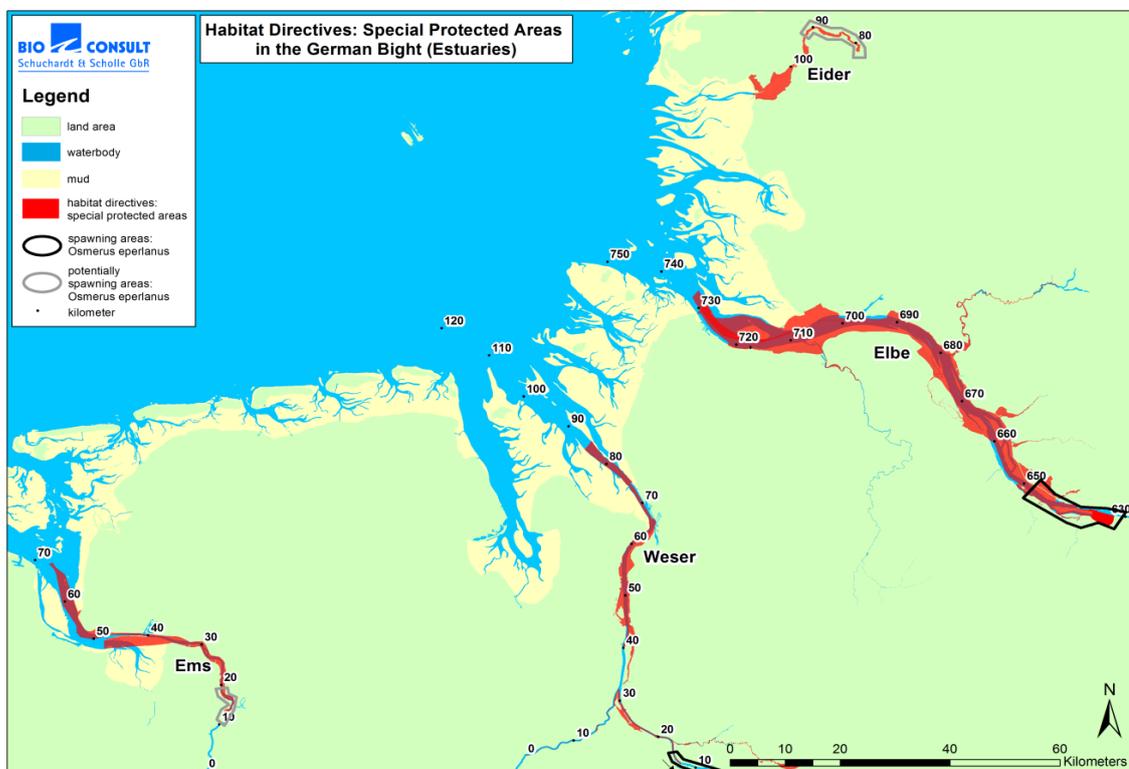


Abb. 2: Stint Vorkommen in den deutschen Wattenmeerästuaren (rote Schraffur), Polygone: vermutliches Laichareal.

3. Historische Vorkommen

Stinte waren historisch in allen Wattenmeerästuaren besonders häufig und auch wirtschaftlich von Bedeutung. Die Art wurde mehr oder weniger ganzjährig befischt und z.T. massenhaft gefangen und war um die Jahrhundertwende (19./20. Jahrhundert) die ertragreichste Fischart z.B. der Tideelbe. Ein Anlandungsmaximum ist auf 1914/1915 mit ca. 1.200 t datiert (Möller 1991).

Aus den Gewichtsangaben (Sterner 1916) wurden für die Elbe überschlägige Individuenzahlen ermittelt (Bioconsult 2019c). Zu Grunde gelegt wurde ein mittleres Fanggewicht von ca. 0,05 kg/Stint (abgeleitet aus rezenten Fangdaten 2000 – 2017 der AG „adult“). Auf dieser Grundlage ist anzunehmen, dass die jährlichen Fangzahlen historisch mehrere Millionen (>5 – 16 Mio. Individuen) Tiere in der Elbe umfasst haben könnten.

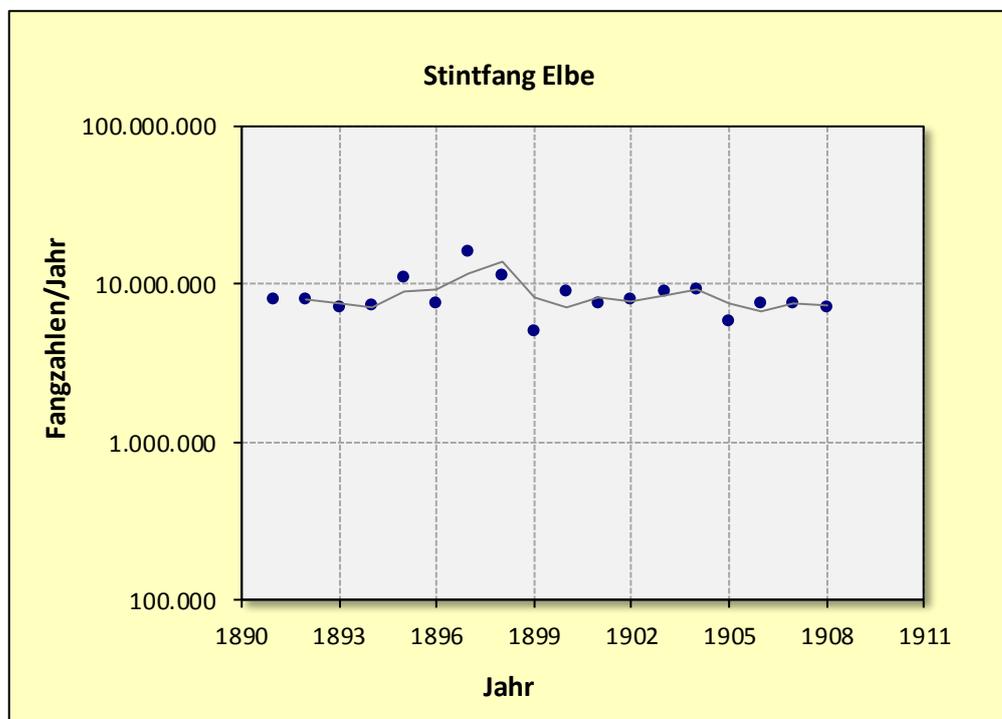


Abb. 3: Jahres-Fangzahlen Stinte aus der Elbe (1890 – 1908, Quelle Sterner 1916). Überschlägig abgeschätzt aus Gewichtsangaben (kg/Jahr, Sterner 1916). Annahme mittleres Gewicht/Stint aus rezenten Frühjahrsfängen. Linie: gleitender Durchschnitt (bezogen auf 2 Jahre)

Im Laufe des 20. Jahrhunderts gingen die Fangzahlen deutlich zurück, wobei unklar ist, ob dies in ursächlichem Zusammenhang mit einer Reduzierung der Bestandsgrößen stand, oder eine geringere wirtschaftliche Nachfrage nach Stinten zu den geringen Anlandungen geführt hat (Schuchardt et al. 1985). Eine Erholung der Bestände setzte mit der Entlastung der Ästuare durch reduzierte Stoffeinträge ein. In der Elbe, und das gilt mit hoher Wahrscheinlichkeit auch für die Weser, sind nach Thiel et al. (1995) sowie Thiel (2001) die Bedingungen im Vergleich zu anderen Ästuaren für den Stint weniger schlecht gewesen, so dass analoge dramatische Bestandseinbrüche wie im Forth-Ästuar (Costello et al. 2002) bislang nicht auftraten. Die Stintzahlen nahmen nach

Thiel (2011) Anfang der 1990iger Jahre in der Elbe erkennbar zu. Anders als in Weser und Elbe sind die Stintfänge in der Ems dagegen schon seit Längerem als sehr gering einzuordnen. Hinweise auf eine erfolgreiche Reproduktion liegen nicht vor (Bioconsult 2007, Bioconsult 2019c).

Betrachtet man die Elb-Fangzahlen adulter Stinte aus dem Zeitraum 2000 – 2018 (Datengrundlage Fischmonitoring Tideelbe) so zeigt sich, dass nur ein geringer Anteil dieser Fänge sehr hohe Stintzahlen repräsentiert. So wurden in lediglich <5% aller Fänge (Hamenbefischungen) Individuenzahlen (>10.000 Ind./1 Mio. m³, obere waagerechte Linie) erreicht, von denen angenommen werden kann, dass solche Anzahlen historisch regelmäßig verzeichnet wurden. Der weitaus größte Anteil der aktuellen Anzahlen bleibt deutlich hinter früher anzunehmenden Fangzahlen zurück. Mehr als 75 % der durchgeführten Hols (N_{ges} > 700) liegen unter 1.000 Ind./1 Mio. m³ (Abb. 4, untere waagerechte Linie).

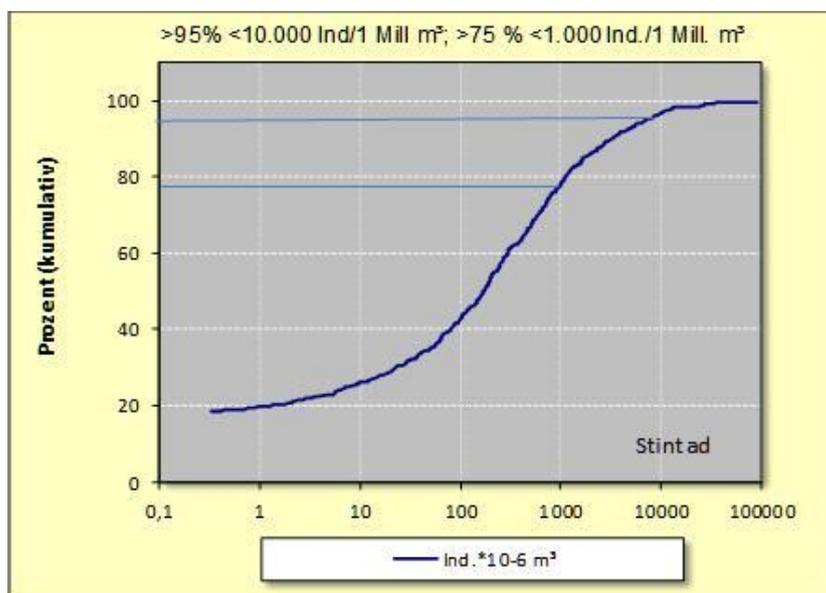


Abb. 4: Stint Fangzahlen/Hol (Ind./1 Mio. m³) kumuliert (%). Fangdaten aufsteigend angeordnet (Daten Fischmonitoring Tideelbe 2000 – 2018 alle Daten, nur adulte Stinte). N_{Hols} >700.

Ein Eindruck zu den quantitativen Unterschieden zwischen „früher“ und „heute“ lässt sich grob am Beispiel der o.g. historischen Elbdaten und rezenten kommerziellen Fangmengen aus Ems (1997 – 2011), Weser (1980 – 2011) und Elbe (2002 – 2018) im Vergleich zu den historischen Elbdaten veranschaulichen (Abb. 5, beachte Fanggewichte logarithmiert). Es sei darauf hingewiesen, dass der Vergleich aus mehreren Gründen nur orientierend sein kann:

- möglicherweise nicht alle Fangdaten enthalten,
- keine Informationen zum Fangaufwand/Jahr
- jährliche Variabilität der Anlandungen spiegelt z.T. nur eingeschränkt das „Angebot“ an Stinten wider, sondern kann auch durch witterungsbedingte Faktoren (Fangeinschränkungen) oder auch der Nachfrage nach Stinten beeinflusst sein.

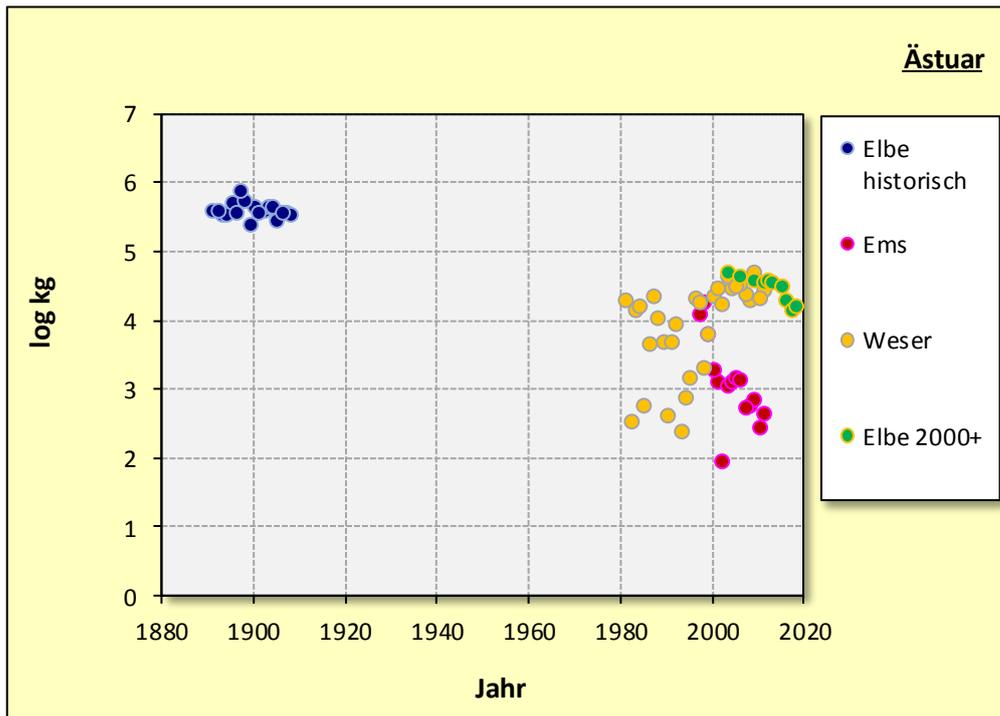


Abb. 5: Anlandungsmenge (kg) Ende des 19. Jahrhunderts in der Elbe (Sternier 1916) und Angaben zu rezenten Fangmengen kommerzieller Fischer in den Ästuaren von Ems, Weser und Elbe. (Quelle Ems, Weser: Staatliches Fischereiamt Bremerhaven, Elbe: schriftl. Fischer)

4. Datengrundlage

Die folgenden Berechnungen bzw. Auswertungen basieren im Wesentlichen auf dem langjährigen Datensatz des ästuarinen Fischmonitorings (Hamenfänge) in der Elbe. Darüber hinaus standen Ergebnisse zu Stintlarvenfängen (Beifang, Ringnetzbefischungen) aus dem Fintenmonitoring des WSA Hamburg zur Verfügung.

Ergänzend wurden Monitoringergebnisse (Hamenfänge) aus anderen Wattenmeerästuaren (Ems, Weser und Eider) ausgewertet.

4.1 Elbe

4.1.1 Hamenfänge

Das Fischmonitoring in der Tideelbe erfolgt seit dem Jahr 2000 mittels Ankerhamen, wobei die Fangstationen entlang des Salinitätsgradienten (Süßwasser – Polyhalinikum) positioniert sind. Die räumliche Differenzierung (wurde auch für die Auswertungen übernommen) folgt der Einteilung nach Wasserrahmenrichtlinie in Gewässertypen bzw. abgegrenzte Oberflächenwasserkörper (OWK). Die Tideelbe wird vor diesem Hintergrund durch vier Gewässerkörper repräsentiert:

- Wasserkörper Elbe-Ost und Elbe-Hafen (limnisch – Gewässertyp tidebeeinflusste sandgeprägte Ströme; Typ 20),
- Elbe-West (limnisch - Gewässertyp Ströme der Marschen; Typ 22.3) sowie
- T1 (Brackwasser - Gewässertyp Übergangsgewässer; Typ T1).

Tab. 1 vermittelt eine Übersicht über die Befischungsstationen, den zugehörigen OWK sowie den jeweiligen Untersuchungszeitraum.

Tab. 1: Übersicht über die Hamenfangstationen in der Tideelbe. OWK = Oberflächenwasserkörper; Fangstationen: HNE = Hahnöfer Nebenelbe, LSNE = Lühesander Nebenelbe; Koll = Kollmar, BB = Brunsbüttel, GS = Glückstadt.

Gewässertyp	Station	OWK	Strom km	Salinität	Befischungszeitraum
20	Geesthacht	Ost	ca. 586 - 587	limnisch	2007- 2012; 2015 - 2018
20	Fliegenberg	Ost	ca. 601 - 602,1	limnisch	2006- 2012; 2015 - 2018
20	Oortkaten, Over	Ost	ca. 606,6 - 607,4	limnisch	2006- 2012; 2015 - 2018
20	Süderelbe, Norderelbe	Ost	ca. 614/618 - 634	limnisch	2003/04- 2012; 2015/16 - 2018
22.3	Tinsdal, Twielenfleth, HNE, LSNE	West	ca. 634 - 654	limnisch	2000 - 2018
T1	Koll, BB, GS, Medem	Übergangsgew.	ca. 654 - 727	oligo- polyhalin	2000 - 2018

Die genannten OWK werden räumlich durch das Fischmonitoring abgedeckt. Es sei darauf verwiesen, dass die Wasserkörper El-Hafen und El-Ost erst ab 2003 bzw. 2006/07 in das Monito-

ring einbezogen wurden. Zudem wurden nicht alle Fangstellen durchgängig befischt, so dass die Anzahl der Hols in den Wasserkörpern und auch jährlich z.T. unterschiedlich war (Abb. 6).

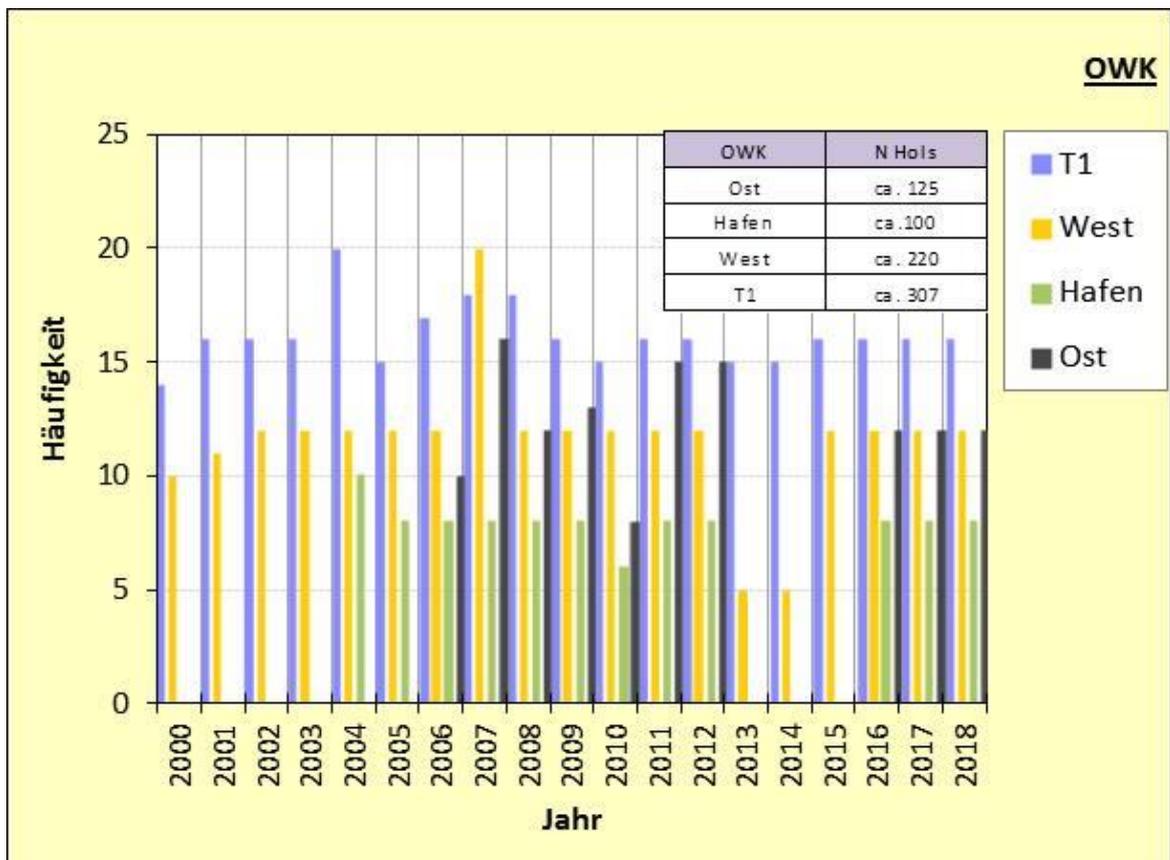


Abb. 6: Anzahl der Hamenfänge (Hols) in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018, differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK).

Methodik

Bei dieser vom verankerten Kutter aus durchgeführten passiven Fangmethode, die den Tidestrom nutzt, werden ein oder zwei Netz(e) seitlich des Schiffes ausgebracht. Der Hamenfang ist die Standardmethode für das ästuarine Fischmonitoring. Entlang des Salinitätsgradienten sind verschiedene Fangstationen positioniert. Die Fangdauer beträgt i.d.R. eine gesamte Tide (Flut & Ebbhol getrennt). Im Rahmen des Fischmonitorings der Tideelbe wurden Befischungen z.T. auch in der Nachtphase durchgeführt. Die Anzahl solcher Nachtfänge variierte zeitlich entsprechend von Jahr zu Jahr und war auch mit Blick auf die Elbabschnitte räumlich unterschiedlich. An dieser Stelle seien zum besseren Verständnis einige Eckdaten zum Monitoring aufgeführt (detaillierte Informationen zur methodischen Ansatz der Hamenbefischungen können bei den zuständigen Behörden abgefragt werden):

- Durchführung mit einem kommerziellen Hamenkutter (je nach Stromabschnitt unterschiedliche Fischer, je nach Wassertiefe variierende Hamengrößen über die Holdauer)

- Erfassung des durchfilterten Wasservolumens je Hol. Auf dieser Grundlage erfolgt hier die Standardisierung der Fangzahlen auf „Ind./1 Mio. m³“ unter Berücksichtigung der Hamenöffnung während des Fangs.
- so weit möglich jährliche Erhebungen (nicht immer in allen OWK)
- Durchführung des Monitorings im Frühjahr und Herbst (Frühjahr April/Mai; Herbst September/Okttober)
- Flut – Ebbhols differenziert
- Fangdauer soweit möglich jeweils über die gesamte Ebb- und Flutphase, allerdings in der Praxis Dauer z.T. unterschiedlich.
- artspezifische Differenzierung der Fänge in 3 Altersgruppen (juvenil, subadult, adult). Zuordnung nach fachlicher Einschätzung direkt an Bord.
- Aufnahme von Sondenparametern (Wassertemperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit, etc.)

4.1.2 Ringnetzbefischungen (Stintlarven)

Die zur Verfügung stehenden Daten zu Stintlarven resultieren aus dem „Beifang“ des Fintenmonitorings (Eier und Larven) im Hauptlaichgebiet der Finte bei Hahnöfersand (Fangort bei km 643). Das im Auftrag des WSA Hamburg veranlasste Monitoring wurde im Jahr 2011 begonnen und seitdem jährlich durchgeführt. Daten stehen also für den Zeitraum 2011 – 2018 zur Verfügung (Quelle WSA Hamburg).

Methodik

Die Beprobung erfolgte mit Ausnahme des Jahres 2011 (drei) mit zwei Ringnetzen, dabei wurde ein Netz 1-2 m unter der Wasseroberfläche und ein zweites 1-2 m über Grund platziert. Um zu gewährleisten, dass die Netze durch die Strömung möglichst wenig auftrieben, ist am unteren Ringnetz ein Gewicht (ca. 60 kg) befestigt worden. Die Anordnung der Netze ermöglichte es, die Tiefenzonen gleichzeitig zu beproben.

Die Beprobungen erfolgten zudem über den Stromquerschnitt (linke Uferzone – rechte Uferzone) über fünf Stationen. Dabei wurden je Station zwei Proben während der Ebbphase und 2 Proben während der Flutphase entnommen (Abb. 7, Abb. 8).

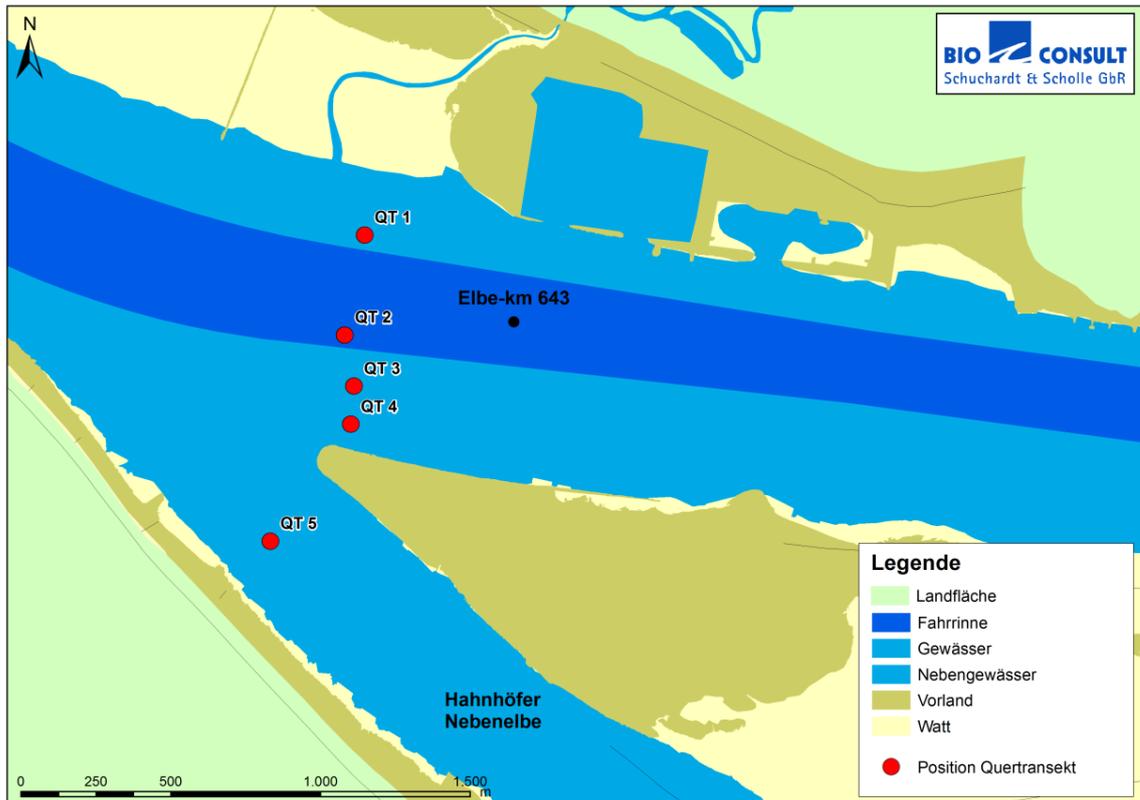


Abb. 7: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 – QT 5) bei km 643. Dunkelblau: Fahrinne.

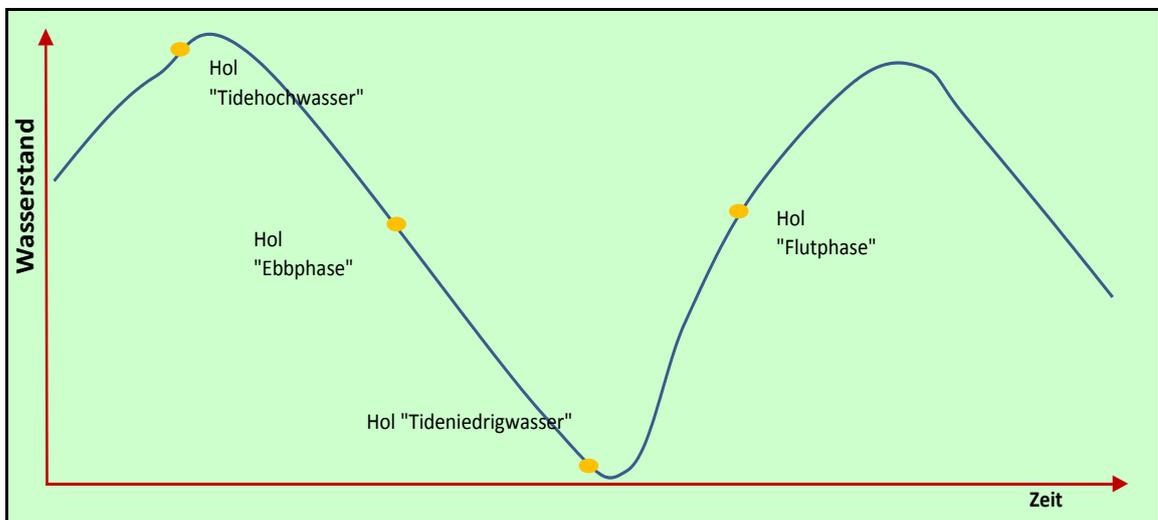


Abb. 8: Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung

Die Dauer eines Hols betrug 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. Die Beprobungen sind in jedem Untersuchungsjahr von Mitte April bis Anfang Juni durchgeführt worden. Insgesamt stehen Daten aus durchschnittlich etwa 360 Hols/Jahr (insgesamt ca. 2.900 Hols) zur Verfügung.

4.2 Andere Ästuare (Ems, Weser, Eider)

Hamenfänge

Auch in den Ästuaren der Ems, Weser und Eider ist in den letzten Jahren ein Fischmonitoring vor dem Hintergrund der WRRL durchgeführt worden. Der methodische Ansatz entspricht dabei weitgehend demjenigen des oben benannten Fischmonitorings in der Elbe und ist im Detail aus Scholle & Schuchardt (2012) zu entnehmen. Die Untersuchungen wurden ebenfalls mittels Ankerhamen zu zwei saisonalen Zeitpunkten (Frühjahr, Herbst) und über die gesamte Ebbphase sowie über die gesamte Flutphase durchgeführt.

Die Fangstellen (N = 4) sind in Ems und Weser im Süßwasserabschnitt (1), im Oligo-(1), Meso- (1) und im Polyhalinikum (1) positioniert. In der Eider erfolgt das Monitoring an 2 Fangorten (limnisch/oligohalin, meso-/polyhalin). Die Untersuchungsintensität ist je nach Ästuar unterschiedlich (Ems - jährlich, Weser - zweijährlich, Eider - dreijährlich). Tab. 2 zeigt eine zusammenfassende Übersicht. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass der Umfang der durchgeführten Hols in Ems, Weser und v.a. Eider insgesamt deutlich geringer war als in der Elbe.

Tab. 2: Eckwerte zum ästuarinen Fischmonitoring in Ems, Weser und Eider.

Hamendaten	Zeitraum	Frequenz	N Fangstellen	N Hols
Ems	2007 - 2018	jährlich	4 (z.T. abweichend)	ca. 150
Weser	2007 - 2017	zweijährlich	4 (z.T. abweichend)	ca. 100
Eider	2009 - 2018	dreijährlich	2	ca. 32

5. Datenauswertung Methodik

Die Daten werden unter räumlichen und zeitlichen Aspekten ausgewertet. Die räumliche Differenzierung (und damit die Gruppierung der Fangdaten) orientiert sich, wie bereits in Kap. 4.1 dargestellt, an der Abgrenzung der Oberflächenwasserkörper T1 (Übergangsgewässer, oligopolyhalin), OWK El-West (Ströme der Marschen, limnisch, Typ 22.3) sowie OWK El-Hafen, OWK El-Ost (beide sandgeprägte Ströme, Typ 20) im Sinne der WRRL. Der zeitliche Aspekt wird zum einem saisonal (Frühjahr, Herbst) als auch jährlich (Zeitreihe) betrachtet.

5.1 Vorbereitung (Elbe - Hamen)

Für die interannuelle Analyse der Elbstintfangzahlen stehen folgende Teildatensätze zur Verfügung:

- BUE (2000 – 2012, Datenbankauszug) – (nicht immer) alle OWK
- WSA Hamburg (2013, 2014), Jahresergebnisse – nur Frühjahr, OWK West
- NLWKN Stade (2015, 2016, 2017, 2018 – Frühjahr, Jahresergebnisse) (nicht immer) alle OWK
- FGG Elbe (2013, 2014, 2016 Frühjahr/Herbst nur Übergangsgewässer)

Die Daten wurden zunächst für die vor dem Hintergrund der Fragestellung durchgeführten Berechnungen aufbereitet bzw. zusammengeführt. Für die Auswertungen war es erforderlich auch „Nullfänge“ in den Datensatz nachträglich zu integrieren, um korrekte Mittelwertberechnungen zu erhalten.

5.2 Standardisierung der Daten

Die Fangergebnisse liegen als Rohdaten (Anzahl je Hol) vor. Da mit Blick auf Dauer, Hamengröße etc. ein Vergleich auf Rohdatenebene nicht möglich ist, ist eine Standardisierung erforderlich. Für die vorliegenden Auswertungen wurden die Fangzahlen auf ein bestimmtes Wasservolumen (hier Ind./ 1 Mio. m³) bezogen. Ein solches Vorgehen ist möglich, da je Hol Angaben zum jeweilig durchfilterten Wasservolumen dokumentiert sind. **Hinweis:** Die alternative Standardisierung „Ind./h/80 m²“ (Verwendung im Rahmen Wasserrahmenrichtlinie - Möller 1984, Scholle & Schuchardt 2012) wird für die hier durchgeführten Berechnungen nicht verwendet (Ausnahme s. Kap. 5.4).

5.3 Datentransformation

Um die hohe Varianz der Fangdaten (Hamenbefischung Ind./1 Mio. m³) zu reduzieren, sind die Daten für die Zeitreihenanalyse nach „log Ind+1“ transformiert worden. Die Transformation bietet die Möglichkeit, nichtnormale Verteilungen zu beeinflussen, in dem eine Annäherung an die Normalverteilung erfolgt.

5.4 Ergänzung fehlender Daten

Alle Daten wurden (soweit die notwendigen Informationen vorhanden waren) zunächst auf Ind./h/80 m² als auch auf Ind./1 Mio. m³ standardisiert. Für insgesamt etwa 49 Hols war eine Standardisierung der Fangzahlen auf Ind./1 Mio. m³ nicht möglich, da Angaben zum durchfilterten Wasservolumen fehlten. Für einen größeren Teil dieser fehlenden Daten (N = ca. 45) liegt aber die alternative Berechnung (Ind./h/80 m²) vor. Die Gegenüberstellung beider Standardisierungen zeigt eine vergleichsweise gute Korrelation (s. Abb. 9). Über den Zusammenhang zwischen Ind./1 Mio. m³ und Ind./h/80 m² konnten die fehlenden Volumen bezogenen Werte annähernd berechnet werden. Folgende Umrechnungsgleichungen wurden verwendet:

$$\text{Stint juv} : y = 5,0509x^{1,0208}$$

$$\text{Stint sad} : y = 6,57x^{0,9762}$$

$$\text{Stint ad} : y = 7,5459x^{0,977}$$

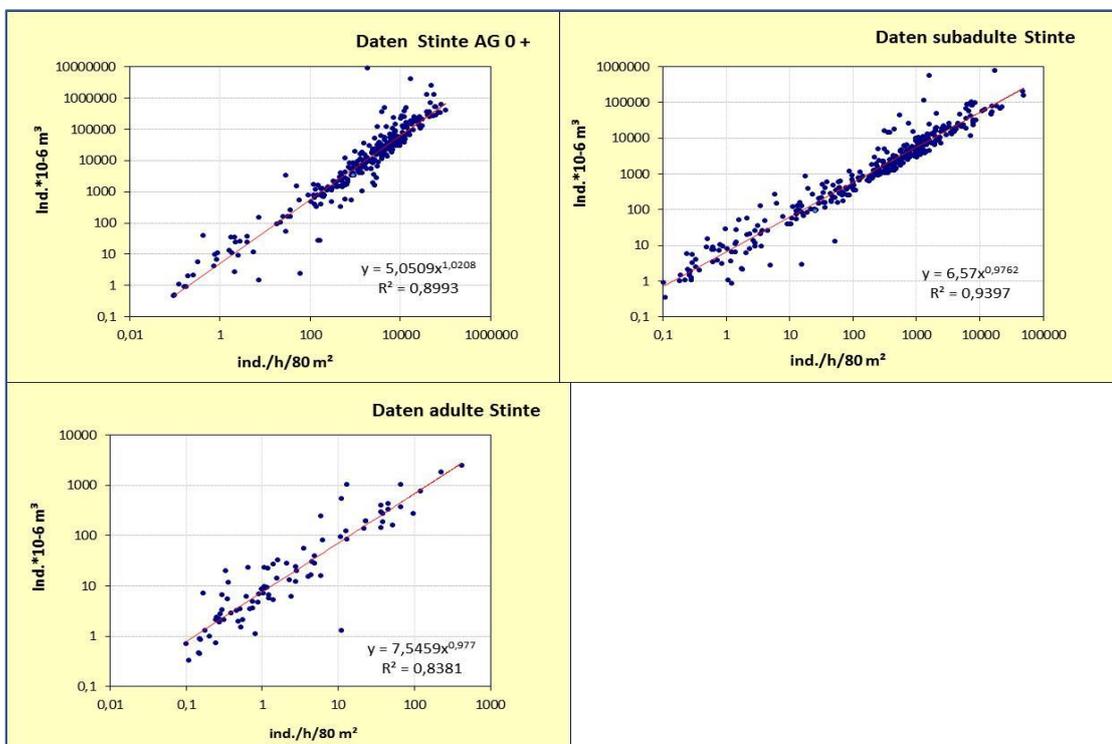


Abb. 9: Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Standardisierungen (Ind./1 Mio. m³ vs. Ind./h/80 m³) der Stintfangzahlen (Hamendaten Tideelbe 2000 – 2018), differenziert für die verschiedenen Altersgruppen. (ohne FGG-Daten, da keine Angaben zum durchfilterten Wasservolumen).

5.5 Deskriptive Auswertungen

Univariate Parameter - Signifikanztests

Der statistische interannuelle und räumliche Vergleich der Kenngröße Fangzahl zwischen den Stationen erfolgte z.T. auf der Ebene der Holdaten als auch auf der Ebene von Jahres- oder saisonalen und/oder räumlichen Mittelwerten.

Für bilaterale Stichprobenvergleiche (z.B. Tag- vs. Nachtfangzahlen) wurde zunächst der parametrische t-Test angewendet, bei Normalverteilung und homogenen Varianzen der Daten sind die Ergebnisse gültig; die Ergebnisse des t-Tests sind nicht belastbar wenn Normalverteilung und Homogenität nicht gegeben sind. Falls letzteres zutraf wurde ein U-Test (Mann Whitney Rank Sum Test) durchgeführt. Der U-Test ist dem t-Test ähnlich. Es handelt sich aber um ein parameterfreies Verfahren, dass keine bestimmte Verteilungsform der Variablen benötigt. Als Signifikanzniveau wurde ein $p = 0,05$ festgelegt.

Varianzanalyse

Um Unterschiede (hier: Stintfangzahlen) zwischen den Oberflächenwasserkörpern (wo sinnvoll) statistisch zu prüfen, wurden univariate Signifikanztests eingesetzt (Varianzanalyse: ANOVA, H-Test). Mit Blick auf die ANOVA entscheidet der Bartlett-Test, der die Gleichheit der Varianzen in Stichproben prüft, über deren Gültigkeit. Ist die Varianzgleichheit und Normalverteilung nicht gegeben, bleibt das Ergebnis der ANOVA zweifelhaft. In diesem Fall wurde der H-Test verwendet.

Der H-Test von KRUSKAL & WALLIS ist eine parameterfreie einfache Varianzanalyse und wird verwendet, wenn die o.g. Erfordernisse (Normalverteilung, gleiche Varianzen aller Stichproben, gleich besetzte Stichproben) nicht erfüllt sind.

Der H-Test (bzw. ANOVA) diente der Prüfung, ob die beobachteten Abundanz-Unterschiede zwischen OWK signifikant waren. Der H-Test selbst beantwortet nicht die Frage, zwischen welchen Bereichen signifikante Unterschiede vorliegen; dies wurde mit dem Tukey-Test ermittelt.

5.6 Mann Kendall Trend-Test

Für die Abschätzung einer Tendenz bzw. eines Trends in den betrachteten Zeitreihen der Hamenbefischungen und den Ringnetzdaten wurde der nicht-parametrische auf Rängen basierende Trendtest nach Mann-Kendall verwendet. Der Test eignet sich für Datensätze mit hoher Variabilität und erfordert keine Normalverteilung der Daten, die mit Blick auf die Stintfangzahlen i.d.R. nicht gegeben sind. Der Mann-Kendall Trendtest benötigt voneinander unabhängige Beobachtungen. Dies bedeutet, dass die Korrelation zwischen den Serien mit sich selbst und einer gegebenen Verschiebung nicht signifikant sein sollte. Wir gehen hier davon aus, dass die jährlichen Fangzahlen als voneinander unabhängig einzuordnen sind. **Hinweis:** Enthalten die Daten eine saisonale Komponente ist Anwendung des „der saisonalen Mann-Kendall Tests“ sinnvoll. Da im vorliegenden Fall die Analysen nur auf Daten identischer Zeitpunkte beruhen, ist hier ein saisonaler Effekt nicht zu beachten.

Die p-Werte (Wahrscheinlichkeit, dass die beobachteten Werte zufällig sind, wenn p über den definierten Signifikanzgrenzen liegt) zur Feststellung der Signifikanz können wie folgt eingeordnet werden: $p < 0,1$ („signifikant“), $< 0,05$ („stark signifikant“) und $< 0,01$ („hoch signifikant“); bei einem p-Wert $< 0,2$ könnte noch von einer gewissen „Tendenz“ gesprochen werden.

Der im Rahmen des Mann Kendall Tests angegebene „Sen-Slope“ gibt die Steigungen jedes möglichen Wertepaares der Zeitreihe ab. Der Median dieser Steigungen ist dann nach „Sen“ der Schätzer für die Trendstärke der Zeitreihe. Im Fall, dass die Trendanalyse einen signifikanten Trend ausweist, gibt der Sen-Slope Hinweise zur Größe des Trends (mittlere Veränderung von Jahr zu Jahr). Die Berechnungen wurden mit dem Programm XL-STAT auf der Grundlage von logarithmierten Jahresmittelwerten differenziert nach Stint-Altersgruppen und den für die Altersgruppen relevanten saisonalen Zeitpunkten durchgeführt.

5.7 Strukturbruchanalyse

Ergänzend wurde eine Strukturbruchanalyse angewendet, um abzuschätzen ob eine kontinuierliche Veränderung über die Zeit erfolgt oder eine „abrupte“ Veränderung zu einem Zeitpunkt oder in einer begrenzteren Zeitspanne anzunehmen ist. Ein Strukturbruch in statistischen Zeitreihen tritt dann auf, wenn die Regressionsparameter nicht über die gesamte Zeitreihe hinweg konstant sind. Das heißt, dass sich entweder der Niveau-Parameter oder der Steigungsparameter oder aber beide Parameter ändern. Ein allgemeines (multiples) lineares Regressionsmodell einer Zeitreihe wird am Strukturbruch in zwei Phasen unterteilt und so erhält jede Phase ihre eigenen Parameter. Genutzt wurde das Programm SegReg. Das SegReg Programm ist als segmentierte lineare Regression für eine abhängige Variable konzipiert. Die Segmentierung wird durch die Identifikation eines möglichen „break point“ in der Daten hervorgerufen, der dann zu einer Unterbrechung der Regressionsgeraden führt. Die Festlegung auf den belastbarsten break point basiert auf dem höchsten Korrelationskoeffizienten.

Die Berechnungen wurden für ausgewählte Datensätze auf der Grundlage der logarithmierten Holdaten (Ind./ 1 Mio. m^3) - differenziert nach Stint-Altersgruppen und den für die Altersgruppen relevanten saisonalen Zeitpunkten - durchgeführt.

6. Vorprüfung

Eine detaillierte Überprüfung der Fischmonitoringdaten bzw. der Fangzahlen (z.B. auf denkbare Übertragungsfehler, Angaben zur Hamenöffnung) war im Rahmen der Studie nicht möglich. Folgende Aspekte wurden aber in Augenschein genommen:

- in einem ersten Schritt erfolgte eine Prüfung auf auffällige Einzeldaten (Fangzahlen), die möglicherweise aus Hochrechnungsfehlern resultieren könnten. Hierzu diente ein Ausreißertest (s.u.).
- für eine Reihe von Untersuchungsjahren standen noch keine Angaben zur tatsächlichen Hamenöffnung zur Verfügung, Angaben beziehen sich auf die Standardgröße des verwendeten Hamens. Die Größe kann je nach Fangort bzw. der dortigen Wassertiefe aber variieren. Bei einer Vereinheitlichung der Fangzahlen auf eine definierte Hamenöffnung (hier Ind./80 m², vergl. Möller 1984, Scholle & Schuchardt 2012) ist die Verwendung der Standardgröße mit einem gewissen Fehler verbunden. Wie bereits in Kap. 5.2 dargestellt, wird in der vorliegenden Studie mit Bezug auf das durchfilterte Wasservolumen (Ind./ 1. Mio. m³) ein anderer Standardisierungsansatz der Daten vorgenommen. Aus diesem Grund ist der Aspekt „Standardgröße vs. tatsächliche Hamenöffnung“ von untergeordneter Bedeutung (Ausnahmen - N=49 - sind in Kap. 5.4 benannt).

Der Hamendatensatz umfasst nahezu einen 20jährigen Zeitraum und weist daher eine gewisse Heterogenität auf. Dies bezieht sich

- zum einen auf tageszeitliche (Tag- und Nachtfänge) Unterschiede sowie
- zum anderen auf eine (in Grenzen) zeitliche Variation der saisonalen Befischungspunkte. So ist das „Frühjahr“ durch April- sowie auch durch Maifänge repräsentiert, der Herbst durch September- und Oktoberfänge, in sehr wenigen Fällen wurde der Herbstaspekt teilweise auch durch Novemberfänge abgedeckt. Winterliche Fänge (Dezember, aus dem Jahr 2003) wurden von vorherein aus dem Datensatz ausgeschlossen.

Vor dem Hintergrund der o.g. Heterogenität wurde vorab im Rahmen einer (groben) Vorprüfung abgeschätzt, ob durch die unterschiedlichen tageszeitlichen und saisonalen Aspekte ein solcher Einfluss auf die Ergebnisse gegeben sein könnte, der Rückschlüsse bzw. die Aussagekraft mit Blick auf die interannuelle Entwicklung der Stintzahlen einschränkt oder „verfälscht“.

6.1 Ausreißertest

Im Rahmen der Auswertungen wurde der gesamte Datensatz zunächst auf auffällige hohe Werte überprüft. Die Prüfung erfolgte auf der Grundlage der standardisierten Fangdaten (Ind./1 Mio. m³) differenziert für die drei differenzierten Altersgruppen. Mögliche Fehlerquellen sind hier eine fehlerhafte Bestimmung des durchfilterten Wasservolumens oder u.U. auch ein unterprobenbeding-

ter Umrechnungsfehler. Besonders geringe Fangzahlen wurden im Datensatz generell belassen, da für diese keine Hinweise auf mögliche Übertragungs- oder Standardisierungsfehler vorlagen.

Tab. 3 zeigt eine Übersicht über auffällige Werte ($p < 0,05$). Die Ausreißerwerte beziehen auf jeweilige Teildatensätze (altersgruppenspezifisch). Über einen Plausibilitätsabgleich der durchfilterten Wasservolumina lassen sich Hinweise auf eine fehlerhafte Volumen-Messung ableiten. Auf dieser Betrachtungsebene sind eine Reihe von Werten als Ausreißer detektiert und für die weiteren Berechnungen ausgeschlossen worden. Einige als Ausreißer ausgewiesenen Fangzahlen wurden dagegen nicht aus dem Datensatz entfernt, da keine Hinweise auf mögliche fehlerhafte Volumen-Messungen identifiziert wurden. Weitere z.T. auffällige Werte wurden ebenfalls im Datensatz belassen, da kein deutlicher Hinweis auf ein „zweifelhaftes“, d.h. besonders geringes Wasservolumen vorlag (s. Hinweis).

Hinweis: Ausreißer sind Werte, die so weit vom Mittelwert entfernt liegen, dass man vermuten darf, dass diese für die Grundgesamtheit nicht repräsentativ ist. Dabei ist der Abstand vom Mittelwert (als Vielfaches von Sigma, der Standardabweichung der Variablen) ein relevantes Kriterium. Der p-Wert gibt die die Wahrscheinlichkeit an, bei einer normalverteilten Stichprobe mindestens einen Wert in diesem Abstand zum Mittelwert zu finden. Allerdings sollten Ausreißer nicht „per se“ unberücksichtigt bleiben, eine fachliche Prüfung ist sinnvoll. Im vorliegenden Fall wurden solche Werte ausgeschlossen, die auf sehr geringen und daher fraglichen durchfilterten Wasservolumina/Hol beruhten (s.o.). In solchen Fällen können die Fangzahlen im Rahmen der Standardisierung deutlich überschätzt sein.

Tab. 3: Detektierte Ausreißerwerte, differenziert nach den drei differenzierten Altersgruppen des Stints. Wert = standardisierte Fangzahl (Ind./1 Mio. m³). P = Irrtumswahrscheinlichkeit. Zeile = hier ist die Zeile des Datensatzes angegeben in der der vermeintliche Ausreißerwert gelistet ist. n*Sigma = Vielfaches der Standardabweichung der Variablen. Nr. = Holzbezeichnung aus dem zugrundeliegenden Datensatz.

Datensatz Tag-Nacht_Grundlage Rohdatentabelle (Nr.)				P <	
Stint adult alle Daten	Nr	Wert	n*Sigma	0,05	
Ind.*10-6 m ³	2012002	91.002	5,677218112	6,49526E-06	kein Hinweis, beibehalten
Ind.*10-6 m ³	2012017	254.593	16,13992683	4,45613E-70	entfernt, da zu geringes Filtervolumen für die Expositionszeit
Ind.*10-6 m ³	2012044	297.129	18,86034771	0	entfernt, da zu geringes Filtervolumen für die Expositionszeit

Datensatz Tag-Nacht_Grundlage Rohdaten (Nr.)				P <	
Stint subadult alle Daten	Zeile	Wert	n*Sigma	0,05	
Ind.*10-6 m ³	2005013	155.927	4,507669418	0,003923453	kein Hinweis, beibehalten
Ind.*10-6 m ³	2012002	768.032	22,92820456	0	ausgeschlossen, da geringes Filtervol.
Ind.*10-6 m ³	07.05.2013	199.706	5,825157563	2,58906E-06	kein Hinweis, beibehalten
Ind.*10-6 m ³	2012017	550306,2	20,65409545	0	ausgeschlossen, da geringes Filtervol.

Datensatz Tag-Nacht_juv, Grundlage Rohdatentabelle (Nr.)				P <	
Stint juv alle Daten	Nr	Wert	n*Sigma	0,05	
Ind.*10-6 m ³	2008126	2.421.694,4	6,060596663	5,584E-07	entfernt, da zu geringes Filtervolumen für die Expositionszeit
Ind.*10-6 m ³	2012044	8.790.262,2	22,34509118	0	entfernt, da zu geringes Filtervolumen für die Expositionszeit
Ind.*10-6 m ³	2012046	3.953.404,4	9,977202783	2,37301E-22	entfernt, da zu geringes Filtervolumen für die Expositionszeit

6.2 Einfluss der Tageszeit

Die Befischungen in der Tideelbe erfolgten seit dem Jahr 2000 zu unterschiedlichen Tageszeiten. Der tageszeitliche Beginn einer jeweiligen Befischungskampagne ist dabei abhängig vom Zeitpunkt des Tidehoch- oder Tideniedrigwassers und variiert daher zwangsläufig von Tag zu Tag. Anders als in den Ästuaren der Ems, Weser und Eider in denen die Untersuchungen i.d.R. nur während der Tagphase erfolgen, wurden in der Elbe z.T. auch in der Dunkelphase Befischungen durchgeführt. In wie weit dies einen inhaltlichen oder einen logistischen Hintergrund hatte ist hier nicht zu beurteilen.

Ein Einfluss der Tageszeit auf den Fangerfolg ist nicht ausschließen. Der Anteil von Tag- und Nachtfängen ist mit Blick auf den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum (2000 – 2018) zudem nicht gleichmäßig verteilt (Abb. 10), so dass sich dies möglicherweise auch auf die Aussagekraft der Zeitreihe auswirken könnte.

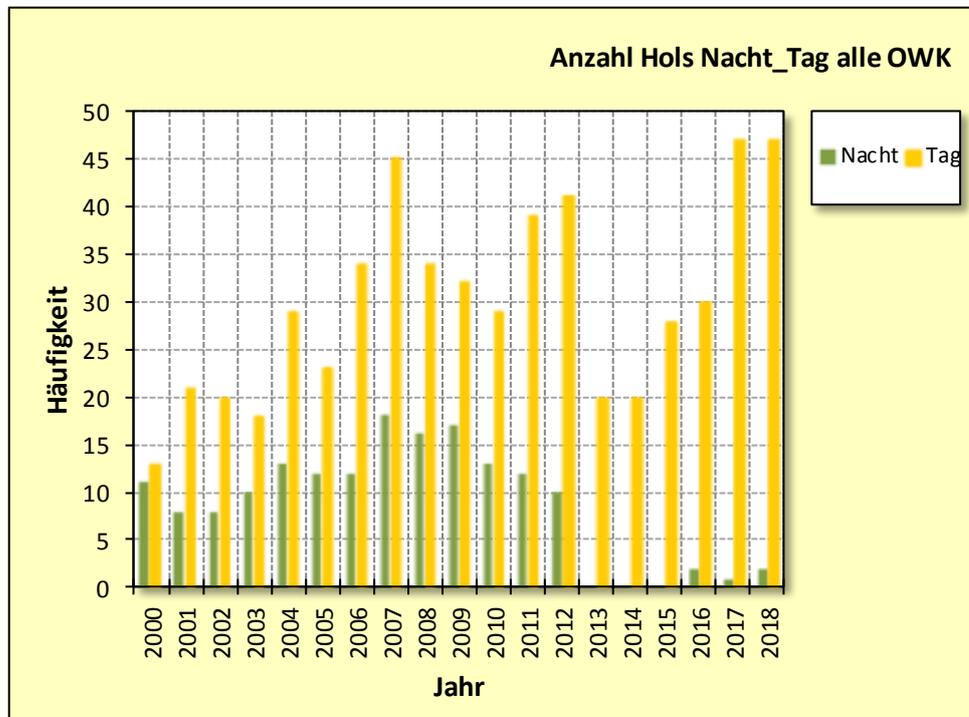


Abb. 10: Anzahl Tag- und Nachthols im Rahmen des Fischmonitorings in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018.

Vor diesem Hintergrund wurde zunächst ein orientierender Vergleich zwischen Tag- und Nachtfängen durchgeführt. Der vorliegenden Datensatz enthält diesbezüglich allerdings keine formale Zuordnung. Daher waren in einem ersten Schritt die Kategorien „Tag- und Nacht“ abzugrenzen und die einzelnen Hols (orientiert am Zeitpunkt des Aussetzens des Hamens) jeweils einer Kategorie zuzuordnen.

Nachtfänge wurden im Rahmen der vorliegenden Studie wie folgt definiert:

- „Uhrzeit Sonnenuntergang + 1h“ und „Uhrzeit Sonnenaufgang – 1 h“ (z.B. offizieller Sonnenaufgang in Hamburg im Mai um ca. 5:00 Uhr, die Nachtphase endet also um 4:00 Uhr;

Sonnenuntergang Mai um etwa 21:00 Uhr, die Nachtphase beginnt also um 22:00 Uhr, analog wurde mit den Herbstfängen verfahren)

Die Zuordnung zu einer Tagesperiode orientierte sich dabei ausschließlich am Beginn einer jeweiligen Befischung (z.B. Befischungsbeginn um 20:00 Uhr - Ende 24:00 Uhr, ist als Tagfang eingeordnet, umgekehrt wurde ein Beginn um 3:30 Uhr und Ende 7:30 Uhr als Nachtfang eingeordnet). Es sei in diesem Zusammenhang darauf verwiesen, dass eine ganze Reihe der Hols wie in den o.g. Beispielen angedeutet, im Übergang der definierten Tages- und Nachtzeit lagen.

Der folgende Vergleich zwischen Tag- und Nachtfängen ist also als orientierend einzuordnen. Für die hier zu bearbeitende Fragestellung (interannuelle Entwicklung der Stintfänge) sind dabei zwei Aspekte von Bedeutung:

- Gibt es systematische Tageszeit bedingte Unterschiede des Fangerfolgs?
- Haben die Nachtfänge aufgrund ihrer nicht gleichmäßigen Verteilung einen Einfluss auf die interannuellen Ergebnisse (d.h. wird die Zeitreihen Betrachtung durch einen methodisch bedingten Faktor maßgeblich bestimmt)?
- Die Berücksichtigung dieses Aspektes kann deshalb von Bedeutung sein, da bis zum Jahr 2012 der Jahresanteil von Nachtfängen zwischen etwa 20 – 40% betrug. Während in der jüngeren Vergangenheit nur noch wenige Hols (<7%) auf die Nachtphase entfielen (Abb. 10).

Die tageszeitlichen Vergleiche werden altersgruppenspezifisch durchgeführt.

6.2.1 Stint adult

Mit der o.g. Einschränkung (eine Reihe uneindeutiger Zuordnungen Tag/Nacht gilt für Hols in der Übergangphase) wird ersichtlich, dass adulte Stinte im Mittel (alle Jahre) sowohl in der Dunkelphase in im OWK El-West) als auch am Tag mehr oder weniger gleichsinnig häufig erfasst wurden (Abb. 11).

Die Daten sind insgesamt durch eine hohe räumliche und zeitliche (interannuell) Variabilität geprägt, die nach OWK differenzierten Ergebnisse sind nicht gleichsinnig. So liegt das Gesamtmittel der Fangzahlen im OWK T1 und OWK West der Nachtfänge etwas höher. Die Unterschiede sind jeweils zwar absolut eher gering aber statistisch signifikant (Mann Whitney $p < 0.05$, Tab. 4).

Die Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen in den beiden anderen OWK Hafen (Nacht < Tag) und Ost (Nacht = Tag) sind dagegen nicht signifikant (Mann Whitney $p > 0.05$, Tab. 4). **Hinweis:** In Tab. 4 die Ergebnisse des zunächst durchgeführten t-Tests sind als nicht zuverlässig (keine Normalverteilung der Daten) einzuordnen, sind aber dennoch hier nachrichtlich ergänzend dargestellt. Dieser Hinweis gilt auch für die weiter unten folgenden Berechnungen auf der Grundlage der anderen Altersgruppen subadult (Tab. 5) und juvenil (Tab. 6).

Insgesamt lassen die Ergebnisse nicht auf einen systematischen Unterschied zwischen Tag und Nacht für die adulten Stinte schließen.

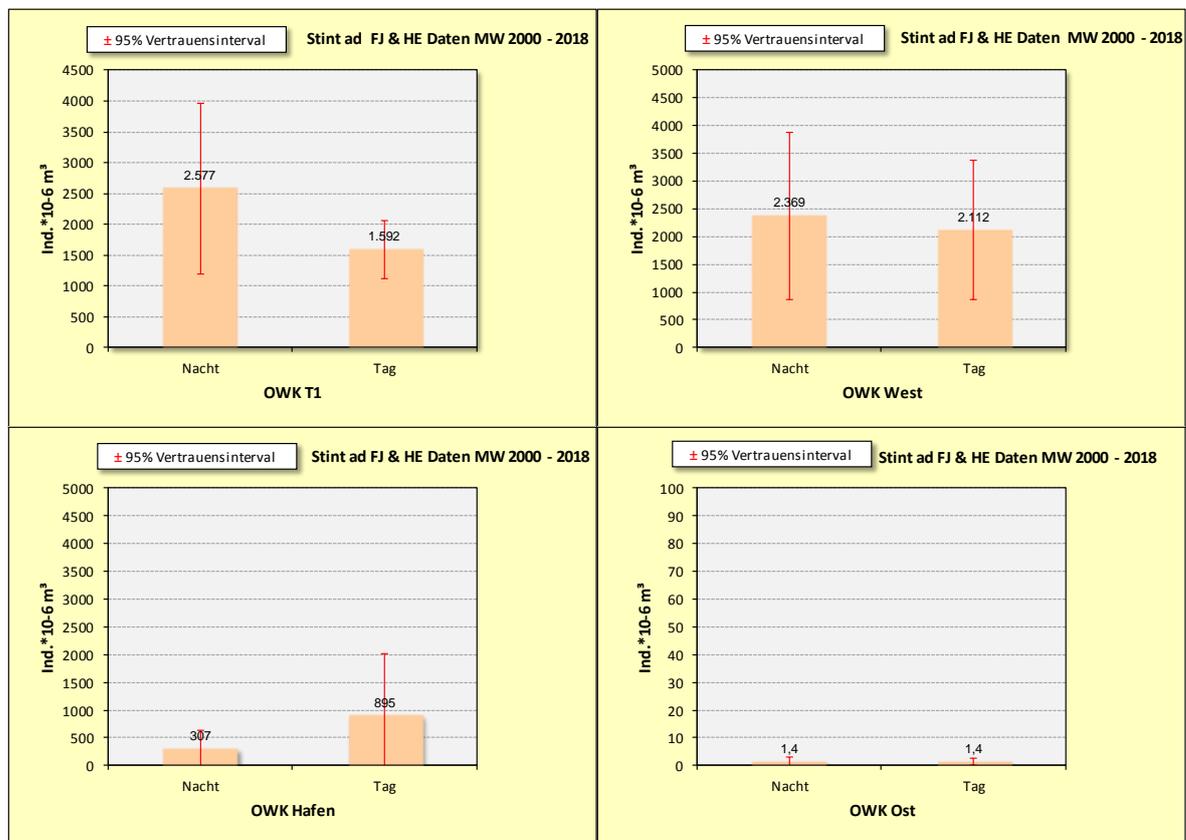


Abb. 11: Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen (adult, Ind./1 Mio. m³), differenziert nach Tageszeit und OWK (Grundlage Frühjahrs -inkl. Juni- und Herbstdaten). Beachte unterschiedliche Skalierung der y-Achse (OWK Ost). Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).

Tab. 4: Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich Fangzahlen Tag- vs. Nachfänge (adulte Stinte). Differenziert nach OWK und saisonalem Zeitpunkt. Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-). * = Unterschiede signifikant; n.s. = nicht signifikant. P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung)

Ind./1 Mio. m³			Mann Whitney Test			t-Test (heterogen)		
Stint ad	Daten	Tag v. Nacht	Z	P		T	P	
OWK T1	Gesamt	T>N	2,367	0,018	*	-0,014	0,989	ns (-)
OWK West	Gesamt	T<N	2,752	0,006	*	-0,014	0,989	ns (-)
OWK Hafen	Gesamt	T>N	0,566	0,571	ns	-1,001	0,320	ns (-)
OWK Ost	Gesamt	T>N	1,309	0,191	ns	-0,006	0,995	ns (-)

Die jährliche Differenzierung der Daten verdeutlicht, dass trotz der tageszeitlich mehr oder weniger unterschiedlichen Fangzahlen das interannuelle Muster von Tag- und Nachtfängen (Daten aller OWK) weitgehend vergleichbar ist (Abb. 12). Ein deutlicher Hinweis auf einen maßgeblich tageszeitlich bedingten Einfluss auf die interannuelle Entwicklung der Stintzahlen (adult) lässt sich

daraus nicht ableiten. Die Ergebnisse basieren auf den Frühjahrs- und Herbstdaten. Eine räumliche Differenzierung der Daten nach OWK wurde auf dieser Betrachtungsebene nicht vorgenommen.

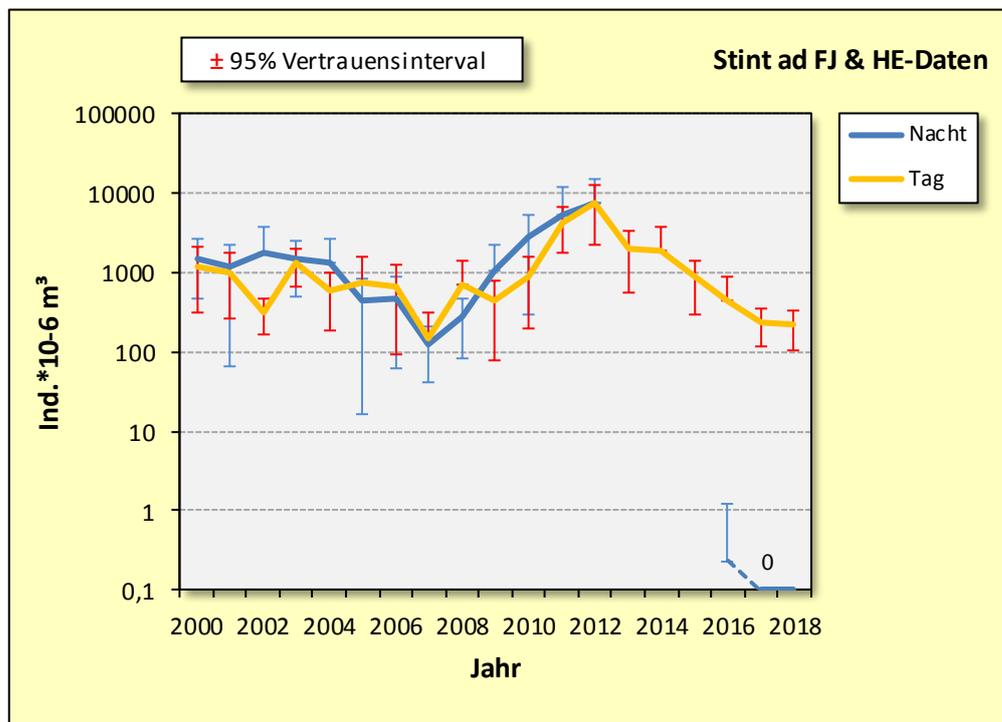


Abb. 12: Mittlere Jahresfangzahlen (Tag - orange/Nacht - blau) adulter Stinte in der Tideelbe (alle OWK). $N_{\text{Nacht}} = 161$; $N_{\text{Tag}} = 584$. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % (Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte).

6.2.2 Stint subadult

Mit der o.g. Einschränkung (eine Reihe uneindeutiger Zuordnungen Tag/Nacht) wird deutlich, dass subadulte Stinte im Mittel (alle Jahre) in der Dunkelphase überwiegend häufiger erfasst wurden als am Tag. Eine Ausnahme macht der OWK El-Ost, hier sind allerdings die dort insgesamt sehr geringen Fangzahlen zu beachten (Abb. 13).

Die Daten sind durch eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität geprägt, so dass die Ergebnisse – mit Ausnahme des OWK West (Frühjahr, Mann Whitney Test $p < 0.1$) – statistisch nicht signifikant sind (Mann Whitney Test $p = 0.05$, Tab. 5).

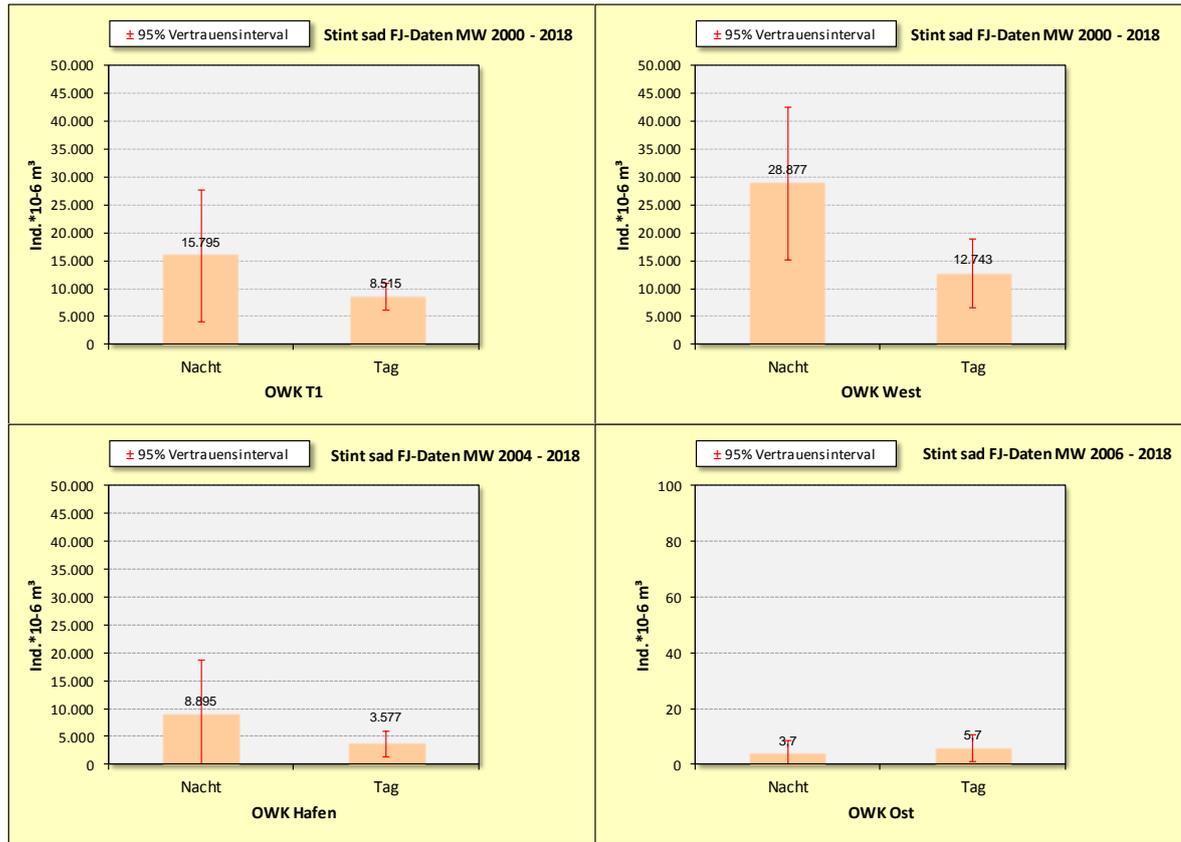


Abb. 13: Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen (subadult, Ind./1 Mio. m³), differenziert nach Tageszeit und OWK (Grundlage Frühjahrs- und Herbstdaten). Beachte unterschiedliche Skalierung der y-Achse (OWK Ost). Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).

Tab. 5: Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich Fangzahlen Tag- vs. Nachfänge (subadulte Stinte). Differenziert nach OWK und saisonalem Zeitpunkt. Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-). (+) = T-Test Bedingungen erfüllt; * = Unterschiede signifikant; ns = nicht signifikant. P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung).

Ind./1 Mio. m ³			Mann Whitney Test			t-Test (heterogen)		
Stint sad	Daten	Tag v. Nacht	Z	P		T	P	
OWK T1	Frühjahr	T<N	1,571	0,116	ns	1,23154	0,229	ns (-)
OWK West	Frühjahr	T<N	3,570	0,000	*	2,19411	0,034	* (+)
OWK Hafen	Frühjahr	T<N	1,352	0,176	ns	1,194	0,259	ns (-)
OWK Ost	Frühjahr	T>N	0,560	0,576	ns	-0,549	0,587	ns (-)

Die hier dargestellten Ergebnisse basieren ausschließlich auf Frühjahrsdaten, da subadulte Stinte im Herbst wesentlich weniger abundant waren (s. folgende Auswertungen).

Die Frühjahrsdaten verdeutlichen, dass das interannuelle Muster - analog zu den adulten Stinten - der Tag- und Nachtfänge (Daten aller OWK) trotz eines z.T. unterschiedlichen Abundanzniveaus weitgehend vergleichbar ist (Abb. 14). Ein klarer Hinweis auf einen maßgeblichen Einfluss der Tag bzw. Nachtfänge lässt sich daraus nicht ableiten. So zeigt sich sowohl für die Daten der Nacht- als auch für die der Tagfänge ein gleichgerichteter Verlauf über die Zeit.

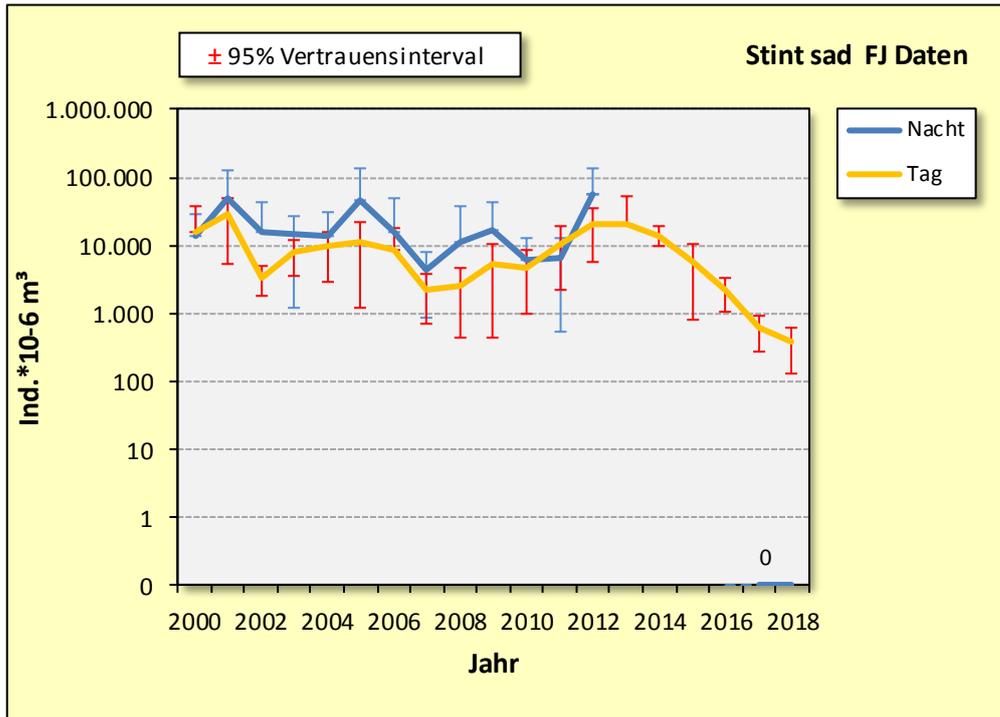


Abb. 14: Mittlere Jahresfangzahlen (Tag - orange/Nacht - blau) subadulter Stinte in der Tideelbe (alle OWK). Grundlage Frühjahrsdaten.). $N_{\text{Nacht}} = 77$; $N_{\text{Tag}} = 293$. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte. Zwischen 2013 – 2015 keine Nachtfänge durchgeführt (2016 – 2018 kein Nachweis)

6.2.3 Stint juvenil (AG 0+)

Da juvenile Stinte nicht oder kaum in Frühjahrsfängen vorhanden sind wird hier ausschließlich auf die Herbstfänge fokussiert. Eine räumliche Differenzierung der Daten nach OWK wurde auf dieser Betrachtungsebene nicht vorgenommen. Mit der o.g. Einschränkung (eine Reihe uneindeutiger Zuordnungen Tag/Nacht) wird deutlich, dass juvenile Stinte im langjährigen Mittel in der Dunkelphase überwiegend häufiger erfasst wurden als am Tag (Abb. 15).

Mit Ausnahme des OWK Ost – sind die Vergleiche auf der Grundlage des Mann-Whitney Tests statistisch signifikant ($p < 0.05$, Tab. 6).

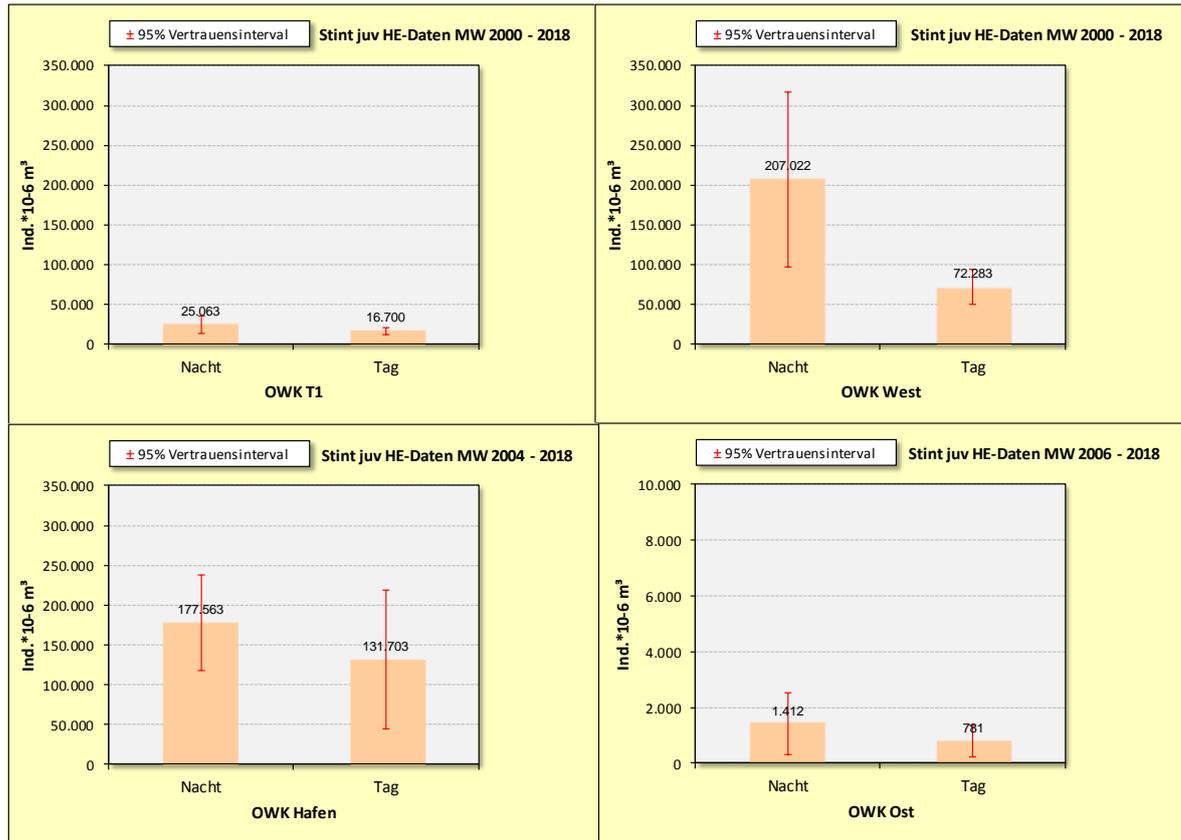


Abb. 15: Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen (juv Ind./1 Mio. m³), differenziert nach Tageszeit und OWK (Grundlage Frühjahrs- und Herbstdaten). Beachte unterschiedliche y-Achsen Skalierung bei OWK Ost. Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).

Tab. 6: Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich Fangzahlen Tag- vs. Nachfänge (juvenile Stinte). Differenziert nach OWK und saisonalem Zeitpunkt. Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-). (+) = T-Test Bedingungen erfüllt; * = Unterschiede signifikant; ns = nicht signifikant. P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung).

Ind./1 Mio. m ³			Mann Whitney Test			t-Test (heterogen)		
Stint juv	Daten	Tag v. Nacht	Z	P		T	P	
OWK T1	Herbst	T<N	2,189	0,029	*	1,435	0,159	ns (+)
OWK West	Herbst	T<N	3,648	0,000	*	2,439	0,022	*
OWK Hafen	Herbst	T<N	2,668	0,008	*	0,916	0,365	ns (-)
OWK Ost	Herbst	T>N	1,84	0,066	ns	1,058	0,302	ns (+)

Die Ergebnisse basieren anders nur auf Herbstdaten, da juvenile Stinte (AG 0+) im Frühjahr noch nicht in den Fängen vertreten sind. Eine räumliche Differenzierung der Daten nach OWK wurde auf dieser Betrachtungsebene nicht vorgenommen.

Die Differenzierung der Daten nach Untersuchungsjahr verdeutlicht, dass trotz der tageszeitlich unterschiedlichen Fangzahlen (s.o.) das jeweilige interannuelle Muster von Tag- und Nachtfängen (Daten aller OWK) aber weitgehend gleichsinnig ist (Abb. 16). So zeigt sich sowohl für die Daten der Nacht- als auch für die der Tagfänge ein gleichgerichteter Verlauf über die Zeit (Abb. 16). Klare

Hinweise auf einen maßgeblich methodisch (Tag-/Nachfänge) bedingten Einfluss lässt sich daraus also nicht ableiten.

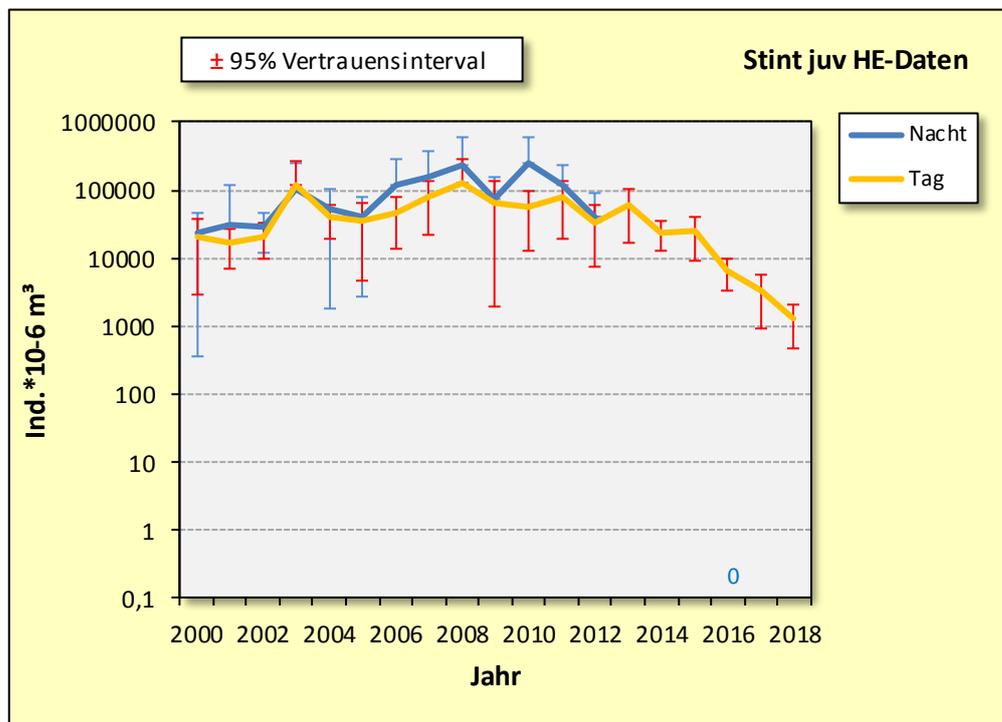


Abb. 16: Mittlere Jahresfangzahlen (Tag/Nacht) juveniler Stinte in der Tideelbe (alle OWK). Grundlage Herbstdaten. $N_{\text{Nacht}} = 79$; $N_{\text{Tag}} = 282$. Beachte logarithmische Y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte. In den Jahren 2015, 2017, 2018 keine Nachtfänge.

6.3 Einfluss saisonaler Aspekte

Die Befischungen in der Tideelbe erfolgten seit dem Jahr 2000 im Frühjahr und im Herbst. Der Frühjahrsaspekt definiert sich durch die Monate April und Mai, der Herbstaspekt durch die Monate September und Oktober (Befischungen im frühen November sind der Oktoberbefischung zugeordnet). Befischungen die im Dezember stattfanden blieben im Rahmen der Auswertungen generell unberücksichtigt (s. Kap. 4). In den Ästuaren der Ems, Weser und Eider erfolgen die Frühjahrsuntersuchungen i.d.R. nur im Mai, der Herbstaspekt (September & Oktober) ist gleichsinnig zur Elbe.

Für die hier zu bearbeitende Fragestellung (interannuelle Entwicklung der Stintfänge) sind dabei folgende Aspekte von Bedeutung:

- Gibt es systematische monatsbedingte Unterschiede des Fangerfolgs?
- Haben die Frühjahrs- (Apr./Mai) und Herbstfänge (Sep./Okt.) aufgrund ihrer nicht gleichmäßigen Verteilung einen Einfluss auf die interannuellen Ergebnisse (d.h. wird die interannuelle Betrachtung durch einen methodisch bedingten Faktor maßgeblich bestimmt)? Dies ist v.a. auch deshalb von Bedeutung, da die Verteilung der April-/Maifänge bzw. September-/Oktoberfänge über die Zeit nicht gleichmäßig verteilt sind: die Frühjahrsbefischungen

im Zeitraum 2000 – 2005 entfielen überwiegend auf den Monat April, in der Periode 2006 – 2012 wurden in beiden Monaten ähnlich viele Fänge durchgeführt; in jüngerer Vergangenheit sind dagegen überwiegend Maifänge durchgeführt worden (Abb. 17, oben). Im Rahmen der Herbstbefischungen erfolgten Oktoberfänge überwiegend im Zeitraum vor 2009, Septemberfänge im Zeitraum nach 2009 (Abb. 17, unten).

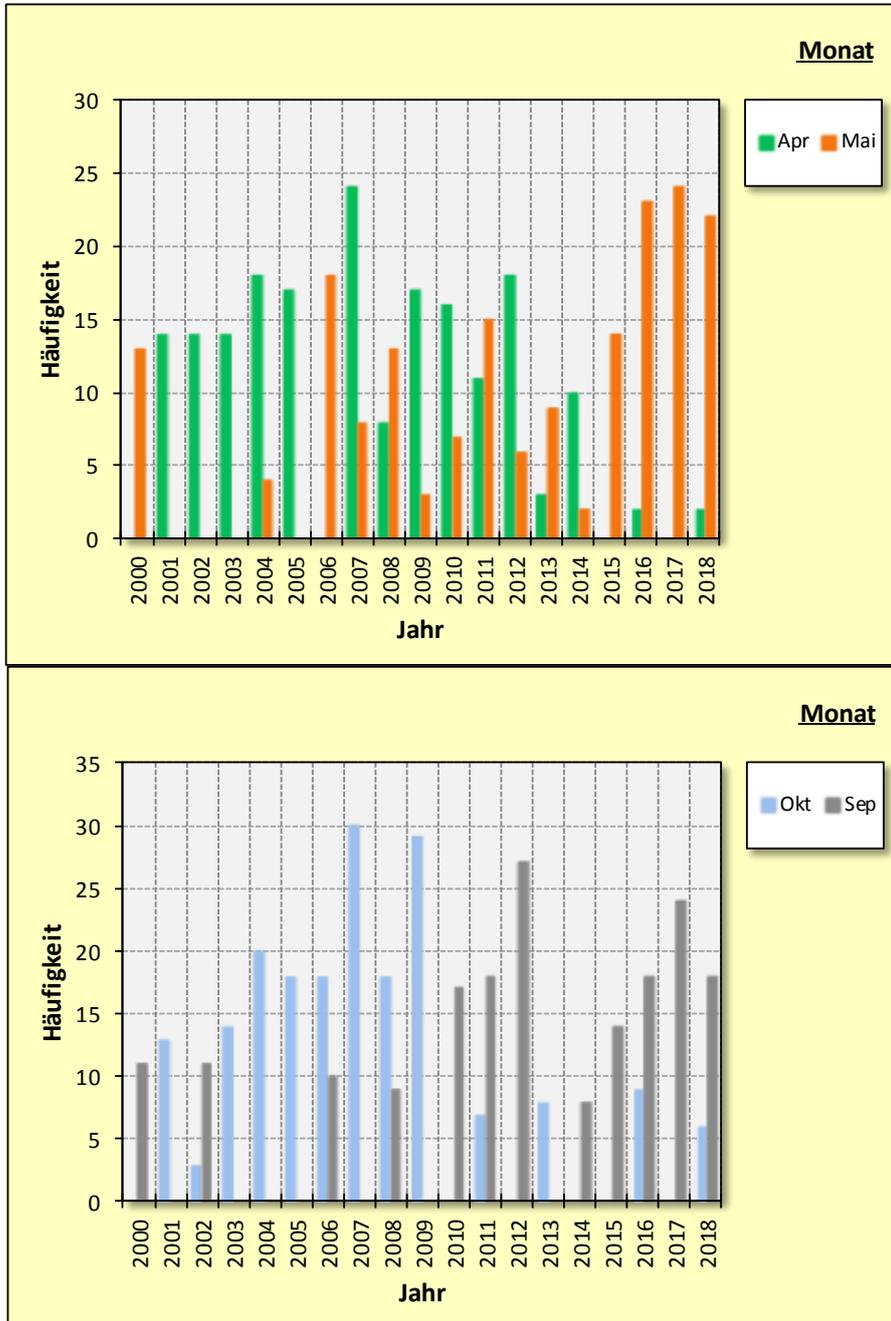


Abb. 17: Anzahl Hols differenziert nach Monaten im Rahmen des Fischmonitorings in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018. (Oktober beinhaltet auch wenige Novemberbefischungen).

Folgende Hinweise (altersgruppenspezifisch) zu den interannuell unterschiedlichen Fangzeitpunkten seien hier zunächst den späteren Vergleichen vorangestellt.

- **Adulte Stinte:** Ein Grund für die zeitliche Verschiebung der Befischungszeitpunkte erfolgte in fachlicher Abstimmung der zuständigen Behörden um gewünschte Synergien zwischen WRRL- und FFH-Belangen zu etablieren. Der zu bewertende Erhaltungszustand der FFH-Art Finte (als ein prioritärer Aspekt) erfordert eine Erfassung im Mai, da die Art ab ca. Ende April, aber vorwiegend im Mai an ihren im Süßwasserabschnitt der Ästuarie befindlichen Laichplätzen anzutreffen ist.

Mit Blick auf die interannuelle Betrachtung der Häufigkeit adulter Stinte ist ein Einfluss dieser zeitlichen Verschiebung von überwiegend April auf überwiegend Mai-Fänge nicht von vornherein auszuschließen, da diese zeitlich früher als die Finte ihre Laichplätze aufsuchen. Allerdings ist zu beachten, dass die Hauptwanderphase adulter Stinte bereits vor April datiert, so dass auch im April adulte Stinte nicht mehr repräsentativ erfasst werden (relative Vergleich bleiben möglich). Eine Abschätzung des (absoluten) Adultenbestandes ist daher auch mit ausschließlich Aprildaten kaum möglich.

Da adulte Stinte im Herbst in nennenswerter Anzahl in den Ästuaren präsent sein können (s. Kap. 7.1.1) wird auch überprüft, ob ein systematischer Unterschied zwischen September- und Oktoberfänge bestehen könnte.

- **Subadulte Stinte:** Ein Einfluss des Fangzeitpunktes im Frühjahr auf den Fangerfolg subadulter Stinte ist nicht gänzlich zu verneinen, aber u.E. weniger wahrscheinlich, da anders als bei Adulten der Lebenszyklus subadulter (vermutlich) keine zeitlich „festen“ Wanderzeiten einschließt. Gleichsinnig zur AG „adult“ erfolgt eine Überprüfung, ob ein systematischer Unterschied zwischen April- und Maifängen besteht. Auf eine Betrachtung des Herbstaspektes wird verzichtet, da subadulte Stinte im Herbst in der Elbe kaum erfasst wurden (s. Kap. 7.1.1).
- **Juvenile Stinte:** Mit Blick auf Stinte der Altersgruppe 0+ ist der Befischungszeitpunkt im Frühjahr unbedeutend, da juvenile Tiere im Frühjahr noch nicht vertreten (Jungfische <1 Jahr) und Larven mittels Hamen nicht erfasst werden. Jungfische sind aber im Herbst stark vertreten. Ob der Fangzeitpunkt September im Vergleich zum Oktober einen systematischen Einfluss auf die Abundanz haben könnte, wird im Folgenden untersucht.

Vor diesem Hintergrund wurde in einem ersten Schritt überprüft, ob sich Unterschiede auf der Ebene des langjährigen Mittels zeigen. Folgende Ergebnisse lassen sich diesbezüglich zusammenfassen:

Für **adulte Stinte** zeigen sich deutliche Unterschiede der mittleren Fangzahlen im April im Vergleich zum Mai (Abb. 18, oben links). Bei großer (räumlich und zeitlich) Variabilität waren die Stintzahlen mit durchschnittlich >2.000 Ind./1 Mio. m³ bezogen auf das langjährige Mittel im April wesentlich höher als im Mai (<500 Ind./1 Mio. m³). Die Unterschiede sind statistisch signifikant (Mann Whitney $p < 0,05$, Tab. 7). Ebenso ergeben sich erkennbare Unterschiede zwischen September (ca. 900 Ind./1 Mio. m³) und Oktober (ca. 2.400 Ind./1 Mio. m³; Abb. 18, oben rechts). Die Unterschiede sind statistisch ebenfalls als signifikant einzuordnen (Mann Whitney $p > 0,05$, Tab. 7). **Hinweis:** Die Ergebnisse des zunächst auch durchgeführten t-Tests sind in Tab. 7 ergänzend (nachrichtlich) dargestellt, obwohl die Testergebnisse als nicht zuverlässig (keine Normalverteilung der Daten) eingeordnet werden.

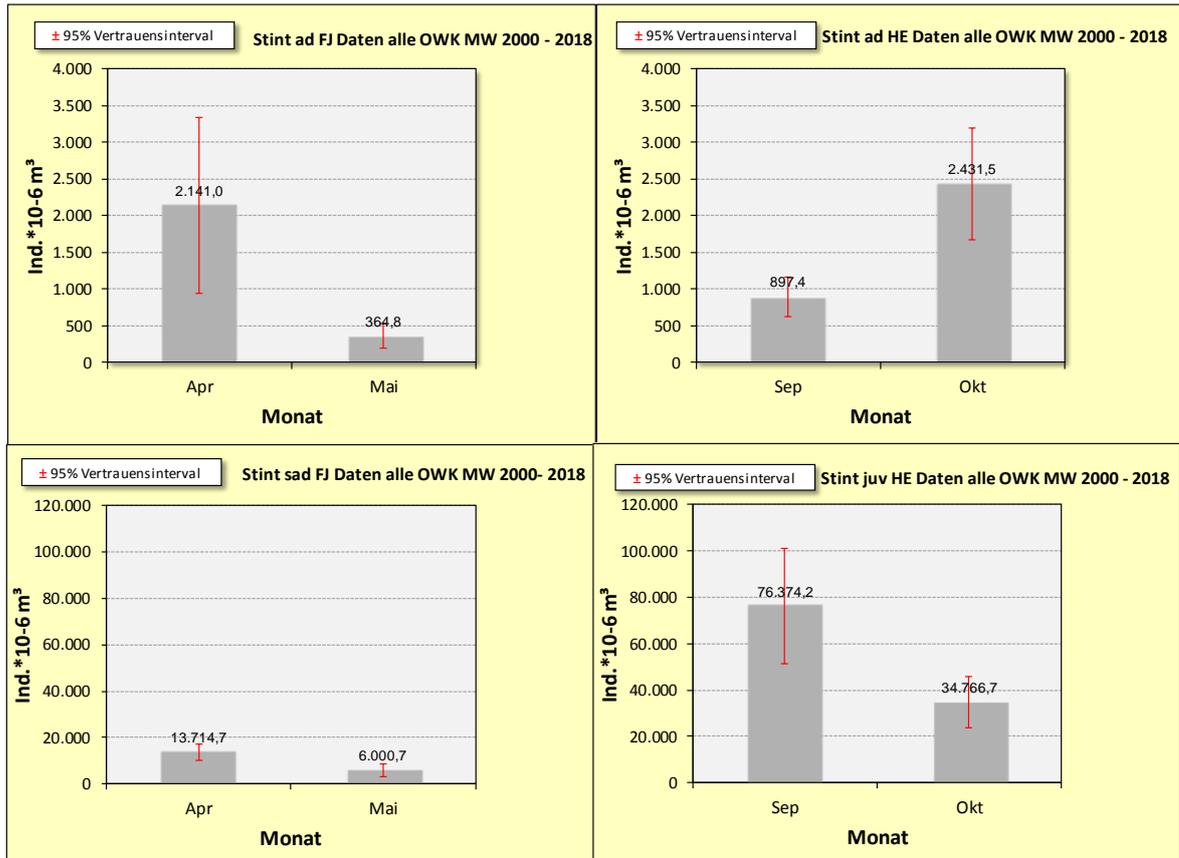


Abb. 18: Langjähriger Mittelwert der Stintfangzahlen der verschiedenen Altersgruppen (Ind./1 Mio. m³), differenziert nach Frühjahrs-(April & Mai) und Herbstmonaten (September & Oktober). Beachte unterschiedliche y-Achsen Skalierungen. Ad = adult, sad = subadult, juv = juvenile Stinte (AG 0+).

Tab. 7: Ergebnisse Signifikanztests für den Vergleich monatlicher Fangzahlen. Differenziert nach Altersgruppe und saisonalem Zeitpunkt. Hinweis: T-Test Voraussetzungen (Normalverteilung) z.T. nicht erfüllt (-); ns = nicht signifikant. P = Irrtumswahrscheinlichkeit, Z = Abzissenwert (Umrechnung in eine Normalverteilung).

Ind./1 Mio. m³			Mann Whitney Test			t-Test (heterogen)		
Stint juv	Daten	Monate	Z	P		T	P	
Stint adult	Frühjahr	Apr. > Mai	-7,414	0,000	*	2,804	0,006	* (-)
Stint adult	Herbst	Sep < Okt	-2,865	0,004	*	3,227	0,001	* (-)
Stint subadult	Frühjahr	Apr. > Mai	-7,682	0,000	*	3,185	0,002	* (-)
Stint juvenil	Herbst	Sep > Okt	-2,860	0,0042	*	-3,122	0,002	* (-)

Wie oben bereits dargestellt, fokussiert die Betrachtung der Altersgruppe (AG) „**subadult**“ auf die Frühjahrsdaten. Die Ergebnisse zeigen, dass im April die mittlere Fangzahl/Hol höher lag als im Mai. Durchschnittlich konnten bezogen auf die gesamte Tideelbe und den Zeitraum 2000 – 2018 im April ca. 13.600 Ind./1 Mio. m³ erfasst werden und im Mai etwa 6.100 Ind./1 Mio. m³ (Abb. 18, unten links). Die Unterschiede sind signifikant (Mann Whitney $p < 0,05$, Tab. 7).

Juvenile Stinte sind im Herbst in der Tideelbe anzutreffen. Differenziert man zwischen September- und Oktoberdaten lassen sich quantitative Unterschiede erkennen. Mit knapp 80.000 Ind./1

Mio. m³ ist das langjährige Mittel im September höher als im Oktober (35.000 Ind./1. Mio. m³, Abb. 18, unten rechts). Die Unterschiede sind signifikant (Mann Whitney $p < 0,05$, Tab. 7).

Wie oben ersichtlich wurde, veranschaulicht die Betrachtungsebene „langjähriges Mittel“ zunächst quantitative Unterschiede der Stintzahlen zwischen den verschiedenen Befischungszeitpunkten. Dies gilt für alle Altersgruppen. Die Schlussfolgerung, dass ein solches Ergebnis gleichzeitig auch einen relevanten Einfluss auf Einschätzungen der langjährigen Entwicklung der Fangzahlen, die auf dem gesamten Daten basieren sollen (s. Kap. 1), ist allein auf dieser Grundlage noch nicht zu treffen. Für eine detailliertere Beurteilung werden im Folgenden daher auch interannuelle Auswertungen (differenziert nach den Befischungszeitpunkten) durchgeführt. Die Betrachtung erfolgt getrennt für die drei AG.

6.3.1 Stint adult (Frühjahr und Herbst)

Abb. 19 veranschaulicht die jährlichen Fangzahlen (Ind./1 Mio.m³) adulter Stinte im Frühjahr und Herbst, differenziert für die Fangmonate April und Mai sowie September und Oktober.

Die Frühjahrsdaten zeigen folgendes:

- Überwiegend Fangdaten aus dem April im Zeitraum 2000 – 2012, einzelne Fänge in diesem Zeitraum auch im Mai.
- ab dem Jahr 2012 überwiegend Daten aus dem Mai, in einzelnen Jahren auch Fänge im April
- Trotz der quantitativen Unterschiede (Fangzahlen Apr. > Mai, s. o.) zeigen sich aber für beide saisonalen Datenreihen Hinweise auf vergleichbare Entwicklungsmuster mit variierenden Jahresfangmengen bis 2012 und rückläufigen Zahlen ab 2012 (Abb. 19, oben).

Die Herbstdaten zeigen folgendes:

- Überwiegend Fangdaten aus dem September im Zeitraum 2000 – 2009, wenige Fänge in diesem Zeitraum auch im Oktober (einzelne Ausnahmejahre mit ausgeprägt niedrigen Fangzahlen z.B. 2006, Abb. 19 unten).
- ab dem Jahr 2009 überwiegend Daten aus dem Oktober, wenige Fänge entfallen auf den September, die Fangzahlen liegen aber in der Größenordnung der Oktoberfänge.
- Trotz der quantitativen Unterschiede (Fangzahlen Okt.>Sep., s.o.) ergeben sich aber für beide saisonalen Datenreihen keine erkennbaren Hinweise auf ggf. unterschiedliche zeitliche Entwicklungsmuster. Die sehr niedrigen Werte im Frühjahr sowie im Oktober 2006 sind durch räumliche Faktoren erklärbar: im Mai 2007, 2010 & 2012 (Abb. 20) sowie im Oktober (2006) rekrutieren sich die Ergebnisse nur aus dem Abschnitt unterhalb Geesthacht (OWK-Ost, s. Kap. 7.1) in dem Adulte generell kaum vertreten sind (Bioconsult 2019c). Abb. 19 (oben) zeigt die Frühjahrsergebnisse Ergebnisse unter Ausschluss der OWK-Ost-Daten.

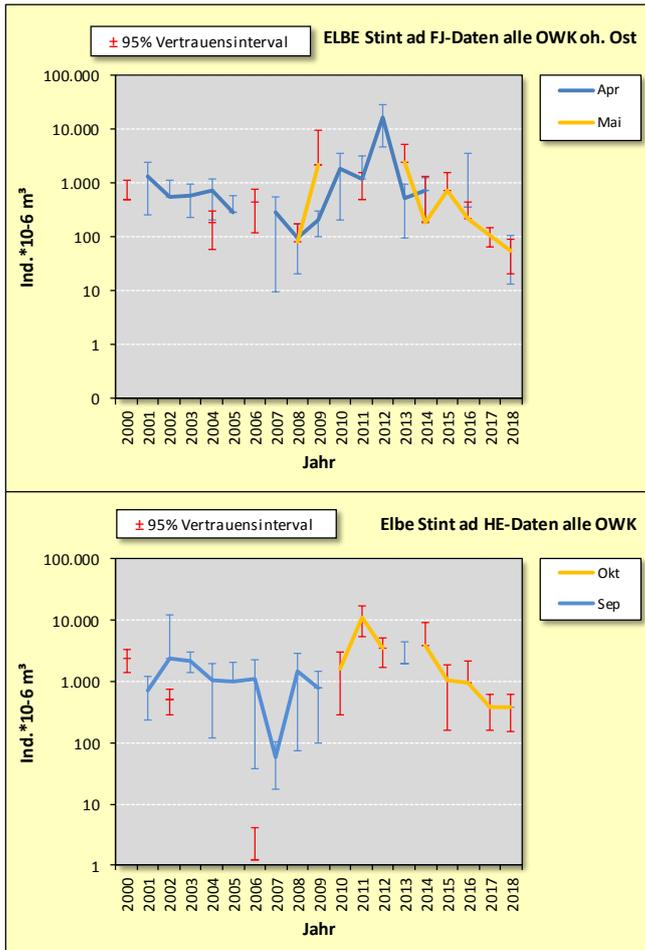


Abb. 19: Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol adulter Stinte; April (blau) vs. Mai (orange; oben) sowie September (blau) vs. Oktober (orange; unten) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die April-/Septemberwerte, rot für die Mai-/Oktoberwerte. OWK-Ost für die Frühjahrsdarstellung nicht berücksichtigt

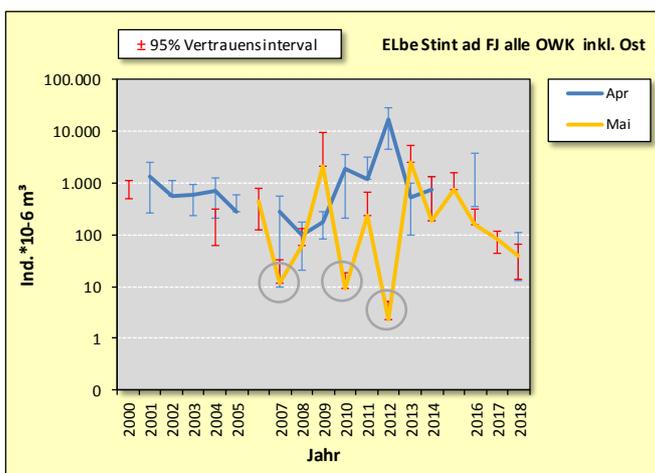


Abb. 20: Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol adulter Stinte; September (orange) vs. Oktober (blau) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert, ohne Daten aus dem OWK-Ost. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Aprilwerte, rot für die Maiwerte.

6.3.2 Stint subadult (nur Frühjahr)

Abb. 21 veranschaulicht die jährlichen Fangzahlen (Ind./1 Mio.m³) subadulter Stinte im Frühjahr differenziert für die Fangmonate April und Mai.

Folgendes lässt sich zusammenfassen:

- überwiegend Fangdaten aus dem April im Zeitraum 2000 – 2012, einzelne Fänge in diesem Zeitraum auch im Mai, die sich in einigen Jahren (2007, 2010, 2012) durch sehr geringe Fangzahlen auszeichnen (Abb. 21, oben).
- ab dem Jahr 2012 überwiegend Daten aus dem Mai, in einzelnen Jahren auch Fänge im April.
- trotz der quantitativen Unterschiede (Fangzahlen Apr. >Mai) zeigen sich für beide saisonalen Datenreihen Hinweise auf vergleichbare Entwicklungsmuster (Ausnahme einzelne Jahre mit geringen Fangzahlen) mit variierenden Jahresfangmengen bis 2012 und rückläufigen Zahlen ab 2013 (Abb. 21). Dies veranschaulicht sich anhand der Maidaten sowie auch der einzelnen Aprilfänge, die sich gleichsinnig einordnen.

Die auffällig niedrigen Fangzahlen im Mai (in den Jahren 2007, 2010, 2012 s.o.) sind zudem durch räumliche Faktoren erklärbar; in den genannten Jahren erfolgten die Befischungen ausschließlich im Abschnitt unterhalb Geesthacht (OWK-Ost, s. Kap. 7.1) in dem - ähnlich wie oben für die adulten Stint dargestellt – auch subadulte Stinte i.d.R. nur in geringer Anzahl präsent sind (Bioconsult 2019c), während im April keine Befischungen auf den OWK-Ost entfielen. Abb. 21 (unten) zeigt den Effekt, wenn OWK-Ost-Daten unberücksichtigt bleiben.

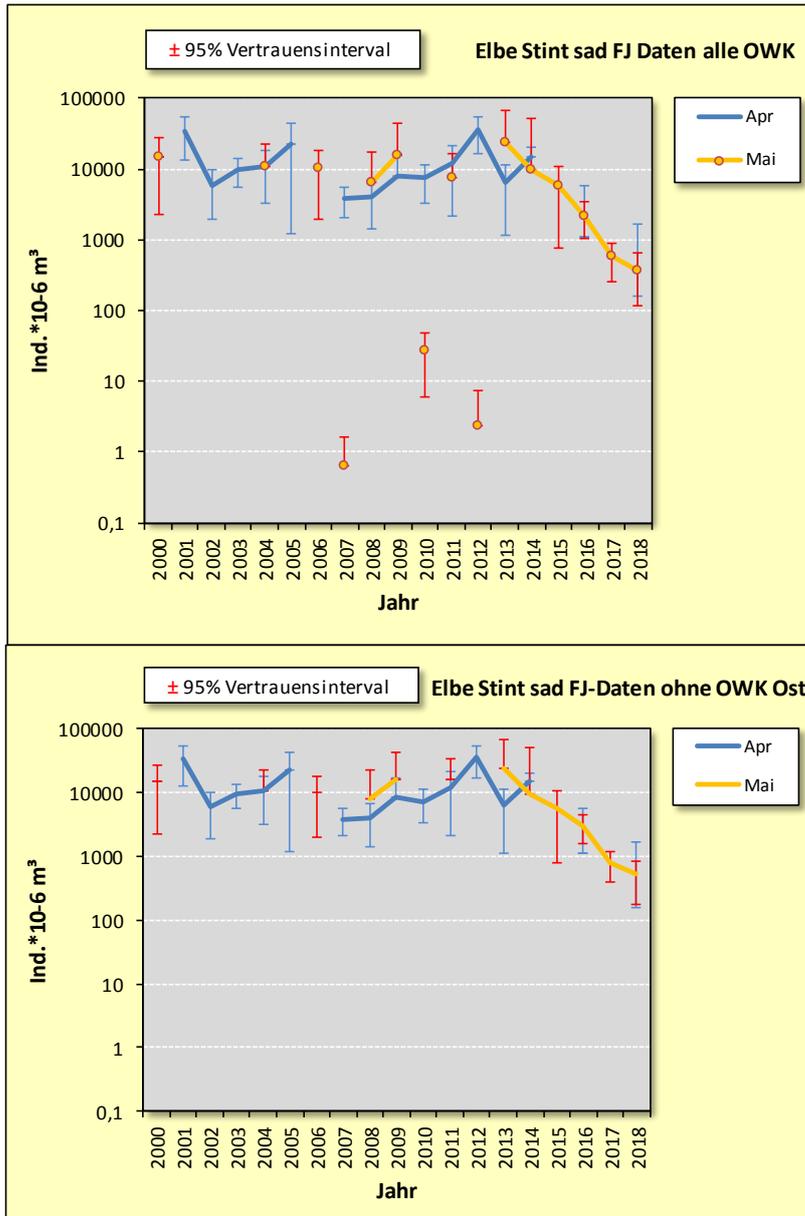


Abb. 21: Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol subadulter Stinte; April (blau) vs. Mai (orange) inkl. OWK Ost (oben) sowie ohne OWK Ost (unten) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Aprilwerte, rot für die Maiwerte.

6.3.3 Stint Altersgruppe 0+ (nur Herbst)

Abb. 22 veranschaulicht die jährlichen Fangzahlen (Ind./1 Mio.m³) juveniler Stinte (AG 0+) im Herbst differenziert für die Fangmonate September und Oktober.

Folgendes lässt sich zusammenfassen:

- Überwiegend Fangdaten aus dem September im Zeitraum 2000 – 2009, wenige Fänge in diesem Zeitraum auch im Oktober (einzelne Ausnahmejahre mit ausgeprägt niedrigen Werten z.B. 2006, 2008, Abb. 22 oben).
- ab dem Jahr 2009 liegen überwiegend Oktoberdaten vor, wenige Fänge entfallen auf den September, die Fangzahlen liegen z.T. deutlich niedriger als die Oktoberfänge.
- Trotz der quantitativen Unterschiede der monatlichen Fangzahlen (Sep. >Okt.) zeigen sich für beide saisonalen Datenreihen keine erkennbaren Hinweise auf unterschiedliche Entwicklungsmuster, wenngleich nur wenige Septemberdaten auf den Zeitraum ab 2009 entfallen. Vernachlässigt man die einzelnen sehr geringen Jahreswerte, erscheinen die saisonalen Werte vor dem Hintergrund der räumlichen und zeitlichen Variabilität mit Blick auf die interannuelle Entwicklung nicht auffällig unterschiedlich. Die sehr niedrigen Werte sowohl im Zeitraum vor 2009 als auch im Zeitraum nach 2009 sind gleichsinnig zu den Ergebnissen der anderen Altersgruppen v.a. durch räumliche Faktoren erklärbar; ein zentraler Faktor ist der Elbabschnitt unterhalb Geesthacht (OWK-Ost), in dem auch juvenile Stinte im Vergleich zu anderen Elbabschnitten deutlich weniger häufig vertreten sind. Abb. 22 (unten) veranschaulicht die Ergebnisse unter Ausschluss der OWK-Ost-Daten. Der erkennbare Rückgang der Fangzahlen in den Jahren 2016 – 2018 weisen aus zwei Gründen nicht auf einen besonderen saisonal- bedingten Einfluss:
 1. Fangzahlen der Jahre schließen ohne erkennbaren Bruch an die Werte vor 2009 an;
 2. kontinuierliche Abnahme der Fangzahlen in den letzten Jahren.

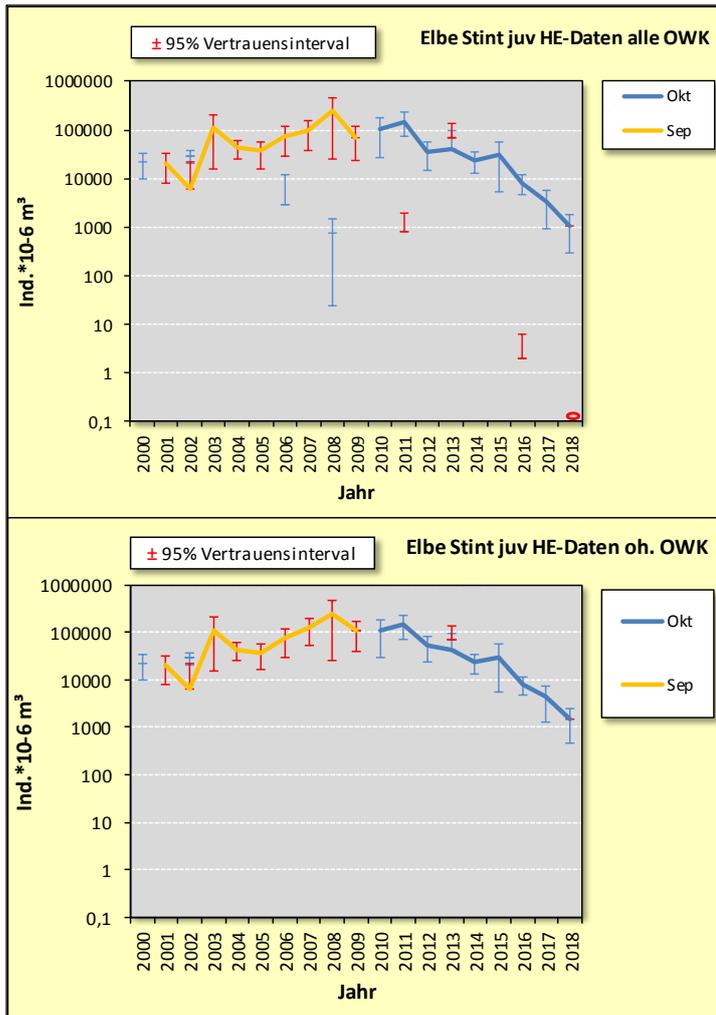


Abb. 22: Ganglinie der Jahresmittelwerte Fangzahlen/Hol juveniler Stinte; April (blau) vs. Mai (orange; oben) sowie September (orange) vs. Oktober (blau; unten) im Zeitraum 2000 – 2018. Ergebnisse nicht nach OWK differenziert. Beachte logarithmische y-Achsen Skalierung. Die Abweichungen (Spannweiten) stellen das 95 % Vertrauensintervall der jeweiligen Jahresmittelwerte dar, blau für die Nachtwerte, rot für die Tagwerte.

6.3.4 Fazit Vorprüfung

Die Vorprüfung der Daten erfolgte vor dem Hintergrund der in gewissen Grenzen auch methodischen Heterogenität des langjährigen Datensatzes. Dies bezieht sich v.a. auf Tag- und Nachtfänge sowie auf saisonale Aspekte mit der Durchführung der Befischungen in verschiedenen Frühjahrs- und Herbstmonaten. Die Gründe für diese Unterschiedlichkeit sind - soweit bekannt - oben schon angesprochen worden und sollen hier nicht noch einmal wiederholt werden. Insgesamt zeichnet sich der Datensatz durch folgende wichtige Merkmale aus:

- Langjähriger Datensatz über fast 20 Jahre (Alleinstellungsmerkmal im Vergleich zu anderen Ästuaren)
- Erfassung der Fischfauna entlang des Salinitätsgradienten

- Kontinuität in der Bearbeitung
- eine über den gesamten Zeitraum gleichsinnige Erfassungsmethode (Hamen)
- durchgängige Erfassung des Frühjahrs und Herbstaspektes
- Aufnahme wesentlicher Rahmenbedingungen (Holdauer, durchfiltertes Wasservolumen etc.), dadurch ergeben sich verschiedene Standardisierungsmöglichkeiten (Ind./h/80 m² oder Ind./definiertes Wasservolumen) als Voraussetzung für einen Vergleich der Daten.

Die im Datensatz ebenfalls vorhandene Heterogenität ergibt sich aus:

- einer über den Untersuchungszeitraum z.T. unterschiedlichen Jahresanzahl an Fangstationen (bzw. Hols) in den verschiedenen Elbabschnitten.
- Tag- und Nachtfänge (jeweilige Anzahl nicht gleich groß sowie über den Zeitraum 2000 – 2018 nicht gleichverteilt).
- Frühjahr umfasst Befischungen im April und Mai (über den Zeitraum 2000 – 2018 nicht gleichverteilt).
- Herbst umfasst Befischungen im September und Oktober (über den Zeitraum 2000 – 2018 nicht gleichverteilt).

Die dargestellten Ergebnisse der vorab durchgeführten Datenanalyse zur Abschätzung der Bedeutung der genannten methodischen Heterogenität lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Quantitative Unterschiede zwischen Tag und Nacht auf der Betrachtungsebene „langjähriges Mittel der Fangzahlen“, die z.T. statistisch signifikant sind.
- Quantitative Unterschiede bezogen auf das Frühjahr (April vs. Mai) sowie Herbst (September vs. Oktober) auf der Betrachtungsebene „langjähriges Mittel der Fangzahlen“, die z.T. statistisch signifikant sind.
- Die Betrachtung auf der Grundlage der Jahresmittelwerte (differenziert nach o.g. Aspekten) zeigte dagegen keine auffällige zeitliche Abfolge der Stintanzahlen (gilt für alle AG), die auf einen deutlichen methodischen Einfluss hindeuten. Auffälligkeiten waren eher räumlich bedingt.

Aus diesen Befunden kann geschlussfolgert werden, dass der Datensatz trotz der weiter oben deutlich gewordenen, in gewissen Grenzen vorhandenen Heterogenität (z.B. hinsichtlich Fangzeitpunkt Tag/Nacht; saisonal April/Mai bzw. September/Oktober), dennoch aber nicht modifiziert (z.B. durch Ausschluss von Daten) werden sollte, da

- sich für die „unterschiedlichen Fangzeitpunkte“ (Tageszeit, saisonal) eine interannuell jeweils gleichgerichtete Entwicklung zeigt, so dass mit Blick auf die Ergebnisse der folgenden Trendanalyse verfälschende Effekte nicht anzunehmen sind.

- sich zudem bei Ausschluss von (Teil)Daten (z.B. nur Tag- oder Nachtdaten) die langjährige Zeitreihe deutlich verkürzt und die Aussagekraft mit Blick auf das Ziel der Analyse („Entwicklung der Stintfangzahlen über die Zeit“) reduziert oder aufgrund eines unzureichenden „N“ z.T. hinfällig wird.

Unter Berücksichtigung der Befunde ist die durch Tag- und Nacht sowie die saisonalen Aspekte im Datensatz vorhandene Heterogenität u.E. in Kauf zu nehmen.

Um aber insbesondere der räumlichen Heterogenität Rechnung zu tragen, die durch altersgruppenspezifisches „Nutzungsverhalten“ des Stints (saisonal bedingt Frühjahr, Herbst) oder durch abiotische Rahmenbedingungen (Salinität, strukturelle Aspekte) beeinflusst wird, werden die nachfolgenden Auswertungen u.a. entsprechend räumlich und altersgruppenspezifisch fokussiert durchgeführt.

7. Ergebnisse Auswertungen

7.1 Hamenfänge Elbe (2000 – 2018)

Die Methodik der Hamenfänge ist in Kap. 4.1 erläutert worden. Die Daten werden zunächst in einer Übersichtsbetrachtung analysiert. Im Lichte dieser Ergebnisse erfolgen dann zeitlich und räumlich detaillierte Betrachtungen auf der Ebene der Altersgruppen sowie zeitlicher und räumlicher Differenzierung.

7.1.1 Eingangsanalyse Elbe Hamenfänge

Die überblickshafte Auswertung soll zunächst generelle Hinweise zum zeitlichen und räumlichen Vorkommen der Stinte (altersgruppenspezifisch) liefern. Die Daten wurden wie folgt aggregiert:

- (1) Saisonal gruppiert nach AG (keine räumliche & interannuelle Differenzierung)
- (2) Räumlich differenziert nach OWK (kein zeitliche Differenzierung)
- (3) Interannuell gruppiert nach AG (keine räumliche Differenzierung)

Zu 1: Saisonal

Die folgenden Abbildungen (Abb. 23 - Abb. 25) veranschaulichen die saisonalen Stintfangzahlen (Ind./1 Mio. m³) in der Tideelbe auf der Ebene des langjährigen Mittels (bezogen auf die Zeitreihe 2000 – 2018). Die Daten wurden nach drei Altersgruppen (adult, subadult und juvenil) gruppiert.

Adulte Stinte sind sowohl im späteren Frühjahr (April & Mai) sowie im Herbst (September & Oktober) regelmäßig in der Tideelbe präsent. Auf der Grundlage des langjährigen Mittels sind Stinte im Herbst zahlreicher als im Frühjahr. Wobei die Unterschiede absolut eher mäßig ausgeprägt, statistisch allerdings signifikant waren (Abb. 23). Da Stinte bereits im frühen Frühjahr zu ihren Laichplätzen ziehen und im April/Mai vermutlich schon in nennenswerter Anzahl wieder abgewandert sind, liefern die Frühjahrsdaten - wie bereits weiter oben schon angemerkt - nur eingeschränkt Hinweise auf den Laicherbestand.

Anders als adulte Stinte, die zu beiden saisonalen Zeitpunkten in mehr oder weniger vergleichbarer Größenordnung angetroffen wurden, ist für die subadulten Tiere ein deutlicher saisonaler Schwerpunkt im Frühjahr zu erkennen. Das langjährige Mittel lag im Frühjahr bei ca. 10.000 Ind./1 Mio. m³ und im Herbst bei lediglich etwa 120 Ind./1 Mio. m³ (Abb. 24). Denkbar ist, dass subadulte u.U. mit den adulten Tieren im Frühjahr in die Tideelbe ziehen und sich dort über das Frühjahr hinaus aufhalten und im Herbst in Richtung Wattenmeer abwandern. Im Rahmen des vorliegenden Berichts ist diese Annahme jedoch nicht zu belegen.

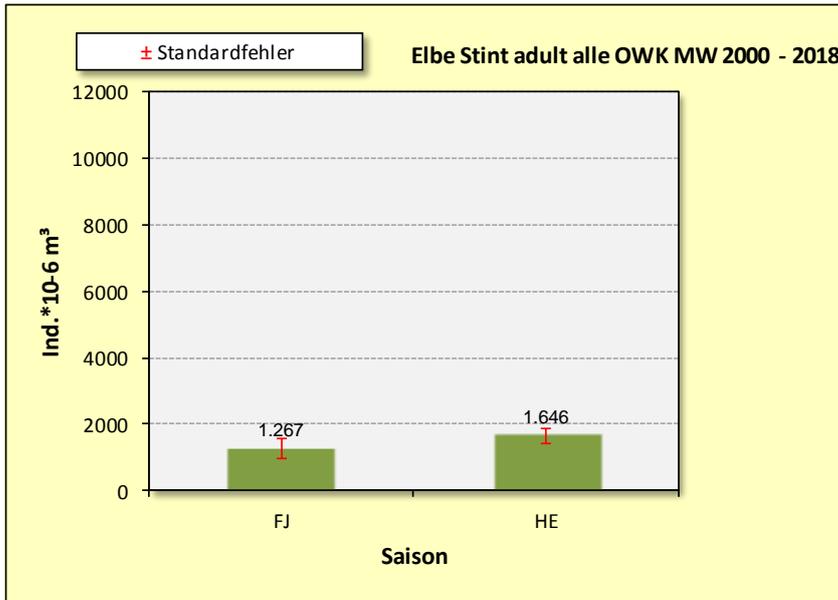


Abb. 23: Gesamtmittel der Frühjahrs- und Herbstfangzahlen (Ind./1 Mio. m³) adulter Stinte in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018; (Hamenfänge N_{Hols} = 739), p < 0.05 (Mann Whitney).

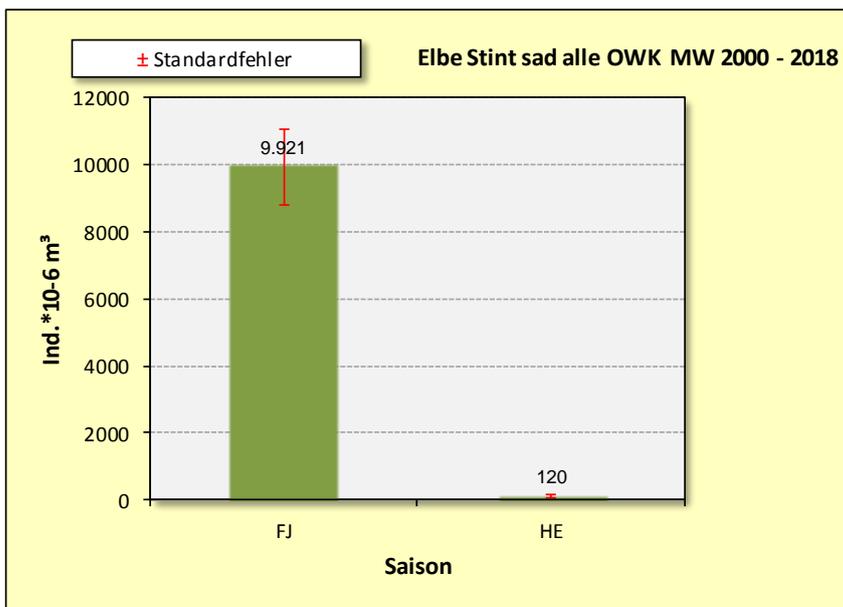


Abb. 24: Gesamtmittel der Frühjahrs- und Herbstfangzahlen (Ind./1 Mio. m³) subadulter (sad) Stinte in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018; (Hamenfänge N_{Hols} = 741), p < 0.05 (Mann Whitney).

Juvenile Stinte (AG 0+) traten erwartungsgemäß im Herbst in hoher Zahl in den Hamenfängen auf, da sie im Frühjahr (als Larve, Spätlarve) aufgrund ihrer noch geringen Größe mittels Hamen nicht oder kaum erfasst werden.

Das langjährige Mittel (Herbst 2000 - 2018) liegt bei ca. 56.000 Ind./1 Mio. m³, in wenigen Fällen sind auch im Frühjahr Stinte als juvenil eingeordnet worden (74 Ind./1 Mio. m³; Abb. 25).

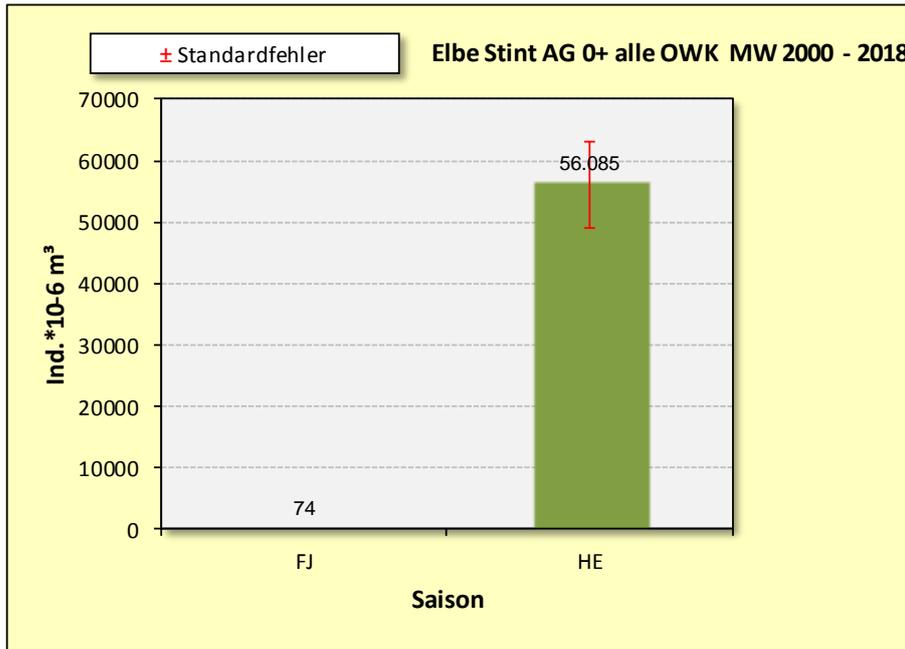


Abb. 25: Gesamtmittel der Frühjahrs- und Herbstfangzahlen (Ind./1 Mio. m³) juveniler (AG 0+) Stinte in der Tideelbe im Zeitraum 2000 – 2018; (Hamenfänge N_{Hols} = 730), p < 0.05 (Mann Whitney).

Die Ergebnisse zeigen, dass das Stintvorkommen zeitlich (saisonal) variabel ist und u.a. abhängig von der Altersgruppe saisonal unterschiedliche Schwerpunkte aufweist.

Zu 2: Räumlich

Die folgenden Abbildungen (Abb. 26 - Abb. 28) veranschaulichen die räumliche Verteilung der Stintzahlen entlang des Salinitätsgradienten (OWK Ost – OWK T1). Die Daten wurden nach den drei Altersgruppen (adult, subadult und juvenil) gruppiert.

Adulte Stinte sind in allen Elbabschnitten regelmäßig nachgewiesen. Die Ergebnisse zeigen eine deutlich unterschiedliche räumliche Verteilung, die zudem zwischen Frühjahr und Herbst variiert. Auf der Grundlage des langjährigen Mittels bezogen auf den Zeitraum von 2000 - 2018 entfallen im Frühjahr die höchsten Fangzahlen (ca. 2.150 Ind./1 Mio. m³) auf den OWK West, also auf den Elbabschnitt um Hahnöfersand. Sowohl unterhalb dieses Abschnitts (OWK T1) als auch oberhalb (Hafengebiet) sind adulte Stinte in noch nennenswerter Anzahl erfasst worden (ca. 1.100 Ind./1 Mio. m³).

Die Herbstfänge zeigen eine andere Häufigkeitsverteilung. So ist ein deutlicher Gradient mit den höchsten Anzahlen im OWK T1 und abnehmenden Anzahlen in Richtung stromauf erkennbar (Abb. 26, unten). Die Daten deuten auf eine Abwanderung der adulten Stinte in Richtung Küste. Der oberhalb Hamburg befindliche Abschnitt (OWK Ost) war unabhängig von der Fangsaison durch die weitaus geringsten Fangmengen gekennzeichnet (Abb. 26). Gründe für diesen Befund lassen sich im Rahmen der Studie nicht benennen.

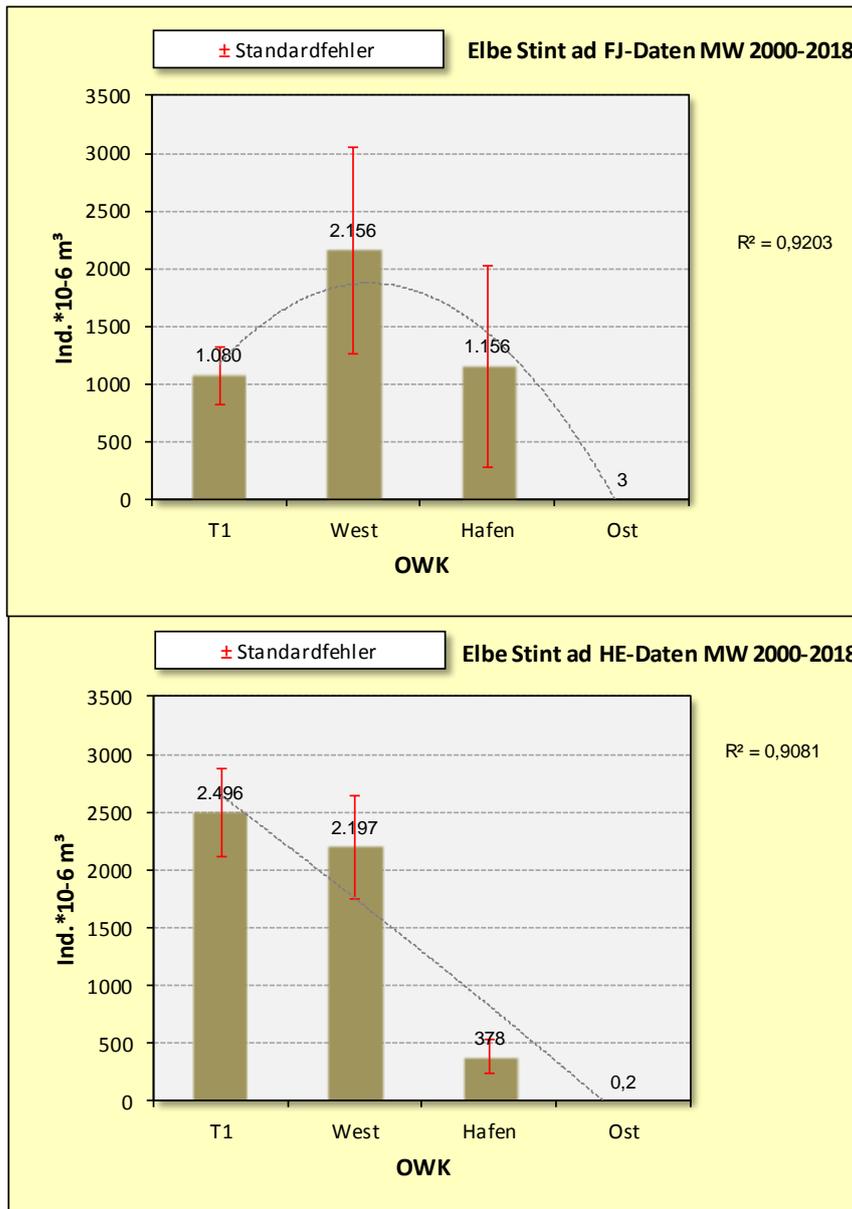


Abb. 26: Gesamtmittel Stintfangzahl (adult, Ind./1 Mio. m³) im Frühjahr (oben) und Herbst (unten) differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. $p < 0.05$ (Kruskal Wallis). Frühjahr $N_{\text{Hols}} = 370$, Herbst $N_{\text{Hols}} = 369$. Trendlinie gestrichelt; R^2 = Korrelationskoeffizient zur jeweiligen Trendlinie.

Aufgrund des eindeutigen saisonalen Maximums subadulter Stinte (s.o. saisonal) wird der räumliche Aspekt hier ausschließlich auf der Grundlage der Frühjahrsdaten veranschaulicht. Weitgehend analog zu den Adulten, zeigt sich auch für die AG subadult das Maximum (langjähriges Mittel) im Bereich OWK West (Abschnitt um Hahnöfersand) und ebenfalls noch hohe Dichten in den unterhalb (T1) und oberhalb (Hafen) angrenzenden OWK. Im OWK Ost, also oberhalb von Hamburg, waren auch subadulte Stinte kaum vertreten (Abb. 27).

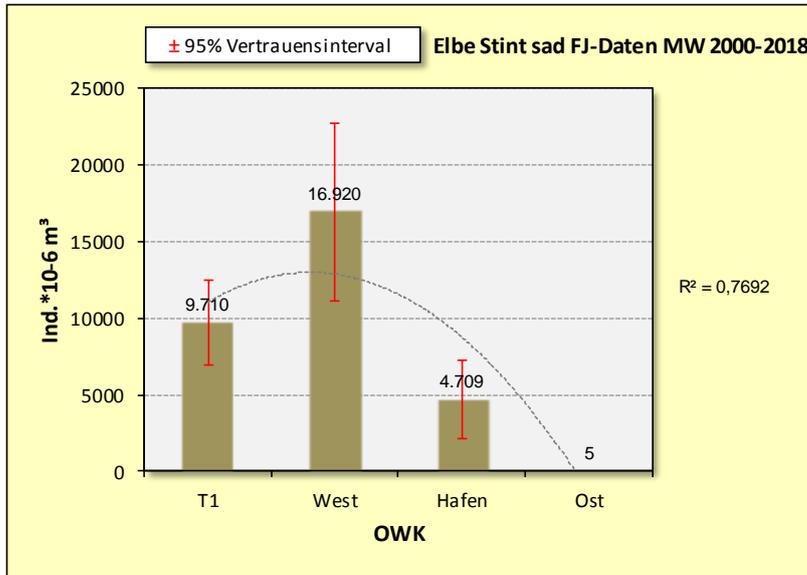


Abb. 27: Mittlere Stintfangzahl (subadult, Ind./1 Mio. m³) im Frühjahr differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, p<0.05 (Kruskal Wallis), N_{Hols} = 370. Trendlinie gestrichelt; R² = Korrelationskoeffizient zur jeweiligen Trendlinie.

Anders als bei den beiden oben dargestellten Altersgruppen sind juvenile Stinte im Herbst offenbar noch relativ weit stromauf anzutreffen. Das Fangmaximum (bezogen auf das langjährige Mittel) ist im OWK Hafen lokalisiert. Weiter stromab nehmen die Fangzahlen zu diesem Zeitpunkt ab. Der OWK Ost ist auch mit Blick auf die AG 0+ durch ein deutliches Minimum geprägt. Gründe hierfür sind an dieser Stelle nicht zu klären.

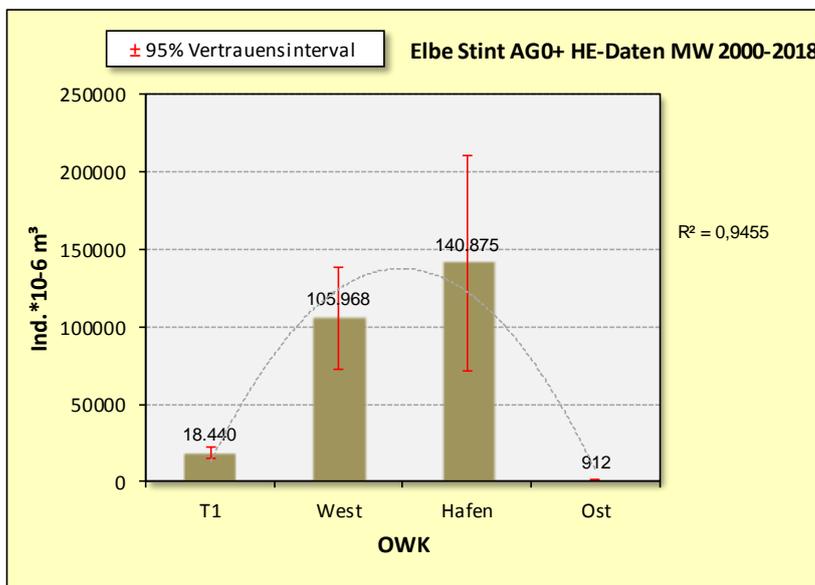


Abb. 28: Mittlere Stintfangzahl (AG 0+, Ind./1 Mio. m³) im Frühjahr differenziert nach Oberflächenwasserkörper (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, p<0.05 (Kruskal Wallis). N_{Hols} = 361. Trendlinie gestrichelt; R² = Korrelationskoeffizient zur Trendlinie.

Die Auswertung zeigt, dass die Stinte abhängig von der Altersgruppe und vom saisonalen Zeitpunkt bestimmte Abschnitte der Elbe präferieren. Trotz der hohen Variabilität scheint diese Präferenz wohl relativ stabil, da die Unterschiede auf dem langjährigen Mittel (2000 – 2018) basieren. Dennoch können einzelne Jahre in Grenzen von dem Verteilungsmuster abweichen. Die festgestellten räumlichen Unterschiede sind trotz der hohen Variabilität der Fangzahlen signifikant (Varianzanalyse Kruskal Wallis $p < 0.05$).

Zu (3) Interannuell (gruppiert nach AG & OWK)

In einem folgenden Schritt werden die Stint-Fangzahlen über die Zeit dargestellt. Wie sich weiter oben gezeigt hat, variieren die Stintvorkommen je nach AG räumlich z.T. deutlich. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen, wurden die Daten differenziert nach Altersgruppe und Oberflächenwasserkörper betrachtet. Die Auswertungen basieren dabei auf den Holdaten/Jahr/Wasserkörper fokussiert wurde auf die AG-spezifischen saisonalen Schwerpunkte.

Abb. 29 veranschaulicht die Ergebnisse zu den **adulten Stinten**. Da adulte Stinte sowohl im Frühjahr als auch im Herbst in relativ hohen Anzahlen erfasst wurden, ist hier für diese AG keine saisonale Differenzierung vorgenommen worden. Die Berechnungen basieren also auf Frühjahrs- und Herbstdaten (saisonal differenzierte Ergebnisse sind nachrichtlich im Anhang dargestellt, Abb. 54). Folgende Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- Die Fangzahlen der adulten Stinte präsentieren sich auf dieser Betrachtungsebene z.T. indifferent. Bei OWK-übergreifend sehr hoher interannueller Variabilität ergeben sich für die OWK West und Ost Hinweise auf rückläufige Fangzahlen über die Zeit. In den beiden anderen OWK (T1, Hafen) wird dies nicht deutlich. Allerdings zeigen sich in allen OWK (unterschiedlich ausgeprägt) in der jüngeren Vergangenheit mehr oder weniger ausgeprägt geringere Individuenzahlen, die eine „Systematik“ andeuten. Dieser Aspekt wird in den nachfolgenden Auswertungen weiter beleuchtet.

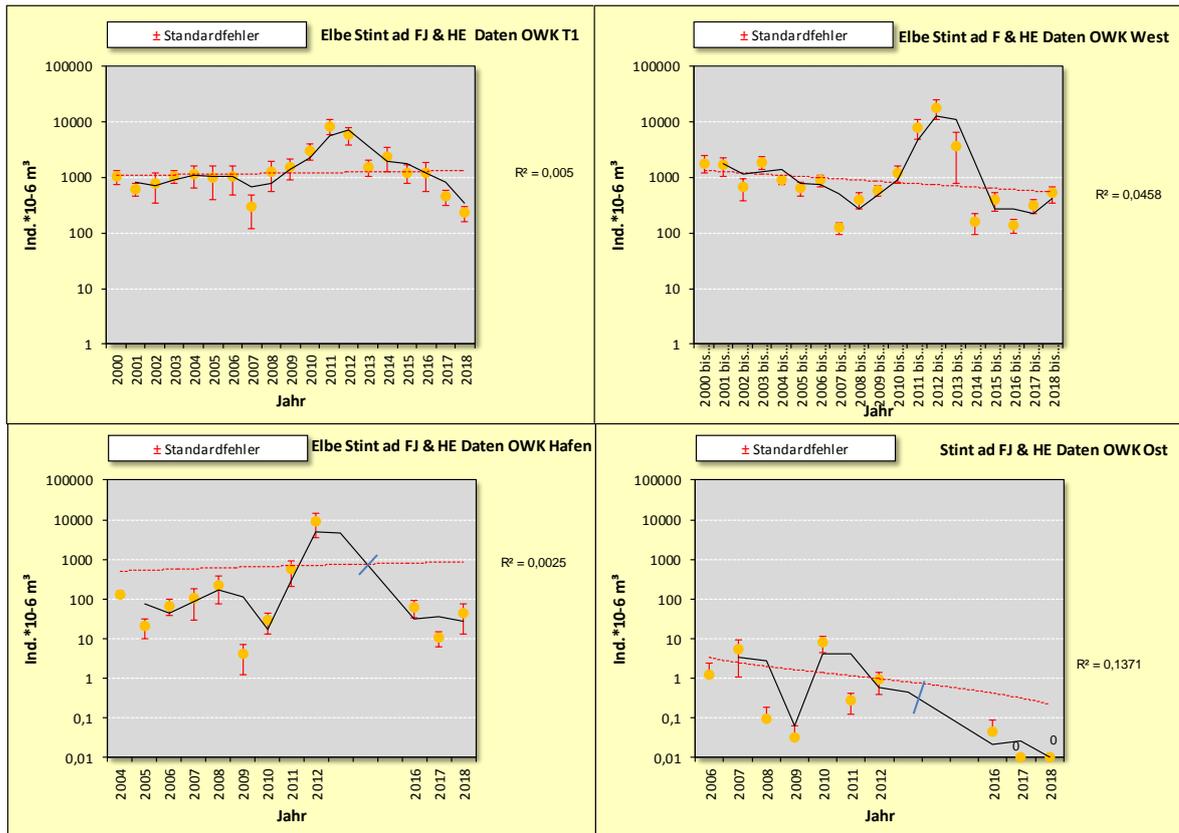


Abb. 29: Entwicklung der Stintzahlen (AG adult) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligopolyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitendes Mittel (2 jährlich), die blau eingefügten Linien signalisieren eine Unterbrechung des gleitenden Mittels wg. fehlender Jahresdaten. Rot gestrichelt: Trendlinie; R^2 = Korrelationskoeffizient.

Abb. 30 veranschaulicht die Ergebnisse zu den **subadulten Stinten**. Da diese AG ganz überwiegend im Herbst erfasst wurde, basieren die Berechnungen ausschließlich auf den Herbstdaten. Folgende Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- Für die OWK T1 und West, die zugleich aus räumlicher Sicht Vorkommensschwerpunkte darstellen, lässt sich trotz der interannuellen Variabilität ein Rückgang der Fangzahlen über die Zeit erkennen. In den beiden anderen OWK (Hafen & Ost) waren die Werte von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich und z.T. auf einem sehr niedrigen Niveau (OWK Ost) durchschnittlich überwiegend <10 Ind./1 Mio. m^3 je Hol). Analog zu den adulten Stinten zeigen sich v.a. in den OWK T1 und West in der jüngeren Vergangenheit geringere Individuenzahlen. Dieser Aspekt wird in den nachfolgenden Auswertungen weiter beleuchtet.

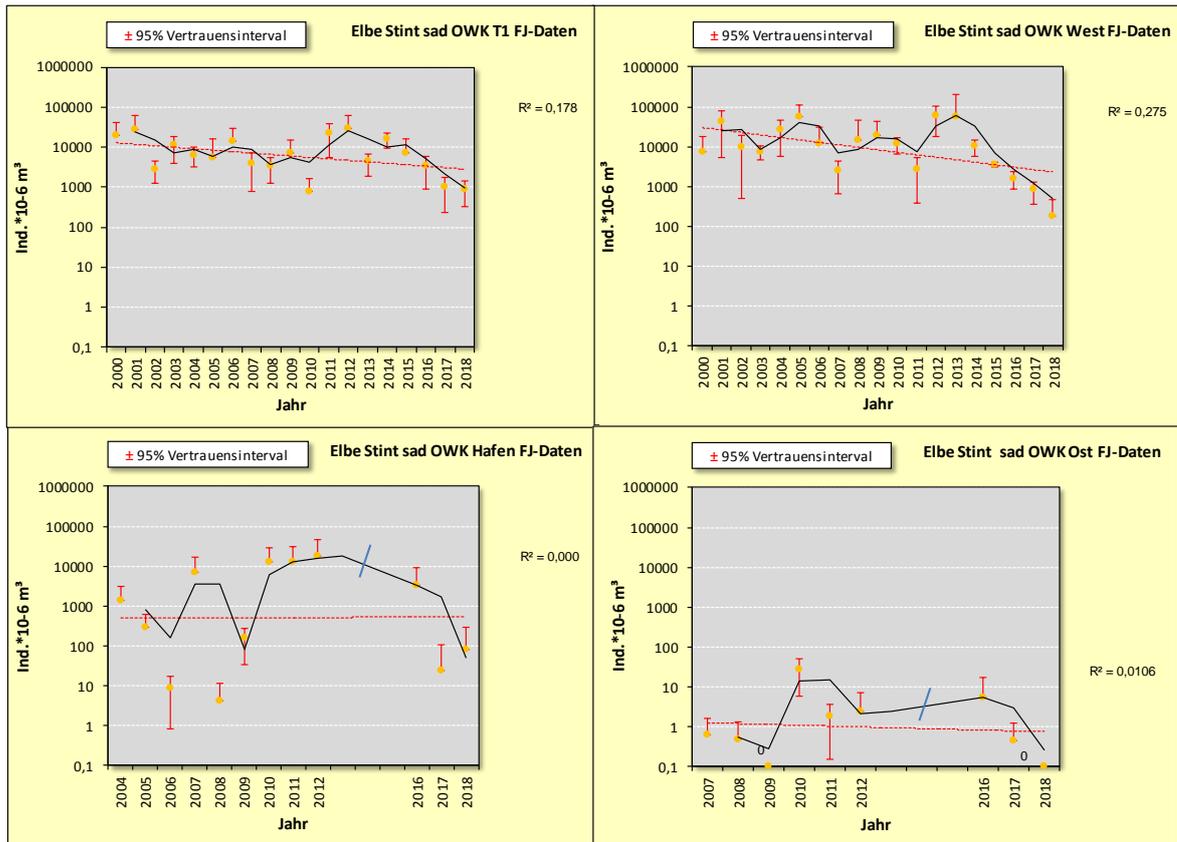


Abb. 30: Entwicklung der Stintzahlen (AG subadult) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitendes Mittel (2 jährlich), die blau eingefügten Linien signalisieren eine Unterbrechung des gleitenden Mittels wg. fehlender Jahresdaten. Rot gestrichelt: Trendlinie; R^2 = Korrelationskoeffizient .

Abb. 31 veranschaulicht die Ergebnisse zu den **juvenilen Stinten (AG 0+)**. Da diese AG fast ausschließlich im Herbst erfasst wurde, basieren die Berechnungen entsprechend auf den Herbstdaten. Folgende Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

Für alle OWK lässt sich eine (unterschiedlich ausgeprägte) Rückläufigkeit der Fanzahlen über die Zeit erkennen, die sich im OWK T1 (Übergangsgewässer) nur schwach andeutet und in den stromauf befindlichen OWK (Hafen, Ost) erkennbar ist. In allen OWK wurden insbesondere in der jüngeren Vergangenheit geringere Fangzahlen verzeichnet.

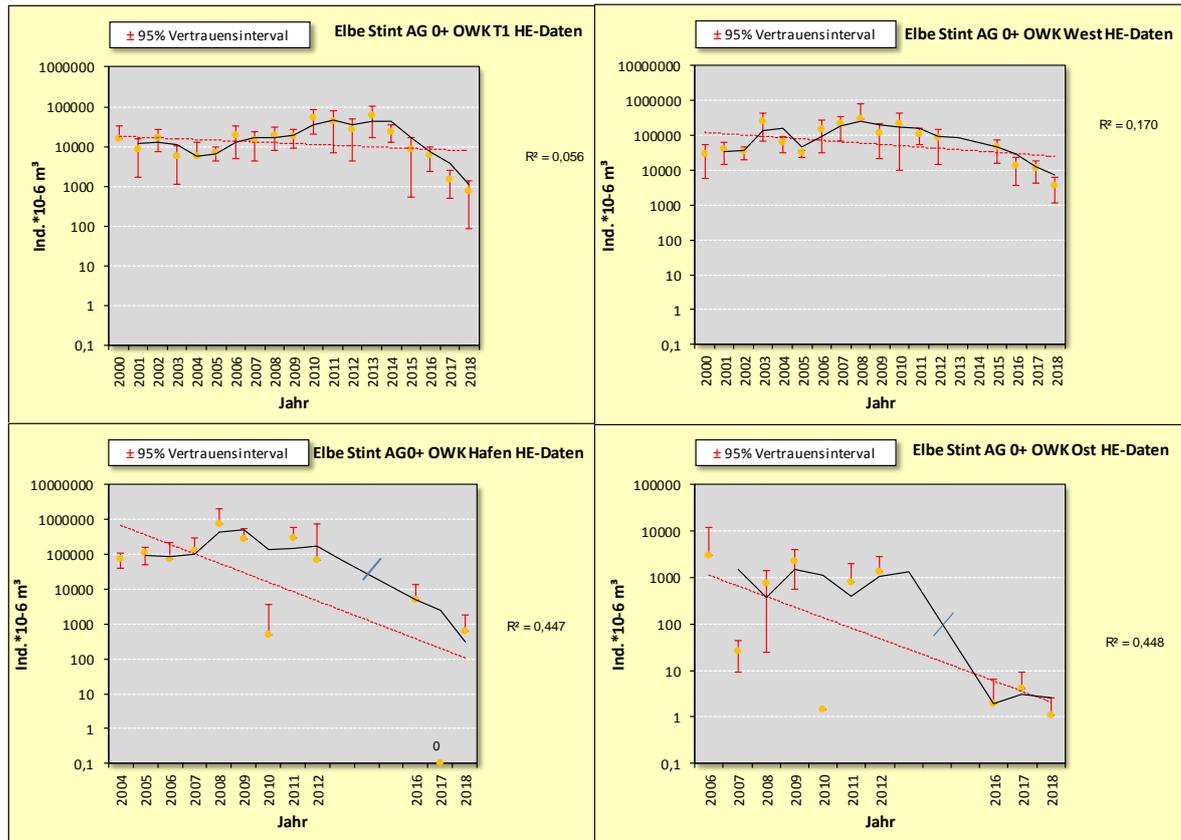


Abb. 31: Entwicklung der Stintzahlen (AG 0+) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligopolypalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitendes Mittel (2 jährlich), die blau eingefügten Linien signalisieren eine Unterbrechung des gleitenden Mittels wg. fehlender Jahresdaten. Rot gestrichelt: Trendlinie; R^2 = Korrelationskoeffizient.

7.1.2 Mann Kendall Trendtest (Daten räumlich differenziert)

Die bisherigen Auswertungen haben gezeigt, dass abhängig von der AG der Stinte und vom Fangort bzw. Abschnitt der Tideelbe eine Abnahme der Fangzahlen in wenigen Fällen nicht oder nur schwach, meist aber deutlicher erkennbar ist. Im Folgenden soll betrachtet werden, ob die Befunde eine Tendenz über die Zeit widerspiegeln oder ob aufgrund der interannuellen hohen Variabilität solche Trends statistisch nicht erkennbar sind. Der angewendete Mann Kendall Test basiert auf den logarithmierten Jahresmittelwerten ($\log(\text{Ind.}/1 \text{ Mio. m}^3+1)$), diese Transformierung der Daten erfolgte um die hohe Varianz der Daten zu verringern (s. Kap. 4).

Adulte Stinte

Mit Blick auf die adulten Stinte ergibt sich für die OWK West sowie OWK Ost eine statistisch signifikante negative Tendenz, d.h. eine Abnahme der Fangzahlen über die Zeit (Abb. 32, oben rechts, unten rechts $p < 0.1$). Für die Wasserkörper T1 und Hafen wird auf dieser Grundlage kein Hinweis auf einen zeitlich gerichteten Trend ermittelt (Abb. 32, oben links, unten links). Auf dieser

Betrachtungsebene lassen sich auch im OWK T1 (zwar statistisch keine signifikante Tendenz) aber geringere Fangzahlen in jüngerer Vergangenheit erkennen.

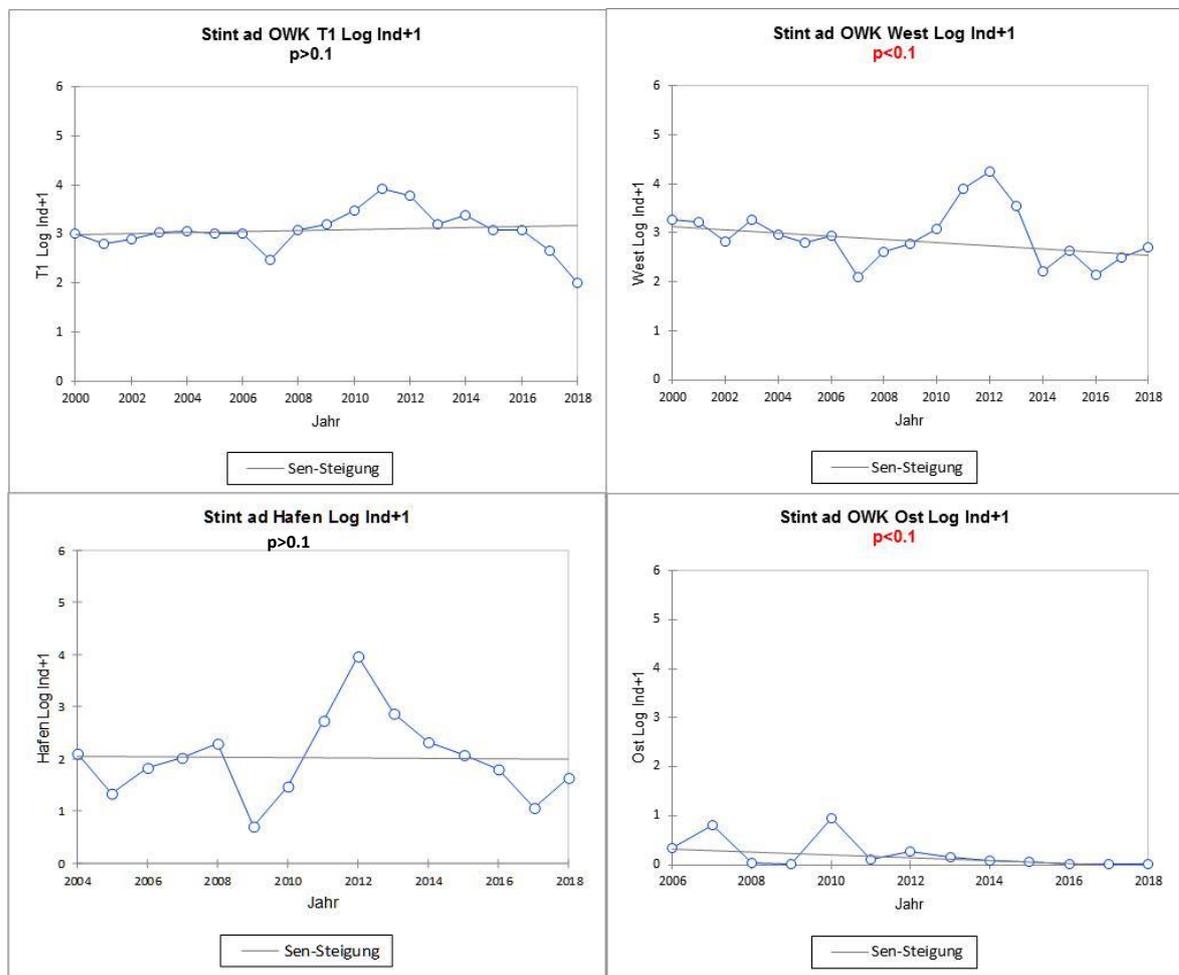


Abb. 32: Zeitreihenanalyse auf Grundlage der Fangzahlen (log Ind./1 Mio. m³+1) adulter Stinte differenziert nach Wasserkörper. T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, Quelle: Fischmonitoring Tidelbe. Frühjahrs- und Herbstdaten.

Tab. 8 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse der Mann Kendall Berechnung (Stint adult). Mit einer Wahrscheinlichkeit von >90% ist für die OWK West und Ost eine statistisch signifikante negative Tendenz der Fangzahlen adulter Stinte anzunehmen, während für die OWK T1 ($p=0.804$) und Hafen ($p=0.461$) diese Hypothese (negative Tendenz der Zeitreihe) statistisch zurückgewiesen wird.

Hinweis: Auf der hier nicht visualisierten Berechnung auf Grundlage des Gesamtmittelwert/Jahr über alle OWK (Frühjahr- und Herbst) ergibt sich für den Mann Kendall Test ein $p = 0.148$ (Sen-Steigung $-0,007$), so dass man insgesamt eine „schwache Tendenz“ (s. Kap. 5.6) in der Zeitreihe annehmen kann.

Tab. 8: Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); adulte Stinte, differenziert nach OWK.; Grundlage Frühjahrs- und Herbstdaten.

Stint ad OWK T1
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der berechnete p-Wert größer als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, kann die Null-Hypothese H0 bestätigt werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
T1 Log Ind+1	0,181	0,787	0,012

Stint ad OWK West - Frühjahrs- & Herbstdaten
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
West Log Ind+1	-0,251	0,012	-0,033

Stint ad OWK Hafen - Frühjahrs- & Herbstdaten
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der berechnete p-Wert größer als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, kann die Null-Hypothese H0 bestätigt werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Hafen Log Ind+1	-0,010	0,500	-0,003

Stint ad OWK Ost - Frühjahrs- & Herbstdaten
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Ost Log Ind+1	-0,529	0,007	-0,029

Subadulte Stinte

Auf der Grundlage der Frühjahrs-Fangdaten subadultler Stinte ergibt sich für die OWK T1 sowie OWK West (räumliche Vorkommensschwerpunkte) eine statistisch signifikante negative Tendenz, d.h. eine Abnahme der Fangzahlen über die Zeit (Abb. 33, oben rechts, oben links $p<0.1$).

Für die Wasserkörper Hafen und OWK Ost wird auf dieser Grundlage kein Hinweis auf einen zeitlich gerichteten Trend ermittelt (Abb. 33, unten links, unten rechts). Die interannuelle Schwankungsbreite der Fangzahlen ist in den beiden Wasserkörpern sehr ausgeprägt. In jüngerer Vergangenheit waren die Fangzahlen zwar sehr gering, im Rahmen des gesamten Untersuchungszeitraumes wurden aber wiederkehrend in einzelnen Jahren ebenfalls sehr geringe Werte verzeichnet. Eine gerichtete Entwicklung wird daher nicht sichtbar. Im Fall des OWK Ost ist zudem das Abundanzniveau - wie bereits oben dargestellt (Kap. 6.1.1) - sehr niedrig.

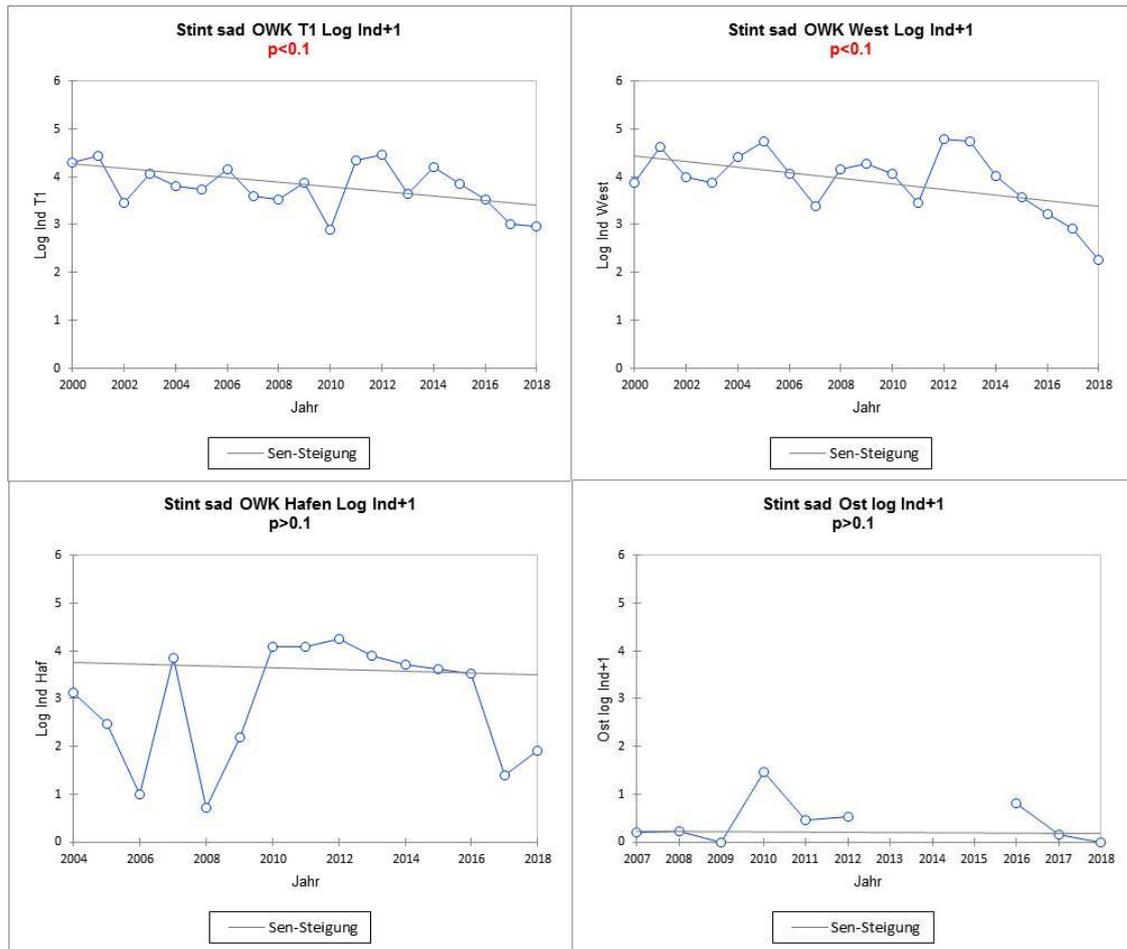


Abb. 33: Zeitreihenanalyse auf Grundlage der Fangzahlen (log Ind./1 Mio. m^3+1) subadulter Stinte, differenziert nach Wasserkörper. T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, Quelle: Fischmonitoring Tidelbe, Frühjahrsdaten.

Tab. 9 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse der Mann Kendall Berechnung (Stint subadult). Mit einer Wahrscheinlichkeit von $>90\%$ ist für die OWK T1 und West eine statistisch signifikante negative Tendenz der Fangzahlen anzunehmen, während für die OWK Hafen ($p=0.50$) und Ost ($p=0.417$) diese Hypothese (negative Tendenz der Zeitreihe) statistisch zurückrückgewiesen wird.

Hinweis: Auf der hier nicht visualisierten Berechnung auf Grundlage des Gesamtmittelwertes/Jahr über alle OWK (Frühjahrsdaten) ergibt sich für den Mann Kendall Test ein $p = 0.048$ (Sen-Steigung $-0,051$), so dass OWK-übergreifend insgesamt eine „signifikante Tendenz“ in der Zeitreihe subadulter Stinte detektiert wird.

Tab. 9: Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); subadulte Stinte differenziert nach OWK. Grundlage Frühjahrsdaten.

Stint sad OWK T1 - Frühjahrsdaten
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
T1 log Ind+1	-0,287	0,047	-0,047

Stint sad OWK West - Frühjahrsdaten
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Log Ind West	-0,298	0,040	-0,058

Stint sad OWK Hafen - Frühjahrsdaten
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der berechnete p-Wert größer als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, kann die Null-Hypothese H0 bestätigt werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Hafen log Ind+	-0,010	0,500	-0,019

Stint sad OWK Ost - Frühjahrsdaten
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der berechnete p-Wert größer als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, kann die Null-Hypothese H0 bestätigt werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Ost log Ind+1	-0,028	0,500	-0,003

Juvenile Stinte (AG 0+)

Auf der Grundlage der Herbst-Fangdaten juveniler Stinte (AG 0+) ergibt sich mit Ausnahme des OWK T1 eine negative Tendenz, d.h. eine Abnahme der Fangzahlen über die Zeit in den OWK West, Hafen und Ost (Abb. 34, oben rechts, unten $p<0.1$), wobei die Ergebnisse OWK West zwar statistisch nicht signifikant sind (da p nicht kleiner als 0.1), aber mit $p<0.2$ auf eine „gewisse“ rückläufige Tendenz hinweisen (s. Kap. 5.6).

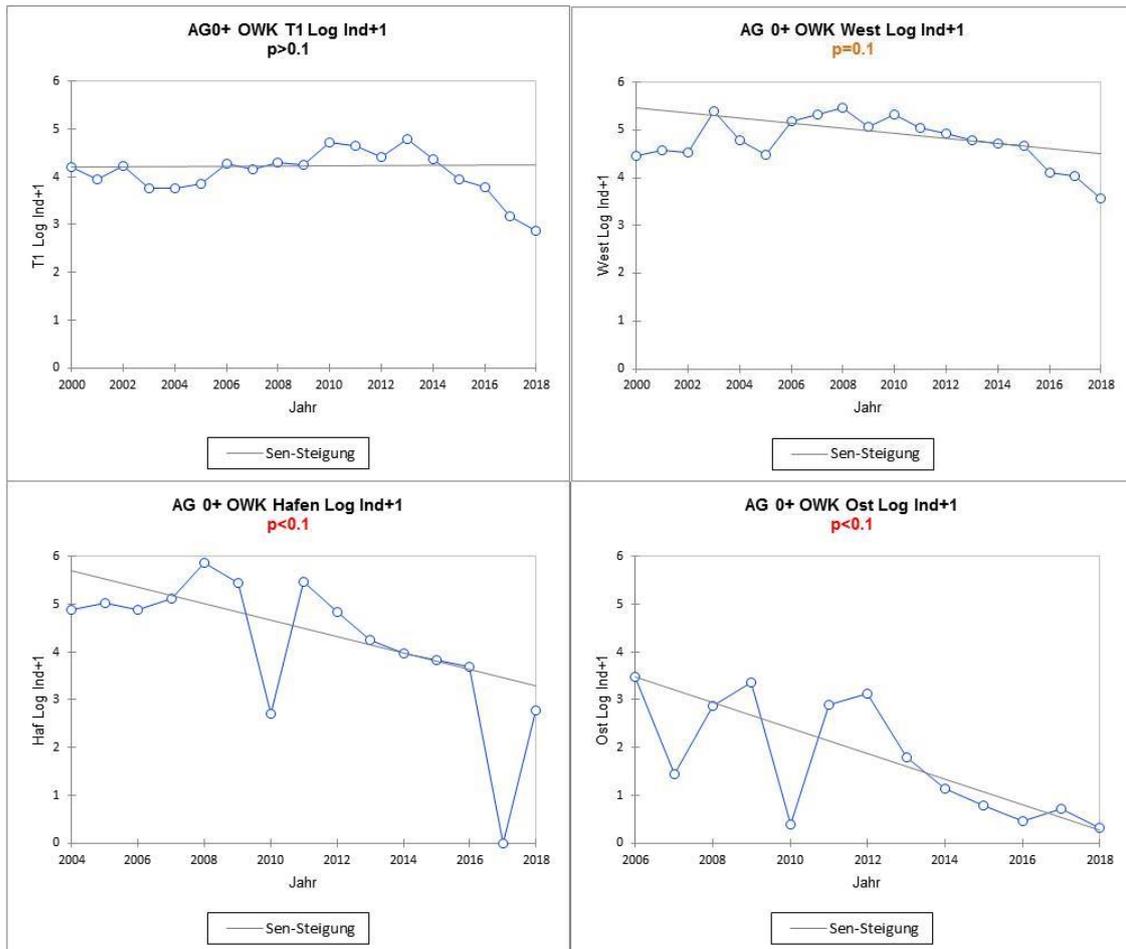


Abb. 34: Zeitreihenanalyse auf Grundlage der Fangzahlen (log Ind./1 Mio. m³+1) juveniler Stinte (AG 0+) differenziert nach Wasserkörper. T1 = Brackwasser (oligo- polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen, Quelle: Fischmonitoring Tidelbe.

Tab. 10 liefert eine Übersicht über die Ergebnisse der Mann Kendall Berechnung (Stint AG 0+). Mit einer Wahrscheinlichkeit von >90% ist für die OWK Hafen und Ost eine statistisch signifikante negative Tendenz der Fangzahlen (p < 0.1) sowie für OWK West (p < 0.2) noch eine gewisse rückläufige Tendenz ermittelt wurde, während für die OWK T1 (p = 0.583) diese Hypothese (negative Tendenz der Zeitreihe) statistisch zurückrückgewiesen wird.

Hinweis: Auf der hier nicht visualisierten Berechnung auf Grundlage des Gesamtmittelwertes/Jahr über alle OWK (Herbstdaten) ergibt sich für den Mann Kendall Test ein p = 0.16 (Sen-Steigung -0,04), so dass OWK-übergreifend insgesamt eine „schwache Tendenz“ in der Zeitreihe vorliegt.

Tab. 10: Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); juvenile Stinte (AG 0+), differenziert nach OWK., Grundlage Herbstdaten.

Stint AG 0+ OWK T1 - Herbstdaten			
H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor			
Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor			
Da der berechnete p-Wert größer als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, kann die Null-Hypothese H0 bestätigt werden.			
Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
T1 Log Ind	0,041	0,583	0,003

Stint AG 0+ OWK West - Herbstdaten			
H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor			
Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor			
Da der p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.			
Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
West Log Ind+1	-0,251	0,1	-0,053
<i>deutlich aber nicht signifikant</i>			

Stint AG 0+ OWK Hafen - Herbstdaten			
H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor			
Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor			
Da der p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.			
Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
West Log Ind	-0,524	0,004	-0,172

Stint AG 0+ OWK Ost - Herbstdaten			
H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor			
Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor			
Da der p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.			
Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Ost Log Ind	-0,564	0,004	-0,266

7.1.3 Strukturbruchanalyse (Daten räumlich differenziert)

Die oben durchgeführten Berechnungen haben gezeigt, dass OWK-übergreifend z.T. von einem mehr oder weniger ausgeprägten Rückgang der Stintzahlen auszugehen ist. Dies gilt für alle Altersgruppen des Stints.

AG-spezifisch wurde in einigen Fällen keine über die gesamte Zeitspanne gleichgerichtete Entwicklung der Stintabundanzen ermittelt. Dennoch war auch hier ersichtlich, dass v.a. in der jüngeren Vergangenheit die Fänge quantitativ weniger erfolgreich waren. Mittels einer Strukturbruchanalyse soll betrachtet werden, ob die Zeitreihen Brüche einschließen, d.h. ob ab einem bestimmten Zeitpunkt eine abweichende Entwicklung anzunehmen ist.

- Im Rahmen der Analyse werden die Daten der unabhängigen Variablen (hier Untersuchungsjahre) in Intervalle segmentiert, für jedes Intervall wird eine Anpassung vorgenommen, ggf. wird ein "Bruchpunkt" (BP) identifiziert.

Die Analyse erfolgt auf der Ebene der Einzelholdaten, wobei die Abundanz für die Analyse logarithmiert wurde, um die starke Variabilität der Fangzahlen/Hol zu verringern. Im Folgenden werden die Analysen durch ausgewählte Datensätze grafisch veranschaulicht.

Adulte Stinte (Frühjahr & Herbst getrennt)

Während für die Frühjahrsdaten (alle OWK) im Zeitraum 2000 bis etwa 2012 keine systematische Entwicklungsrichtung in den Fangzahlen detektiert wird, erfolgt aber etwa um den genannten Zeitpunkt ein wenig deutlicher „Sprung“ auf ein tendenziell niedrigeres „Abundanzniveau“ (Abb. 35, rote Kästen). Damit ergibt sich eine statistisch signifikante Abnahme der Abundanzen in jüngerer Vergangenheit. Insgesamt sind die festgestellten Befunde jedoch schwach ausgeprägt.

Werden die Herbstdaten zu Grunde gelegt, ergibt sich ein etwas abweichendes Bild. Ein schwach ausgeprägter Anstieg lässt sich bis etwa 2009/2010 erkennen, der danach in eine waagerechte Gerade übergeht (s. Anhang, Abb. 54).

Auch eine differenzierte Betrachtung auf Wasserkörperebene zeigt (bei eingeschränkter Belastbarkeit der Analyseergebnisse) für die adulten Stinte keine deutlichen Ergebnisse (hier nicht dargestellt).

Insgesamt bleibt die Aussagekraft mit Blick auf die adulten Stinte auch eingeschränkt, da das Monitoring saisonal nicht die Kernzeit der Stintwanderungen abdeckt.

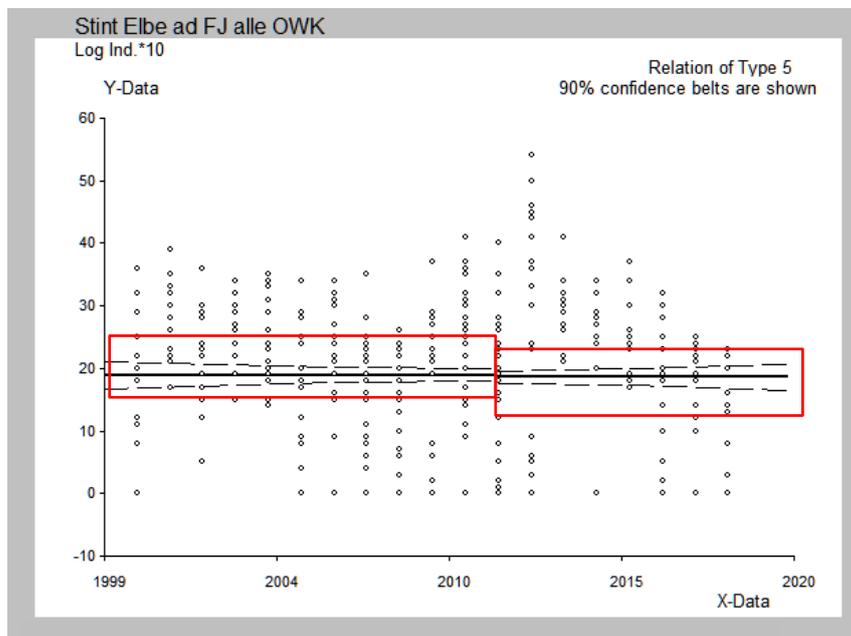


Abb. 35: Entwicklung der Stintzahlen (adult) OWK-übergreifend. Daten: log Ind./1.Mio. m³ je Hol, Frühjahrsdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge). Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung (Rechtecke) signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$.

Das Ergebnis (Abb. 35) ist als Typ 5 klassifiziert (Typ 5 - zwei horizontale Segmente auf unterschiedlichen Ebenen, 90 % confidence, die Regressionskoeffizienten (RC) sind der beiden Teilabschnitte sind jeweils nicht signifikant, das Mittel der Werte rechts und links vom Breakpoint unterscheidet aber signifikant).

Subadulte Stinte

Die Datenanalysen zeigen Brüche in der Zeitreihe der Fangzahlen, die infolge abnehmender Abundanzen ab einem bestimmten Zeitpunkt auftreten. OWK-spezifisch ist die Veränderung zwischen den Jahren 2011 – ca. 2015 zu datieren. Ab dieser Zeitspanne verändert sich die Steigung der Regressionsgraden negativ. Abb. 36 veranschaulicht das Ergebnis am Beispiel der Daten aus den OWK West und Hafen. Für den OWK T1 (hier nicht dargestellt) wurde zwar ebenfalls ein „Bruchpunkt“ festgestellt, der zeitlich aber statistisch nur unzuverlässig einzugrenzen ist. Auf eine Analyse für den OWK Ost ist aufgrund der dort sehr geringen Anzahlen subadulter Stinte verzichtet worden.

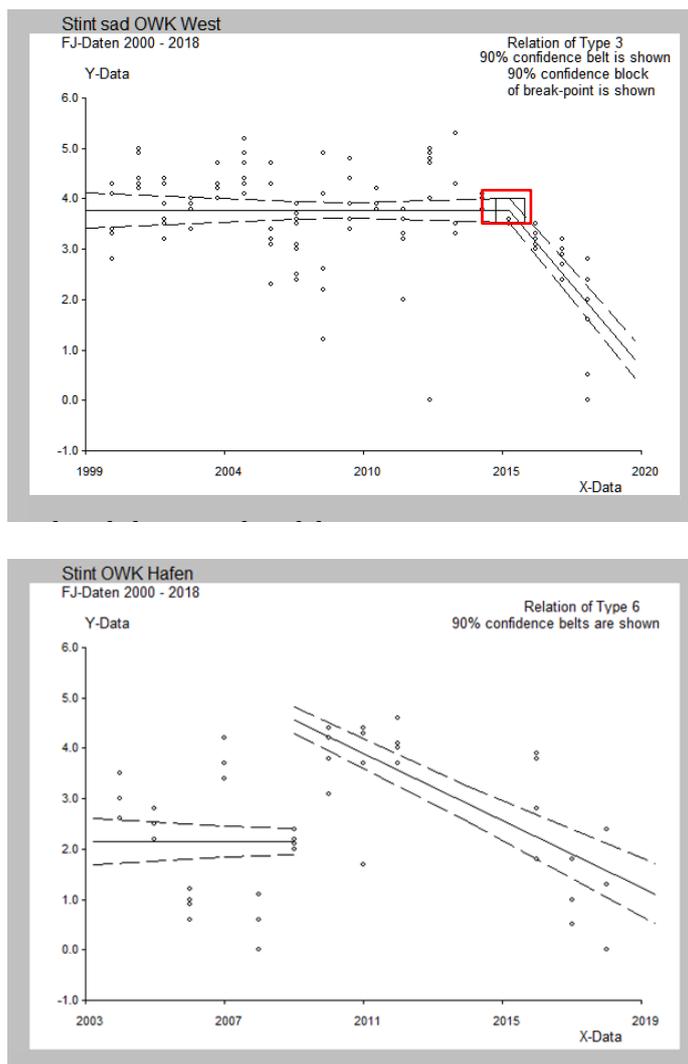


Abb. 36: Entwicklung der Stintzahlen (subadult) OWK West (oben) und OWK Hafen (unten) . Daten: log Ind./1.Mio. m³ je Hol, Frühjahrsdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge). Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung (rot eingerahmt) signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$.

Die Ergebnisse (Abb. 36) der Analysen sind als Typ 3 und Typ 6 klassifiziert (Typ 3 Bild oben – der RC des linken Geradensegmentes vom Breakpoint aus ist nicht signifikant; der RC des Geradensegmentes rechts vom BP ist mit 90% Wahr. signifikant; Typ 6 (Bild unten) – zwei nicht verbundene Geradensegmente, Steigung ab BP signifikant abfallend.

Juvenile Stinte (AG0+)

Analog zu den anderen AG unterliegt die Zeitreihe juveniler Stintfangzahlen ebenfalls einem Bruch, der infolge abnehmender Abundanzen ab einem bestimmten Zeitpunkt auftritt. OWK-spezifisch ist die Veränderung auf den Zeitraum zwischen ca. 2013 – ca. 2015 zu datieren. Ab dieser Zeitspanne verändert sich die Steigung der Regressionsgraden negativ. Abb. 37 zeigt das Ergebnis am Beispiel der Daten aus den OWK West (Bild oben) und T1 (Bild unten). Das Ergebnis auf der Grundlage der OWK-T1 Daten zeigt zudem einen positiven Anstieg der Regressionsgraden bis etwa 2012/13, ab dem zeitlichen Bruchpunkt folgt eine abfallende Gerade. Für den OWK Hafen (hier nicht dargestellt) wurde zwar ebenfalls ein Hinweis auf einen „Bruchpunkt“ festgestellt, der zeitlich aber nur unzuverlässig genau einzugrenzen ist. Auf eine Analyse für den OWK Ost wurde aufgrund der dort sehr geringen Anzahlen juveniler Stinte verzichtet.

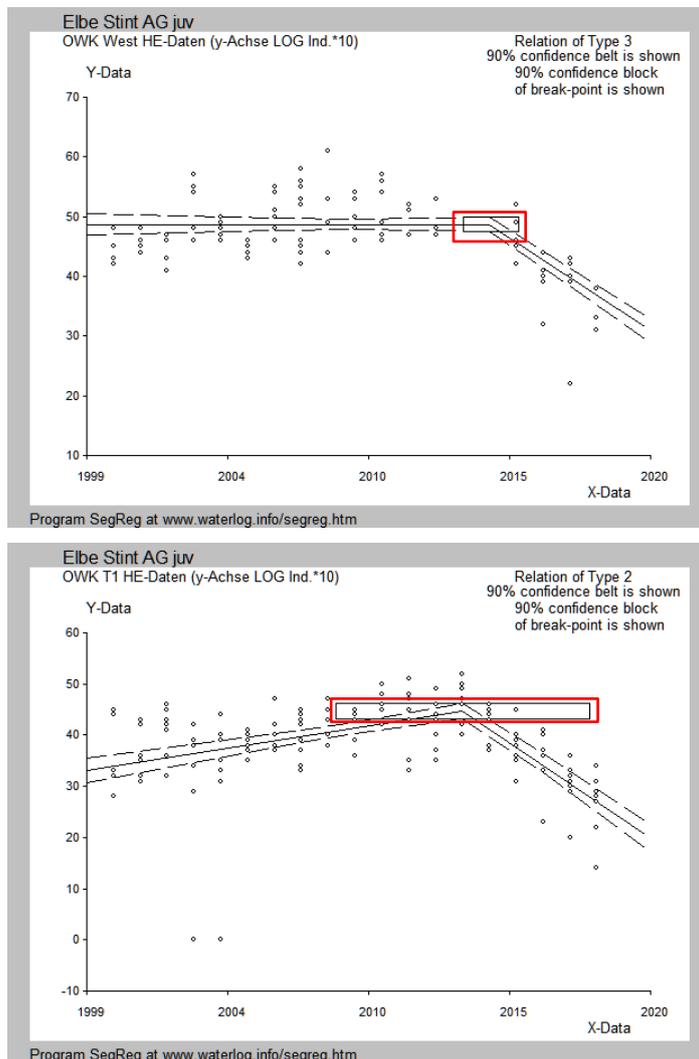


Abb. 37: Entwicklung der Stintzahlen (juvenil) OWK West (oben) und OWK T1 (unten). Daten: log Ind./1.Mio. m³ je Hol, Herbstdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge). Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung (rot eingerahmt) signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$.

Die Ergebnisse (Abb. 37) der Analysen sind als Typ 3 (Bild oben) und Typ 2 (Bild unten) klassifiziert (Typ 3 Erläuterung s.o.; Typ 2 (Bild unten) – zwei Geradensegmente mit signifikant unterschiedlicher Steigung).

7.1.4 Wahrscheinlichkeit

Die Veränderung der Stintfangzahlen über die Zeit soll an einem ausgewählten Beispiel auf der Betrachtungsebene „Wahrscheinlichkeit genereller Nachweis von Stinten“ bzw. „Wahrscheinlichkeit hoher Fangzahlen“ verdeutlicht werden.

Ausgewählt wurden für diese zusätzliche Betrachtung die Frühjahrsdaten der AG subadult aus dem OWK West in dem die subadulten Tiere am individuenreichsten erfasst wurden (s. Kap. 6.2.2). Abb. 38 veranschaulicht die Fangzahlen (Holebene, aufsteigend angeordnet) subadulter Stinte für drei Zeiträume (2000 – 2005; 2006 – 2013, 2014 – 2018). Die Abbildung kann wie folgt interpretiert werden: Je weiter sich eine Linie nach rechts anordnet, je höher waren die Fangzahlen.

Es lässt sich erkennen, dass im Zeitraum 1 (2000 – 2005) die höchsten Fangzahlen verzeichnet wurden, wobei Zeitraum 2 (2006 -2013) z.T. durch geringere Fangzahlen gekennzeichnet ist, sich aber im Bereich hoher Werte nicht von Zeitraum 1 abgrenzt (s. Deckungsgleichheit der grünen und blauen Ganglinie). Dies gilt nicht für Zeitraum 3 (2014 – 2018), die zugehörige Linie (orange) positioniert sich deutlich weiter nach links (es kommt über den gesamten Verlauf nicht zu Überschneidungen mit den anderen Linien), d.h. die aufsteigend angeordneten Fangzahlen waren deutlich geringer als in den anderen Zeiträumen. So lag der Median im Zeitraum 1 bei etwa 14.800 Ind./ 1 Mio. m³, d.h. 50 % der Fänge lagen unterhalb dieses Wertes. Im Vergleich dazu lag der Median bezogen auf Zeitraum 3 bei lediglich etwa 1.400 Ind./ 1 Mio. m³, d.h. 50 % aller Fangzahlen lagen noch unterhalb dieses deutlich geringeren Wertes. Auch die Höchstwerte lagen im Zeitraum 3 deutlich unter denjenigen der Vorjahre.

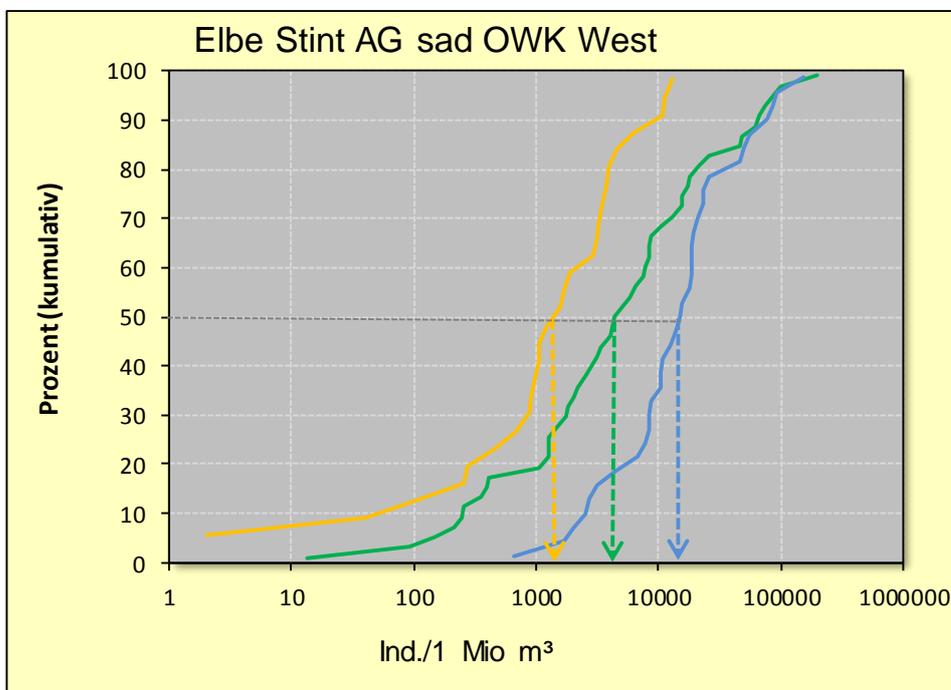


Abb. 38: Fangzahlen (Ind./1 Mio. m³/Hol) Stint (subadult) im OWK West aufsteigend angeordnet, differenziert für unterschiedliche Zeiträume. Zeitraum 1 Blau = Daten 2000 – 2005, Zeitraum 2 grün = Daten 2006 – 2013, Zeitraum 3 orange = Daten 2014 – 2018. Pfeile markieren den Median der jeweiligen Fangdatenreihe, z.B.: 2006- 2013 50 % der Fänge etwa <9.200 Ind./1 Mio. m³, 2014 – 2018: 50% der Fänge <1.400 Ind./1 Mio. m³.

Die o.g. Unterschiede lassen sich auch über die Wahrscheinlichkeit ausdrücken, wie viele Hols für

(1) einen generellen Stint Nachweis (unabhängig von der Abundanz) und

(2) für einen Fang mit höheren Abundanzen

bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von 95 % erforderlich waren. Dies wird wie folgt kalkuliert:

$$N = \ln(0,05) / (\ln(1-Q))$$

wobei 0,05 = 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit, Q = Quotient durchgeführte Fänge und tatsächliche Nachweise in den u.g. Zeiträumen, N = Anzahl Hols, \ln = natürlicher Logarithmus

Für das hier dargestellte Beispiel wird auf den Zeitraum 1 (2000 – 2005, OWK West, subadulte Stinte) sowie zum Vergleich auf den Zeitraum 3 (2014 – 2018, OWK West, subadulte Stinte) Bezug genommen.

Zu (1) – *genereller Nachweis subadulter Stint im OWK West*: Bezogen auf den Zeitraum 2000 – 2005 betrug die Wahrscheinlichkeit im Frühjahr subadulte Stinte zu fangen 100 % (bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %). D.h. in allen in diesem Zeitraum durchgeführten Hols waren subadulte Stinte vorhanden. Auch im Zeitraum 2014 – 2018 änderte sich daran bei der gesetzten Irrtumswahrscheinlichkeit nichts.

Zu (2) – *Fänge mit hohen Stintzahlen (subadult), hier als ≥ 2.000 Ind./1 Mio. m^3 definiert*: Bezogen auf den Zeitraum 2000 – 2005 waren bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % etwa zwei Hols erforderlich, um einen Fang mit ≥ 2.000 Ind./1 Mio. m^3 zu verzeichnen. D.h. durchschnittlich überschritt jeder 2. Hol den genannten Wert. Im Vergleich dazu war der quantitative Fangerfolg im Zeitraum 2014 – 2018 erkennbar geringer. So waren in diesem Zeitraum ca. 5 Hols erforderlich, um in einem davon eine Anzahl von ≥ 2.000 Ind./1 Mio. m^3 zu erreichen. Hols mit höheren Anzahlen wurden zwar verzeichnet, die Wahrscheinlichkeit eine solche Fangzahl zu erreichen, war im Zeitraum von 2014 – 2018 bei gleichem Aufwand jedoch geringer.

7.1.5 Fazit Hamenfänge Elbe

Die Analyse, die auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen durchgeführt wurden, ergeben in der Zusammenschau Hinweise auf eine rückläufige Tendenz der Fangzahlen in der Tideelbe, der v.a. aus Befischungsergebnissen in der jüngeren Vergangenheit resultiert. Die Ausprägung der Befunde ist allerdings unterschiedlich deutlich und dabei auch abhängig von der Altersgruppe der Stinte sowie von räumlichen Aspekten (OWK).

7.2 Ringnetzfänge Stintlarven (2011 – 2018)

Neben den Hamenfangdaten aus der Tideelbe stehen auch langjährige Daten zum Vorkommen von Stintlarven zur Verfügung. Diese stammen aus dem „Beifang“ des seit 2011 bei km 643 im OWK

West (Bereich Hahnöfersand) durchgeführten Fintenmonitoring des WSA Hamburg. Das Monitoring deckt den Frühjahrsaspekt von etwa Mitte/Ende April – Anfang Juni ab. Insgesamt sind im Untersuchungszeitraum von 2011 – 2018 ca. 2.900 Hols (Ringnetze) entnommen und ausgewertet worden (zur Erfassungsmethodik s. Kap. 4.1.2). Die Daten wurden für die Auswertung auf Ind./100 m³ standardisiert. Mit der Betrachtung der Larvenstadien werden die altersgruppenspezifischen Auswertungen der Hamenfänge durch ein frühes Entwicklungsstadium des Stints ergänzt. Die Ergebnisse können auch Hinweise darauf liefern, ob die oben dargestellten Befunde zu den AG „adult“, „subadult“ und „juvenil“ (Abnahme der Stintzahlen im Verlauf des Betrachtungszeitraum) gleichsinnig oder konträr sind.

7.2.1 Allgemeine Informationen

Die Larvenerfassung erfolgte bei km 643 zu verschiedenen Tidephasenzeitpunkten. Bei einem angenommenen Tideweg von etwa 15 km spiegeln die Daten den Stromabschnitt zwischen km 630 – km 650 wider. Die nach Tidephasenzeitpunkt differenzierten Daten zeigen, dass der Häufigkeitspeak (bezogen auf das langjährige Mittel ca. 5.000 Ind./100 m³, Maxima einzelner Hols übersteigen 300.000 Ind./m³) bei einer interannuellen Variabilität überwiegend während der Ebbphase bzw. um Tideniedrigwasser verzeichnet wurde (Abb. 39). D.h. die bei km 643 erfassten Larven stammen zum größten Teil aus dem stromaufliegenden Stromabschnitt (also aus Richtung Mühlenberger Loch) und gelangten mit dem Ebbstrom in Richtung km 643.

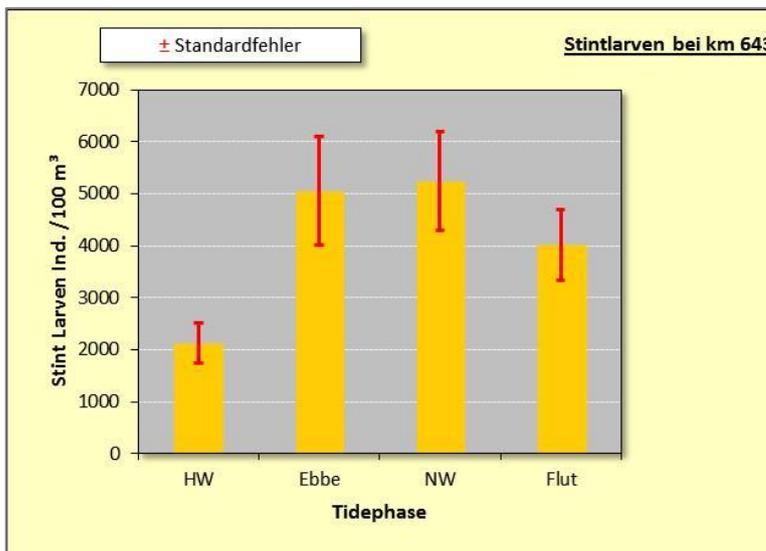


Abb. 39: Stintlarvendichte (langjähriges Mittel, Ind./100 m³) zu verschiedenen Tidephasen an der Fangstation bei km 643 der Tideelbe.. Langjährige Mittelwerte, Datengrundlage 2011- 2018. HW = Fang um Tidehochwasser, Ebbe = Fang während Ebbphase, NW = Fang um Tideniedrigwasser, Flut = Fang während der Flutphase. Quelle WSA Hamburg Fintenmonitoring

Erwartungsgemäß zeigen die Fangergebnisse eine ausgeprägte Saisonalität. Da das Monitoring auf die Finte ausgerichtet ist, deren Eier und Larven zeitlich später als Stintlarven in der Tideelbe auftreten, wurde mit Blick auf den Stint nicht der zeitliche Beginn der Larvenpräsenz erfasst. Dieser ist vermutlich bereits auf Ende März/Anfang April zu datieren. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten entfällt das Abundanzmaximum auf die letzte Aprilwoche (durchschnittlich 12.000 Ind./100

m³). Es zeigt sich auch, dass die Larvendichte ab Ende Mai bereits deutlich rückläufig ist. Ob dies ortswechsel- oder methodisch bedingt (größere Larven werden u.U. mit dem Ichthyoplanktonnetz nicht mehr erfolgreich erfasst) sein könnte, ist hier nicht zu klären.

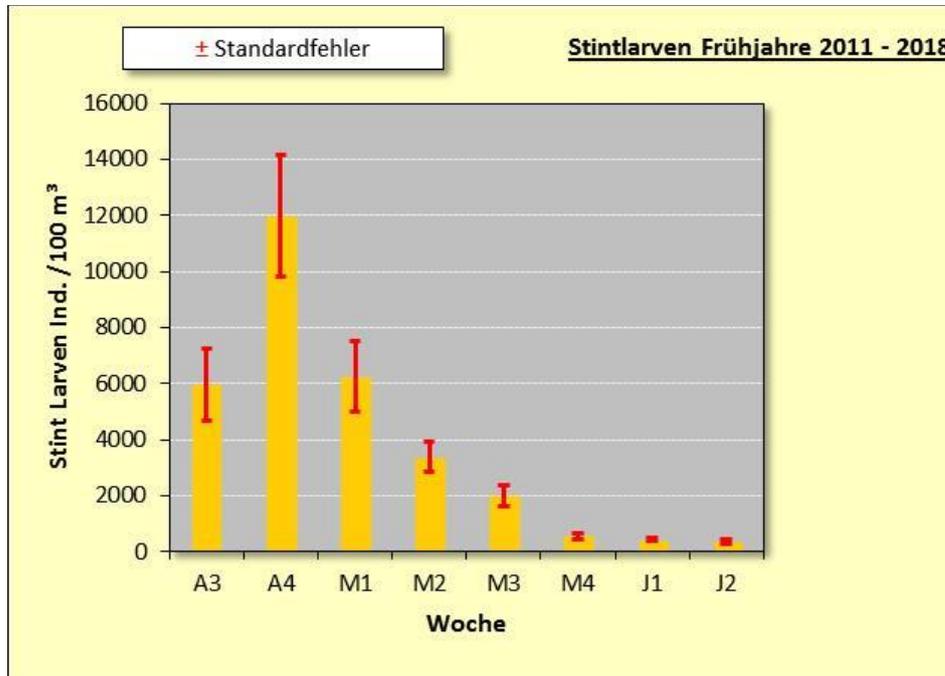


Abb. 40: Saisonales Muster Stintlarvendichte (Ind./100 m³) in der Tidelbe bei km 643 bezogen auf das langjährige Mittel der Frühjahre 2011 – 2018. Der dargestellte Mittelwert integriert über zeitliche (Tidephase) und räumliche (vertikal, Querprofil) Daten. A3 = 3. Aprilwoche, ..., J2 = 2. Juniwoche. Quelle WSA Hamburg Fintenmonitoring.

7.2.2 Interannuelle Betrachtung

Auf der Grundlage der Jahresmittelwerte, die verschiedene räumliche (Stromquerschnitt, vertikal, Tidephasen) und zeitliche (wöchentliche Stichproben) Skalen integrieren, zeigen sich für den Zeitraum 2011 – 2018 rückläufige Abundanzwerte.

Insbesondere die Jahre 2014, 2016 und 2018 sind jeweils durch vergleichsweise deutlich geringere Stintlarvendichten gekennzeichnet. Auffällig ist, dass auf Jahre mit höheren Anzahlen jeweils Jahre mit erkennbar geringeren Anzahlen folgen, wobei die „Abundanztäler“ über die Zeit ausgeprägter werden. So lag der Jahresmittelwert 2014 um ca. 1.000 Ind./100 m³ im Jahr 2018 wurden nur noch 205 Ind./100 m³ erfasst.

Abb. 41 zeigt die Ergebnisse auf der Grundlage aller räumlich und zeitlich aggregierten Abundanzdaten als Jahresmittel.

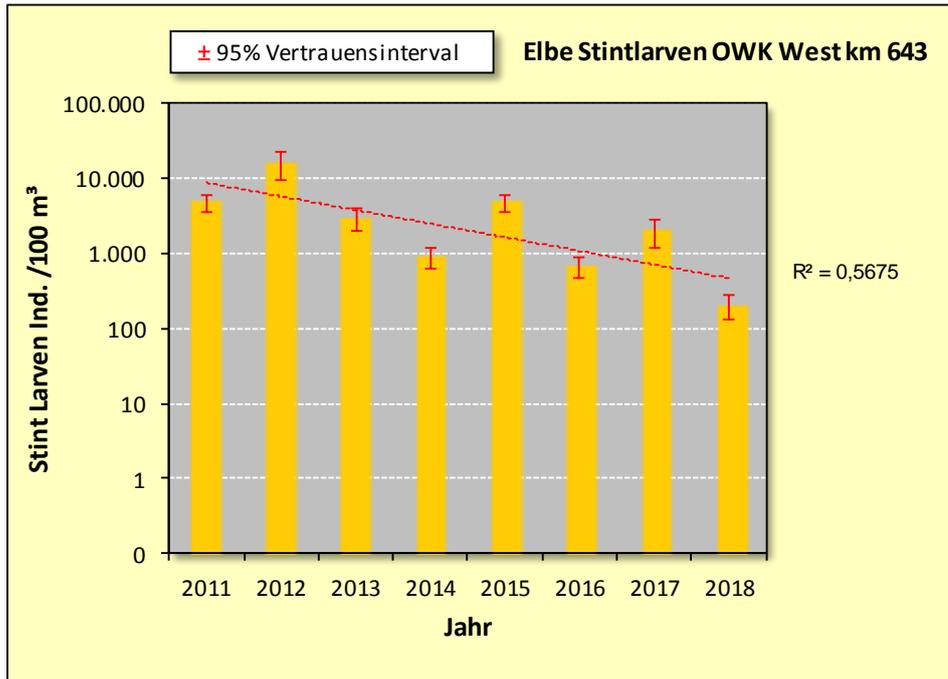


Abb. 41: Stintlarvendichte (Ind./100 m³) im Bereich des OWK West (km 643) differenziert nach Untersuchungsjahr (Frühjahrsdaten). N_{Hols} = 2.830. Beachte logarithmische Darstellung. Rot gestrichelt Trendlinie, R² = Korrelationskoeffizient. Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg.

Mann Kendall

Im Folgenden soll betrachtet werden, ob die o.g. Befunde eine statistisch signifikante Tendenz über die Zeit widerspiegeln oder ob aufgrund der interannuellen Variabilität Trends statistisch nicht erkennbar sind.

Für die Auswertungen wurden folgende Ergebnisse der oben dargestellten Überblicksauswertungen berücksichtigt:

- (erwartete) ausgeprägte Saisonalität, bezogen auf den untersuchten Elbabschnitt Maxima um Ende April, deutlich abnehmend ab etwa Mitte Mai, sporadischer Fangerfolg im Juni.
- Wechselnde Larvendichte im Untersuchungszeitraum, insgesamt aber Abnahme der Stintlarvendichte über die Zeit.

Die Daten integrieren sowohl räumliche als auch zeitliche Aspekte, die die Variabilität der Jahresdaten mitbedingen. Wie oben dargestellt, sind die Abundanzdaten v.a. auch durch eine ausgeprägte zeitliche Periodizität gekennzeichnet in dem sich in jedem Untersuchungsjahr das o.g. saisonale Vorkommensmuster der Larvendichte in weitgehend gleichsinniger Weise wiederholt (s. Abb. 40). Um diese Variabilitätsfaktoren ex ante zu verringern, erfolgte zum einen eine Fokussierung auf ein eingegrenztes Zeitfenster (Ende April – Ende Mai) sowie auf bestimmte Wochen (hier Ende April & 1. Maihälfte), in denen im Zeitraum 2011 – 2018 die Maxima der Stintlarvendichte verzeichnet wurden.

Abb. 42 (Daten Ende April – Ende Mai) und Abb. 43 (Daten 4. Aprilwoche-links, 1. Maihälfte – rechts) veranschaulichen die Ergebnisse des Mann Kendall Tendenz-Tests auf Basis der verschiedenen Datengrundlagen.

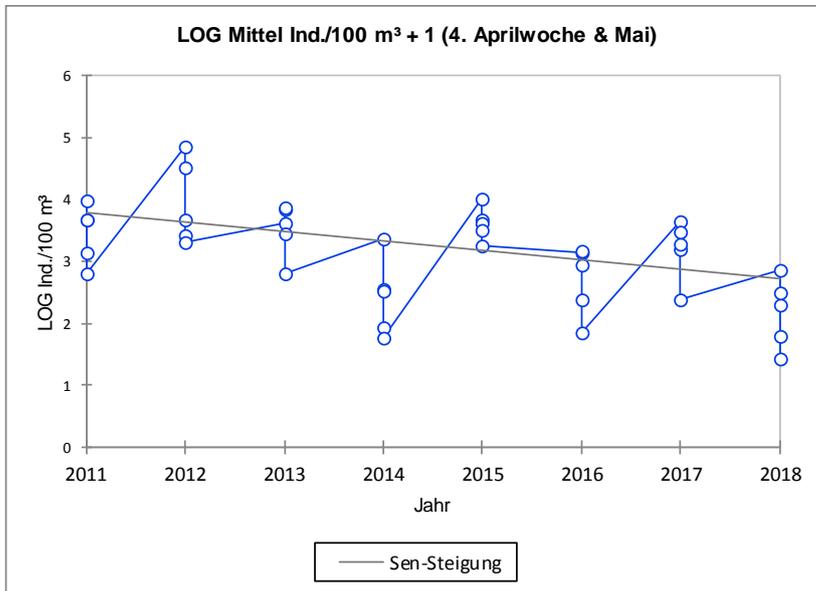


Abb. 42: Entwicklung der Stintlarvendichte im Zeitraum 2011 – 2018 in der Tideelbe bei km 643 (OWK West). Wöchentliche Mittelwerte Ende April und Maidaten. Abundanzdaten log-transformiert. Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg

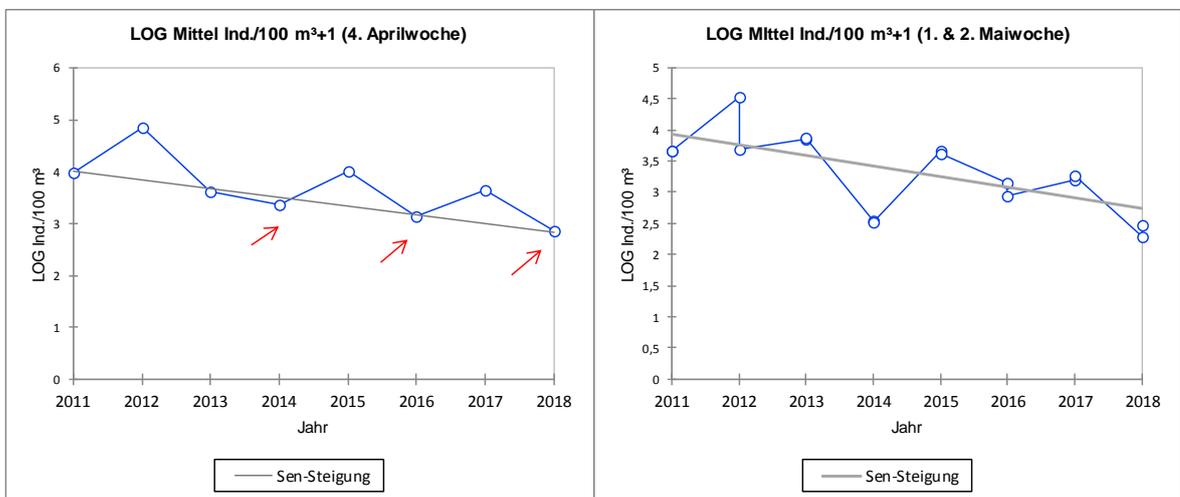


Abb. 43: Entwicklung der Stintlarvendichte im Zeitraum 2011 – 2018 in der Tideelbe bei km 643 (OWK West). Mittelwert 4. Aprilwoche (links) und Mittelwerte 1. & 2. Maiwoche (rechts). Abundanzdaten log-transformiert. Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg

Die Ergebnisse vermitteln für alle Teildatensätze eine signifikant rückläufige Tendenz der Stintlarvendichten im Zeitraum 2011 – 2018. Die grafischen Darstellungen lassen das bereits oben angesprochene „sägezahnartige“ Muster von jährlich abwechselnd höheren und geringeren Larvendichten bei dennoch insgesamt abfallenden Werten anschaulich werden (z.B. Abb. 43; Pfeile).

Tab. 11 liefert eine Übersicht über die Ergebnisse der Mann Kendall Berechnung (Stintlarven). Mit einer Wahrscheinlichkeit von >90% wird für alle betrachteten Teildaten eine signifikante negative Tendenz der Fangzahlen ($p < 0.1$) ausgewiesen.

Tab. 11: Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); Stintlarven, Grundlage Frühjahrsdaten 2011 – 2018, Quelle Fintenmonitoring WSA Hamburg.

Stint Larven 4. Aprilwoche und Mai (wöchentliche Mittel)
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
LOG Ind./100 m ³	-0,438	0,072	-0,152

Stint Larven 4. Aprilwoche
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
LOG Ind./100 m ³	-0,550	0,030	-0,188

Stint Larven 1. & 2. Maiwoche
 H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor
 Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor
 Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
LOG Ind./100 m ³	-0,483	0,005	-0,170

7.2.3 Fazit Stintlarvenanalyse

Es zeigt sich, dass auch auf der Betrachtungsebene (Stintlarven, jährliche Mittel) und einer anderen Erfassungsmethode (Ichthyoplanktonnetz) eine signifikant rückläufige Tendenz im Zeitraum 2011 bis zum Jahr 2018 ermittelt wurde. Dieser Befund (Rückgang der Häufigkeit) ist damit weitgehend gleichsinnig zu Ergebnissen, die sich auf der Grundlage der Hamenbefischungen ergeben haben.

7.3 Hamenfänge Ems, Weser, Eider

Hamenfangdaten stehen auch über das seit dem Jahr 2006 regelmäßig stattfindende WRRL-Fischmonitoring aus den anderen Wattenmeerästuaren zur Verfügung. Diese Ergebnisse werden hier überblickshaft dargestellt, um einen kurzen Ästuar übergreifenden Vergleich zu ermöglichen. Hintergrund dieser Betrachtung ist es Hinweise zu erhalten, ob die interannuelle Entwicklung der Stintfänge in Ems, Weser und Eider mit den Elbeergebnissen vergleichbar ist. Es sei jedoch darauf verwiesen, dass der Umfang der Daten jeweils unterschiedlich ist (vgl. Kap. 4), so dass Vergleiche nur grobe Hinweise liefern können.

7.3.1 Ems

Die vorliegenden Daten der Ems beziehen sich vorwiegend auf das Übergangsgewässer (Gewässertyp T1), wobei die Befischungen mit einer Ausnahme im Zeitraum 2006 – 2018 jährlich durchgeführt wurden. Der Süßwasserabschnitt (Gewässertyp 22.2: Flüsse der Marschen) wird durch eine Fangstation repräsentiert, die in der Vergangenheit allerdings nur sporadisch in das Monitoring einbezogen wurde. Ergänzt wird der WRRL-Datensatz durch zusätzliche methodisch gleichsinnige Befischungen (verschiedene Anlässe) aus dem Frühjahr 2007. Insgesamt sind im gesamten Zeitraum von 2006 – 2018 etwa 150 Hols durchgeführt worden.

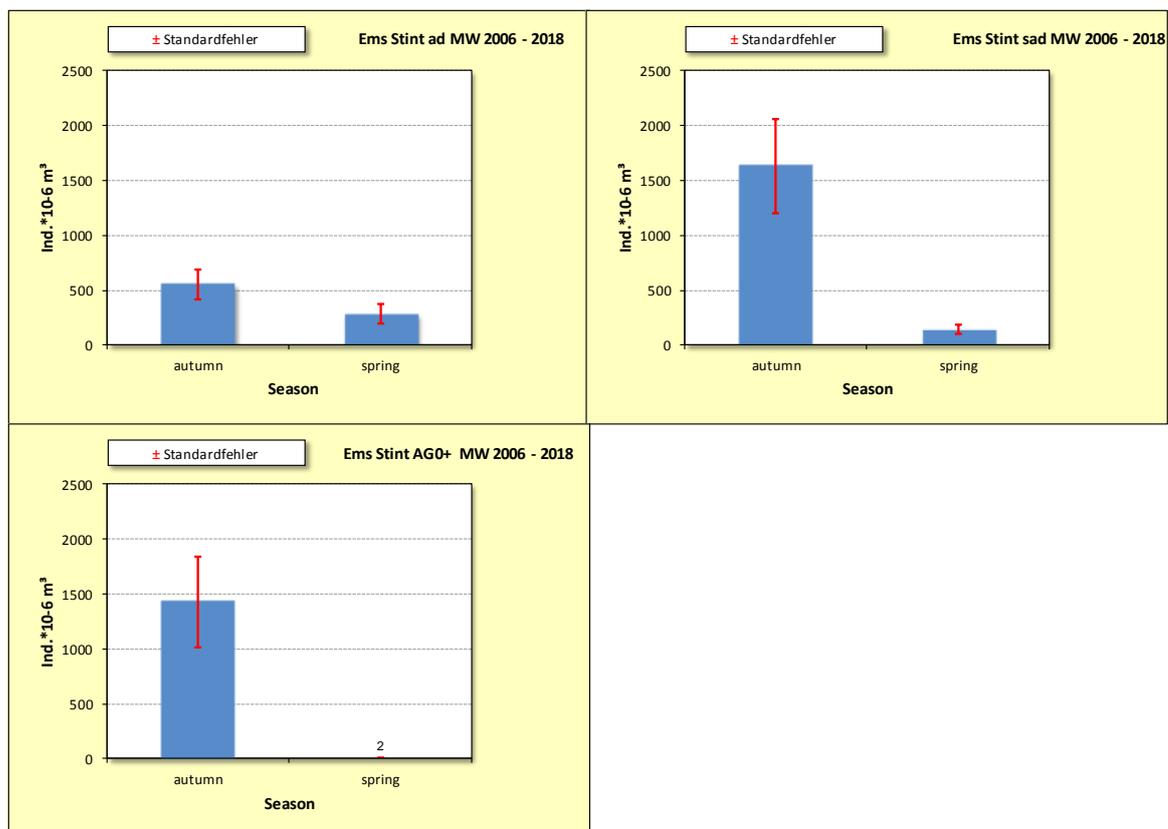


Abb. 44: Langjähriges Mittel der Ems-Stintfänge differenziert nach Altersgruppe und Fangsaison. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LAVES, RIJKS Waterstaat, Institut Wageningen, NL. Hamenfangdaten 2006 – 2018.

Auf der Grundlage des langjährigen Mittels wird eine altersgruppenspezifische saisonale Häufigkeitsverteilung der Stinte in der Ems deutlich. Während adulte Stint sowohl im Frühjahr als auch im Herbst in ähnlicher Größenordnung (Herbst: 500 Ind./1 Mio. m³, Frühjahr: ca. 250 Ind./1 Mio. m³) erfasst wurden, waren sowohl subadulte als auch erwartungsgemäß juvenile Stinte fast ausschließlich im Herbst in den Fängen vertreten (Abb. 44). Mit Blick auf adulte Stinte und juvenile Stinte ist das saisonale Muster weitgehend identisch zur Elbe. Die Altersgruppe „subadult“ weist entgegengesetzt ihr Häufigkeitsmaximum im Herbst auf (Elbe im Frühjahr, s.o.). Gründe für diesen Unterschied sind hier nicht zu klären. Stintlarven wurden im Rahmen der regelmäßigen aber stichprobenhaften Erfassungen in den letzten Jahren nicht oder nur mit wenigen Exemplaren nachgewiesen (Bioconsult 2019a). Vor diesem Hintergrund ist es wahrscheinlich, dass sich die erfassten juvenilen und subadulten Stinte zum größten Anteil nicht aus der Ems rekrutiert haben. Ob hier ein Zusammenhang mit dem saisonalen Häufigkeitsschwerpunkt der subadulten im Herbst besteht bleibt offen.

Abb. 45 zeigt die interannuelle Entwicklung der Stintzahlen in der Ems, differenziert nach den Altersgruppen, adult, subadult und juvenil (AG 0+). Die Ergebnisse verdeutlichen eine ausgeprägte interannuelle Variabilität, insbesondere der juvenilen und subadulten Stinte. Bezogen auf die Jahresmittelwerte (AG 0+, subadult) ist die Amplitude von <10 Ind./1 Mio. m³ bis >1.000 Ind./1 Mio. m³ sehr ausgeprägt. Vermutlich sind die Fänge auch davon abhängig im welchem Umfang die Tiere aus anderen Ästuaren die Ems aufsuchen.

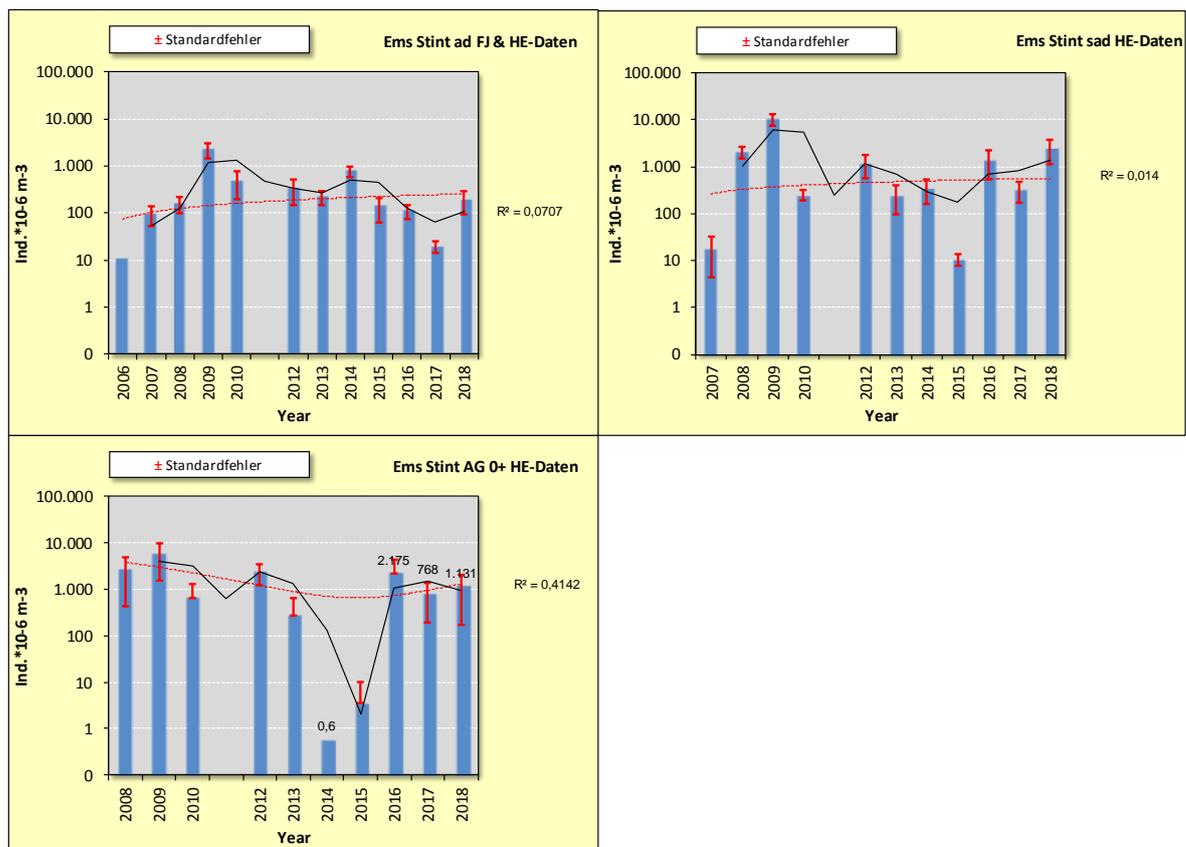


Abb. 45: Jahresmittelwerte der Stintfänge in der Ems, differenziert nach Altersgruppe. Ausgewählte saisonale Zeitpunkte. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LAVES Dez. Binnenfischerei, RIJKS Waterstaat, Institut Wageningen, NL. Hamenfangdaten 2006 – 2018. Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitender Mittelwert (2 jährige Intervalle), rote Linie: Trendlinie, R² = Korrelationskoeffizient. Ohne Jahreszahl: keine Daten.

Es sei darauf verwiesen, dass adulte Stinte im Bereich ihrer potenziellen Laichareale im Süßwasserabschnitt der Tideems im Frühjahr (Mai) kaum gefangen <5 Ind./1 Mio. m^3 wurden. Ähnliches gilt für die subadulten Stinte. Die Daten der AG 0+ zeigen aufgrund der sehr geringen Anzahlen in den Jahren 2014 und 2015 eine gewisse abnehmende Tendenz, wobei aber die Folgejahre Jahre 2016 – 2018 (768 Ind./1 Mio. m^3 - 2173 Ind./1 Mio. m^3) wieder in die Nähe des langjährigen Mittels (ca. 1.560 Ind./1 Mio. m^3 , Herbst) rücken (Abb. 45, unten). Insgesamt veranschaulichen die Zeitreihen indifferente Ergebnisse. Der Mann-Kendall-Test weist keine signifikante Tendenz aus ($p > 0.1$). Eine Ausnahme ist hier für die juvenilen Stinte anzumerken, verantwortlich sind die im Jahr 2014 sehr geringen Fangzahlen juveniler Stinte (<1 Ind./1 Mio. m^3). Gründe für das weitgehende Fehlen der AG0+ im Jahr 2014 sind hier nicht zu benennen. Lässt man die Ergebnisse des Jahres 2014 außer Acht, ergibt sich keine zeitlich gerichtete signifikante Tendenz (Mann-Kendall $p > 0.1$, Tab. 13 im Anhang)

7.3.2 Weser

Die Weser-Daten stammen aus dem WRRL-Fischmonitoring, dies schließt das Übergangsgewässer (Gewässertyp T1) sowie den limnischen Abschnitt (Typ 22.3, Ströme der Marschen) ein, die Befischungen wurden im Zeitraum 2007 – 2017 zweijährlich durchgeführt. Der Süßwasserabschnitt (Gewässertyp 22.2: Flüsse der Marschen) wird durch eine Fangstelle repräsentiert, das Übergangsgewässer durch drei Fangstellen. Im gesamten Zeitraum von 2007 – 2017 sind etwa 100 Hols durchgeführt worden. Die Ergebnisse auf der Grundlage des langjährigen Mittels wird – wie auch in den anderen Ästuaren - eine altersgruppenspezifische saisonale Häufigkeitsverteilung der Stinte deutlich (Abb. 46).

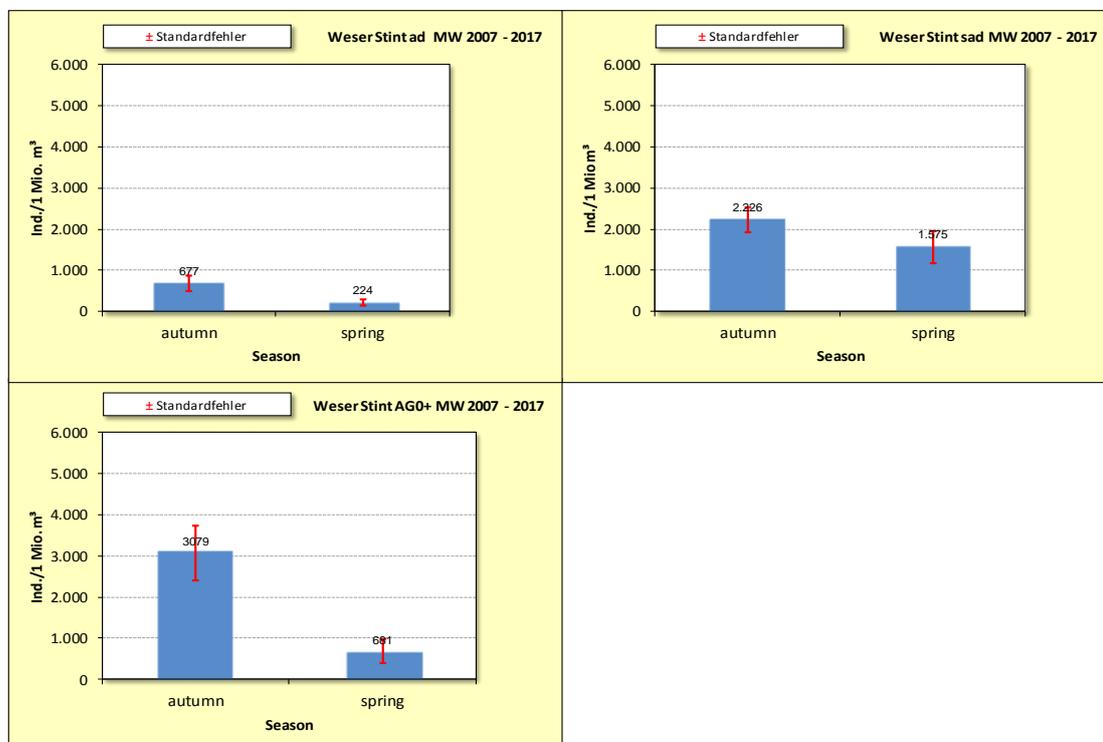


Abb. 46: Langjähriges Mittel der Weser-Stintfänge differenziert nach Altersgruppe und Fangsaison. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LAVES, Dez. Binnenfischerei. Hamenfangdaten 2006 – 2018. $N_{Hols} = 99$ (je AG).

Während adulte und subadulte Stinte sowohl im Frühjahr als auch im Herbst in mehr oder weniger ähnlicher Größenordnung (mit dem Schwerpunkt auf Herbst) erfasst wurden (Abb. 46, oben) waren juvenile Stinte erwartungsgemäß fast ausschließlich im Herbst in den Fängen vertreten (Abb. 46, unten). Das saisonale Muster ist mit Einschränkung identisch zur Elbe. Die Altersgruppe „subadult“ trat zwar auch in der Weser im Frühjahr in nennenswerter Anzahl auf, allerdings wurden anders als in der Elbe höhere Anzahlen subadulter Stinte im Herbst erfasst (Abb. 46, oben rechts).

Abb. 47 zeigt die interannuelle Entwicklung der Stintzahlen in der Weser, differenziert nach den Altersgruppen, adult, subadult und juvenil (AG 0+). Die Ergebnisse verdeutlichen, insbesondere mit Blick auf die Anzahlen juveniler Stinte, eine interannuelle Variabilität. Bezogen auf die Jahresmittelwerte (AG 0+, subadult) ist die Amplitude von etwa 100 Ind./1 Mio. m³ bis 10.000 Ind./1 Mio. m³ sehr hoch. Insbesondere die Jahre 2007 und 2017 waren durch geringe Häufigkeiten (<300 Ind./1 Mio. m³) juveniler Stinte gekennzeichnet. Das langjährige Mittel für diese AG liegt bei ca. 3.100 Ind./1 Mio. m³.

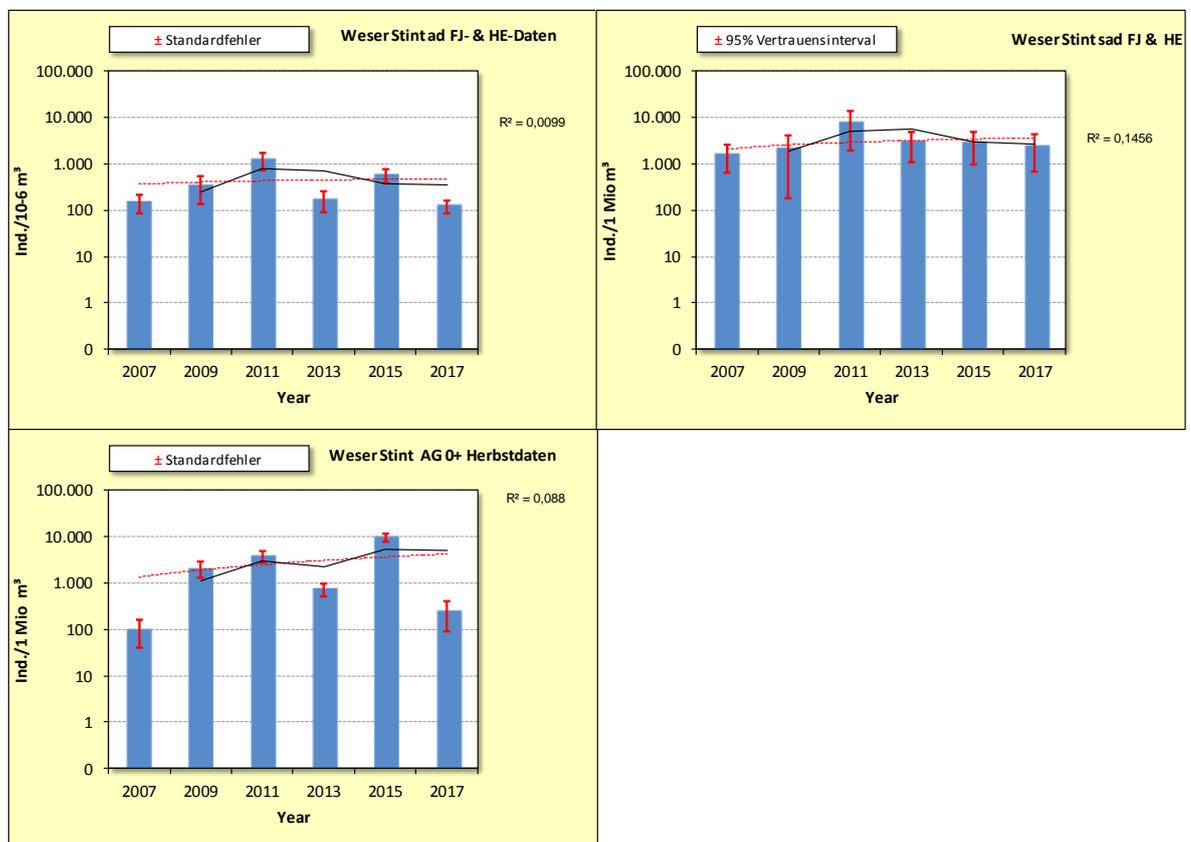


Abb. 47: Jahresmittelwerte der Stintfänge in der Weser, differenziert nach Altersgruppe. Ausgewählte saisonale Zeitpunkte. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LAVES Dez. Binnenfischerei, Hamenfangdaten 2007 – 2017. Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitender Mittelwert (2 jährige Intervalle), rote Linie: Trendlinie, R² = Korrelationskoeffizient. Ohne Jahreszahl: keine Daten.

Insgesamt veranschaulichen die Zeitreihen keine Besonderheiten. Eine gerichtete negative Entwicklung der Fangzahlen liegt nicht vor. Auf eine Berechnung der Mann Kendall Tendenz wurde aus diesem Grund verzichtet.

7.3.3 Eider

Die Ergebnisse zur Eider basieren auf dem WRRL-Fischmonitoring im Übergangsgewässer (Gewässertyp T2). Ein Wasserkörper der den Süßwasserabschnitt umfasst ist in der Eider nicht ausgewiesen. Das Ästuar ist durch einen sehr steilen und räumlich variierenden Salinitätsgradienten gekennzeichnet. Die Befischungen werden seit 2009 in dreijährigen Abstand an zwei Fangstationen durchgeführt. Im gesamten Zeitraum von 2007 – 2017 sind 32 Hols durchgeführt worden.

Die Ergebnisse auf der Grundlage des langjährigen Mittels wird – wie auch in den anderen Ästuaren - eine altersgruppenspezifische saisonale Häufigkeitsverteilung der Stinte deutlich (Abb. 48).

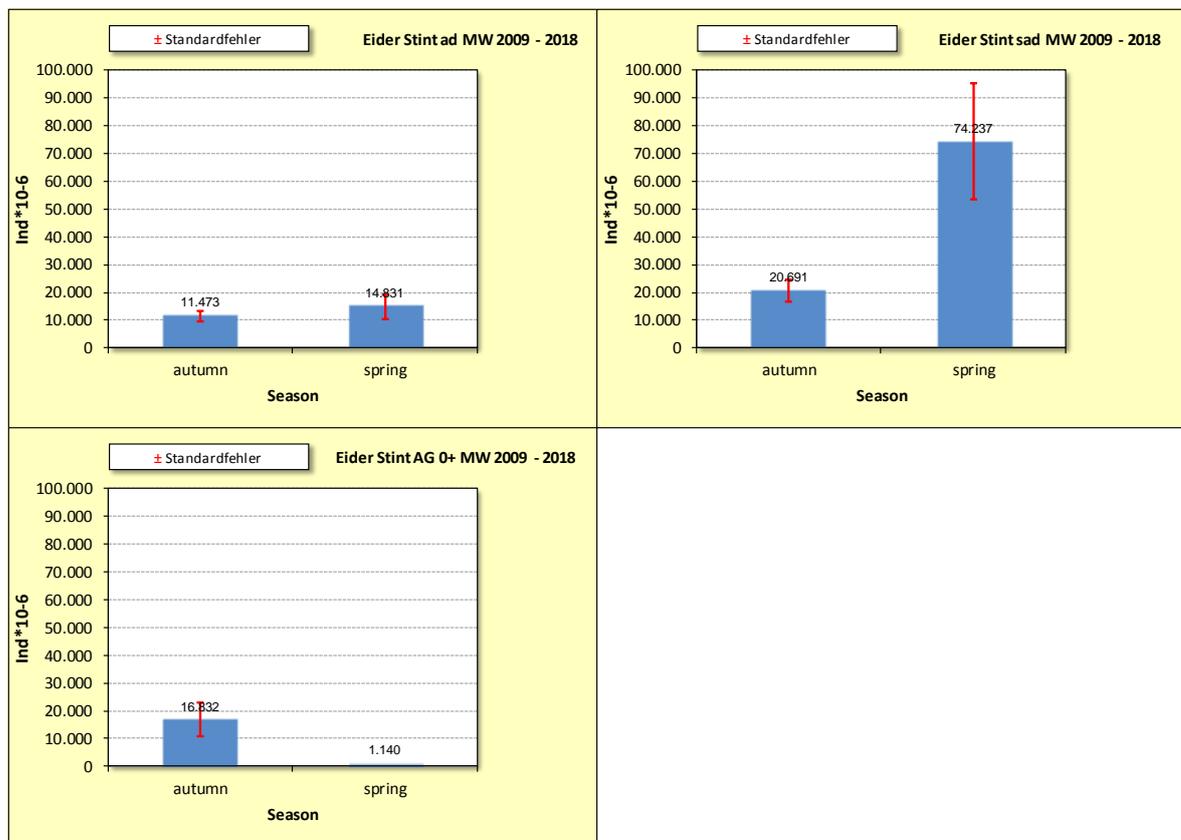


Abb. 48: Langjähriges Mittel der Eider-Stintfänge differenziert nach Altersgruppe und Fangsaison. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LLUR Schleswig-Holstein. Hamenfangdaten 2009 – 2018. $N_{\text{Hols}} = 32$ (je AG).

Während Adulte sowohl im Frühjahr als auch im Herbst in mehr oder weniger ähnlicher Größenordnung erfasst wurden, waren subadulte Stinte v.a. im Frühjahr (Abb. 48, oben) und die AG 0+ erwartungsgemäß fast ausschließlich im Herbst in den Fängen vertreten (Abb. 48, unten). Das saisonale Muster ist nur z.T. deckungsgleich mit demjenigen der anderen Ästuare. So ist die Eider das einzige Ästuar mit höheren Frühjahrs- als Herbstfangzahlen adulter Stinte. Die Altersgruppe „subadult“ ist insgesamt besonders stark vertreten.

Abb. 49 zeigt die interannuelle Entwicklung der Stintzahlen in der Eider, differenziert nach den Altersgruppen, adult, subadult und juvenil (AG 0+).

Insbesondere der Herbst 2009 war durch sehr hohe Abundanzen (durchschnittlich ca. 43.000 Ind./1 Mio. m³) juveniler Tiere gekennzeichnet. Diese hohe Fangzahlen wurden in den folgenden Untersuchungsjahren (<10.000 Ind./1 Mio. m³) nicht wieder erreicht. Das langjährige Mittel für diese AG liegt bei ca. 16.000 Ind./1 Mio. m³.

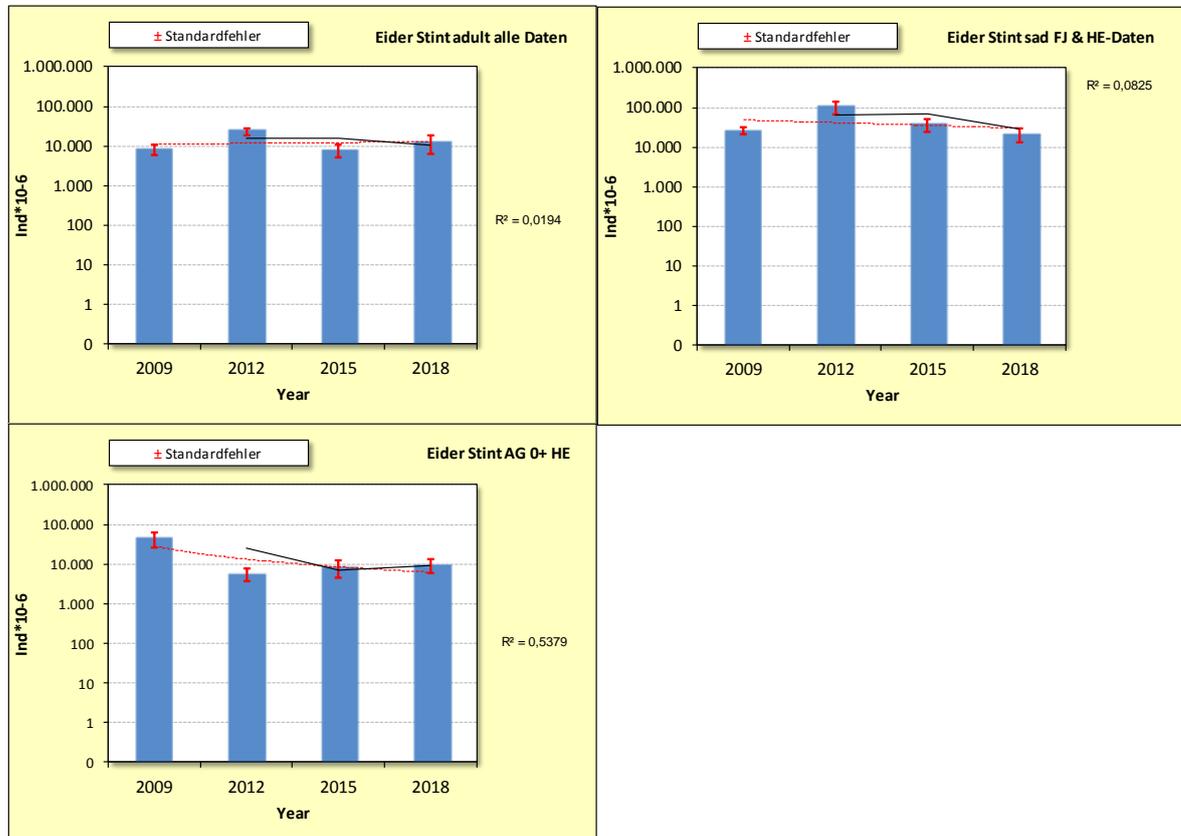


Abb. 49: Jahresmittelwerte der Stintfänge in der Eider, differenziert nach Altersgruppe. Ausgewählte saisonale Zeitpunkte. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring, LLUR Schleswig-Holstein. Hamenfangdaten 2009 – 2018. $N_{Hols} = 32$ (je AG). Beachte logarithmische Skalierung. Schwarze Linie: gleitender Mittelwert (2 jährige Intervalle), rote Line: Trendlinie, $R^2 =$ Korrelationskoeffizient. Ohne Jahreszahl: keine Daten.

Insgesamt veranschaulichen die Zeitreihen keine Besonderheiten. Eine gerichtete negative Entwicklung der Fangzahlen ist nicht deutlich. Eine gewisse Ausnahme zeigt sich allerdings für subadulte Stinte, bleiben die Ergebnisse aus dem Jahr 2009 unbeachtet lässt sich ab 2012 ein Rückgang erkennen. Da Daten für bislang nur vier Untersuchungsjahre vorliegen wurde auf eine Zeitreihenanalyse mittels Mann-Kendall-Test verzichtet.

7.3.4 Fazit Auswertungen andere Ästuare

Während für die Elbe Hinweise auf rückläufige Zahlen v.a. in jüngerer Vergangenheit vorliegen, konnte dies in den anderen Ästuaren (mit der Ausnahme der AG subadult in der Eider) nicht gleichsinnig festgestellt werden.

Die überblickshaften Auswertungen der Hamenfänge aus den Ästuaren Ems, Weser und Eider zeigen nur eingeschränkt bzw. kaum gerichtete Entwicklungsmuster der Stintzahlen (alle AG) über die Zeit.

Im Lichte aller Ergebnisse sind daher keine klaren Hinweise auf einen Ästuar übergreifenden Trend abzuleiten.

8. Kurzvergleich Ästuare (Ems, Weser, Elbe, Eider)

Der folgende quantitative Kurzvergleich soll dazu dienen, die Ästuare mit Blick auf die Häufigkeit der Stinte überblickshaft einzuordnen.

Die Auswertungen basieren auf den aggregierten Fangdaten (Hamen) der Ästuare:

- Langjähriges Mittel (Ind./ 1 Mio. m³) aller Stinte differenziert für die Ästuare, keine Unterscheidung nach Altersgruppe, keine ästuarinterne räumliche und zeitliche Differenzierung.
- Langjähriges Mittel (Ind./1 Mio. m³) der Stinte differenziert nach Altersgruppen, keine ästuarinterne räumliche und zeitliche Differenzierung der Daten.

Gesamtmittel undifferenziert

Abb. 50 veranschaulicht auf der Ebene des langjährigen Mittels der Stintfangzahlen (alle Daten nicht differenziert) die Häufigkeit der Art in den Wattenmeerästuaren.

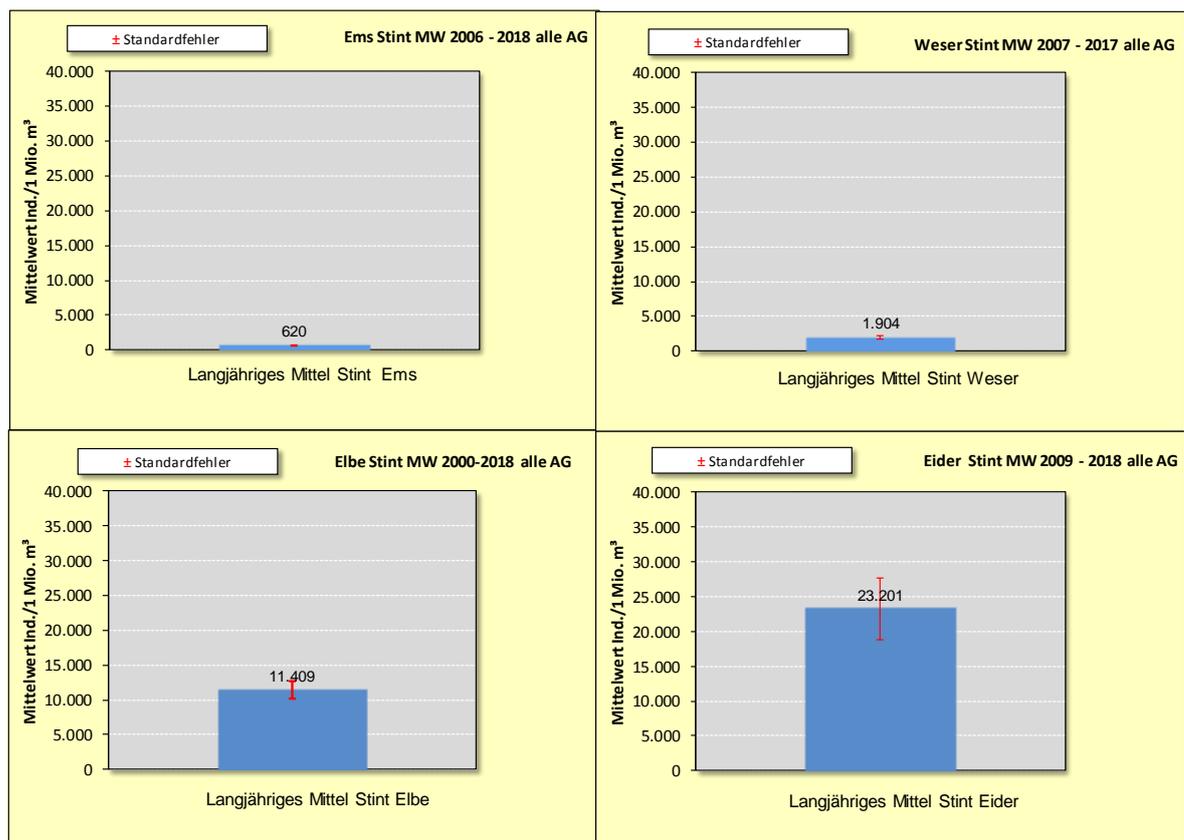


Abb. 50: Langjähriges Gesamtmittel der Stintfänge (alle Altersgruppen zusammengefasst) in den Ästuaren der Ems, Weser, Elbe und Eider. Keine saisonale und räumliche Differenzierung. Datengrundlage: ästuarines Fischmonitoring Ems, Weser, Elbe, Eider, Hamenbefischungen (s. Kap. 4).

Trotz der in Kap. 7 deutlich gewordenen ausgeprägten Variabilität der Stintabundanzen über die Zeit, sind mit Blick auf die Gesamtfangzahlen im Vergleich der Ästuar sehr starke quantitative Unterschiede zu konstatieren. Insbesondere die Ems weist bezogen auf den Monitoringzeitraum (Frühjahr & Herbst 2006 – 2018) mit lediglich durchschnittlich 620 Ind./1 Mio. m³ die bei weitem geringsten Anzahlen auf. Mit einigem Abstand folgt die Weser (1.900 Ind./1 Mio. m³; 2007 - 2017). Ein deutlicher Sprung ist dann für die Ästuar der Elbe (>10.000 Ind./1 Mio. m³, 2000 – 2018) und Eider zu verzeichnen. Hier liegen die Fangzahlen um ein mehrfaches höher, wobei auf die Eider das Maximum (>20.000 Ind./1 Mio. m³, 2009 - 2018) entfällt.

Gesamtmittel nach Altersgruppe

Wie bereits oben ersichtlich geworden ist unterscheiden sich die Ästuar hinsichtlich der Gesamtfangzahlen der Stinte sehr deutlich. Abb. 51 zeigt ergänzend die mittleren Stintzahlen differenziert nach AG.

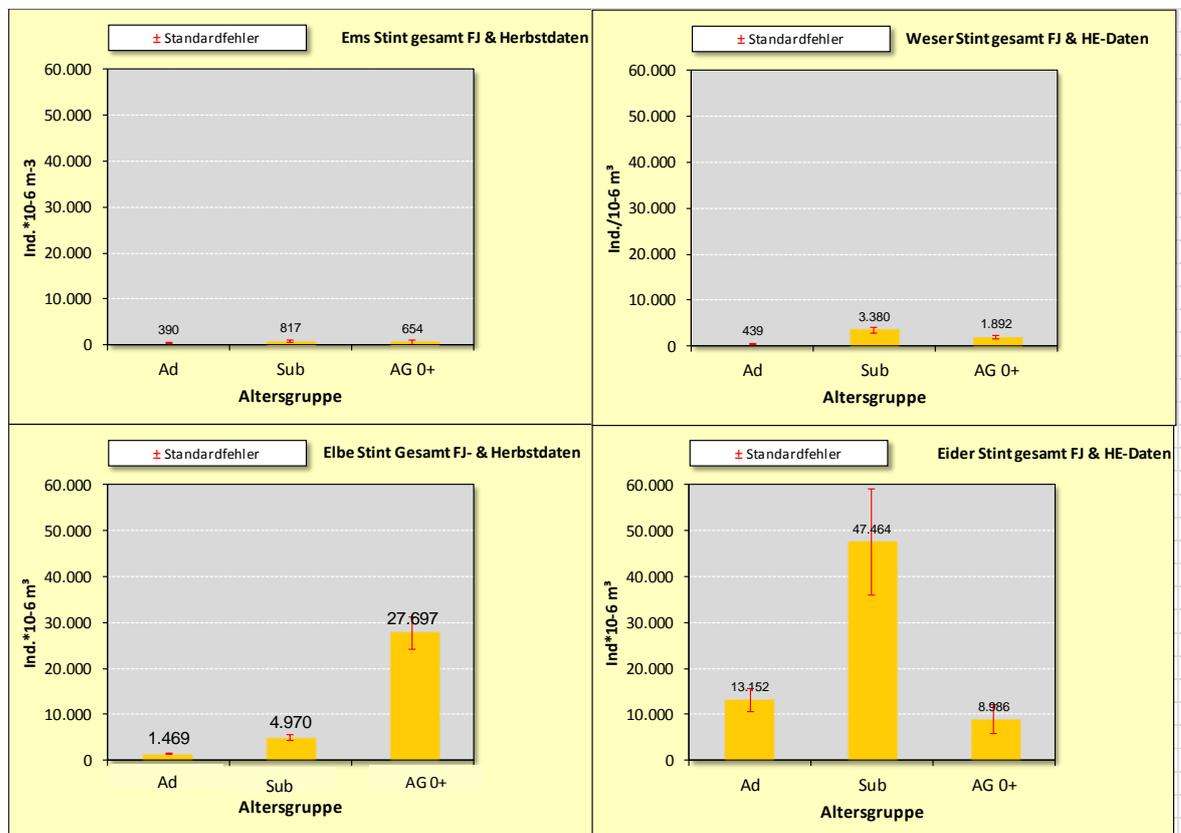


Abb. 51: Langjähriges Gesamtmittel der Stintfänge (Altersgruppen differenziert) in den Ästuar der Ems, Weser, Elbe und Eider. Keine saisonale Differenzierung.

In der Ems sind erwartungsgemäß alle Altersgruppen durch geringe Anzahlen gekennzeichnet. Es ist jedoch auffällig, dass das Abundanzverhältnis zwischen adulten Stinten und den anderen AG (subadult, AG 0+) mit 1: 2: 1,7 eher ungewöhnlich ausgeglichen ist. Zu erwarten wäre ein höheres Gefälle (von juvenil – adult). Möglicherweise ist dies auf den geringen Reproduktionserfolg der Art in der Tideems zurückzuführen (Bioconsult 2019a).

In der Weser liegt das Verhältnis (ad: sad: AG 0+) bei 1: 7: 3; in der Elbe bei 1: 3,4: 19 und in der Eider 1: 3,5: 0,7. Ebenfalls auffällig und abweichend von den Elbeergebnissen ist, dass in Weser und Eider die AG subadult in höheren Anzahlen registriert wurde als die AG 0+; in der Eider waren sogar im langjährigen Mittel die adulten Stinte häufiger vertreten als die AG 0+. Ob dies mit Blick auf die Eider ein Hinweis darauf sein könnte, dass die Reproduktion trotz der vergleichsweise hohen Anzahlen adulter Stinte nur sehr eingeschränkt stattfindet ist unklar. Stichprobenhaft entnommene Ichthyoplanktonproben ergaben eine nur sehr geringe Stintlarvendichte in der Eider (Bioconsult 2019b). Unter der Annahme einer geringen Bedeutung als Laichareal würde die Eider einen eher indirekten Beitrag zur Stützung des Stintbestandes liefern, da sie v.a. als wichtiges Rückzugs- und Nahrungsareal fungieren könnte. Die jüngeren AG wären dann keine „Eider eigenen“, sondern möglicherweise Tiere die aus der Elbe stammen. Insofern könnte die weiter oben festgestellte Abnahme der Subadulten in der Elbe auch „Fernwirkungen“ in der Eider haben. Diese Hypothesen können hier allerdings nicht belegt werden.

Abschließend werden die dokumentierten Fangzahlen (nach AG differenziert) in Verhältnis gesetzt um auch auf dieser Ebene die in den Ästuaren sehr unterschiedlichen Stintfänge zu veranschaulichen. Bezogen wurden die Daten auf die Eiderwerte, da hier die höchste Gesamtstintzahl erfasst wurde (s.o.). Auch auf dieser Ebene lässt sich das Gefälle zwischen Eider und Ems (Gesamtmittel Stint 1: 0,026) gut erkennen. Mit Ausnahme der AG 0+, deren Gesamtmittel in der Elbe am höchsten war (Abb. 52, unten rechts) wurden auch auf der Ebene der anderen AG die höchsten Fangzahlen in der Eider ermittelt, die die Fangzahlen in den anderen Ästuaren z.T. um ein Vielfaches überschreiten.

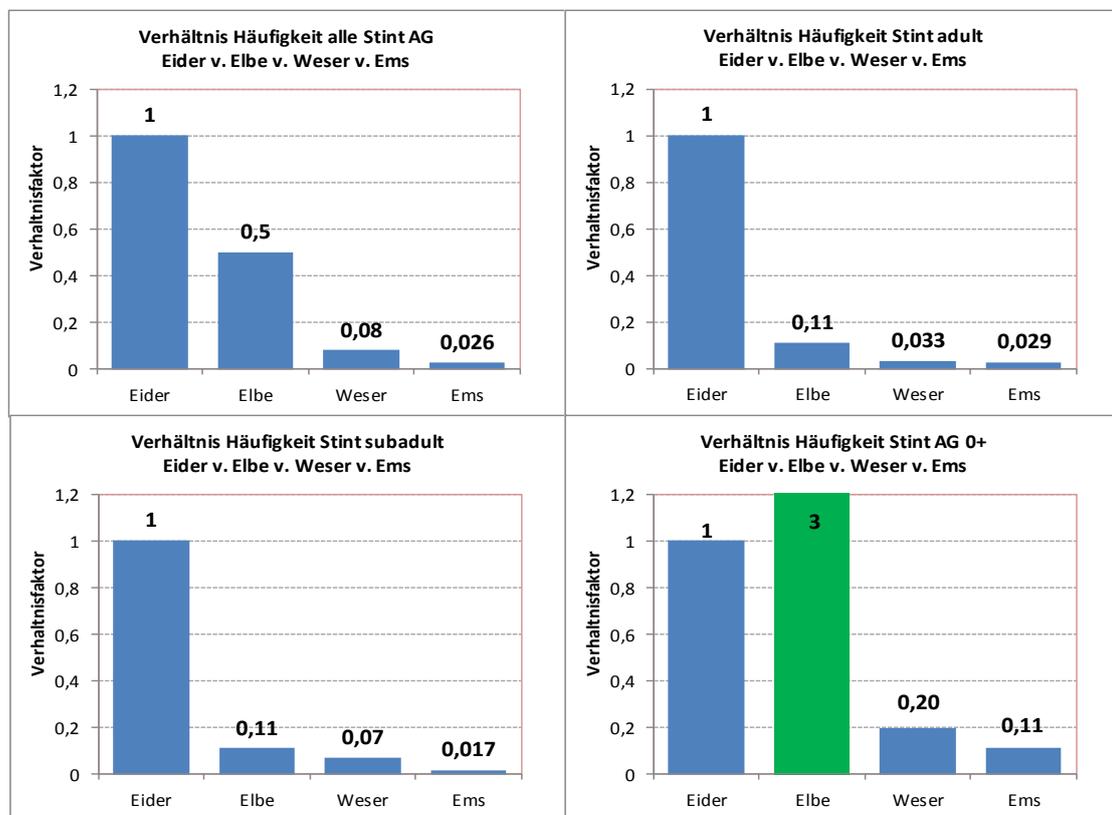


Abb. 52: Darstellung des Häufigkeitsverhältnisses (1:n) der Stintzahlen (differenziert nach AG) bezogen auf die Eider. Grundlage: langjähriges Mittel der jeweiligen Monitordaten (keine saisonale Differenzierung).

Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass sich aus den Fangzahlen nicht auf die tatsächliche Bestandsgröße schließen lässt, da in diesem Zusammenhang auch die Größe des Ästuars zu berücksichtigen ist. Für die besondere Bedeutung der Elbe für den Stintbestand im Bereich der Wattenmeerästuarie ergeben sich jedoch einige Hinweise (hohe Anzahlen juveniler Stinte, deren Abundanz die der übrigen Ästuarie übersteigt).

9. Zusammenfassendes Fazit

Die Auswertungen basieren auf umfangreichen Datensätzen, die einen langen Zeitraum (2000 – 2018) umfassen. U.a. aus diesem Grund ist der Tideelbe Datensatz (Hamen) in gewissen Grenzen (methodisch) heterogen. Ob diese Heterogenität (z.B. tageszeitliche, saisonale Fangaspekte) die Aussagekraft der Auswertungen relevant beeinflussen und damit zu Fehlinterpretationen führen könnten, wurde daher in einer „Vorprüfung“ soweit möglich abgeschätzt. Für Teilergebnisse ergaben sich Hinweise auf einen nicht ganz auszuschließenden Einfluss. Im Lichte aller Ergebnisse erschien insgesamt aber die Beibehaltung und nicht eine Modifizierung des Datensatzes zur Reduzierung der Heterogenität geboten. Zum einen ist unter Berücksichtigung der „Vorprüfung“ der Einfluss der partiell methodischen Unterschiedlichkeit auf zeitliche Entwicklungsmuster der Stintfänge nicht offensichtlich und zum anderen macht gerade die Langzeitdatenreihe für die hier zugrundeliegende Fragestellung eine besondere Qualität aus. Neben den genannten Hamendaten aus der Elbe sind in der vorliegenden Studie weitere Daten berücksichtigt worden. Hierzu zählen Untersuchungsergebnisse zu Stintlarven in der Elbe (Ringnetzfänge, WSA Hamburg) sowie Daten aus den Ästuaren der Ems, Weser und Eider (WRRL-Monitoring von LAVES und LLUR).

Folgende Befunde können zusammengefasst werden:

- Die interannuelle Variabilität der Stintfangzahlen mit Hamen und Ringnetz ist hoch.
- Der WRRL-Datensatz 2000 bis 2018 (Hamen) zeigt, unterschiedlich für die verschiedenen Wasserkörper, schwach bis deutlich abnehmende Fangzahlen des Stints.
- Die Fangzahlen Adulter (Frühjahr & Herbst aggregiert), Subadulter (Frühjahr) und Juveniler (AG 0+, Herbst) sind insbesondere in jüngerer Vergangenheit (etwa in den letzten 3 Jahren) überwiegend niedriger als in den Vorjahren.
- Der Mann-Kendall Test ergab für den Zeitraum 2000 - 2018 für die OWK West & Ost eine signifikant rückläufige Tendenz der Fangzahlen adulter Stinte; für die OWK T1 und Hafen war dies nicht der Fall.
- Der Mann-Kendall Test ergab für den Zeitraum 2000 - 2018 für die OWK T1 & West eine signifikant rückläufige Tendenz der Fangzahlen subadulter Stinte; für die OWK Hafen und Ost war dies nicht der Fall.
- Der Mann-Kendall Test ergab für den Zeitraum 2000 - 2018 für die OWK West, Hafen & Ost eine signifikant rückläufige Tendenz der Fangzahlen juveniler Stinte; für den OWK T1 war dies nicht der Fall.
- Segmentierte Regressionsanalysen (ausgewählte Beispiele) deuten einen negativen „Sprung“ der Fangzahlen, je nach Altersklasse, zwischen 2010 und 2015 an. Dies ist für die adulten Stinte weniger deutlich, für die AG subadult und juvenil deutlicher.

- Die Wahrscheinlichkeit eines Fanges mit höheren Stintzahlen war in den letzten Jahren geringer. So waren für Fänge mit ≥ 2.000 Ind./1 Mio. m^3 subadulter Stinte (OWK West) im Zeitraum 2000 – 2005 etwa zwei Hols erforderlich. Im Vergleich dazu war der quantitative Fangerfolg im Zeitraum 2014 – 2018 erkennbar geringer. So waren in diesem Zeitraum 5 Hols erforderlich, um in einem davon eine Anzahl von ≥ 2.000 Ind./1 Mio. m^3 zu erreichen
- Der WSA-Datensatz 2011 bis 2018 (Ichthyoplankton Ringnetz) zeigt weitgehend gleichsinnig zu den Hamendaten auch abnehmende Larvenzahlen.
- Die überblickshaften Auswertungen der Hamenfänge aus den Ästuaren Ems, Weser und Eider zeigen abweichend von den Elbeergebnissen nur eingeschränkt bzw. kaum gerichtete Entwicklungsmuster der Stintzahlen (alle AG, Ausnahme Eider, subadult) über die Zeit. Daher sind deutliche Hinweise auf einen ggf. großräumigen ästuarübergreifend rückläufigen Trend der Stintzahlen nicht klar abzuleiten.
- Die Befunde der ästuarinen Vergleiche lassen vermuten, dass insbesondere der Tideelbe besondere Bedeutung für den Stintbestand zukommt. Die sehr hohen Fangzahlen in der Eider könnten durch Elbstinte „subventioniert“ sein, da der „eigene“ Reproduktionsumfang in der Eider gering scheint. Eine solche Annahme ist hier jedoch nicht belastbar zu belegen.

Die auf verschiedenen Betrachtungsebenen festgestellten Hinweise auf einen Rückgang der Abundanzen des Stints in der Tideelbe sind allerdings noch nicht gleichbedeutend mit einer daraus abzuleitenden generellen Bestandsgefährdung. Ob und ab wann ein fortschreitender Abundanzrückgang die Stabilität des Stintbestandes gefährdet, kann im Rahmen der vorliegenden Studie nicht beurteilt werden und war auch nicht deren Aufgabe. Sollte sich die in den letzten Jahren verzeichnete Tendenz fortsetzen oder weiter verstärken, ist aber eine Gefährdung nicht auszuschließen.

Zukünftige Daten werden zeigen, ob sich der in den letzten Jahren für die Tideelbe andeutende rückläufige Trend fortsetzt oder ob es sich um ein vorübergehendes „normales interannuelles Phänomen“ bzw. eine normale Variabilität handelt. Dazu sollen auch – soweit möglich - in einem nächsten Schritt mögliche Faktoren (anthropogen, natürlich) identifiziert werden, die zu den aktuellen Veränderungen der Abundanzen des Stints beitragen bzw. beigetragen haben könnten (s. Kap. Ausblick).

10. Ausblick

In einer 2. Projektphase sollen die Ursachen für die Veränderungen der Stintabundanzen mit folgenden Arbeitsschritten eingegrenzt werden:

- (1) Beschaffung und Plausibilisierung der verfügbaren Datensätze zu v.a. Sauerstoff, Temperatur, Salinität, Trübung, Chlorophyll, Zooplankton, Umlagerungsmengen (Wasserinjektion, Hopper, Verklappung) und Kühlwasserentnahmen im inneren Abschnitt der Unterelbe.
- (2) Aufbereitung der Datensätze für die statistischen Analysen.
- (3) Analyse der Datensätze hinsichtlich möglicher Zusammenhänge mit den Daten zum Stint mittels geeigneter statistischen Verfahren und, soweit möglich, getrennt für verschiedene Altersklassen des Stints.
- (4) Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich der Frage nach möglichen Ursachen für Veränderungen im Bestand des Stints.

Literatur

- BFN, 1998: Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der FFH-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 53., Bonn-Bad Godesberg.
- BIOCONSULT, 2007: Situation of the smelt (*Osmerus eperlanus*) in the Ems estuary with regard to the aspects of spawning grounds and recruitment. RWS – Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS – RIKZ), Netherlands; Interreg-Project HARBASINS
- BIOCONSULT, 2019a: Fischmonitoring im Emsästuar. AG: Inst. Wageningen, NL. (in Bearbeitung)
- BIOCONSULT, 2019b: Fischbiologische Untersuchungen in der Tideeider in 2018 – Bewertung der Vorkommen FFH-relevanter Fische und Rundmäuler und Bewertung des Wasserkörpers nach WRRL. AG: LLUR, Schlesig-Holstein
- BIOCONSULT 2019c: Definition der fischfaunistischen Referenzgemeinschaft (ökologischer Zustand) für die Gewässertypen 22.3 und 20 der Tideelbe. Erweiterung des FAT-FW Index zur Bewertung des ökologischen Zustands nach WRRL. AG: NLWKN Stade.
- COSTELLO, M., ELLIOT, M. & R. THIEL, 2002: Endangered and Rare Species. In: ELLIOT, M. & K.L. HEMINGWAY: Fishes in Estuaries, 217-262. Blackwell Science.
- DUNCKER, G. & W. LADIGES, 1960: Die Fische der Nordmark. Hamburg. Komm.-Verlag Cram, pp 432.
- MÖLLER, H., 1984: Daten zur Biologie der Elbfische. Kiel, Möller, pp 217.
- MÖLLER, H., 1991: Der Zustand der Fischfauna der Elbe. - Fischökologie 4: 23-44.
- SCHOLLE, J. & B. SCHUCHARDT (2012): A fish-based index of biotic integrity – FAT-TW an assessment tool for transitional waters of the northern German tidal estuaries. Coastline Reports 18 (2012), ISSN 0928-2734, p. 1–73.
- SCHUCHARDT, B., D. BUSCH, M. SCHIRMER & K. SCHRÖDER, 1985: Die aus Fangstatistiken rekonstruierbare Bestandsentwicklung der Fischfauna der Unterweser seit 1891; ein Indikator für Störungen des Ökosystems. - Natur u. Landsch. 60 (11): 441-444.
- STERNER, E., 1916: Die niederelbische Küstenfischerei II. Die Fischereiarten. 3. Die Stintfischerei Fischerbote 8: 240-244.
- THIEL, R., 1995: Die Fischfauna der Tideelbe – historische Entwicklung, gegenwärtiger Zustand, fischereiliche Perspektive. In: GERKSEN, D. & M. WERNER (HRSG.): Ökologie Forum 11. Mai 1995: Situation der Elbe 5 Jahre nach der Wende, 31:64-71. Umweltbehörde Hamburg.
- THIEL, R., 2001: Spatial gradients of food consumption and production of juvenile fish in the lower river Elbe. Archiv für Hydrobiologie, 135 (2-4 Suppl. 1): 441-462.
- THIEL, R. 2011: Die Fischfauna europäischer Ästuare. Eine Strukturanalyse mit Schwerpunkt Tideelbe. Abh. Naturwiss. Verein in Hamburg, 43.

THIEL, R. & R. THIEL, 2015: Atlas der Fische und Neunaugen Hamburgs. Hrsg. Freie und Hansestadt Hamburg.

WGE - Wassergütestelle Elbe –, 2007: Referenzerstellung Fischfauna für die Gewässertypen 20 und 22.3. WGE, Hamburg.

Anhang

ANOVA

Nachrichtlich ist hier das Ergebnis einer ANOVA (Varianzanalyse) inkl. multipler Vergleich (also der OWK-Daten) nach B-Tukey dargestellt. Die Analyse sollte Hinweise darauf liefern, welche OWK sich mit Blick auf die mittleren Stintfangzahlen/Hol voneinander unterscheiden (Tab. 12). Es sei jedoch darauf verwiesen, dass keine Varianzgleichheit (s. Ergebnis Bartlett Test, Tab. 12) vorliegt, so dass das Ergebnis der ANOVA nicht als zuverlässig angesehen werden kann (s. Kap. 5.4).

Vor diesem Hintergrund unterscheiden sich die OWK Hafen und West vom OWK Ost und eingeschränkt auch von OWL T1.

Tab. 12: Ergebnisse der Varianzanalyse (ANOVA) räumliche Vergleiche der Stintanzahlen, differenziert nach Altersgruppe. Varianzgleichheit nicht erfüllt (Bartlett-Test <0.05). * = Unterschied signifikant, ns = Unterschied nicht signifikant. Multipler Vergleich B-Tukey.

		Mittelwert			
Stint AG 0+ (HE-Daten)	Ind./1 Mio. m ³	Ost	T1	West	Hafen
Ost	911,5	----			
T1	18.439,7	ns	----		
West	105.967,9	*	*	----	
Hafen	140.874,6	*	*	ns	----
		<i>mittlere</i>			
		<i>ANOVA</i>	<i>Quadrat Sum.</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Bartlett <0.05 Voraussetzung homogene Var. nicht erfüllt</i>			3,31152E+11	21,7	0,0000
		Mittelwert			
Stint subadult (FJ-Daten)	Ind./1 Mio. m ³	Ost	T1	West	Hafen
Ost	5,2	----			
T1	4.708,5	ns	----		
West	9.709,6	*	ns	----	
Hafen	16.920,5	*	*	*	----
		<i>mittlere</i>			
		<i>ANOVA</i>	<i>Quadrat Sum.</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Bartlett <0.05 Voraussetzung homogene Var. nicht erfüllt</i>			3963671477	9,2	0,0000
		Mittelwert			
Stint adult (HE-Daten)	Ind./1 Mio. m ³	Ost	T1	West	Hafen
Ost	0,2	----			
T1	378,2	ns	----		
West	2.196,7	*	*	----	
Hafen	2.495,7	*	*	ns	----
		<i>mittlere</i>			
		<i>ANOVA</i>	<i>Quadrat Sum.</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Bartlett <0.05 Voraussetzung homogene Var. nicht erfüllt</i>			148905051,9	9,9	0,0000

Interannuell (adulte Stinte - Frühjahrs und Herbstdaten getrennt dargestellt)

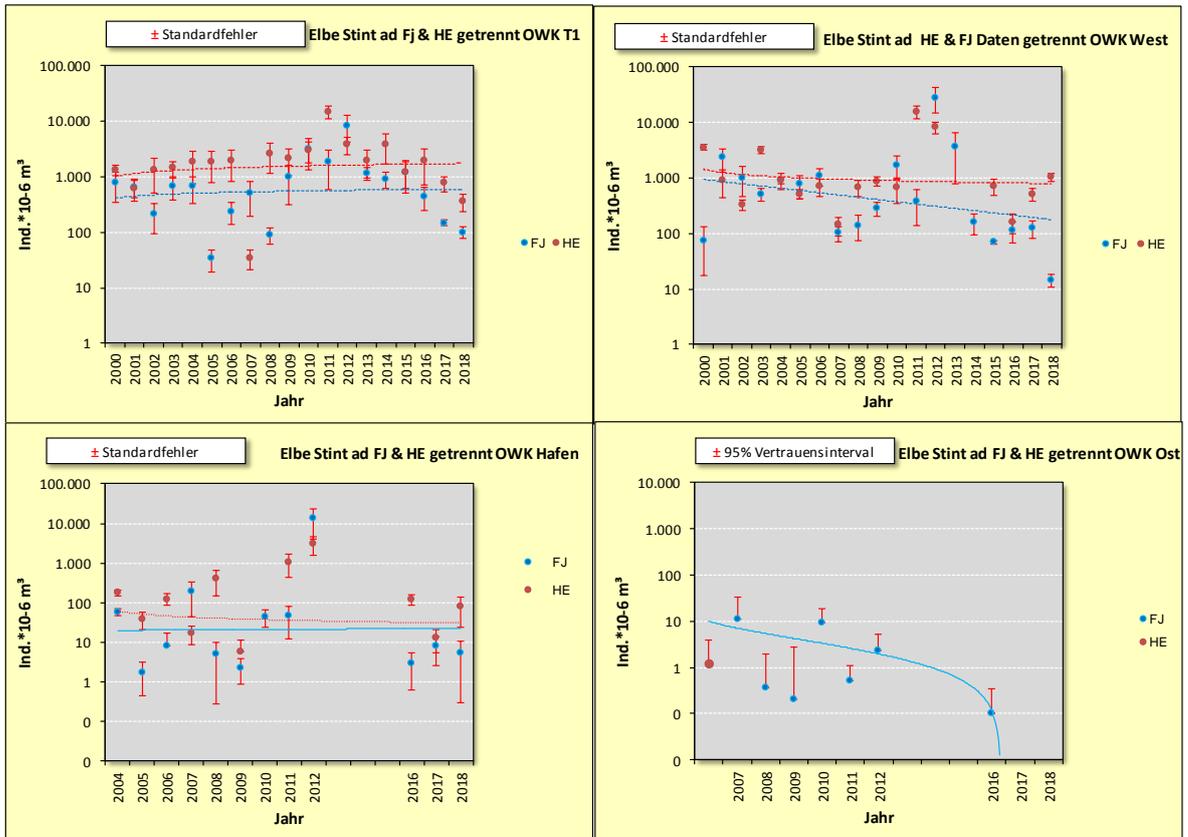


Abb. 53: Entwicklung der Stintzahlen (AG adult) in den verschiedenen Wasserkörpern (OWK). T1 = Brackwasser (oligo-polyhalin); West = Süßwasser, Ströme der Marschen unterhalb Hamburg; Hafen (Stadtgebiet HH), Ost (oberhalb HH – Geesthacht) = sandgeprägte Ströme, Typ 20. Datenreihe 2000 – 2018, Hamenbefischungen. Beachte Jahre ohne Monitoring (oh. Jahreszahl). Beachte logarithmische Skalierung. Rot/Blau gestrichelt: Trendlinien. Frühjahrs und Herbstdaten getrennt dargestellt.

Mann Kendall

Tab. 13: Statistik der Zeitreihenanalyse (Mann Kendall); Stint Ems, Quelle WRRL-Monitoring LAVES, Dezernat Binnenfischerei Hannover

Ems Stint ad			
H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor			
Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor			
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.			
Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Log Ind+1 ad	-0,077	0,620	-0,028

Ems Stint sad			
H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor			
Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor			
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.			
Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Log Ind+1 sad	0,168	0,768	0,000

Ems Stint Larven ohne Daten aus dem Jahr 2014			
H0: Es liegt keine Tendenz in der Datenreihe vor			
Ha: Es liegt eine negative Tendenz in der Reihe vor			
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau $\alpha=0,1$ ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.			
Serie\Test	Kendalls Tau	p-Wert	Sen-Steigung
Log Ind+1 AG 0+	-0,333	0,126	-0,059

Strukturbruchanalyse

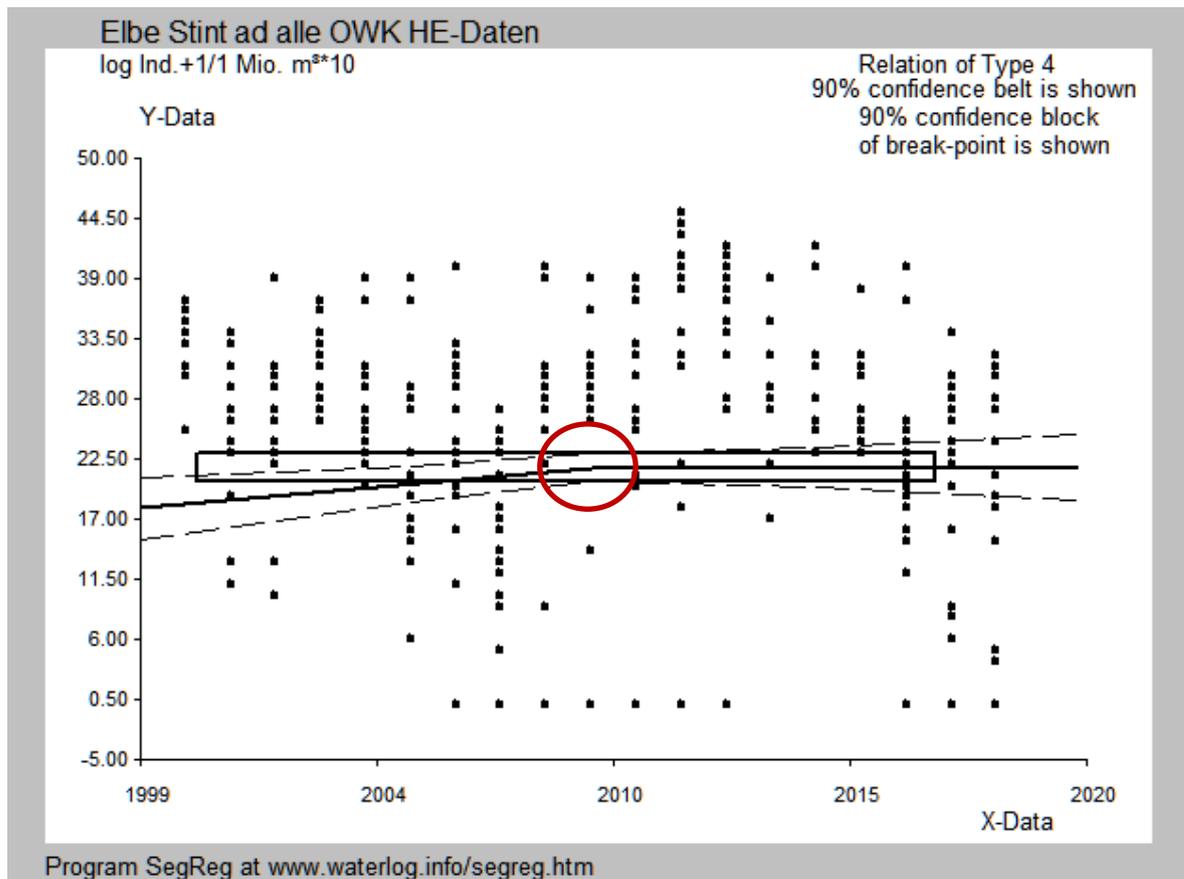


Abb. 54: Entwicklung der Stintzahlen (adult) OWK-übergreifend. Daten: log Ind./1.Mio. m³ je Hol, Herbstdaten des Fischmonitoring Tideelbe (Hamenfänge). Segmentierte Regressionsanalyse, Wechsel der Steigung signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, $p < 0,1$. Bis 2010 ist eine gewisse aufsteigende Tendenz, die ab dem „Knick“ nicht mehr erkennbar ist.