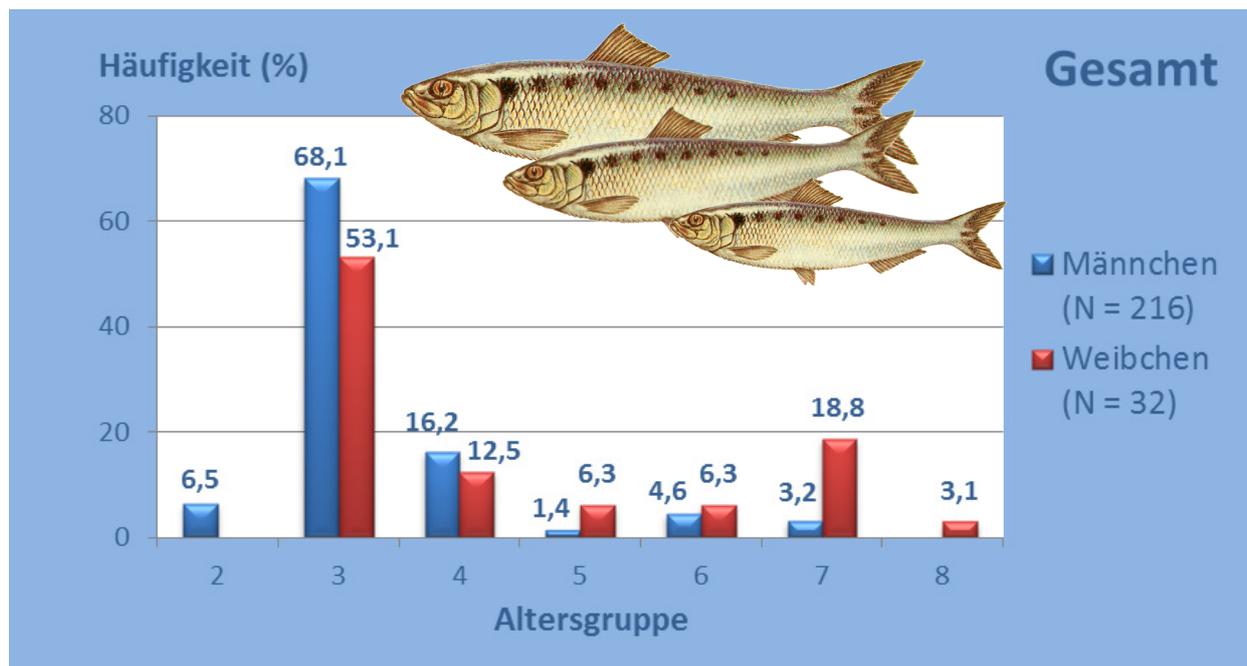


## Untersuchungen zur Beurteilung des Laicherbestandes der Finte in der Elbe 2014



**Auftraggeber:** Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg

**Auftragnehmer:** Universität Hamburg  
Centrum für Naturkunde, Zoologisches Museum  
Abteilung Ichthyologie

**Bearbeitung:** Prof. Dr. Ralf Thiel, Renate Thiel, Elena Hauten,  
Laura Wichmann

Abbildung Titelseite:

*Häufigkeiten der Altersgruppen bei männlichen (blau) und weiblichen (rot) adulten Finten des Laiserbestandes 2014 in der Tideelbe.*

---

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	3
1 Ausgangslage und Aufgabenstellung .....	7
2 Datenerhebung und -auswertung .....	9
2.1 Charakterisierung und grundlegende Bearbeitung des Untersuchungsmaterials .....	9
2.2 Reproduktionsbiologischer Parameter .....	10
2.3 Altersbestimmung .....	11
2.4 Abundanzberechnung .....	13
2.5 Statistik .....	15
2.6 Akquise von Vergleichsdaten .....	15
3 Ergebnisse und Diskussion .....	17
3.1 Geschlechterverhältnis .....	17
3.2 Gonadosomatischer Index und Reifegrad .....	22
3.3 Altersstruktur .....	29
3.4 Abundanzen .....	40
3.5 Monitoring-Empfehlungen .....	43
4 Literaturverzeichnis .....	45

---

---

---

## Zusammenfassung

Im Auftrag des WSA Hamburg führte die Abteilung Ichthyologie des Centrums für Naturkunde der Universität Hamburg Untersuchungen zum Zustand des Laicherbestandes der Finte (*Alosa fallax*) in der Elbe anhand von Probenmaterial aus dem Jahr 2014 durch. Dabei wurden folgende Kenngrößen analysiert: Geschlechterverhältnis, Gonadosomatischer Index (GSI), Reifegrad, Altersstruktur, Abundanz. Diese Kenngrößen wurden an adulten Finten ermittelt, die im Auftrag des WSA Hamburg durch die Firma BIOCONSULT im Rahmen des Fintenmonitorings im Hauptstrom mittels eines kommerziellen Hamenkutters am 23.04.2014 bei Neßsand (Elbekilometer (Ekm) 638,6) und am 02.05.2014 bei Twielenfleth (Ekm 651,7) gefangen wurden. Pro Station wurden 125 Individuen adulter Finten bearbeitet.

Geschlecht und Reifegrad wurden makroskopisch bestimmt. Zur Ermittlung des GSI wurde das Gonadengewicht erhoben und als prozentualer Anteil am Vollgewicht angegeben. Die Altersbestimmung erfolgte an 4-10 Schuppen pro Individuum, die unter einem Stereomikroskop analysiert wurden. Abundanzen adulter Finten in der Elbe wurden basierend auf 236 Hamenhols aus Monitoring- und Forschungsprogrammen des Zeitraums 2009-2014 für 7 Stationen zwischen Neßsand und Medem Reede berechnet. Ein Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$  wurde bei den statistischen Verfahren zugrunde gelegt. Die am Laicherbestand der Finte in der Elbe in 2014 erhobenen Kenngrößen wurden mit relevanten Daten vorangegangener Untersuchungen aus der Elbe und aus 25 weiteren Gebieten verglichen. Zudem wurden Angaben zu den Finteneifängen berücksichtigt, die aus dem im Auftrag des WSA Hamburg von April - Juni 2014 durchgeführten Fintenmonitoring in der Elbe von BIOCONSULT erhoben wurden.

Beim Laicherbestand der Finte in der Elbe dominierten 2014 die männlichen Individuen. Basierend auf dem untersuchten Gesamtmaterial wurde ein Geschlechterverhältnis (Verhältnis von männlichen zu weiblichen Individuen) von 6,8 : 1 ermittelt. Das Geschlechterverhältnis unterschied sich hierbei zwischen den Stationen. Bei Twielenfleth betrug es 4,2 : 1, bei Neßsand 14,6 : 1. Wie in der Elbe, wurden auch im Kurischen Haff (Litauen), im Tiber (Italien), im Sebou (Marokko) und teilweise in der Rhône (Frankreich) durch Männchen dominierte Laicherbestände ermittelt, jedoch betrug dort das Geschlechterverhältnis maximal 3-5 : 1 (Kurisches Haff). Die noch stärker zu den Männchen hin verschobenen Geschlechterverhältnisse an der Station Neßsand bzw. bei Betrachtung des analysierten Gesamtmaterials aus der Elbe in 2014 sind vermutlich vor allem auf eine ungleichmäßige Verteilung der Stationen in der Tideelbe zurückzuführen. Die Studie von Magath & Thiel (2012) belegt für 2010 neben zeitlichen, vor allem räumliche Unterschiede im Geschlechterverhältnis der Finte in verschiedenen Abschnitten der Tideelbe, vor allem höhere Weibchen-Anteile stromab von Twielenfleth, die durch die 2014 festgelegten Stationen nicht erfasst wurden.

Für den GSI wurde eine Spannbreite von 3,43 – 22,88 % festgestellt, wobei diese am

02.05.2014 an der Station Twielenfleth (3,43 – 22,88 %) höher ausfiel als am 23.04.2014 an der Station Neßsand (5,48 – 19,94 %). Die Weibchen hatten einen signifikant höheren Medianwert (13,99 %) des GSI als die Männchen (9,38 %). Die vergleichbaren GSI-Werte des Laicherbestands der Finte in der Elbe in 2014 stimmen gut mit Angaben aus Barrow (Irland), Severn (Großbritannien), Kurischem Haff (Litauen) und Solway Firth (Großbritannien) sowie mit Ergebnissen von 2010 aus der Elbe (Magath & Thiel 2012) überein. Bei Betrachtung des Reifegrads beider Geschlechter fällt die Dominanz noch nicht abgelaichter Individuen mit Anteilen von 88 % bei Neßsand bzw. 88,8 % bei Twielenfleth auf. Bei Neßsand hatten am 23.04.2014 nur 0,8 % der Finten bereits abgelaicht, bei Twielenfleth waren es am 02.05.2014 insgesamt 6,4 %. Am 23.04.2014 wurden bei Neßsand 11,2 % laichende Individuen festgestellt, während der Anteil laichender Individuen am 02.05.2014 bei Twielenfleth nur 4,8 % betrug. In der Gesamtschau von GSI und Reifegrad kennzeichnet der Fangtermin 23.04.2014 etwa den Beginn der eigentlichen Laichzeit der Finte in der Elbe. Dies stimmt sehr gut mit von BIOCONSULT beim Fintenmonitoring in 2014 durchgeführten Finteneifängen überein. Während dabei am 16.04.2014 nur vereinzelt Finteneier nachgewiesen wurden, traten sie am 24.04.14 vermehrt auf, waren überwiegend aber noch im Entwicklungsstadium 1. Es ist also wahrscheinlich, dass signifikante Laichaktivitäten kurzzeitig vor den vermehrten Eifängen eingesetzt hatten.

Die insgesamt 248 Finten des Laicherbestandes 2014, die einer Altersgruppe (AG) zugeordnet werden konnten, gehörten den AG 2 bis 8 an, d. h. es waren 7 AG vertreten. Bei den Individuenanteilen dominierte die AG 3, gefolgt von der AG 4. In der AG 2 waren ausschließlich Männchen vorhanden, die AG 8 wurde nur durch Weibchen repräsentiert. Anhand von Vergleichsdaten zur Altersstruktur aus 22 anderen Gebieten ist ableitbar, dass es sich beim Laicherbestand der Finte in der Elbe in 2014 um einen hinsichtlich Altersgruppenspanne und -anzahl ausgewogenen Bestand handelte. Nur für Fintenbestände in Severn (Großbritannien), Neretva (Kroatien) und Bačín-See (Serbien) wurden für beide Parameter noch höhere Werte publiziert, wobei für den Severn ein deutlich höherer Stichprobenumfang untersucht wurde als für die Tideelbe. Die AG umfassen bei den Männchen folgende Totallängenbereiche: AG 2: 25-29 cm, AG 3: 26-36,5 cm, AG 4: 32,5-38,5 cm, AG 5-7: 37-42 cm. Die verschiedenen AG der Weibchen umfassen folgende Totallängenbereiche: AG 3: 30,5-38 cm, AG 4: 38,5-43 cm, AG 5-8: 42-48,5 cm.

Basierend auf den Ergebnissen der Monitoring- und Forschungsprogramme waren die Abundanzen adulter Finten an den am weitesten stromab gelegenen Stationen 1 und 2 (unterer Abschnitt) im Durchschnitt geringer als an den Stationen 4 und 6 (mittlerer Abschnitt) bzw. 8, 10 und 11 (oberer Abschnitt). Ein Ausschluss der Nebenstromstation 10 (Hahnöfer Nebenelbe) aus der Abundanzberechnung, zugunsten einer vergleichbaren Abbildung des unteren, mittleren und oberen Abschnitts der Tideelbe unterhalb Hamburgs über jeweils zwei Stationen im Hauptstrom, ergibt eine nur unwesentliche Änderung der mittleren Abundanz der adulten Finten von 2009-2014 (106,2 Ind./1 Mio m<sup>3</sup>). Mitte bzw. Ende Mai

wurden im Mittel deutlich höhere Abundanzen adulter Finten ermittelt als Mitte April und Ende April/Anfang Mai sowie Anfang bzw. Mitte Juni. Eine repräsentative Erfassung der Abundanzen des Finten-Laicherbestandes ist somit durch nur eine Befischung Ende April/Anfang Mai nicht möglich.

Für eine möglichst repräsentative Erfassung der Kenngrößen Altersstruktur, Geschlechterverhältnis, GSI und Reifegrad sowie auch der Abundanzen in Bezug auf den gesamten Laicherbestand der Finte in der Tideelbe sollte bei zukünftigen Hamenfischerei-Monitoringprogrammen (z.B. für Wasserrahmenrichtlinie, Unterhaltung, Beweissicherung Vertiefung) eine Befischung an jeweils zwei Hauptstrom-Stationen im oberen, mittleren und unteren Abschnitt der Tideelbe stromab Hamburgs erfolgen, wie es im Rahmen der sich ergänzenden Finten- und WRRM-Monitorings in Bezug auf die Abundanzen derzeit schon praktiziert wird. Die Repräsentativität der o.a. Kenngrößen in Bezug auf den gesamten Laicherbestand ließe sich noch weiter verbessern, wenn die Kenngrößen auch repräsentativ für die gesamte Hauptlaichperiode erhoben werden, was über die Durchführung von zwei Probennahmekampagnen im April und Mai möglich wäre.

---

## 1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung hat den gesetzlichen Auftrag zur Unterhaltung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe. Des Weiteren ist der Träger des Vorhabens (TdV) nach dem Planfeststellungsbeschluss für die Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe für 14,5 m tiefgehende Containerschiffe vom 23.04.2012 verpflichtet, sowohl ein Monitoring zur Entwicklung des Fintenbestandes als auch ein Monitoring zur räumlichen und zeitlichen Verteilung des Laichgeschehens, des Laichs und der Larven durchzuführen. Die Untersuchungen sind grundsätzlich geregelt über die Anordnungen A 4.2 zur Finte sowie A 6.4 Beweissicherung/Gewässerökologie. Die Ersterfassungen müssen vor Beginn der Vertiefungsarbeiten abgeschlossen sein.

In den Jahren 2011 bis 2015 wurden im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg (WSA Hamburg) bereits Untersuchungen zur Erfassung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Eier und Larven durchgeführt. Das Untersuchungsdesign ermöglichte, die räumliche und zeitliche Varianz des Fintenei- und des Fintenfrüharvenaufkommens in hoher Auflösung zu ermitteln, so dass folgende Aspekte belastbar beschrieben werden konnten:

- Beginn und Dauer der Laichaktivität
- Schwerpunkt des räumlich-zeitlichen Auftretens des Laichs
- Schwerpunkte des räumlich-zeitlichen Auftretens der Larven
- ergänzende Informationen zum Vorkommen im Längsverlauf der Tideelbe.

Zusätzlich wurde seit 2013 die Entwicklung des Fintenbestandes durch Hamenfänge im Frühjahr und Sommer erfasst.

Im Rahmen verschiedener, regelmäßig durchgeführter Diskussionen zum Fintenmonitoring zwischen dem WSA Hamburg, dem Auftragnehmer des Fintenmonitorings, den zuständigen Naturschutzbehörden der Länder sowie weiteren Fachexperten wurde darauf hingewiesen, dass Untersuchungen zur Altersstruktur und zum Geschlechterverhältnis in den bestehenden Monitoringprogrammen fehlen. Diese bilden eine sinnvolle Ergänzung im Hinblick auf Aussagen zur Entwicklung des Fintenbestandes. Da ein Großteil des Lebenszyklus der Finten außerhalb der Elbe liegt, sind die bisher erhobenen Kenngrößen der Abundanz und der Biomasse der adulten Finten in der Elbe allein nicht aussagekräftig genug, um die Entwicklung des Laicherbestandes der Finte in der Elbe bewerten zu können.

Um diese Wissenslücken zu schließen, hat das WSA Hamburg mit Vertrag vom 9.2.2015 die Universität Hamburg (AN) beauftragt, ergänzende Untersuchungen im Hinblick auf den Zustand des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe durchzuführen. Dabei waren laut o. a. Vertrag folgende Kenngrößen zu betrachten:

- Geschlechterverhältnis
- Altersstruktur

- Gonadosomatischer Index (GSI) als reproduktionsbiologischer Parameter.

Als zusätzliche reproduktionsbiologische Kenngröße wurde durch den AN der Reifegrad der Gonaden untersucht, um eine exaktere Aussage zum Beginn der Laichaktivität zu erhalten, als es durch alleinige Betrachtung des GSI möglich wäre. Außerdem wurde durch den AN eine vergleichende Analyse von Abundanzdaten zum Laicherbestand der Finte in der Elbe vorgenommen, die im Rahmen von Monitoring- und Forschungsprogrammen zwischen 2009 und 2014 erhoben wurden.

Die durch den AN durchzuführenden Untersuchungen sollten die Aussagekraft der im Zeitraum 2011 bis 2014 gewonnenen Erkenntnisse zur zeitlichen und räumlichen Verteilung von Finteneiern und -larven sowie der seit 2013 durchgeführten Untersuchungen des Fintenbestandes der Tideelbe weiter erhöhen.

Die Kenngrößen Geschlechterverhältnis, Altersstruktur und GSI sollten mit denen anderer Fintenbestände verglichen werden und die Erkenntnisse mit den Ergebnissen des Fintenmonitorings des Untersuchungsjahres 2014, welches im Auftrag des WSA Hamburg durchgeführt wurde, in Beziehung gesetzt werden. Ebenso sollten Ergebnisse aus den Wasserrahmenrichtlinie-Monitorings der Länder Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein im Rahmen des Koordinierten Elbemessprogramms (KEMP) zur Ergebniseinschätzung einbezogen werden, wobei diese Daten durch das WSA Hamburg bereitgestellt wurden.

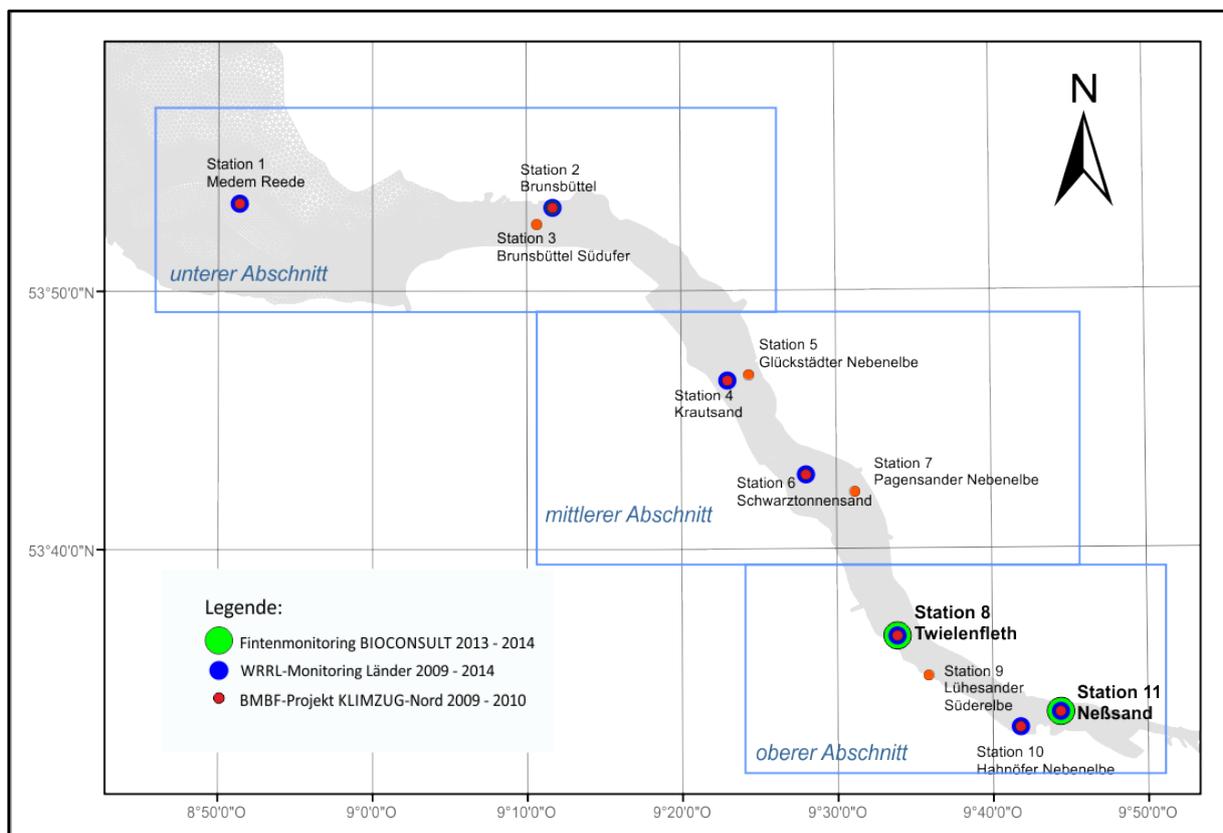
Zusätzlich hat der AN relevante Vergleichsdaten mit betrachtet, die durch ihn im Rahmen des BMBF-Projektes KLIMZUG-NORD in den Jahren 2009 und 2010 erhoben wurden und Gegenstand mehrerer aktueller Publikationen sind (z.B. Magath & Thiel 2012, Magath & Thiel 2013, Eick & Thiel 2014).

Die auf den vorgenannten Untersuchungen basierende Beurteilung des aktuellen Zustandes des Elbe-Laicherbestandes der Finte ist als eine Grundlage für das zukünftige Untersuchungsdesign zur Beurteilung der Entwicklung des Fintenbestandes in der Elbe zu sehen. Dieses sollte nach Möglichkeit so konzipiert werden, dass eine fachlich fundierte Beurteilung zum Zustand des Elbe-Laicherbestandes der Finte möglich ist. Außerdem sollten durch die zukünftigen Untersuchungen zum Elbe-Laicherbestand der Finte die im Rahmen des Fintenmonitorings des WSA Hamburg durchgeführten Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Verteilung des Laichgeschehens, des Laichs und der Larven in der Tideelbe verifiziert werden können. Somit soll schließlich eine fachlich umfassende Information zum Laichgeschehen der Finte in der Elbe vorliegen.

## 2 Datenerhebung und -auswertung

### 2.1 Charakterisierung und grundlegende Bearbeitung des Untersuchungsmaterials

Die untersuchten Finten stammen aus Beprobungen, die durch die Firma BIOCONSULT im Rahmen des Fintenmonitorings im Auftrag des WSA Hamburg am 23.04.2014 an der Station 11 (Neßsand, Ekm 638,6) und am 02.05.2014 an der Station 8 (Twielenfleth, Ekm 651,7) mittels eines kommerziellen Hamenkutters durchgeführt wurden (Abb. 2.1-1). Detaillierte Angaben zur Position der einzelnen Stationen sind in Eick & Thiel (2014) enthalten. Eine detaillierte Darstellung zur Fangmethodik erfolgt in Kapitel 2.4.



**Abb. 2.1-1:** Karte der beprobten Stationen im Elbeästuar. Stationen 8 und 11: Fintenmonitoring BIOCONSULT 2013, 2014; Stationen 1 - 11: KLIMZUG-NORD 2009-2010; Stationen 1, 2, 4, 6, 8, 10 und 11: WRRL-Monitoring Länder 2009-2014.

Die Finten wurden an den jeweiligen Fangtagen vom Hamenkutter übernommen, zum Centrum für Naturkunde der Universität Hamburg transportiert und dort bis zur Laborbearbeitung bei -20 °C tiefgefroren.

Es wurden ausschließlich adulte Finten aus dem Laicherbestand für die Analysen von Geschlechterverhältnis, Gonadosomatischem Index (GSI), Reifegrad und Altersstruktur verwenden

det. Insgesamt standen für die Untersuchungen zur Verfügung:

23.04.2014, Station 11 (Neßsand): 389 Individuen aus einem Fluthol  
02.05.2014, Station 8 (Twielenfleth): 37 Individuen aus einem Ebbhol  
116 Individuen aus einem Fluthol

Gemäß Vertrag vom 09.02.2015 wurden pro Station jeweils 125 Individuen adulter Finten untersucht, die mittels Zufallsgenerator zufällig aus dem Gesamtmaterial ausgewählt wurden. Vor Beginn der Analysen wurden die ausgewählten Individuen portionsweise aus dem Frostraum geholt und zum behutsamen Auftauen in eine Plastikschaale mit Eis überführt.

Nach einem Auftauprozess von ca. 12 Stunden konnten die relevanten Parameter im Labor erhoben werden (siehe Kap. 2.2 - 2.3). Als grundlegende Parameter wurden zunächst von jedem Individuum die Total- und Standardlänge auf 0,5 cm (below) und das Vollgewicht auf 0,01 g genau bestimmt.

## 2.2 Reproduktionsbiologische Parameter

Als reproduktionsbiologische Parameter wurden das Geschlecht, der Reifegrad und der Gonadosomatische Index (GSI) analysiert.

Das Geschlecht und der Reifegrad wurden nach Öffnung der Leibeshöhle und Entnahme der Gonaden makroskopisch nach Angaben von Pina (2000) und Klinkhardt (1996) bestimmt. Dabei wurde der Reifegrad der Gonaden jedes Individuums zunächst einem von insgesamt 8 möglichen Reifestadien zugeordnet und anschließend zur übersichtlicheren Darstellung (vgl. Kap. 3.2) in drei Kategorien eingeteilt (Tab. 2.2-1).

**Tab. 2.2-1:** *Kategoriezuordnung des Reifegrads der Gonaden.*

Reifegrad	Kategorie
1-5	nicht abgelaicht
6	laichend
7-8	abgelaicht

Zur Interpretation des für 2014 ermittelten Geschlechterverhältnisses wurden weitere Daten mit herangezogen, die im Rahmen des BMBF-Projektes KLIMZUG-NORD für April, Mai und Juni 2010 im unteren, mittleren und oberen Abschnitt der Tideelbe stromab von Hamburg ermittelt wurden (Magath & Thiel 2012). Die abschnittsweise Zuordnung der 11 Untersuchungsstationen des BMBF-Projektes KLIMZUG-NORD ist in Abbildung 2.1-1 dargestellt. Die Zuordnung der Stationen in den oberen, mittleren bzw. unteren Abschnitt orientiert sich an der grundlegenden Salzgehaltszonierung des Elbeästuars in Anlehnung an PÖUN (1997). Danach liegt der mesohaline Bereich (Salzgehalt 5-18 PSU) etwa zwischen Ekm 705 und 677,

der oligohaline Bereich (Salzgehalt 0,5-5 PSU) zwischen Ekm 677 und 650 und der limnische Bereich (Salzgehalt <0,5 PSU) zwischen Ekm 650 und 586. Die Lage der oberen Brackwassergrenze (Grenze zum Süßwasserbereich) variiert stark in Abhängigkeit vom Oberwasserabfluss (Bergemann 1995). Bei höheren Abflüssen, die z. B. im Frühjahr zur Laichzeit der Finte auftreten können, kann die obere Brackwassergrenze deutlich stromab von Ekm 650 liegen. So wurden an der bei Ekm 651,6 liegenden Station 8 (Twielenfleth) während der Probenahmen im Rahmen des BMBF-Projektes KLIMZUG-NORD von April bis August 2009 und 2010 mittlere Salzgehalte von 0,24-0,50 PSU gemessen (vgl. Eick & Thiel 2014).

Danach liegen also die Stationen 11 bis 8 im Süßwasserbereich (oberer Abschnitt), die Stationen 7 bis 4 im oligohalinen Bereich (mittlerer Abschnitt) und die Stationen 3 bis 2 im mesohalinen Bereich (unterer Abschnitt) der Tideelbe. Während der Probennahmen im Rahmen des BMBF-Projektes KLIMZUG-NORD wurden an der Station 1 mittlere Salzgehalte zwischen 4,88 und 14,99 im Zeitraum von April bis August 2009 und 2010 ermittelt (vgl. Eick & Thiel 2014), so dass im Prinzip auch die Station 1 dem mesohalinen Bereich (unterer Abschnitt) zugeordnet werden kann.

Zur Bestimmung des GSI wurde das Gewicht der Gonaden auf 0,01 g genau ermittelt und in Beziehung zum Vollgewicht des Individuums gesetzt. Der GSI berechnet sich wie folgt:

$$GSI [\%] = 100 * \frac{GG[g]}{FG[g]} \quad (1)$$

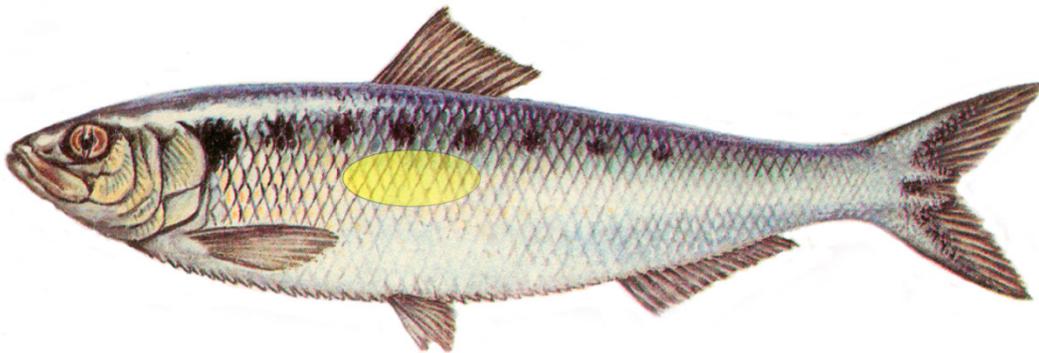
GG = Gonadengewicht des Fisches

FG = Vollgewicht des Fisches.

Der GSI berücksichtigt die Beobachtung, dass das Gonadengewicht im Laufe der Gonadenreife im Verhältnis zum Vollgewicht des Fisches zunimmt (Volk et al. 2007) und nach der Laichaktivität wieder abnimmt und ist damit (wie auch der Reifegrad) vor allem ein Indikator zur zeitlichen Beurteilung des Laichgeschehens.

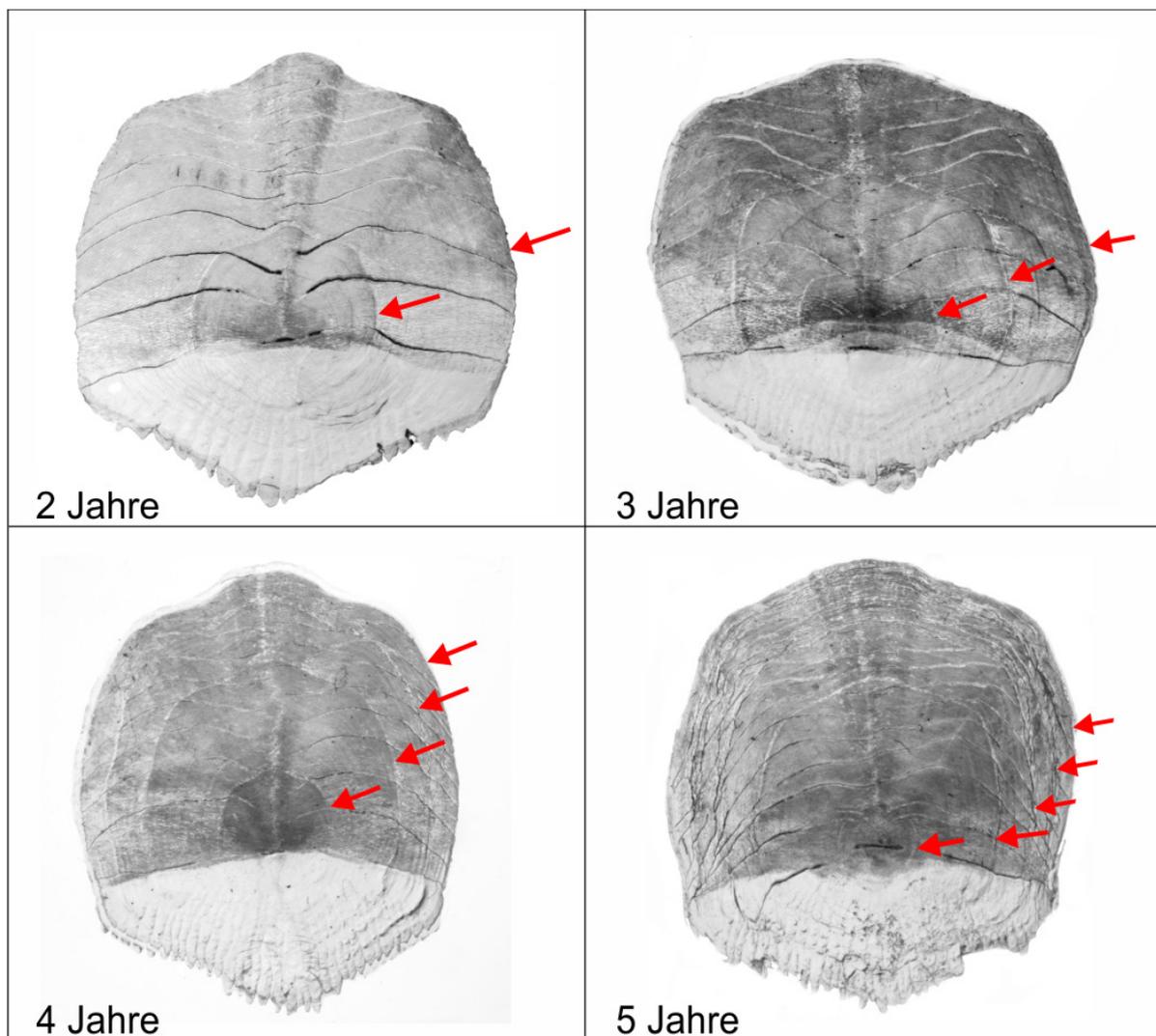
### 2.3 Altersbestimmung

Die Altersbestimmung wurde an Schuppen durchgeführt. Dazu wurden jedem Individuum je nach Schuppengröße 4-10 Schuppen von der Mitte der linken Körperseite unterhalb der Rückenflosse entnommen (Abb. 2.3-1). Es wurde darauf geachtet, dass es sich bei den entnommenen Schuppen um Normalschuppen (und nicht um Ersatzschuppen) handelte, um Fehlinterpretationen bei der Analyse zu vermeiden.



**Abb. 2.3-1:** Finte mit Markierung des Bereichs (gelb), aus dem die Schuppen zur Altersbestimmung entnommen wurden.

Die entnommenen Schuppen wurden von anhaftendem Gewebe befreit und zwischen zwei Objektträgern unter dem Binokular (Leica MZ 9.5, Deutschland) bei 6,3-10facher Vergrößerung analysiert. Die Anzahl an Jahresringen pro Schuppe ergab sich aus der sichtbaren Zahl an Winterringen (vgl. Baglinière et al. 2001, vgl. Abb. 2.3-2) bei Berücksichtigung des äußeren Schuppenrandes (vgl. Hass 1965).



**Abb. 2.3-2:** Normalschuppen von Finten unterschiedlichen Alters. Die roten Pfeile verweisen auf die Position der Annuli (Winterringe).

Aus Gründen der Qualitätssicherung wurde jede Schuppe durch zwei verschiedene Personen gelesen, die unabhängig voneinander und basierend auf der Lesung der entnommenen Einzelschuppen eines Individuums, ein mittleres Alter für jedes Individuum festlegten. Kam es bei einem Individuum zu unterschiedlichen Einschätzungen des Alters durch die beiden Bearbeiter, wurden die betreffenden Schuppen nochmals gemeinsam betrachtet, um schließlich zu einem übereinstimmenden Ergebnis zu kommen.

Es wurde auch geprüft, ob eine Alterszuordnung der Finten anhand von Längen-Häufigkeits-Verteilungen möglich ist. Außerdem wurden das anhand der Schuppen ermittelte Alter und die jeweilige Totallänge der Individuen gegenübergestellt. Diese Gegenüberstellung erfolgte getrennt für Männchen und Weibchen, da sich das altersabhängige Längenwachstum der Finte zwischen den Geschlechtern deutlich unterscheidet (z.B. Illing 2009).

## 2.4 Abundanzberechnung

Abundanzberechnungen zum Laicherbestand der Finte in der Elbe erfolgten als eine Grundlage zur Ergebniseinschätzung basierend auf den vom WSA Hamburg zur Verfügung gestellten Fangdaten von April/Mai 2009-2014 aus den Wasserrahmenrichtlinien (WRRL)-Monitorings der Länder Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein im Rahmen des Koordinierten Elbemessprogramms (KEMP) bzw. auf den von BIOCONSULT aus dem Fintenmonitoring im April/Mai der Jahre 2013 und 2014 zur Verfügung gestellten Daten. Zusätzlich wurden Ergebnisse zum Finten-Laicherbestand mit betrachtet, die im Rahmen des BMBF-Projektes KLIMZUG-NORD von April bis Juni in den Jahren 2009 und 2010 erhoben wurden (vgl. Magath & Thiel 2013, Eick & Thiel 2014).

Insgesamt standen Fangdaten (Individuenanzahlen und befischtes Wasservolumen) aus 332 Hols zur Verfügung (Tab. 2.4-1), davon 264 Hols aus dem BMBF-Projekt KLIMZUG-NORD, 60 Hols aus den WRRL-Monitorings der Länder Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein und 8 Hols aus den von BIOCONSULT im Auftrag des WSA Hamburg durchgeführten Fintenmonitorings. Die Gesamtzahl der pro Station durchgeführten Hols variierte zwischen 24 und 36 (Tab. 2.4-1). Für die Stationen 2, 4, 6, 8 und 11 standen für jedes Betrachtungsjahr von 2009 bis 2014 Fangdaten zur Verfügung. Für die Stationen 1 und 10 waren für jeweils zwei der Betrachtungsjahre keine Daten verfügbar. Daten für die Stationen 3, 5, 7 und 9 existierten nur für 2009 und 2010.

Die Datenerhebung wurde in den betrachteten Untersuchungsprogrammen mittels Hamenfischerei durchgeführt. Gefischt wurde mit den Steuerbordhamen der kommerziellen Hamenkutter „Ostetal“ (Eigner Walter Zeeck) bzw. „Luise“ (Eigner Eberhard Rübcke). Bei der Hamenfischerei handelt es sich um eine passive Fischereimethode. Bei dem vor Anker liegenden Hamenkutter wird das zwischen zwei Auslegern, dem Unter- und Oberbaum befestigte Hamennetz in die Gezeitenströmung exponiert. Beim Ausbringen des Hamennetzes wird der Unterbaum in die Nähe des Gewässergrundes gefiert, während der Oberbaum im

Bereich der Wasseroberfläche verbleibt. Beide Bäume sind direkt mit dem Anker des Kutters verbunden, um den Staudruck des seitlich am Schiff hängenden Fanggerätes abzufangen. Ein Hamen besitzt meist zwei Kehlen, um das Entweichen der Fische aus dem Netz zu verhindern. Der während der Ebb- bzw. Flutphase durch die Netzöffnung fließende Wasserkörper wird nahezu über die gesamte Höhe der Wassersäule quantitativ abfiltriert. Während der Probennahmen wurde der Wasserdurchsatz durch das Hamennetz mit Strömungsmessern bestimmt, um durch Hinzuziehung der Netzöffnungsfläche das befischte Wasservolumen ermitteln zu können. Detaillierte Beschreibungen der Methode der Hamenfischerei finden sich z. B. bei Kafemann (1992) und Hölker (1992).

**Tab. 2.4-1:** Überblick zur Anzahl der Hols aus verschiedenen Untersuchungsprogrammen von 2009 bis 2014 mit potentiell verwertbaren Fangdaten als Grundlage für die Abundanzberechnung.

Untersuchungsprogramm	Monat	Stationen											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Gesamt
BMBF-Projekt KLIMZUG-NORD 2009	April	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
	Mai	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
	Juni	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
BMBF-Projekt KLIMZUG-NORD 2010	April	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
	Mai	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
	Juni	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
WRRL 2009	April/Mai	2	2		2		2		2		2	2	14
WRRL 2010	April	2	2		2		2		2		2	2	14
WRRL 2011	April/Mai		1		2		2		2		2	2	11
WRRL 2012	April	1	1		1		1		1		2	2	9
WRRL/BIOCONSULT 2013	April/Mai		2		1		2		2			2	9
WRRL/BIOCONSULT 2014	April	2	1		2		2		2			2	11
<b>Gesamt</b>		<b>31</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>332</b>

Aufgrund der Datenlage wurden Abundanzberechnungen für die Stationen 1, 2, 4, 6, 8, 10 und 11 durchgeführt. Die Berechnung der Abundanzen (A) erfolgte für jeden Hol standardisiert bezogen auf ein Wasservolumen von 1 Million m<sup>3</sup>. Dabei fand die folgende Gleichung Anwendung:

$$A[\text{Ind} * \text{m}^{-3} * 10^{-6}] = \frac{N * 10^6}{V} \quad (2)$$

N = Individuenanzahl

V = Volumen des befischten Wasserkörpers in m<sup>3</sup>

Da für die von BIOCONSULT im Mai 2013 an den Stationen 8 und 11 durchgeführten Hols keine Daten für das befischte Wasservolumen zur Verfügung standen, wurden hier aus-

nahmsweise Schätzwerte der Abundanzen verwendet, die von BIOCONSULT direkt zur Verfügung gestellt wurden (Jörg Scholle, mündl. Mitteilung).

## 2.5 Statistik

Bei der Durchführung der statistischen Verfahren wurde für die Irrtumswahrscheinlichkeit ein Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$  zugrunde gelegt.

Für den Vergleich von Verteilungen wurden der Chi-Quadrat-Homogenitätstest bzw. der Fisher-Exact-Test angewendet.

Der Test auf Normalverteilung erfolgte mittels Shapiro-Wilk-Test. Bei vorliegender Normalverteilung wurde mittels des Levene-Tests das Vorliegen von Varianzhomogenität geprüft. Bei vorliegender Normalverteilung und Varianzhomogenität und zwei zu vergleichenden Stichproben wurde der t-Test nach Student, bei vorliegender Normalverteilung und fehlender Varianzhomogenität und zwei zu vergleichenden Stichproben wurde der t-Test nach Welch verwendet. Bei fehlender Normalverteilung und zwei zu vergleichenden Stichproben wurde der Mann-Whitney-U-Test (MWU-Test) angewendet.

Bei vorliegender Normalverteilung und mehr als zwei zu vergleichenden Stichproben wurde eine ANOVA verwendet, bei fehlender Normalverteilung und mehr als zwei zu vergleichenden Stichproben kam der Kruskal-Wallis-Test zur Anwendung. Als Post-hoc-Test wurde der Dunn-Test mit Bonferroni-Korrektur verwendet.

## 2.6 Akquise von Vergleichsdaten

Um die im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten Kenngrößen Geschlechterverhältnis, GSI und Altersstruktur hinsichtlich des Zustandes des Laicherbestandes der Finte in der Elbe beurteilen zu können, wurden die zu anderen Fintenbeständen und zum Fintenbestand der Elbe bereits publizierten Informationen zu den o. a. Kenngrößen im Rahmen einer umfangreichen Literaturrecherche zusammengetragen.

Dabei wurden Literaturangaben aus 24 verschiedenen Gebieten (einschließlich Elbe), die 12 europäischen Ländern zuzuordnen sind, ausgewertet. Darüber hinaus wurde eine Untersuchung zum Geschlechterverhältnis und zur Altersstruktur der Finte einbezogen, die im nordwestafrikanischen Sebou (Marokko) durchgeführt wurde (Tab. 2.6-1).

Das Sebou-Ästuar in Marokko war damit das südlichste der untersuchten Gebiete. Als am weitesten im Osten gelegenes Gebiet kann das Kurische Haff in Litauen angesehen werden, am weitesten südöstlich liegen die Gebiete in Albanien, Kroatien und Serbien. Alle anderen Untersuchungsgebiete befinden sich in Westeuropa.

Aus den meisten Gebieten standen Daten zur Altersstruktur (23 Gebiete) und zum Ge-

schlechterverhältnis (17 Gebiete) zur Verfügung. Verwertbare Informationen zum GSI konnten aus 5 Gebieten zusammengetragen werden (Tab. 2.6-1).

**Tab. 2.6-1:** Datenverfügbarkeit der betrachteten Kenngrößen in Bezug zu Gebiet und Land.

Land	Untersuchungsgebiet	Kenngrößen		
		Geschlechterverhältnis	Altersstruktur	GSI
Serbien	Bačín-See	x	x	
Kroatien	Neretva	x	x	
Albanien und Montenegro	Skadar-See	x		
Deutschland	Elbe	x	x	x
Großbritannien	Severn	x	x	x
	Süd-West-Küste England	x	x	
	Wye	x	x	
	Solway Firth	x	x	x
Frankreich	Adour		x	
	Aude		x	
	Charente		x	
	Gironde-Garonne-Dordogne	x	x	
	Golf de Gascogne / Camp Ressgasc / Vilaine		x	
	Golf de Gascogne / Camp Soldif / küstennah		x	
	Loire	x	x	
Rhône	x	x		
Niederlande	Holland		x	
Irland	Barrow	x	x	x
Italien	Tiber	x		
Litauen	Kurisches Haff	x	x	x
Marokko	Sebou	x	x	
Portugal	Lima	x	x	
	Mondego		x	
	Quadiana		x	
	Tejo	x	x	

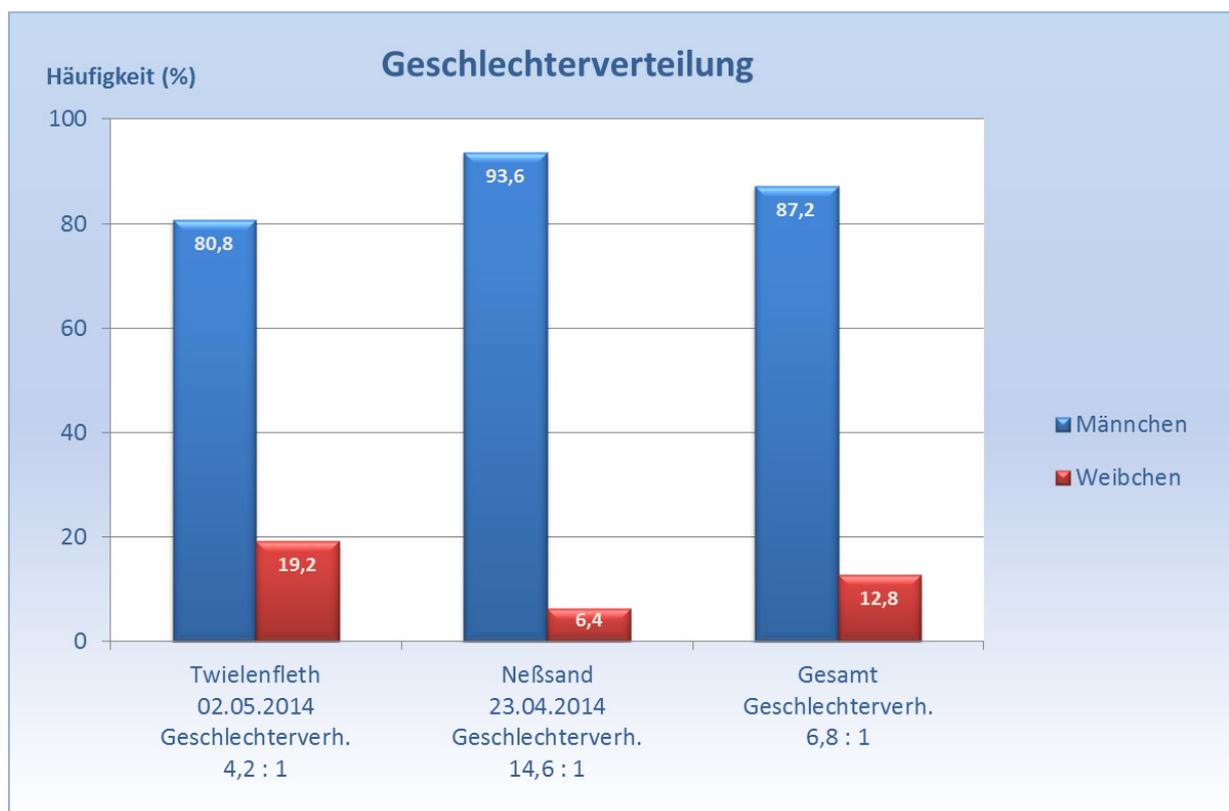
Die recherchierten Literaturdaten stammen aus dem Zeitraum 1961-2010 (vgl. Tab. 3.1-3, 3.2-4 und 3.3-2).

In Kapitel 2.4 ist bereits ein Überblick zu den Daten enthalten, die als Grundlage für die Abundanzberechnungen verwendet wurden. Weiterhin wurden von BIOCONSULT Informationen zu den Fängen von Finteneiern übernommen, die aus dem im Auftrag des WSA Hamburg von April bis Juni 2014 durchgeführten Fintenmonitoring stammen.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Geschlechterverhältnis

Bei 218 (87,2 %) von den insgesamt 250 untersuchten Individuen handelte es sich um Männchen, 32 Individuen (12,8 %) waren Weibchen. Daraus ergibt sich ein Geschlechterverhältnis (Verhältnis von männlichen zu weiblichen Individuen) von 6,8 : 1 bei Berücksichtigung des untersuchten Gesamtmaterials von den Stationen Twielenfleth und Neßsand (Abb. 3.1-1). Während der Weibchenanteil an der Station Twielenfleth bei 19,2 % lag, betrug er an der weiter stromauf gelegenen Station Neßsand nur 6,4 %. Dies entspricht Geschlechterverhältnissen von 4,2 : 1 bei Twielenfleth und 14,6 : 1 bei Neßsand (Abb. 3.1-1). Somit wurde an beiden Stationen eine deutliche Dominanz der männlichen Individuen festgestellt.



**Abb. 3.1-1:** Geschlechterverhältnis für die Gesamtzahl der untersuchten Finten (N=250) und getrennt für die Stationen Twielenfleth (N=125) und Neßsand (N=125).

Sowohl bei Berücksichtigung aller 250 untersuchten Individuen als auch bereits bei Berücksichtigung eines wesentlich kleineren Probenumfangs von 50 zufällig ausgewählten Individuen waren die Unterschiede im Geschlechterverhältnis zwischen den Stationen statistisch signifikant (Chi-Quadrat-Homogenitätstest  $p < 0,005$  bzw. Fishers-Exact-Test  $p < 0,05$ ; Tab. 3.1-1).

**Tab. 3.1-1:** Ergebnisse des statistischen Vergleichs der Geschlechterverhältnisse an den Stationen Twielenfleth und Neßsand.

Datensatz	N	$\chi^2$	p	Bewertung
Twielenfleth vs. Neßsand	Männchen 218 + Weibchen 32	9,1743	0,0024544	signifikant verschieden (Chi-Quadrat-Test)
Twielenfleth vs. Neßsand	Männchen 42 + Weibchen 8		0,048797	signifikant verschieden (Fishers-Exact-Test)

Unterschiedlich große Stichproben unterschieden sich in Bezug auf das Geschlechterverhältnis dagegen nicht signifikant (Chi-Quadrat-Homogenitätstest  $p > 0,05$ ; Tab. 3.1-2).

**Tab. 3.1-2:** Statistischer Vergleich unterschiedlich großer Stichproben (jeweils um  $N=25$  verschieden) in Bezug auf das Geschlechterverhältnis.

Datensatz	N	$\chi^2$	p	Bewertung
Twielenfleth	Männchen 101 + Weibchen 24	1,1657	0,88341	nicht signifikant
Neßsand	Männchen 117 + Weibchen 8	0,4466	0,97848	nicht signifikant
Twielenfleth u. Neßsand	Männchen 218 + Weibchen 32	1,4664	0,99739	nicht signifikant

Als Vergleichsdaten zu den in 2014 für den Laicherbestand der Finte festgestellten Geschlechterverhältnissen standen Informationen aus vorangegangenen Untersuchungen in der Elbe und von 16 anderen Fintenbeständen zur Verfügung (Tab. 3.1-3). Bei 8 der anderen 16 Bestände (50 %) war das Geschlechterverhältnis mit 1 : 1 ausgeglichen, bei den anderen 8 Beständen (50 %) gab es entweder eine Dominanz weiblicher oder männlicher Individuen.

Durch männliche Individuen dominierte Laicherbestände, wie in der Elbe, wurden im Kurischen Haff (Litauen), im Tiber (Italien), im Sebou (Marokko) und teilweise in der Rhône (Frankreich) ermittelt (Tab. 3.1-3). Im Vergleich dieser Bestände trat im Kurischen Haff das höchste Verhältnis von Männchen zu Weibchen mit 3-5 : 1 auf. Das mit 4,2 : 1 an der Station Twielenfleth in 2014 ermittelte Geschlechterverhältnis entspricht etwa den im Kurischen Haff festgestellten Geschlechterverhältnissen.

Die in 2014 ermittelten Geschlechterverhältnisse an der Station Neßsand (14,6 : 1) bzw. des Gesamtmaterials (6,8 : 1) liegen deutlich über den aus der Literatur bekannten Daten anderer Fintenbestände und auch deutlich über den von Illing (2009) für 2009 und Magath & Thiel (2012) für 2010 mit 2 : 1 bzw. 2,8 : 1 ermittelten Geschlechterverhältnissen für den Laicherbestand der Finte in der Elbe (basierend auf Daten aus der gesamten Tideelbe). Die

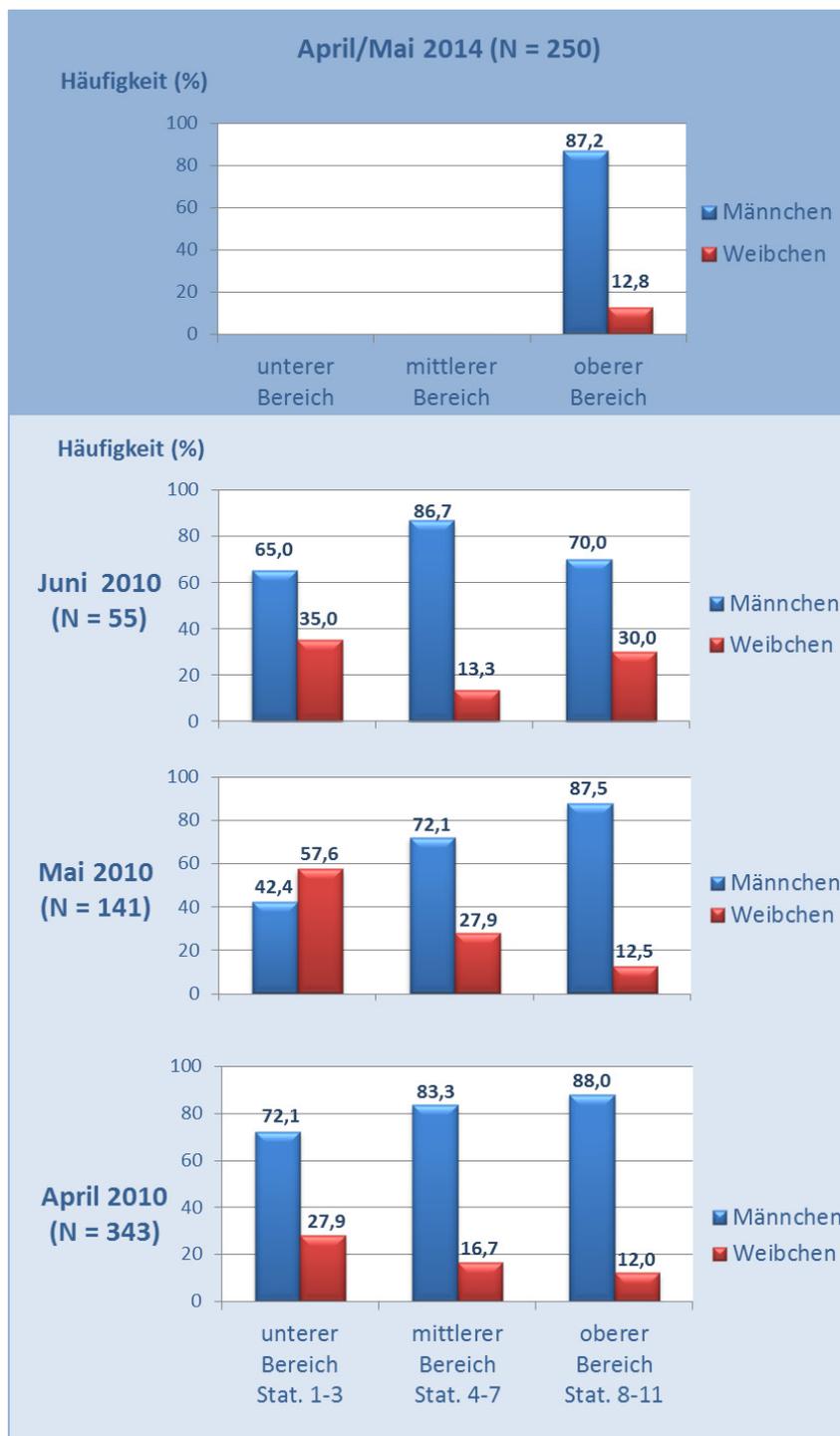
von den Vergleichsdaten abweichenden Geschlechterverhältnisse in 2014 sind möglicherweise auf fehlende Daten aus dem mittleren und unteren Abschnitt der Tideelbe unterhalb Hamburgs zurückzuführen.

**Tab. 3.1-3:** *Geschlechterverhältnisse verschiedener Laicherbestände der Finte.*

Untersuchungsgebiet	Quellenangabe	Geschlechterverhältnis männlich : weiblich
Bačín-See, Serbien	Vukovic 1961	1 : 1
Barrow, Irland	Aprahamian 1982; O'Maoileidigh 1990	1 : 1
Elbe 2009 - Gesamt, Deutschland	Illing 2009	2 : 1
Elbe 2010 - Gesamt, Deutschland	Magath & Thiel 2012	2,8 : 1
Elbe 2014 - Gesamt, Deutschland	eigene Untersuchung	6,8 : 1
Elbe 2014 - Neßsand	eigene Untersuchung	14,6 : 1
Elbe 2014 - Twielenfleth	eigene Untersuchung	4,2 : 1
Gironde-Garonne-Dordogne, Frankreich	Anonymus 1979	1 : 1
Kurisches Haff, Litauen	Stankus 2009	3-5 : 1
Lima, Portugal	Alexandrino 1996	1 : 1
Loire, Frankreich	Douchement 1981	1 : 1
Neretva, Kroatien	Vukovic 1961	1 : >1
Rhône, Frankreich	Douchement 1981; Le Corre et al. 1997	0,24-4,15 : 1
Sebou, Marokko	Sabatié 1993	1,35-2,15 : 1
Severn, Großbritannien	Aprahamian 1982; O'Maoileidigh 1990	1 : 1
Skadar-See, Albanien u. Montenegro	Vukovic 1961	1 : 1
Solway Firth, Großbritannien	Maitland & Lyle 2005	1 : 4
Süd-West-Küste England, Großbritannien	Hilman 2003	1 : 11
Tejo, Portugal	Alexandrino 1996	0,36 : 1
Tiber, Italien	D'Ancona 1928	1,3-2,44 : 1
Wye, Großbritannien	Aprahamian 1982; O'Maoileidigh 1990	1 : 1

So zeigen sich im Ergebnis der Studie von Magath & Thiel (2012) räumliche und zeitliche Unterschiede in den Geschlechterverhältnissen anhand der im April, Mai und Juni 2010 in verschiedenen Abschnitten der Tideelbe stromab von Hamburg erhobenen Daten (Abb. 3.1-2). Mit einem Weibchenanteil von 12 bzw. 12,5 % ähneln die im April und Mai 2010 im oberen Abschnitt festgestellten Werte den Ergebnissen aus April/Mai 2014 (12,8 %) aus diesem Abschnitt (Abb. 3.1-2).

Mit einem Weibchenanteil von 30 % im oberen Abschnitt lagen die Werte im Juni 2010 deutlich über den Werten aus April und Mai 2010. Im April und Mai 2010 wurden im mittleren und unteren Abschnitt deutlich höhere Werte für den Weibchenanteil ermittelt als im oberen Abschnitt.



**Abb. 3.1-2:** Geschlechterverteilung im oberen, mittleren und unteren Abschnitt des Elbeästuars im April, Mai und Juni 2010 im Vergleich zu April/Mai 2014.

Aus der räumlich (oberer, mittlerer, unterer Abschnitt) und zeitlich (April, Mai, Juni) höheren Auflösung der Probennahme in 2010 erklärt sich, warum Magath & Thiel (2012) für den Laicherbestand der Finte in der Elbe insgesamt ein Geschlechterverhältnis von 2,8 : 1 ermitteln konnten, während bei der deutlich geringeren raum-zeitlichen Auflösung der Probennahme in 2014 (nur April/Mai im oberen Abschnitt) mit durchschnittlich 6,8 : 1 ein zwar für den oberen Abschnitt und den Beprobungszeitraum erklärbares, aber für den gesamten Laicher-

bestand der Finte in der Tideelbe wahrscheinlich nicht repräsentatives Geschlechterverhältnis ermittelt wurde.

Verschiedene Autoren liefern Erklärungen zu raum-zeitlichen Unterschieden in der Geschlechterverteilung der Finte. So geben Roule (1922), Pina (2000) und Aprahamian et al. (2003b) an, dass die Männchen teilweise früher als die Weibchen ihre Laichwanderung durchführen. Nach Maitland & Lyle (2005) verweilen die einzelnen männlichen Individuen längere Zeit auf den Laichplätzen, während sich die weiblichen Individuen hier nur relativ kurz aufhalten.

Aufgrund der Daten von Magath & Thiel (2012) kann man für 2010 ein ähnliches Muster für den Laicherbestand der Finte in der Elbe annehmen. Dies könnte im Prinzip auch für 2014 zutreffend sein. Da jedoch in 2014 das Geschlechterverhältnis des Laicherbestandes der Finte nur in ihrem oberen Abschnitt und nicht im gesamten Längsverlauf der Tideelbe stromab Hamburgs untersucht wurde, kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass in 2014 ein deutlicher als 2010 in Richtung der männlichen Individuen verschobenes Geschlechterverhältnis für den gesamten Laicherbestand der Finte in der Tideelbe charakteristisch war.

In dem Zusammenhang ist auch erwähnenswert, dass für eine möglichst effiziente aquakulturelle Vermehrung von *Alosa sapidissima*, der amerikanischen Schwesterart der Finte, ein relativ ausgewogenes Geschlechterverhältnis von ca. 1,5 : 1, mit nur leichter Dominanz der Männchen, verwendet wird (Mylonas et al. 1995, Minkinen et al. 1999).

Der relativ geringe Weibchenanteil bei sonst insgesamt relativ hohen Abundanzen des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe in 2014 (vgl. Kap. 3.4) könnte auch eine mögliche Ursache für einen geringen Laicherfolg der Finte im oberen Abschnitt der Tideelbe stromab Hamburgs in 2014 sein. Hier muss aufgrund der im Rahmen des Fintenmonitorings in 2014 ermittelten sehr geringen Eidichten (BIOCONSULT in Bearbeitung) von einem geringen Laicherfolg der Finte ausgegangen werden.

Insofern hat die Kenngröße Geschlechterverhältnis das Potential, kausale Erklärungsansätze für Ergebnisse zur Eidichte aus dem laufenden Fintenmonitoring zu liefern. Darüber hinaus trägt sie zur Beurteilung des Zustands des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe im Vergleich zu Laicherbeständen der Finte in anderen Gewässern bei. Im Falle der Erhebung des Geschlechterverhältnisses über den gesamten Längsverlauf der Tideelbe stromab Hamburgs können auch Aussagen zum Zustand des Laicherbestandes der Finte im ebenfalls als Laichgebiet infrage kommenden mittleren Abschnitt (vgl. Magath & Thiel 2013) und im unteren Abschnitt getroffen werden, die im Rahmen des Fintenmonitorings nicht (unterer Abschnitt) bzw. nicht repräsentativ nur im Bereich seiner oberstromigen Grenze (mittlerer Abschnitt) beprobt werden.

Wenn das Geschlechterverhältnis des Laicherbestandes der Finte zukünftig für die gesamte Tideelbe abgebildet werden soll, wäre ein zum Jahr 2014 abweichendes Probenahmedesign

zu erarbeiten (vgl. Kap. 3.5)

## 3.2 Gonadosomatischer Index und Reifegrad

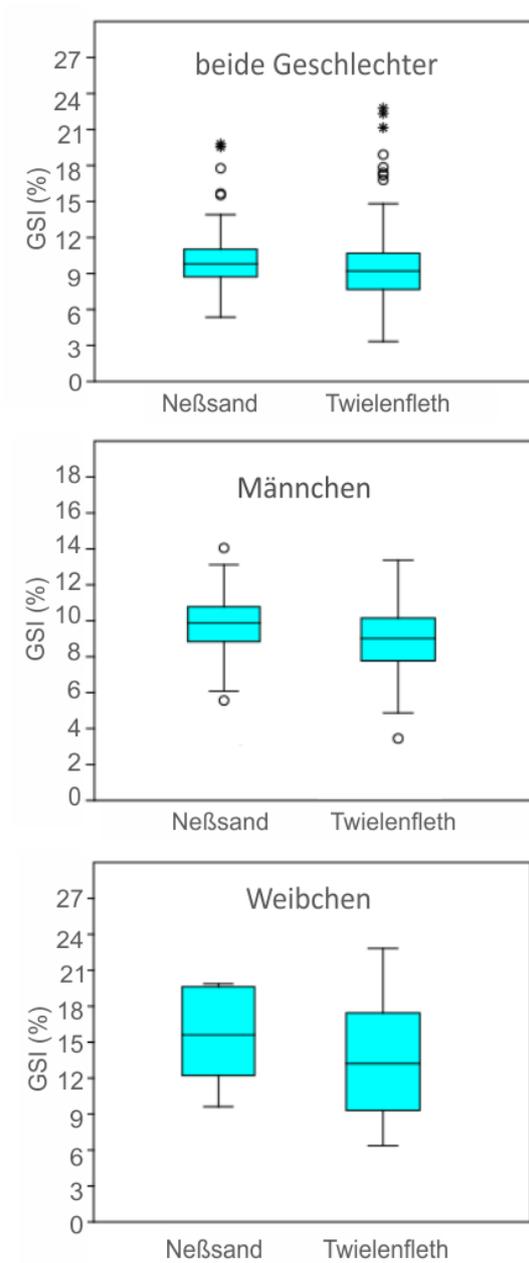
Die maximale Spannweite der anhand des untersuchten Materials ermittelten Werte des Gonadosomatischen Index (GSI) lag zwischen 3,43 % (Minimum) und 22,88 % (Maximum) und wurde an der Station Twielenfleth am 02.05.2014, also Anfang Mai, bei Berücksichtigung beider Geschlechter festgestellt (Tab. 3.2-4). Mit Werten zwischen 5,48 % (Minimum) und 14,05 % (Maximum) trat die geringste Spannweite der GSI-Werte im April 2014 (23.04.2014) bei den Männchen an der Station Neßsand auf.

Die ermittelten Medianwerte des GSI waren Anfang Mai an der Station Twielenfleth geringer als im April an der Station Neßsand (Abb. 3.2-1). Statistisch signifikant ließ sich dies sowohl für die Männchen als auch bei Berücksichtigung beider Geschlechter belegen (MWU-Test  $p < 0,05$ ; t-Test (Student)  $p < 0,0001$ ; Tab. 3.2-1).

Weibchen wiesen insgesamt einen deutlich höheren Medianwert (13,99 %) des GSI auf als die Männchen (9,38 %; Abb. 3.2-2), was sich als statistisch signifikant erwies (t-Test (Welch)  $p < 0,0001$ ; Tab. 3.2-2).

Unterschiedlich große Stichproben unterschieden sich in Bezug auf den GSI dagegen nicht signifikant (Kuskal-Wallis-Test bzw. ANOVA  $p > 0,05$ ; Abb. 3.2-3, Tab. 3.2-3).

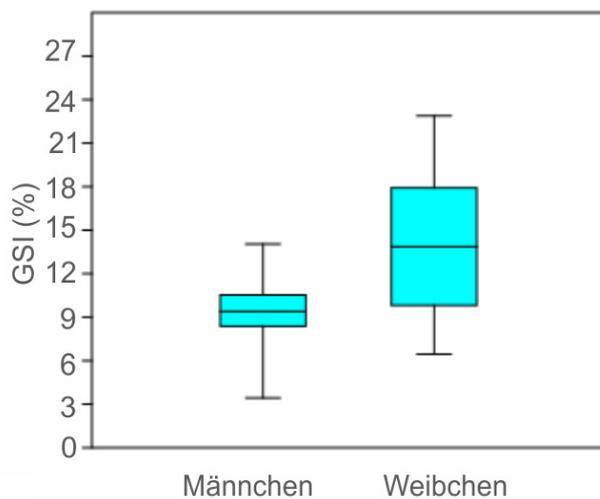
Als Vergleichsdaten zu den in 2014 für den Laicherbestand der Finte festgestellten GSI-Werten standen Informationen aus vorangegangenen Untersuchungen in der Elbe und von 4 anderen Fintenbeständen zur Verfügung (Tab. 3.2-4). Die Spannweiten bzw. Minima und Maxima des GSI aus dem Barrow in Irland (King & Roche 2008), dem Severn in Großbritannien (Hillmann 2003), dem Kurischen Haff in Litauen (Stankus 2009) und dem Solway Firth in Großbritannien (Maitland & Lyle 2005) stimmen für vergleichbare Zeitpunkte und Geschlechter gut mit den in 2014 am Fintenbestand der Elbe erhobenen Werten überein (Tab. 3.2-4). Auch die basierend auf Daten von Magath & Thiel (2012) in 2010 am Laicherbestand der Finte in der Elbe ermittelten GSI-Werte entsprechen den für 2014 ermittelten Werten der Kenngröße GSI.



**Abb. 3.2-1:** Boxplots der GSI-Werte von Männchen, Weibchen und für beide Geschlechter an den Stationen Neßsand (23.04.2014) und Twiefleth (02.05.2014).

**Tab. 3.2-1:** Ergebnisse des statistischen Vergleichs der GSI-Werte an den Stationen Neßsand und Twielenfleth.

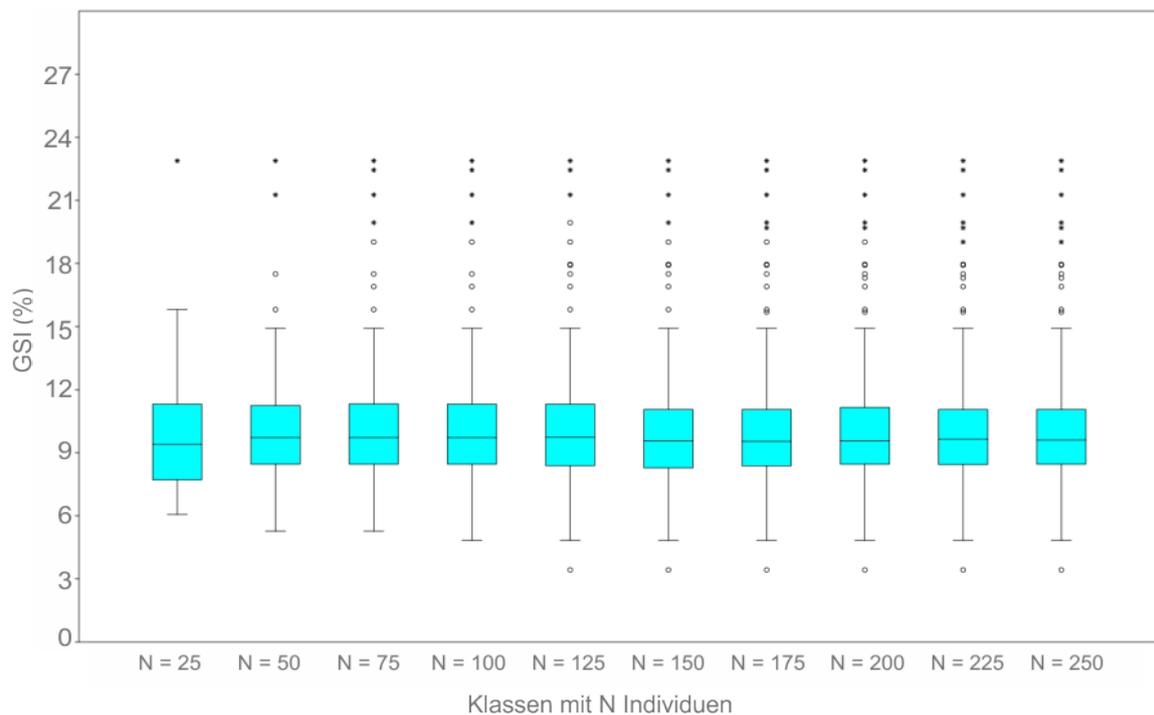
Datensatz	N	Shapiro-Wilk-Test	U (MWU-Test) t (t-Test nach Student)	p	Bewertung
Twielenfleth vs. Neßsand: Männchen + Weibchen	250	nicht normalverteilt	U = 6385,5	0,012462	signifikant verschieden
Twielenfleth vs. Neßsand: Männchen	218	normalverteilt	$t_{\text{student}} = 4,022$	0,0000798	signifikant verschieden
Twielenfleth vs. Neßsand: Weibchen	32	nicht getestet, da zu wenig Individuen in Neßsand (nur N = 8)			



**Abb. 3.2-2:** Boxplots der GSI-Werte von Männchen und Weibchen bei Berücksichtigung des gesamten Untersuchungsmaterials (N = 250).

**Tab. 3.2-2:** Ergebnisse des statistischen Vergleichs der GSI-Werte von Männchen und Weibchen (N=250).

Datensatz	N	Shapiro-Wilk-Test	t (Welch-Test)	p	Bewertung
Männchen + Weibchen: Vergleich gesamtes Material	250	normalverteilt	$t_{\text{welch}} = -5,7597$	0,00000207	signifikant verschieden



**Abb. 3.2-3:** Boxplots der GSI-Werte unterschiedlich großer Stichproben (jeweils um N=25 verschieden) bei Berücksichtigung des Materials von beiden Stationen und beiden Geschlechtern.

**Tab. 3.2-3:** Statistischer Vergleich unterschiedlich großer Stichproben in Bezug auf den GSI. Bis auf die Stichprobe mit den maximal verfügbaren N unterscheidet sich die Größe der Stichproben jeweils um N = 25.

Datensatz	N	Shapiro-Wilk-Test	H (Kruskal-Wallis) F (ANOVA)	p	Bewertung
Twiefelfleth + Neßsand: Männchen + Weibchen	250	nicht normalverteilt	H = 1,737	0,995	nicht signifikant
Twiefelfleth: Männchen + Weibchen	125	nicht normalverteilt	H = 0,06334	0,9995	nicht signifikant
Neßsand: Männchen + Weibchen	125	nicht normalverteilt	H = 1,205	0,8773	nicht signifikant
Twiefelfleth + Neßsand: Männchen	218	normalverteilt	F = 0,1514	0,9965	nicht signifikant
Twiefelfleth + Neßsand: Weibchen	32	normalverteilt	F = 0,5261	0,4713	nicht signifikant
Twiefelfleth: Männchen	101	normalverteilt	F = 0,4324	0,73	nicht signifikant
Neßsand: Männchen	117	normalverteilt	F = 0,4659	0,7608	nicht signifikant
Twiefelfleth: Weibchen	24	nicht getestet, da zu wenig weibliche Individuen in Twiefelfleth und Neßsand			
Neßsand: Weibchen	8				

**Tab. 3.2-4:** Minimale und maximale GSI-Werte des Laicherbestandes der Finte in der Elbe 2014 im Vergleich zu anderen Beständen bzw. Zeiträumen.

Untersuchungsgebiet	Monat	Sex	Minimum	Maximum	Quellenangabe
Barrow, Irland, oberer Ästuarabschnitt, 2000-2005	April	Weibchen	8	18	King & Roche 2008
	Mai	Weibchen	2,5	29	
	Juni	Weibchen	2	24	
Severn, Burnham-on-Sea, Großbritannien, 2000	April	Weibchen		10,8	Hillmann 2003
	April	Männchen	0,54	2,64	
Kurisches Haff, Litauen, 2005	Mai	alle	5,1	20,9	Stankus 2009
	Mai	Männchen	5,1	11,2	
	Mai	Weibchen	6,2	20,9	
Solway Firth, Großbritannien, 1993-1994	Juni	alle		23,32	Maitland & Lyle 2005
	Juni	Männchen		11,82	
	Juni	Weibchen		23,32	
Elbe, Deutschland Stationen Twielenfleth u. Neßsand, 2010	April	alle	5,01	11,9	Magath & Thiel 2012
	April	Männchen	5,01	11,9	
	April	Weibchen	10,84	10,84	
	Mai	alle	2,91	17,5	
	Mai	Männchen	2,91	8,57	
	Mai	Weibchen	17,5	17,5	
	Juni	alle	0,67	5,09	
	Juni	Männchen	0,67	2,91	
Elbe, Deutschland, Station Neßsand, 2014	April	alle	5,48	19,94	eigene Untersuchung
	April	Männchen	5,48	14,05	
	April	Weibchen	9,7	19,94	
Elbe, Deutschland, Station Twielenfleth, 2014	Mai	alle	3,43	22,88	eigene Untersuchung
	Mai	Männchen	3,43	13,24	
	Mai	Weibchen	6,44	22,88	

Beim als zusätzliche Kenngröße untersuchten Reifegrad der Gonaden dominierte bei Berücksichtigung beider Geschlechter an beiden Stationen die Kategorie der noch nicht abgelaichten Individuen mit Anteilen von 88 % (Neßsand) bzw. 88,8 % (Twielenfleth) (Abb. 3.2-4). An der Station Neßsand hatten am 23.04.2014 nur 0,8 % der Finten abgelaicht, in Twielenfleth waren es am 02.05.2014 insgesamt 6,4 %. Dagegen wurden am 23.04.2014 bei Neßsand laichende Individuen mit einem Anteil von 11,2 % festgestellt, während die laichenden Individuen am 02.05.2014 bei Twielenfleth nur mit einem Anteil von 4,8 % vertreten waren.

Bei separater Betrachtung der männlichen Individuen ergibt sich ein ähnliches Bild. Der weitaus größte Teil der Männchen bei Neßsand (87,2 %) bzw. bei Twielenfleth (96 %) hatte

noch nicht abgelaicht (Abb. 3.2-4). Mit einem Wert von 2 % war der Anteil der abgelaichten männlichen Individuen bei Twielenfleth etwas höher als bei Neßsand (0,8 %). Als „laichend“ wurde bei Neßsand ein Männchenanteil von 12 % und bei Twielenfleth von 2 % eingestuft.

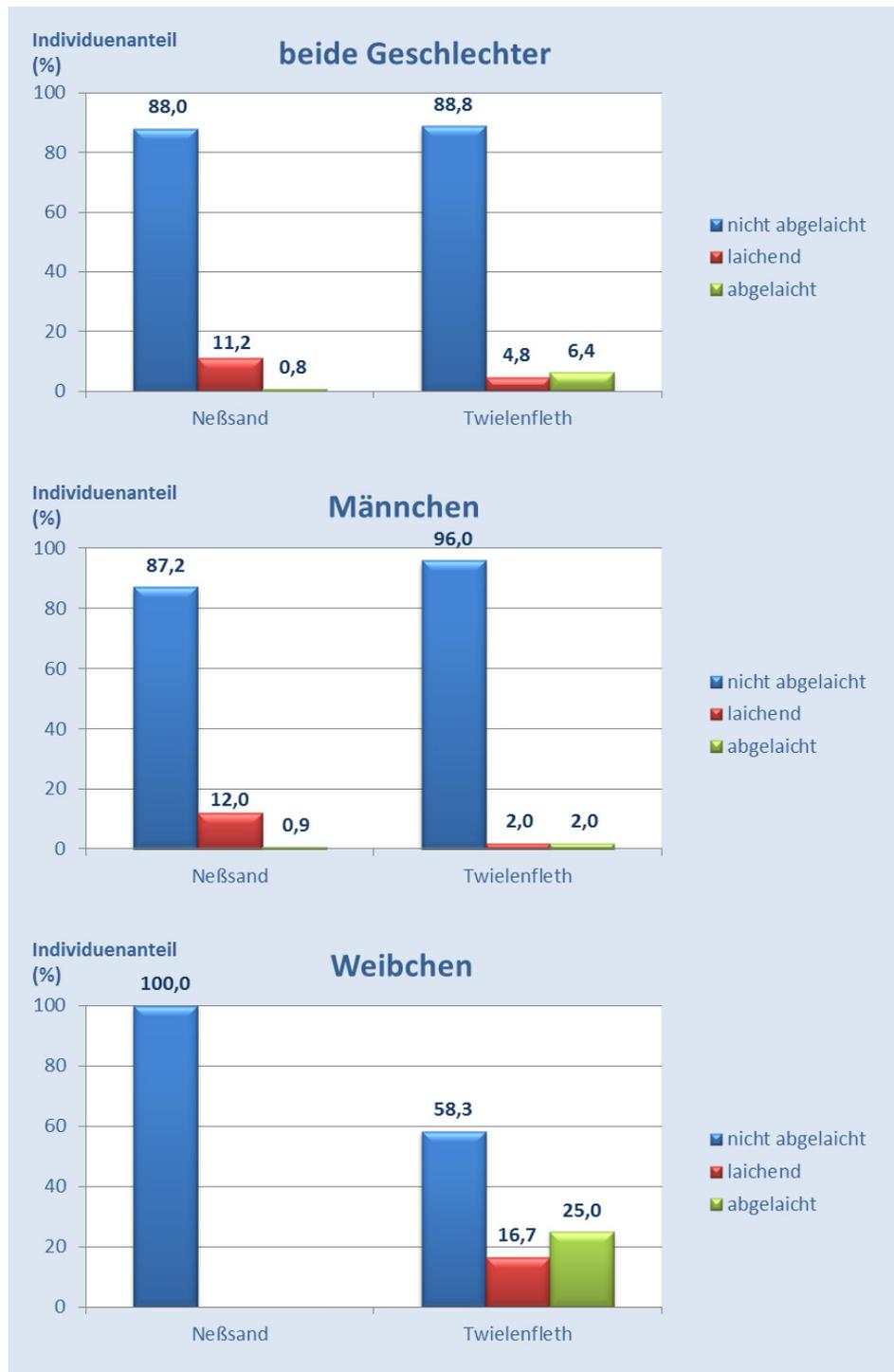


Abb. 3.2-4: Prozentuale Individuenanteile adulter Finten an drei verschiedenen Kategorien des Reifegrads der Gonaden.

Während an der Station Neßsand (N = 8) ausschließlich nicht abgelaichte Weibchen festgestellt wurden, waren es bei Twielenfleth (N = 24) 58,3 % der Weibchen, die noch nicht abgelaicht hatten (Abb. 3.2-4). An dieser Station hatten 25 % der untersuchten weiblichen Individuen abgelaicht, während 16,7 % laichend waren.

In der Gesamtschau der Kenngrößen GSI und Reifegrad kennzeichnet der Fangtermin 23.04.2014 etwa den Beginn der eigentlichen Laichzeit der Finte in der Elbe. Da am 02.05.2014 weniger Individuen als am 23.04.2014 festgestellt wurden, deren Gonaden in die Kategorie „laichend“ eingruppiert werden konnten, muss zu diesem Termin Anfang Mai von einer reduzierten Laichaktivität im Vergleich zum 23.04.2014 ausgegangen werden.

Diese Ergebnisse stimmen sehr gut mit den von BIOCONSULT im Rahmen des Fintenmonitorings im Untersuchungsjahr 2014 erzielten Ergebnissen anhand der Finteneifänge überein. Während am 16.04.2014 nur vereinzelt Finteneier nachgewiesen werden konnten, traten Finteneier am 24.04.2014 schon vermehrt auf und befanden sich überwiegend noch im Entwicklungsstadium 1 (BIOCONSULT in Bearbeitung). Es ist also davon auszugehen, dass signifikante Laichaktivitäten kurzzeitig vor den vermehrten Eifängen eingesetzt hatten. Nach einem Maximum der Eidichten am 29.04.2014 sanken die Eidichten im Verlauf des Mai wieder ab und blieben während der gesamten Laichperiode auf niedrigem Niveau (BIOCONSULT in Bearbeitung).

Für 2010 gaben Magath & Thiel (2013) im Ergebnis einer kombinierten Betrachtung des saisonalen Verlaufes der Kenngrößen GSI und Reifegrad den frühesten möglichen Beginn der Laichzeit mit dem 27. April an, so dass die für 2014 erzielten Angaben den Beginn der Laichzeit einige Tage früher als 2010 datieren.

Die erzielten Ergebnisse belegen, dass die Kenngrößen GSI und Reifegrad in ihrer kombinierten Betrachtung prinzipiell eine sehr gute Verifizierung des anhand von Eifängen im Rahmen des Fintenmonitorings ermittelten Laichzeitbeginns und der Laichintensitäten der Finte ermöglichen.

Zusätzlich erlauben GSI und Reifegrad bei repräsentativer Erhebung Aussagen zur Synchronisation der Gonadenentwicklung von Männchen und Weibchen. Gerade bei sich ändernden Umweltfaktoren, z.B. bei einer zeitweisen Abnahme der Wassertemperatur auf den Laichplätzen während der Laichperiode, kann eine unzureichende Synchronisation in der Laichreife zwischen Männchen und Weibchen, die zu unterschiedlichen Zeiten einwandern und unterschiedlich lange verweilen (vgl. auch Kap. 3.1), nicht ausgeschlossen werden. Auch ein Abwandern nur teilweise abgelaichter Finten wäre bei suboptimalen Bedingungen auf den Laichplätzen denkbar. Beispielsweise ermittelten Olney et al. (2001), dass etwa 70 % der weiblichen *A. sapidissima* den York River (Virginia) verließen, obwohl sie nur teilweise abgelaicht hatten. Olney & McBride (2003) nehmen an, dass ein Großteil der nicht abgelaichten und weiter entwickelten Eier dann durch die Weibchen wieder resorbiert wird.

Neben einem verschobenen Geschlechterverhältnis (vgl. Kap. 3.1) könnte theoretisch auch eine unzureichende Synchronisation in der Gonadenentwicklung zwischen Männchen und Weibchen eine Ursache für den im Ergebnis des Fintenmonitorings in 2014 ermittelten geringen Laicherfolg der Finte im oberen Abschnitt (vgl. BIOCONSULT in Bearbeitung) sein. Plausibel lässt sich dieser Zusammenhang aufgrund der unzureichenden räumlichen und zeitlichen Auflösung der Daten zu GSI und Reifegrad aus 2014 jedoch nicht prüfen. Die Gonadenentwicklung muss über den GSI und den Reifegrad separat für beide Geschlechter analysiert werden, um daraus Hinweise für eine eventuell vorliegende unzureichende Synchronisation in der Gonadenentwicklung zu erhalten. Die Kenngrößen GSI und Reifegrad wurden in 2014 zwar separat für Männchen und Weibchen, aber nur für zwei relativ dicht beieinander liegende Termine, den 23. April und 2. Mai, und auch nur für zwei Stationen analysiert, so dass plausible Aussagen zur Synchronisation in der Gonadenentwicklung beider Geschlechter anhand dieser Stichproben nicht möglich sind.

Wenn GSI und Reifegrad des Laicherbestandes der Finte zukünftig für die gesamte Laichperiode und die gesamte Tideelbe abgebildet werden sollen, wäre ein zum Jahr 2014 abweichendes Probenahmedesign zu erarbeiten. Nur eine repräsentative Erhebung der Kenngrößen Reifegrad und GSI über die gesamte Hauptlaichperiode sowie im oberen, mittleren und unteren Abschnitt der Tideelbe stromab Hamburgs (vgl. Kap. 3.5) würde entsprechende Analysen sowie auch Aussagen zum Ende der Laichperiode und zum Zustand des Laicherbestandes der Finte im ebenfalls als Laichgebiet infrage kommenden mittleren Abschnitt (vgl. Magath & Thiel 2013) und im unteren Abschnitt ermöglichen, die im Rahmen des Fintenmonitorings nicht (unterer Abschnitt) bzw. nicht repräsentativ nur im Bereich der oberstromigen Grenze (mittlerer Abschnitt) beprobt werden.

### 3.3 Altersstruktur

Mit Ausnahme von zwei Individuen von der Station Twielenfleth, bei denen die Schuppen nicht eindeutig lesbar waren, konnte bei allen anderen untersuchten Individuen (N=248) das Alter bestimmt werden. Basierend auf dem untersuchten Gesamtmaterial ergab sich, dass der Laicherbestand der Finte in der Tideelbe in 2014 aus den Altersgruppen 2 bis 8 bestand (Abb. 3.3-1). Somit waren in 2014 im Laicherbestand der Finte insgesamt mindestens 7 Altersgruppen vertreten, jeweils 6 bei den männlichen und 6 bei den weiblichen Individuen. In der Altersgruppe 2 waren ausschließlich männliche Individuen (6,5 %) vertreten, die Altersgruppe 8 wurde nur durch weibliche Individuen (3,1 %) repräsentiert. Hinsichtlich der Individuenanteile dominierte die Altersgruppe 3, gefolgt von der Altersgruppe 4. Die meisten Individuen waren in der Altersgruppe 3 mit 68,5 % bei den Männchen und 53,1 % bei den Weibchen zu finden. Die Altersstrukturen männlicher und weiblicher Individuen unterscheiden sich statistisch signifikant voneinander (Chi-Quadrat-Homogenitätstest,  $p < 0,0005$ ; Tab. 3.3-1).

Die ermittelten stationsbezogenen Altersstrukturen der Männchen und des Gesamtmaterials (Männchen und Weibchen), unterscheiden sich statistisch signifikant voneinander (Chi-Quadrat-Homogenitätstest  $p < 0,005$ , Tab. 3.3-1). Die stationsbezogenen Altersstrukturen der Weibchen konnten wegen der zu geringen Stichprobengröße an der Station Neßsand nicht statistisch geprüft werden (Tab. 3.3-1). An der Station Twielenfleth war der Anteil der Altersgruppe 3 sowohl bei den Männchen (55,6 %) als auch bei den Weibchen (58,3 %) im Vergleich zu den anderen Altersgruppen mit Abstand am größten. Zudem war an dieser Station die Altersgruppe 8 nicht vertreten. An der Station Neßsand waren die Altersgruppe 5 bei beiden Geschlechtern nicht und die Altersgruppe 2 und 6 bei den Weibchen nicht vertreten (Abb. 3.3-1). Da an dieser Station insgesamt nur 8 Weibchen analysiert werden konnten, ist ein Einfluss der geringen Stichprobengröße auf den Befund der nicht durch Weibchen besetzten Altersgruppen 5 und 6 wahrscheinlich. Auch an der Station Neßsand zählten die meisten untersuchten Individuen sowohl bei den Weibchen (37,5 %) als auch bei den Männchen (78,6 %) zur Altersgruppe 3.

Als Vergleichsdaten zu der in 2014 für den Laicherbestand der Finte in der Elbe festgestellten Altersstruktur standen Informationen aus früheren Untersuchungen in der Elbe und aus 22 anderen Gebieten zur Verfügung (Tab. 3.3-2). Daraus wird ersichtlich, dass es sich beim Laicherbestand der Finte in der Elbe in 2014 um einen hinsichtlich der Altersgruppenspanne und Altersgruppenanzahl ausgewogenen Bestand handelte. Lediglich für die Fintenbestände im Severn (Großbritannien), Neretva (Kroatien) und Bačín-See (Serbien) wurden noch höhere Altersgruppenanzahlen publiziert, was zumindest im Fall des Severn auch auf die vergleichsweise hohe Anzahl analysierter Individuen zurückgeführt werden kann (vgl. Tab. 3.3-2).

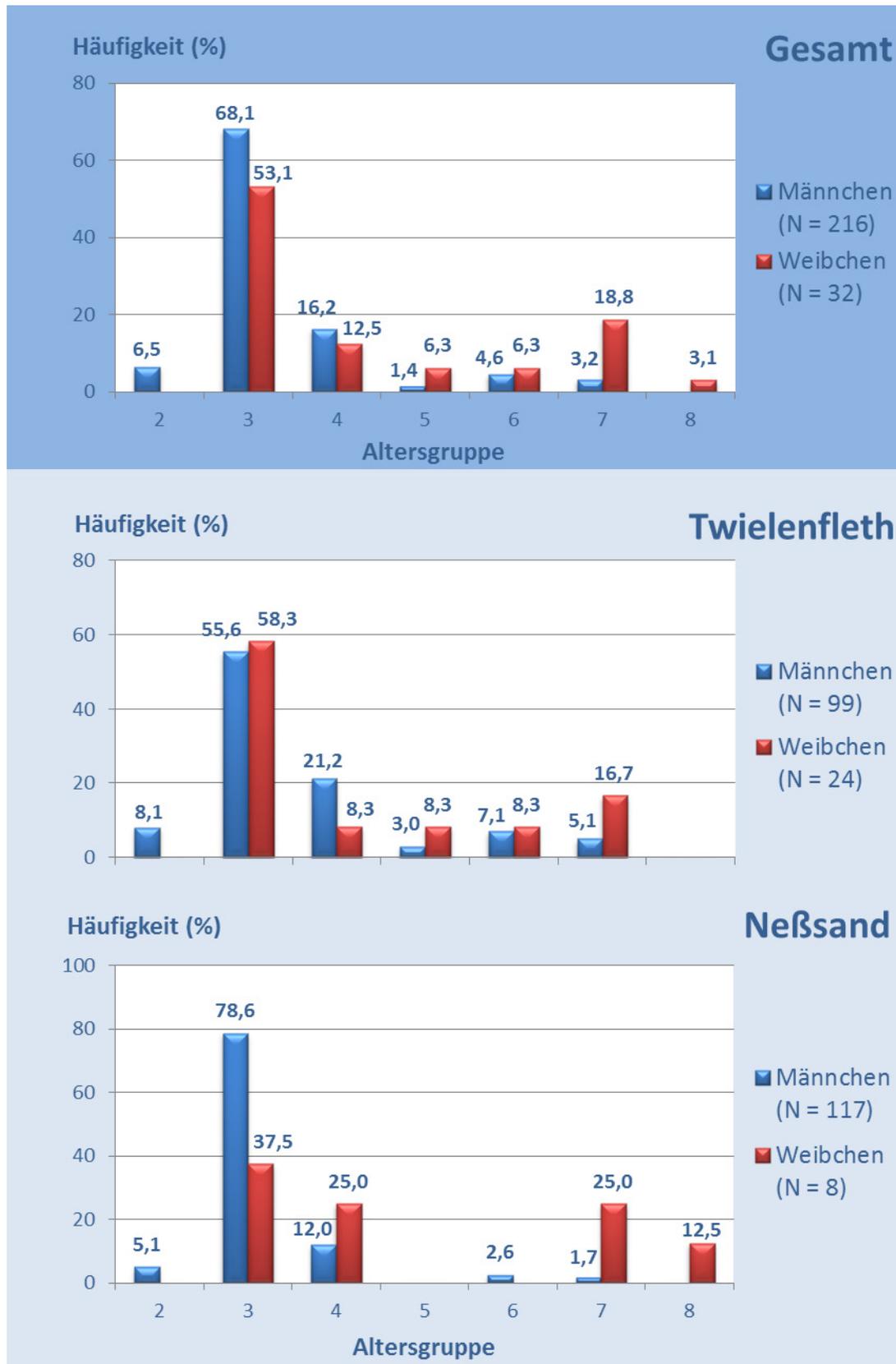


Abb. 3.3-1: Häufigkeiten der Altersgruppen bei männlichen (blau) und weiblichen (rot) adulten Fischen des Laicherbestandes 2014 in der Elbe.

**Tab. 3.3-1:** Ergebnisse des statistischen Vergleichs der Altersstrukturen an den Stationen Twielenfleth und Neßsand sowie der Altersstrukturen von Männchen und Weibchen.

Datensatz	N	$\chi^2$	p	Bewertung
Twielenfleth vs. Neßsand Männchen + Weibchen	248	12,907	0,004842	signifikant verschieden
Twielenfleth vs. Neßsand Männchen	216	14,600	0,002192	signifikant verschieden
Twielenfleth vs. Neßsand Weibchen	32	Test nicht möglich, da zu wenig Weibchen in Neßsand		
Männchen vs. Weibchen	248	26,214	0,000203	signifikant verschieden

In der Elbe unterschieden sich unterschiedlich große Stichproben in Bezug auf die Altersstruktur (Häufigkeiten pro Altersgruppe) nicht signifikant voneinander (Chi-Quadrat-Homogenitätstest  $p > 0,05$ ; Tab. 3.3-3), jedoch wurden entsprechende Tests für die weiblichen Tiere aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht durchgeführt.

Ein Einfluss der Stichprobengröße auf die ermittelten Altersgruppenspannen und -anzahlen kann aber für den Laicherbestand der Finte nicht ausgeschlossen werden. So konnten 2014 beispielsweise an der Station Neßsand, bei einer Stichprobengröße von  $N=125$ , keine Individuen der AG 5 festgestellt werden. Dies wäre aber zu erwarten gewesen, da die AG 5 im Bereich der hier nachgewiesenen Altersgruppenspanne von 2-8 angesiedelt ist und zudem bei gleicher Stichprobengröße von  $N=125$  an der Station Twielenfleth festgestellt wurde. Bei einer Stichprobengröße von  $N=250$  (Berücksichtigung des Gesamtmaterials) war die AG 5 dagegen besetzt (Abb. 3.3-1). Aufgrund dieser Befunde wird empfohlen, eine Stichprobengröße von 250 Individuen zur Beurteilung der Altersstruktur des Fintenbestandes in der Tideelbe nicht zu unterschreiten, wenn die Altersstruktur des gesamten Laicherbestandes repräsentativ erfasst werden soll. Da sich der Anteil älterer Individuen bedingt durch das spätere Einwandern der Weibchen im Verlauf der Laichsaison saisonal und aufgrund der zu bestimmten Zeitpunkten höheren Weibchenanteile weiter stromab ändern kann (vgl. Kap. 3.1), wäre auch ein zum Jahr 2014 abweichendes Probenahmedesign zu erarbeiten, wenn die Altersstruktur des gesamten Laicherbestandes repräsentativ abgebildet werden soll.

In Abb. 3.3-2 sind die Längen-Häufigkeitsverteilungen für das Gesamtmaterial sowie auch separat für die männlichen und weiblichen Finten des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe in 2014 dargestellt. Danach sind die Minimum- und Maximumwerte der Totallängen bei den Weibchen deutlich höher als bei den Männchen, was darauf zurückgeführt werden kann, dass die Weibchen im Laicherbestand der Finte in der Tideelbe insgesamt älter (vgl. Kap. 3.3) und größer (vgl. Illing 2009) sind als die Männchen.

Der Verlauf der einzelnen Gesamtverteilungen lässt es nicht zu, eine eindeutige Aufteilung in Unterverteilungen vorzunehmen, die verschiedenen Altersgruppen zugeordnet werden kön-

nen. Eine plausible Zuordnung von Totallängen zu Altersgruppen ist somit nur über die direkte Altersbestimmung anhand von Schuppen möglich. In den Tabellen 3.3-4 und 3.3-5 sind die Anzahlen der männlichen bzw. weiblichen Individuen des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe in 2014 dargestellt, die anhand der Altersbestimmung an Schuppen jeweils eindeutig einer bestimmten Totallänge zugeordnet werden konnten. Dabei zeigen sich bei den Männchen relativ große Überlappungsbereiche der Totallänge zwischen den AG. Im einzelnen umfassen die AG bei den Männchen folgende Totallängenbereiche: AG 2: 25-29 cm, AG 3: 26-36,5 cm, AG 4: 32,5-38,5 cm, AG 5-7: 37-42 cm. Im Unterschied zu den Männchen ist die AG 3 bei den Weibchen ohne Überlappungsbereich eindeutig einem kleineren Totallängenbereich zuzuordnen als die höheren AG. Die verschiedenen AG der Weibchen umfassen folgende Totallängenbereiche: AG 3: 30,5-38 cm, AG 4: 38,5-43 cm, AG 5-8: 42-48,5 cm.

Tab. 3.3-2: Altersstruktur verschiedener Laicherbestände der Finte. Die Altersgruppe mit dem höchsten Häufigkeitsanteil wurde jeweils farblich hervorgehoben.

Untersuchungsgebiet	Geschlecht	Altersgruppen-spanne	Anzahl Altersgruppen	Häufigkeit pro Altersgruppe (%)												Individuenzahl (Untersuchungszeitraum)	Quellenangabe
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Severn, Großbritannien	m	2-10	9		0,02	5,57	20,48	21,68	21,61	17,83	8,62	2,21	0,28			1527 (17 Jahre)	Aprahamian 1982; Aprahamian et al. 2003 a
	w	3-12	10			0,44	11,72	23,43	25,49	20,26	11,28	6,21	1,2	0,19	0,04	4598 (17 Jahre)	
Neretva, Kroatien	m + w	2-10	9		0,29	2,92	9,94	51,75	16,66	9,94	4,38	3,53	0,58				Vukovic 1961
Bačín-See, Serbien	m + w	1-9	9	0,39	29,13	14,17	8,66	22,83	12,99	5,11	4,72	1,96					
Süd-West-Küste England, Großbritannien	m + w	3-9	7			24,4	14,6	24,4	24,4	9,8		2,4				41	Hilman 2003
Rhône, Frankreich	m	3-8	6			16,33	48,31	26,3	7,49	0,96	0,61					302 (3 Jahre)	Le Corre et al. 1997
	w	3-8	6			1,82	19,22	47,27	23,47	7,4	0,82					436 (3 Jahre)	
Rhône, Frankreich	m	3-5	3			15,6	62,4	21,1								109	Douchement 1981
	w	3-8	6			4,7	29,7	46,9	10,9	6,4	1,6					64	
Kurisches Haff, Litauen, 2005	m	3-8	6			9	21	25	30	13	2					97 (1 Jahr)	Stankus 2009
	w	4-9	6				13	16,2	27,1	30	11,7	2				32 (1 Jahr)	
Kurisches Haff, Litauen, 2004	m	2-7	6		2,4	15,8	50,6	24,5	5,4	1,3						119 (1 Jahr)	Stankus 2009
	w	4-8	5				16,1	36,7	27,8	16	3,4					25 (1 Jahr)	
Elbe, Deutschland, 1961	m+w	2-9	7		27,5	12	15	15	10	5		1,5				109 (1 Jahr)	Hass 1965
Elbe, Deutschland, 1962	m+w	2-7	6		15	46	9,5	7	11	6,1						221 (1 Jahr)	Hass 1965
Elbe, Deutschland, 2009	m	2-6	5		4	54	28	11	3							71	Illing 2009
	w	3-6	4			21	34	15	30							33	
Elbe, Deutschland, 2014	m	2-7	6		6,48	68,06	16,20	1,39	4,63	3,24	-					216	eigene Untersuchung
	w	3-8	6		-	53,13	12,50	6,25	6,25	18,75	3,13					32	
Barrow, Irland, vor 1990	m	4-9	6				16,2	73	2,7	2,7	2,7	2,79				37 (1 Jahr)	O'Maoleidigh 1990
	w	4-8	5				18,2	59,1	13,6		9,1					22 (1 Jahr)	
Barrow, Irland, 2000-2005	m	4-7	4				18	58	8	16						12	
	w	4-7	4				14	18	7	30	17	10	4			59	

Fortsetzung Tab. 3.3-2.

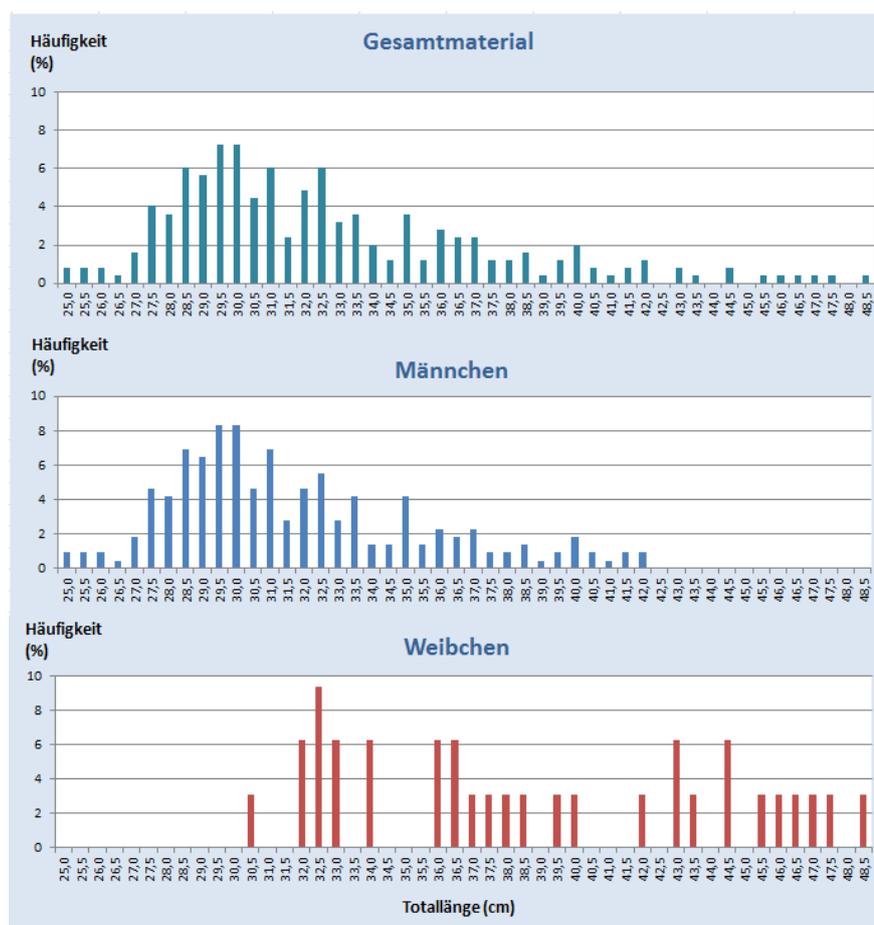
Untersuchungsgebiet	Sex	Altersgruppen-spanne	Anzahl Altersgruppen	Häufigkeit pro Altersgruppe (%)												Individuenzahl (Untersuchungszeitraum)	Quellenangabe
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Holland, Niederlande	m	5-9	5					66,22	24,32	6,76	1,35	1,35				74 (1 Jahr)	Aprahamian 1982
	w	4-9	6				1,29	80,54	9,09	5,19	2,6	1,29				77 (1 Jahr)	
Audé, Frankreich	m	3-6	4			27	33,8	36,7	2,7							74	Douchement 1981
	w	4-8	5				15,8	23,7	44,7	5,3	10,5					38	
Solway Firth, Großbritannien	m + w	3-7	5			x	x	71	x	x						45 (2 Jahre)	Maitland & Lyle 2005
Loire, Frankreich	m	2-5	4		26	60,5	31,6	5,3								38	Douchement 1981
	w	3-7	5			5,4	30,2	41,1	21,4	1,8						56	
Sebou, Marokko	m	2-5	4		0,37	35,86	49,37	14,41								205 (3 Jahre)	Sabatié 1993
	w	3-6	4			8,81	48,19	28,42	14,58							151 (3 Jahre)	
Wye, Großbritannien	m	4-6	3				63,46	34,62	1,92							52 (1 Jahr)	Aprahamian 1982
	w	4-7	4				21,28	70,21	4,26	4,26						47 (1 Jahr)	
Golf de Gascogne / Camp Soldif / küstennah, Frankreich	m + w	3-6	4			39	49	10	2								Taverny & Elie 2001
Adour, Frankreich	w	5-8	4					30,4	43,6	13	13					23	Douchement 1981
Gironde-Garonne, Dordogne, Frankreich, vor 1981	m	3-6	4			51,4	29,7	16,2	2,7							37	Douchement 1981
	w	3-5	3			6,7	26,7	66,7								45	
Gironde-Garonne, Dordogne, Frankreich, 1987	m	3-5	3			12,5	56	31,5								15 (1 Jahr)	Taverny 1991
	w	4-6	3				48	42	10							66 (1 Jahr)	
Gironde-Garonne, Dordogne, Frankreich, 1988	m	4-6	3				35,9	53,9	10,2							31 (1 Jahr)	Taverny 1991
	w	4-6	3				19,3	74,3	6,4							40 (1 Jahr)	

Fortsetzung Tab. 3.3-2

Untersuchungsgebiet	Sex	Altersgruppen-spanne	Anzahl Altersgruppen	Häufigkeit pro Altersgruppe (%)												Individuenzahl (Untersuchungszeitraum)	Quellenangabe	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Golf de Gascogne / Camp Ressgasc / Vilaine, Frankreich	m + w	3-5	3			50	38	12										Taverny & Elie 2001
Charente, Frankreich	m	4	1				100										5 (1 Jahr)	Veron 1999
	w	3-5	3			17,86	71,43	10,71									28 (1 Jahr)	
Lima, Portugal	m	2-5	4														51	Alexandrino 1996
	w	3-5	3														54	
Quadiana, Portugal	m	3-5	3														25	Alexandrino 1996
	w	4-6	3														15	
Tejo, Portugal	m	2-4	3														22	Alexandrino 1996
	w	3-5	3														78	
Mondego, Portugal	m	3-5	3														25	Alexandrino 1996
	w	4-5	2														13	

**Tab. 3.3-3:** Statistischer Vergleich unterschiedlich großer Stichproben in Bezug auf die Altersstruktur. Bis auf die Stichprobe mit den maximal verfügbaren N unterscheidet sich die Größe der Stichproben jeweils um N = 25.

Datensatz	N	$\chi^2$	p	Bewertung
beide Geschlechter Twielenfleth	123	1,0586	0,99998	nicht signifikant
beide Geschlechter Neßsand	125	3,1018	0,99478	nicht signifikant
Weibchen Twielenfleth	24	Test nicht möglich, da nur 24 Ind., d.h. nur 1 Verteilung		
Weibchen Neßsand	8	Test nicht möglich, da nur 8 Ind., d.h. nur 1 Verteilung		
Männchen Twielenfleth	99	3,3048	0,95098	nicht signifikant
Männchen Neßsand	117	3,4782	0,90087	nicht signifikant
Weibchen Neßsand + Twielenfleth	32	Test nicht möglich, da nur 1 sinnvolle Verteilung		
Männchen Neßsand + Twielenfleth	216	7,2359	0,99961	nicht signifikant
Männchen und Weibchen Neßsand + Twielenfleth	248	4,805	1,0	nicht signifikant



**Abb. 3.3-2:** Längen-Häufigkeitsverteilungen der Männchen (blau; N=216) und Weibchen (rot; N=32) sowie des Gesamtmaterials (grün; N=248) adulter Finten des Laicherbestandes 2014 in der Tidelbe.

**Tab. 3.3-4:** Anzahl der untersuchten männlichen Individuen des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe in 2014, die anhand der Altersbestimmung an Schuppen jeweils einer bestimmten Totallänge zugeordnet werden konnten.

Totallänge (cm)	Altersgruppe									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
25,0			2							
25,5			2							
26,0			1	1						
26,5			1							
27,0			1	3						
27,5			1	9						
28,0			1	8						
28,5			2	13						
29,0			3	11						
29,5				18						
30,0				18						
30,5				10						
31,0				15						
31,5				6						
32,0				10						
32,5				11	1					
33,0				5	1					
33,5				4	5					
34,0				2	1					
34,5					3					
35,0				1	8					
35,5				1	2					
36,0					5					
36,5				1	3					
37,0					4		1			
37,5					1	1				
38,0							1	1		
38,5					1		1	1		
39,0							1			
39,5							1	1		
40,0						1	1	2		
40,5						1	1			
41,0							1			
41,5							1	1		
42,0							1	1		
<b>n</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>147</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>216</b>

**Tab. 3.3-5:** Anzahl der untersuchten weiblichen Individuen des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe in 2014, die anhand der Altersbestimmung an Schuppen jeweils einer bestimmten Totallänge zugeordnet werden konnten.

Totallänge (cm)	Altersgruppe										
	0	1	2	3	4	5	6	7			8
30,5				1							
31,0											
31,5											
32,0				2							
32,5				3							
33,0				2							
33,5											
34,0				2							
34,5											
35,0											
35,5											
36,0				2							
36,5				2							
37,0				1							
37,5				1							
38,0				1							
38,5					1						
39,0											
39,5					1						
40,0					1						
40,5											
41,0											
41,5											
42,0									1		
43,0					1		1				
43,5									1		
44,0											
44,5						2					
45,0											
45,5									1		
46,0							1				
46,5									1		
47,0									1		
47,5										1	
48,0											
48,5									1		
<b>n</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>32</b>

### 3.4 Abundanzen

Da Abundanzdaten für die Stationen 3, 5, 7 und 9 nur für 2009 und 2010 zur Verfügung standen (vgl. Kap. 2.4), wurden diese Stationen bei den weiteren Betrachtungen ausgeklammert. Die nachfolgend dargelegten Analyseergebnisse der Abundanzen basieren deshalb auf insgesamt 236 Hamenhols von den Stationen 1, 2, 4, 6, 8, 10 und 11 (Abb. 2.1-1, Tab. 3.4-1).

An den am weitesten stromab gelegenen Stationen 1 und 2 (unterer (mesohaliner) Abschnitt) kamen adulte Finten im Durchschnitt mit geringeren Abundanzen vor als an den Stationen 4 und 6 (mittlerer (oligohaliner) Abschnitt) bzw. 8, 10 und 11 (oberer (limnischer) Abschnitt; Tab. 3.4-1). Nach dieser Abundanzverteilung sind also die Laichplätze der Finte im oberen und mittleren Abschnitt zu erwarten, während der untere Abschnitt Wanderungsgebiet ist. Auch nach Magath & Thiel (2013) liegen die Laichplätze der Finte derzeit im oberen und mittleren Abschnitt der Tideelbe stromab Hamburgs.

Bei Berücksichtigung von 7 Stationen (1, 2, 4, 6, 8, 10 und 11) ergibt sich eine mittlere Abundanz adulter Finten von 106,61 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> für den Zeitraum von 2009-2014 (Tab. 3.4-1). Lässt man für den Zeitraum 2009-2014 die Werte von Mitte Mai bis Juni einmal unberücksichtigt, da sie nur für 2009 und 2010 vorliegen, kamen mit 21,16 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> die geringsten Abundanzwerte Ende April 2010 vor, während die höchsten Abundanzwerte mit 160,72 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> für Ende April/Anfang Mai 2009 ermittelt wurden (Tab. 3.4-1). Mit 105,06 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> wurde im Rahmen des WRR- und Fintenmonitorings Ende April/Anfang Mai 2014 also ein Abundanzwert ermittelt, der dem Abundanzmittelwert der Zeitperiode 2009-2014 (106,61 Ind./1 Mio m<sup>3</sup>) ähnelt und sich auch gut zwischen dem Minimum- und Maximumwert der Abundanzen Ende April/Anfang Mai des Zeitraums 2009-2014 einpasst.

Dies spricht dafür, dass im Rahmen des WRR- und Fintenmonitorings in 2014 eine geeignete Erhebungsmethodik zur Ermittlung der Abundanzen des Laicherbestandes der Finte für den Zeitraum Ende April/Anfang Mai in der Tideelbe angewendet wurde. Wie bereits im Rahmen des WRR- und Fintenmonitorings in 2013 und 2014 durchgeführt, erscheint es dabei auch sinnvoll, die Abundanzen über eine adäquate Beprobung von jeweils zwei Hauptstrom-Stationen in jedem Abschnitt der Tideelbe unterhalb Hamburgs adäquat zu erfassen, d.h. die Stationen 1, 2, 4, 6, 8 und 11 zu beproben. Der Ausschluss der einzigen Nebenstrom-Station (Station 10 – Hahnöfer Nebelbe) aus der Kalkulation der Abundanzmittelwerte hat bei Zugrundelegung der verfügbaren Daten von 2009-2014 einen nur marginalen Einfluss auf die ermittelte mittlere Abundanz der adulten Finten (106,38 Ind./1 Mio m<sup>3</sup>; Tab. 3.4-1). Eine weitere Reduktion der zu beprobenden Stationsanzahl sollte jedoch nicht erfolgen, da Berechnungen mittlerer Abundanzen basierend auf nur 3 Hauptstrom-Stationen deutlicher voneinander abweichende Mittelwerte mit höheren Standardabweichungen ergeben (Tab. 3.4-1).

Mit 331,1 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> bzw. 211,59 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> wurden bei den Mitte bzw. Ende Mai durchgeführten Probennahmekampagnen (KLIMZUG-NORD 2009, 2010) im Mittel deutlich höhere Abundanzen adulter Finten ermittelt als mit 25,9-160,72 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> während der Probennahmekampagnen Mitte April (KLIMZUG-NORD 2009, 2010) und Ende April/Anfang Mai (WRRRL 2009, 2010, 2011, 2012, WRRRL/BIOCONSULT 2013, 2014 sowie mit 5,38-14,73 Ind./1 Mio m<sup>3</sup> Anfang bzw. Mitte Juni (KLIMZUG-NORD 2009, 2010; Tab. 3.4-1). Diese Ergebnisse zeigen, dass das Abundanzmaximum des Laicherbestandes der Finte in der Elbe erst später als Ende April/Anfang Mai, nämlich erst Mitte bis Ende Mai auftritt bzw. auftreten kann. Neben einer großen Anzahl weiterer Männchen sind wahrscheinlich auch dann erst die Weibchen adäquat im Laicherbestand der Finte in der Tidelbe vertreten, da vermutlich ein Großteil der Weibchen später als die Männchen einwandert (vgl. Kap. 3.1). Einer plausiblen Beurteilung des Zustands des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe, basierend auf den Abundanzen, sollte nach Möglichkeit eine repräsentative Erfassung der Abundanzen beider Geschlechter zu Grunde liegen, damit evtl. bestehende Defizite erkannt werden können. Dazu wären Abundanzenerhebungen sowohl im April als auch im Mai erforderlich.

**Tab. 3.4-1:** Mittlere Abundanzen (Holmittelwerte in Ind./1 Mio m<sup>3</sup>) adulter Finten (AG≥2) an den Stationen 1, 2, 4, 6, 8, 10 und 11 (vgl. Abb. 2.1-1) während der Laichperioden von 2009-2014; in Klammern die Standardabweichung.

Kampagnen	Stationen							Mittelwerte Stationen 1, 2, 4, 6, 8, 10, 11	Mittelwerte Stationen 1, 2, 4, 6, 8, 11	Mittelwerte Stationen 1, 4, 8	Mittelwerte Stationen 2, 6, 11
	1 Medem Reede	2 Brunsbüttel	4 Kraut-sand	6 Schwarz-tonnen-sand	8 Twielen-fleth	10 Hahnöfer Neben-elbe	11 Neßsand				
WRRL 27.04.-01.05.2009	10,43	12,67	521,89	16,77	377,28	120,13	65,89	160,72 (205,43)	167,49 (224,18)	303,20 (263,65)	31,78 (29,61)
KLIMZUG NORD 20.-25.04.2009	102,68	8,92	109,55	244,16	46,77	395,65	4,18	130,27 (142,70)	86,04 (89,47)	86,33 (34,43)	85,75 (137,20)
KLIMZUG NORD 11.-16.05.2009	58,64	126,53	441,54	1.192,02	388,74	55,51	54,75	331,10 (413,34)	377,04 (432,78)	296,31 (207,51)	457,77 (636,90)
KLIMZUG NORD 02.-07.06.2009	15,26	4,43	13,42	56,51	4,77	1,96	6,78	14,73 (19,06)	16,86 (19,95)	11,15 (5,60)	22,57 (29,42)
WRRL 26.-30.04.2010	40,44	6,46	12,29	36,68	3,56	24,74	23,96	21,16 (14,36)	20,57 (15,64)	18,76 (19,27)	22,37 (15,17)
KLIMZUG NORD 12.-17.04.2010	469,88	100,03	32,63	49,21	6,66	76,86	10,20	106,50 (163,78)	111,44 (178,84)	169,73 (260,27)	53,14 (45,04)
KLIMZUG NORD 26.-31.05.2010	13,30	39,52	66,15	708,67	371,35	192,75	89,39	211,59 (250,99)	214,73 (274,80)	150,26 (193,28)	279,19 (372,77)
KLIMZUG NORD 11.-16.06.2010	3,60	1,32	1,13	11,93	3,74	10,74	5,21	5,38 (4,32)	4,49 (3,96)	2,83 (1,47)	6,15 (5,37)
WRRL 28.04.-02.05.2011		7,98	11,04	53,87	180,63	142,59	189,16	97,55 (83,35)	88,54 (89,87)	95,84 (119,92)	83,67 (94,19)
WRRL 26.-29.04.2012	6,24	3,76	1,30	2,08	7,17	91,78	68,96	25,90 (37,85)	14,92 (26,57)	4,90 (3,16)	24,93 (38,14)
WRRL & BIOCONSULT 29.04.-07.05.2013		1,19	0,86	5,56	32,65		306,60	69,37 (133,27)	69,37 (133,27)	16,76 (22,48)	104,45 (175,08)
WRRL & BIOCONSULT 23.04.-02.05.2014	3,38	0,69	4,00	8,53	65,11		548,63	105,06 (218,68)	105,06 (218,68)	24,16 (35,46)	185,95 (314,11)
<b>Mittelwerte 2009 - 2014</b>	<b>72,39 (143,21)</b>	<b>26,12 (42,39)</b>	<b>101,32 (181,42)</b>	<b>198,83 (371,57)</b>	<b>124,04 (161,53)</b>	<b>111,27 (116,80)</b>	<b>114,48 (163,59)</b>	<b>106,61 (94,81)</b>	<b>106,38 (106,59)</b>	<b>98,35 (109,98)</b>	<b>113,14 (134,58)</b>

### 3.5 Monitoring-Empfehlungen

Entsprechend der Aufgabenstellung (Kap. 1) sollen die im Rahmen dieser Untersuchung erzielten Ergebnisse eine Grundlage für die Konzeption des zukünftigen Untersuchungsdesigns für eine fachlich fundierte Beurteilung des Zustandes des Elbe-Laicherbestandes der Finte darstellen.

Die hier durchgeführten Analysen bestätigen, dass die untersuchten Kenngrößen Altersstruktur (Kap. 2.3 und 3.3) und Geschlechterverhältnis (Kap. 2.2 und 3.1) wichtige Zusatzinformationen liefern, die über die Erfassung der Abundanzen im Rahmen des Finten- bzw. WRRL-Monitorings bisher nicht erhoben werden, aber für eine fachlich fundierte Zustandsbeurteilung des Laicherbestandes der Finte in der Tideelbe notwendig sind. Die Erhebung der Kenngrößen GSI und Reifegrad (Kap. 2.2 und 3.2) kann dazu beitragen, die Ergebnisse aus dem Fintenmonitoring zu Dauer und Intensität der Laichaktivitäten der Finte zu verifizieren. Darüber hinaus haben diese Kenngrößen das Potential, Erklärungsansätze für Befunde aus dem Fintenmonitoring bereitzustellen, die sich z.B. aus dem Abgleich von Finteneidichten mit Abundanzen der Laichfinten nicht ergeben (vgl. Kap. 3.1 und 3.2).

Für eine möglichst repräsentative Erfassung der Kenngrößen Altersstruktur, Geschlechterverhältnis, GSI und Reifegrad sowie auch der Abundanzen in Bezug auf den gesamten Laicherbestand der Finte in der Tideelbe sollte bei zukünftigen Hamenfischerei-Monitoringprogrammen (z.B. für Wasserrahmenrichtlinie, Unterhaltung, Beweissicherung Vertiefung) eine Befischung an jeweils zwei Hauptstrom-Stationen im oberen, mittleren und unteren Abschnitt der Tideelbe stromab Hamburgs erfolgen, wie es im Rahmen der sich ergänzenden Finten- und WRRL-Monitorings in Bezug auf die Abundanzen derzeit schon praktiziert wird. Die Repräsentativität der o.a. Kenngrößen in Bezug auf den gesamten Laicherbestand ließe sich noch weiter verbessern, wenn die Kenngrößen auch repräsentativ für die gesamte Hauptlaichperiode erhoben werden, was über die Durchführung von zwei Probennahmekampagnen im April und Mai möglich wäre.

---

## Literaturverzeichnis

**Alexandrino, P. (1996):** Estudo de populacoes de sável (*Alosa alosa* L.) e savelha (*Alosa fallax* Lacépède). Análise da diferenciacao interspecifica, substructuracao e hibridacao. Tese de doutoramento. Universidade de Porto, Porto.

**Anonymus (1979):** Étude halieutique de l'estuaire de la Gironde. Hg. v. Division ALA/EDF, CTGREF de Bordeaux. Bordeaux.

**Aprahamian, M. (1982):** Aspects of the biology of the twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède), in the Rivers Severn and Wye. PhD Thesis. University of Liverpool, Liverpool.

**Aprahamian, M. W., Aprahamian, C. D., Bagliniere, J.-L., Sabatié, M. R. & Alexandrino, P. (2003a):** *Alosa alosa* and *Alosa fallax* spp. Literature Review and Bibliography. Environment Agency, Bristol, R & D Technical Report, W1-014/TR.

**Aprahamian, M. W., Bagliniere, J.-L., Sabatié, M. R., Alexandrino, P., Thiel, R. & Aprahamian, C. D. (2003b):** Biology, status, and conservation of the anadromous Atlantic twaite shad *Alosa fallax fallax*. American Fisheries Society Symposium 35: 103-124.

**Baglinière, J. L., Sabatié, M. R., Aprahamian, M. W., Alexandrino, P., Aprahamian, C. D. & Assis, C. A. (2001):** A Guide to scale interpretation and age estimation for the East-Atlantic and West-Mediterranean shads (*Alosa* spp.). Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 357/360: 485–530.

**Bergemann, M. (1995):** Die Lage der oberen Brackwassergrenze im Elbeästuar. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 39 (4/5): 134-137.

**D'Ancona, U. (1928):** La biologia dell'*Alosa* del Tevere in confronto a quella di altre regioni. Int. Revue Ges. Hydrobiol. 20 (5/6): 430-456.

**Douchement, C. (1981):** Les Aloses des fleuves francais (*Alosa fallax* Lacépède 1803 et *Alosa alosa* Linné, 1758). Biométrie, écobiologie, Autonomie des populations. PhD Thesis. Université des Sciences et Techniques du Languedoc Montpellier, Montpellier.

**Eick, D. & Thiel, R. (2014):** Fish assemblage patterns in the Elbe estuary: guild composition, spatial and temporal structure, and influence of environmental factors. Marine Biodiversity 44 (4): 559-580.

**Hass, H. (1965):** Untersuchungen über den Laichfischbestand der Elbfinte, *Alosa fallax* (Lacépède 1803). Archiv für Fischereiwissenschaft 16: 150–168.

**Hilman, R. (2003):** The Distribution, Biology and Ecology of Shad in South-West England. Environment Agency, Bristol, R & D Technical Report, W1-047/TR.

**Hölker, F. (1992):** Zur Nahrungsbiologie des Kaulbarsches (*Gymnocephalus cernuus* L.) in der Elbe. Diplomarbeit, Universität Hamburg.

**Illing, B. (2009):** Biology of the spawning population of Twaite shad (*Alosa fallax fallax*, Lacépède, 1803) in the Elbe River estuary. Diplomarbeit. Universität Hamburg.

**Kafemann R. (1992):** Ökologisch, fischereibiologische Gradienten in Haupt- und Nebenstromgebieten der unteren Tide-Elbe unter besonderer Berücksichtigung des Mühlenberger Lochs. Diplomarbeit, Universität Hamburg.

**King, J. J. & Roche, W. K. (2008):** Aspects of anadromous Allis shad (*Alosa alosa* Linnaeus) and Twaite shad (*Alosa fallax* Lacépède) biology in four Irish Special Areas of Conservation (SACs): status, spawning indications and implications for conservation designation. *Hydrobiologia* 602: 145–154.

**Klinkhardt, M. (1996):** Der Hering. Die Neue Brehm-Bücherei 199. Westarp Wissenschaften, Magdeburg.

**Le Corre, M., Baglinière, J. L., Sabatié, R., Menella, J. Y. & Pont, D. (1997):** Données récentes sur les caractéristiques morphologiques et biologiques de la population d'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis* Roule, 1924). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 346: 527-545.

**Magath, V. & Thiel, R. (2012):** Twaite shad migration and spawning – new insights from the Elbe estuary. Book of abstracts ECFF2012, Vila Nova de Cerveira, Portugal: 84.

**Magath, V. & Thiel, R. (2013):** Stock recovery, spawning period and spawning area expansion of the twaite shad *Alosa fallax* in the Elbe estuary, southern North Sea. *Endangered Species Research* 20: 109-119.

**Maitland, P. S. & Lyle, Alex A. A. (2005):** Ecology of Allis Shad *Alosa alosa* and Twaite Shad *Alosa fallax* in the Solway Firth, Scotland. *Hydrobiologia* 534: 205–221.

**Mylonas, C.C., Zohar, Y., Richardson, B.M. & Minkinen, S.P. (1995):** Induced spawning of wild American Shad *Alosa sapidissima* using sustained administration of Gonadotropin-releasing Hormone analog (GnRHa). *Journal of the World Aquaculture Society* 26 (3): 240-251.

**Minkinen, S.P., Richardson, B.M. & Morin, R.P. (1999):** Assessment of Alosid stocking and natural reproduction in a restoration setting. Report Pursuant to Federal Aid #NA86FA0330: 16 S.

**Olney, J.E., Denny, S.C. & Hoenig, J.M. (2001):** Criteria for determining maturity stage in female American shad, *Alosa sapidissima*, and a proposed reproductive cycle. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 362/363: 881-901.

**Olney, J.E. & McBride, R.S. (2003):** Intraspecific variation in batch fecundity of American shad: revisiting the paradigm of reciprocal latitudinal trends in reproductive traits. American Fisheries Society Symposium 35: 185-192.

**O'Maoileidigh, N. O. (1990):** A study of fish populations in the Killarney Lakes. PhD Thesis, University College Dublin.

**Pina, T. (2000):** Aspectos da Reproducao de Savelha, *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803), nos Rios Mira e Guadiana. Master Thesis. Universidade de Coimbra, Coimbra.

**PÖUN - PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT NORD (1997):** Umweltverträglichkeitsstudie zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Teil 1: Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVS): Untersuchung im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, des Wasser- und Schifffahrtsamts Hamburg und der Freien und Hansestadt Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Amt Strom- und Hafenausbau, Hamburg. (Einschließlich Materialbände I bis XV).

**Roule L. (1922):** La migration reproductrice et la protandrie de l'aloise feinte (*Alosa finta* L.). Annales des Sciences Naturelles Zoologie 5: 61-77.

**Sabatié, M. R. (1993):** Recherches sur l'ecologie et la biologie des aloses du Maroc (*Alosa alosa* Linné, 1758 et *Alosa fallax* Lacépède, 1803). Exploitation et taxinomie des populations atlantiques; bioécologie des aloses de l'oued Sebou. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale en Océanologie Biologique, Brest.

**Stankus S. (2009):** Spawning Migration and Population Condition of Twaite Shad (*Alosa fallax*, Lacépède 1803) in Lithuania. Environmental Research, Engineering and Management (2009) 4/50): 20 - 29.

**Taverny, C. (1991):** Contribution à la Connaissance de la Dynamique des Populations d'Aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax*) dans le System Fluvio-Estuarien de la Gironde. PhD Thesis, Université Bordeaux I.

**Taverny, C. & Elie, P. (2001):** Répartition spatio-temporelle de la grande alose *Alosa alosa* (Linné, 1766) et de l'aloise feinte *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) dans le Golfe de Gascogne. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 362/363: 803-821.

**Véron, V. (1999):** Les populations de grande Alose (*Alosa alosa*, L.) et d'Alose feinte (*Alosa fallax* Lacépède) des petits fleuves français du littoral Manche Atlantique. 81 pp. Diploma d'Agromnomique Approfondie Halieutique. ENSAR Laboratoire Halieutique and INRA, Rennes.

**Volk, J., Bekkevold, D. & Loeschcke, V. (2007):** Weak population differentiation in northern European populations of the endangered anadromous clupeid *Alosa fallax*. Journal of Fish

Biology 71 (Suppl. C): 461–469.

**Vukovic, T. (1961):** Populations of twaite shad *Alosa fallax nilotica* from River Neretva and Lake Skadar. *Gadisnjak Bioloskog Institute Univerzitete U Sarajevu* 15: 26-34.