



Universität Rostock

# **Populationsökologie der Plattfische (Familie Pleuronectidae) im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres**

## **Dissertation**

Zur Erlangung des Grades doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

**am Institut für Biowissenschaften  
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Universität Rostock**

vorgelegt von

**Robert Dietrich**

Rostock, 2008

*urn:nbn:de:gbv:28-diss2009-0164-7*

**1. Gutachter:** Prof. Dr. Ragnar Kinzelbach (em.) (Universität Rostock)

**2. Gutachter:** PD Dr. Ralf Thiel (Universität Hamburg)

**Verteidigung:** 04.05.2009

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. Material und Methoden</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1. Untersuchungsgebiet   | 4         |
| 2.2. Fangmethoden  | 8         |
| 2.3. Probenahme  | 9         |
| 2.4. Bestimmung der Habitatparameter   | 11        |
| 2.5. Bearbeitung des Probenmaterials   | 12        |
| 2.5.1. Morphometrie  | 13        |
| 2.5.2. Altersbestimmung und Wachstumsanalyse                                 | 13        |
| 2.5.3. Nahrungsanalyse   | 15        |
| 2.6. Statistik   | 17        |
| <b>3. Ergebnisse</b>   | <b>20</b> |
| 3.1. Populationsstruktur der Plattfische in der Kandalakscha- und Dwinabucht | 20        |
| 3.1.1. Polarflunder ( <i>Liopsetta glacialis</i> )                           | 20        |
| 3.1.1.1. Inversion und Farbanomalie  | 20        |
| 3.1.1.2. Morphometrie  | 21        |
| 3.1.1.3. Längen-, Massen- und Altersstruktur                                 | 22        |
| 3.1.1.4. Geschlechterverhältnis und Reife                                    | 28        |
| 3.1.1.5. Kondition   | 29        |
| 3.1.1.6. Wachstum  | 31        |
| 3.1.2. Europäische Flunder ( <i>Platichthys flesus</i> )                     | 37        |
| 3.1.2.1. Inversion und Farbanomalie  | 37        |
| 3.1.2.2. Morphometrie  | 38        |
| 3.1.2.3. Längen-, Massen- und Altersstruktur                                 | 39        |
| 3.1.2.4. Geschlechterverhältnis und Reife                                    | 44        |
| 3.1.2.5. Kondition   | 47        |
| 3.1.2.6. Wachstum  | 48        |
| 3.1.3. Kliesche ( <i>Limanda limanda</i> )                                   | 53        |
| 3.1.3.1. Inversion und Farbanomalie  | 53        |
| 3.1.3.2. Morphometrie  | 53        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.1.3.3. Längen-, Massen- und Altersstruktur   | 53         |
| 3.1.3.4. Geschlechterverhältnis und Reife  | 57         |
| 3.1.3.5. Kondition   | 58         |
| 3.1.3.6. Wachstum  | 59         |
| 3.2. Habitatnutzung der Plattfische  | 61         |
| 3.2.1. Habitatstruktur   | 61         |
| 3.2.1.1. Halbinsel Kindo   | 61         |
| 3.2.1.2. Dwina-Delta   | 63         |
| 3.2.2. Einordnung der Plattfische in die Fischgemeinschaft im Bereich der Halbinsel Kindo  | 64         |
| 3.2.3. Fangverteilung, Abundanz und Biomasse der Plattfische                               | 68         |
| 3.2.3.1. Halbinsel Kindo   | 68         |
| 3.2.3.2. Dwina-Delta   | 78         |
| 3.2.4. Tages- und Tidenperiodische Habitatwechsel  | 80         |
| 3.2.5. Multivariate Ordination   | 83         |
| 3.2.6. Nahrungsökologie der Plattfische  | 90         |
| 3.2.6.1. Halbinsel Kindo   | 90         |
| 3.2.6.2. Dwina-Delta   | 99         |
| <b>4. Diskussion</b>   | <b>105</b> |
| 4.1. Populationsstruktur der Plattfische im Weißen Meer                                    | 105        |
| 4.1.1. Verteilung  | 105        |
| 4.1.2. Inversion, Farbanomalie und Morphometrie  | 109        |
| 4.1.3. Kondition   | 114        |
| 4.1.4. Wachstum  | 116        |
| 4.2. Nahrung der Plattfische im Weißen Meer  | 118        |
| 4.3. Die ökologische Nische der Plattfische im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres | 123        |
| 4.4. Lebenszyklus der Plattfische im Weißen Meer   | 130        |
| <b>5. Zusammenfassung</b>  | <b>140</b> |
| <b>6. Summary</b>  | <b>146</b> |

|                     |            |
|---------------------|------------|
| <b>7. Literatur</b> | <b>151</b> |
| <b>8. Anhang</b>    | <b>I-X</b> |

## **Abkürzungsverzeichnis**

A- Abundanz [Ind./100m<sup>2</sup>]

AG- Altersgruppe

B- Biomasse [g/100m<sup>2</sup>]

FM- Frischmasse [g]

GSI- Gonadosomatischer-Index

H- Häufigkeit [%]

Hw- Hochwasser

Ind.- Individuen

Mw- Mittelwasser

Nw- Niedrigwasser

PSU- Practical Salinity Unit

Stn.- Station

TL- Totallänge [mm]

## 1. Einleitung

Das Weiße Meer, das an der Grenze zum arktischen Raum gelegen ist, bietet für boreale und arktische Organismen gleichermaßen einen Lebensraum (Berger et al. 2001). Das spiegelt sich auch in der Plattfischfauna in diesem Bereich wieder. Das Weiße Meer bewohnen in ihrer gesamten Ontogenese drei Plattfischarten aus der Familie der Pleuronectidae: Die borealen Arten Europäische Flunder (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758) und Kliesche (*Limanda limanda* L.) sowie die arktische Art Polarflunder (*Liopsetta glacialis* Pallas, 1776). Weiterhin können als Gäste aus der angrenzenden Barentssee die Scholle (*Pleuronectes platessa* L.) und die Doggerscharbe (*Hippoglossoides platessoides* Fabricius, 1780) vorkommen (Muchomediyarov 1963a, Kobelev 1995).

Die Europäische Flunder und die Kliesche haben im Weißen Meer ihre nördlichste Verbreitungsgrenze (Vasilyeva 2004). Dabei kommt die Kliesche im Weißen Meer bevorzugt in Küstennähe in Tiefen von mehr als 10m vor. Ihre größten Abundanzen weist sie in der Kandalakschabucht sowie am Eingang zur Onegabucht auf (Kobelev 1995, Sherstkov 2005). In den anderen Regionen des Weißen Meeres, vor allem in den relativ flachen Buchten Dwina und Mesen, ist ihre Häufigkeit sehr gering. Die Flunder kommt auf dem gesamten Territorium des Weißen Meeres vor. Sie bevorzugt flache und sandige Küstenbereiche in der Nähe von Flüssen. Deswegen hat sie ihre größten Abundanzen in der Onega- und Dwinabucht (Kobelev 1995), welche die Mündungsbuchten der zwei größten Süßwasserzuflüsse (Onega und Nördliche Dwina) des Weißen Meeres sind. Die zirkumpolare Polarflunder kommt von ihrer westlichsten Vorkommengrenze der südlichen Barentssee und dem Weißen Meer bis zum Ochotskischen Meer im Pazifischen Ozean vor (Fadeev 1987, Fedorov 2003). Wie die Flunder bevorzugt sie im Weißen Meer flache Küstenbereiche und Ästuare. Die Polarflunder ist im Weißen Meer der häufigste Plattfisch (Kobelev 1995).

Die Flunder und die Polarflunder nehmen in ihren jeweiligen Hauptverbreitungsgebieten eine ähnliche ökologische Nische ein (Nikol'skaya & Verigina 1974). Die Polarflunder stellt somit in ihrem arktischen Verbreitungsgebiet das ökologische Äquivalent zur borealen Flunder dar. Das Weiße Meer, wie auch die südliche Barentssee sind die einzigen Regionen, wo Flunder und Polarflunder gemeinsam vorkommen und somit um die gleiche Nische konkurrieren. Bisher wurde aber nicht explizit untersucht, wie diese Wechselbeziehung um die gleichen Ressourcen zwischen beiden Arten in den verschiedenen Stadien ihrer Ontogenese vonstatten geht. Die bisherigen Untersuchungen dazu sind älteren Datums und haben nur oberflächlich diese Problematik berührt (wie z.B. Kudersky & Rusanova 1963, Shatunovsky & Chestnova 1970). Eine ähnliche Konstellation wie im Weißen Meer gibt es im Nordpazifik

(Ästuarbereich der Halbinsel Kamtschatka), wo zwei nahverwandte Arten der Polarflunder und Flunder (*Liopsetta pinnifasciata* Steindacher et Kner, 1870 und *Platichthys stellatus* Pallas, 1787) ebenfalls im selben Lebensraum vorkommen und um die gleichen Ressourcen konkurrieren. Aber bisher wurden hierzu keine Untersuchungen durchgeführt (Tokranov & Maksimenkov 1993, Tokranov & Maksimenkov 1995, Tokranov 1996). Dagegen gibt es für das südliche Verbreitungsgebiet (Portugal) der Flunder, wo sich ihr Vorkommen in den Ästuarbereichen mit den Arten *Solea solea* (L.), *S. senegalensis* (Kaup, 1858) und *Monochirus hispidus* (Rafinesque, 1814) überschneidet, einige neuere Untersuchungen zu diesem Thema (Vinagre et al. 2005, Cabral et al. 2007). Dabei kam heraus, dass die Abundanz der Flunder innerhalb der Ästuare am größten in tieferen Bereichen mit geringem Salzgehalt waren. Auch bevorzugte die Flunder im Vergleich zu den anderen Arten größeres Sediment.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen über die Plattfische des Weißen Meeres kann man in drei große Themenkomplexe unterteilen: 1. Embryologie (wie z.B. Doroshev & Aronovich 1974, Soin 1964, 1970, 1971, Machotin & Soin 1971 u.a.), 2. Verteilung des Ichthyoplanktons (wie z.B. Muchachyova 1957, Altukhov 1980, Burykin & Kublik 1989, 1990, 1991, Evseenko et al. 2006 u.a.) und 3. Nahrungsuntersuchungen (wie z.B. Azarov 1963, Shubnikov et al. 1970, Kalyakina & Tsvetkov 1984, Poloskin et al. 1997, Krasnova & Voyevodin 1998, Ponomarev et al. 2001 u.a.), wobei der größte Teil der Untersuchungen sich nur mit Polarflunder und Flunder beschäftigten. Die meisten Arbeiten zu den Plattfischen wurden in den 60 bis 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts durchgeführt, die sich vor allem mit den Plattfischen in den Bereichen der Kandalakscha- und Onegabucht beschäftigten. Zu dieser Zeit war auch ihre fischereiliche Bedeutung größer. Der maximale Jahresfang der Plattfische wurde im Jahre 1965 mit rund 174 t erreicht (Zshitnii 2005). In den 90er Jahren ging der Fang der Plattfische stark zurück. Heute haben sie im Weißen Meer keinerlei fischereiliche Bedeutung. Sie werden nur als Beifang während der Fischerei auf Hering (*Clupea harengus* L.), Navaga (*Eleginicus navaga* Pallas, 1811) und Dorsch (*Gadus morhua* L.) gefangen. Auch die Zahl neuerer Untersuchungen zur Biologie der Plattfische ging zurück. In den neueren wie in den früheren Untersuchungen wurden jeweils nur bestimmte Phasen der Ontogenese der Plattfische betrachtet. Auch wurden bisher noch keine vergleichenden Untersuchungen zur Biologie von Populationen aus verschiedenen Regionen des Weißen Meeres durchgeführt.

Der Arbeit lagen folgende Ziele und Aufgaben zugrunde:

**(1) Es sollte die Habitatnutzung und die Einnischung der drei Plattfischarten im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres untersucht werden.**

Dazu wurde die Wechselbeziehung der verschiedenen Altersgruppen der drei Arten zur Umwelt untersucht. Des weiteren wurden die räumlichen sowie die trophischen Nischenüberlappung der drei Arten bestimmt.

Dabei sollte vor allem der Fokus auf die Flunder und die Polarflunder gelegt werden, welche im Weißen Meer um das gleiche Habitat konkurrieren.

**(2) Es sollten einige Aspekte zur Biologie der drei Plattfischarten, Polarflunder, Flunder und Kliesche im Küstenbereich verschiedener Regionen des Weißen Meeres vergleichend untersucht werden.**

Zum einen wurden Plattfischpopulationen an Stationen in der tiefen und stark zerklüfteten Kandalakschabucht untersucht, wo ihre Häufigkeiten vergleichsweise gering und die Populationen auf kleine, flache Buchten beschränkt sind (Shubnikov et al. 1970, Shatunovsky & Chestnova 1970). Zum anderen wurden Stationen in der Dwinabucht für die vergleichenden Untersuchungen ausgewählt. In der flachen und sandigen Dwinabucht sind die Plattfische auf dem gesamten Territorium verteilt. Auch ihre Häufigkeit ist vergleichsweise größer (Kobelev 1995).

Im Rahmen dieser Arbeit sollten vor allem folgende Aspekte der Biologie der drei Plattfischarten vergleichend untersucht werden: Saisonale Veränderung ihrer Populationsstruktur, Inversion, Farbanomalie, Morphometrie, Geschlechterverhältnis, Reife, Kondition, Wachstum sowie ihre Ernährungsbiologie.

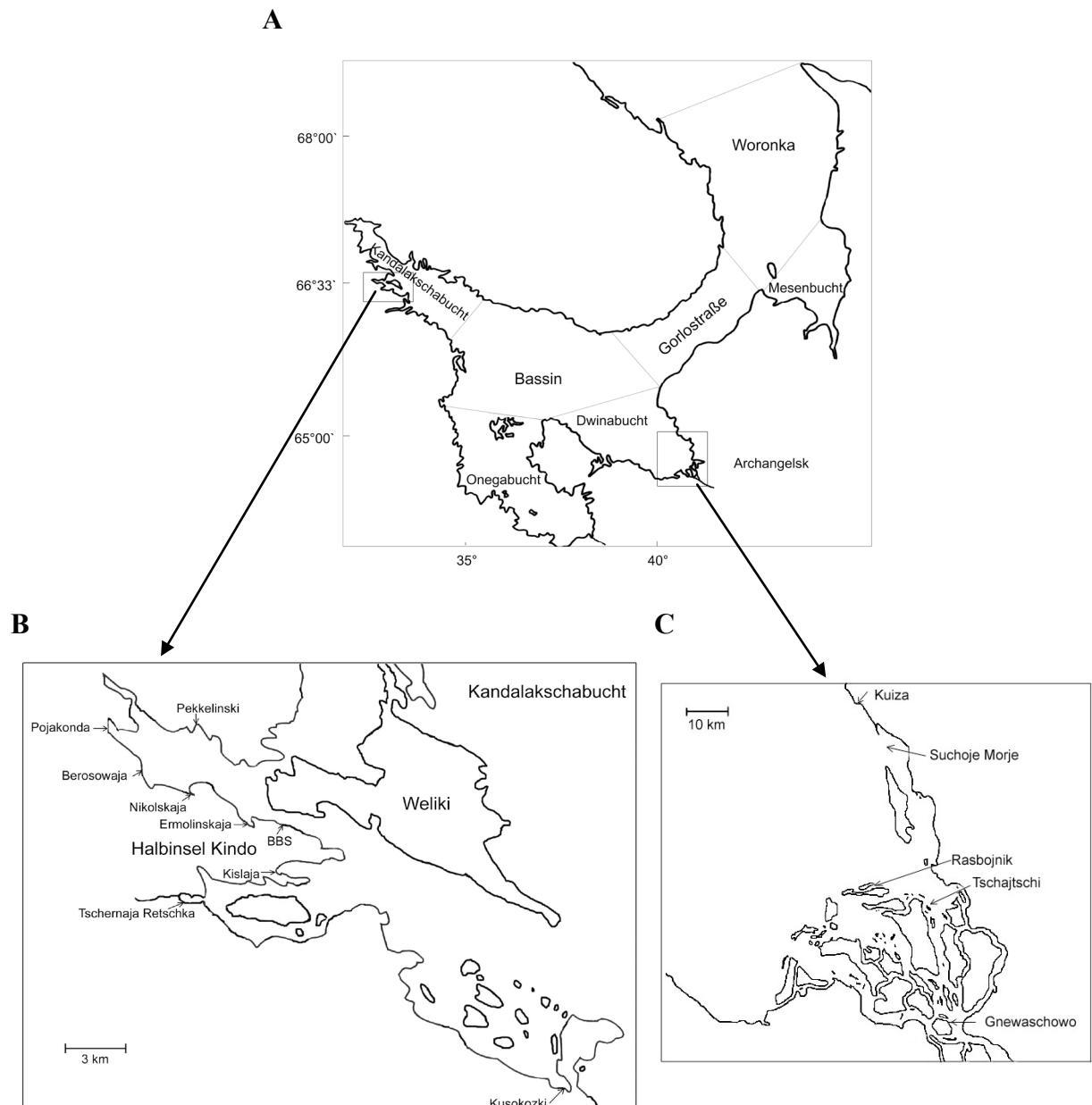
## 2. Material und Methoden

### 2.1. Untersuchungsgebiet

Das Weiße Meer wird in 7 Regionen unterteilt (Abb. 1 A). Diese haben zusammen eine Gesamtfläche von 89600km<sup>2</sup> mit einem Wasservolumen von 5400km<sup>3</sup> (Berger et al. 1995). Die mittlere Wassertiefe beträgt 60m. Das Weiße Meer ist ein Gezeitenmeer, dabei treten pro Tag zweimal Hochwasser und zweimal Niedrigwasser auf (halbtägige Gezeiten) (Gluchovsky 1991). Der Abstand zwischen zwei Tiden beträgt 12,5h mit einer Amplitude von 2-2,5m. Durch die nördliche Lage des Weißen Meeres sind im Sommer die Tages- und im Winter die Nachtzeiten stark ausgeprägt. Im April, Mai und August beträgt die Taglänge mehr als 16h, die Nächte weisen Dämmerlicht auf. Im Juni und Juli erhöht sich die Tageslänge auf 24h. Im September werden wieder dunkle Nächte beobachtet. Im November und Dezember beträgt die Dunkelphase über 20h.

Die Küstenlinie des Weißen Meeres ist sehr heterogen (Berger et al. 2001). Die westliche Küste, vor allem die Kandalakschabucht, ist hügelig, sehr stark zerklüftet und weist viele kleine Buchten und Fjörde auf. Die Küstelinie wird hauptsächlich durch freigelegten felsigen Untergrund bestimmt. Die östliche Küste des Weißen Meeres, wie z.B. in der Dwinabucht und Mezenbucht, ist flach und wird durch ausgedehnte Sandstrände dominiert. Zum Vergleich des möglichen Einflusses der verschiedenen Regionen des Weißen Meeres auf die Lebensbedingungen der Plattfische wurden Fangstationen in der Kandalakscha- und Dwinabucht ausgewählt (Abb. 1). Die Kandalakschabucht im nordwestlichsten Bereich des Weißen Meeres hat eine Fläche von 6500km<sup>2</sup> (Berger et al. 2001). Sie ist damit neben der Mezenbucht die kleinste Region des Weißen Meeres. Aber mit einer mittleren Wassertiefe von 109m ist sie, mit Ausnahme des Bassin, die tiefste Region des Weißen Meeres. Es wurden in der Kandalakschabucht insgesamt 9 ständige Fangstationen befischt (Abb. 1 B).

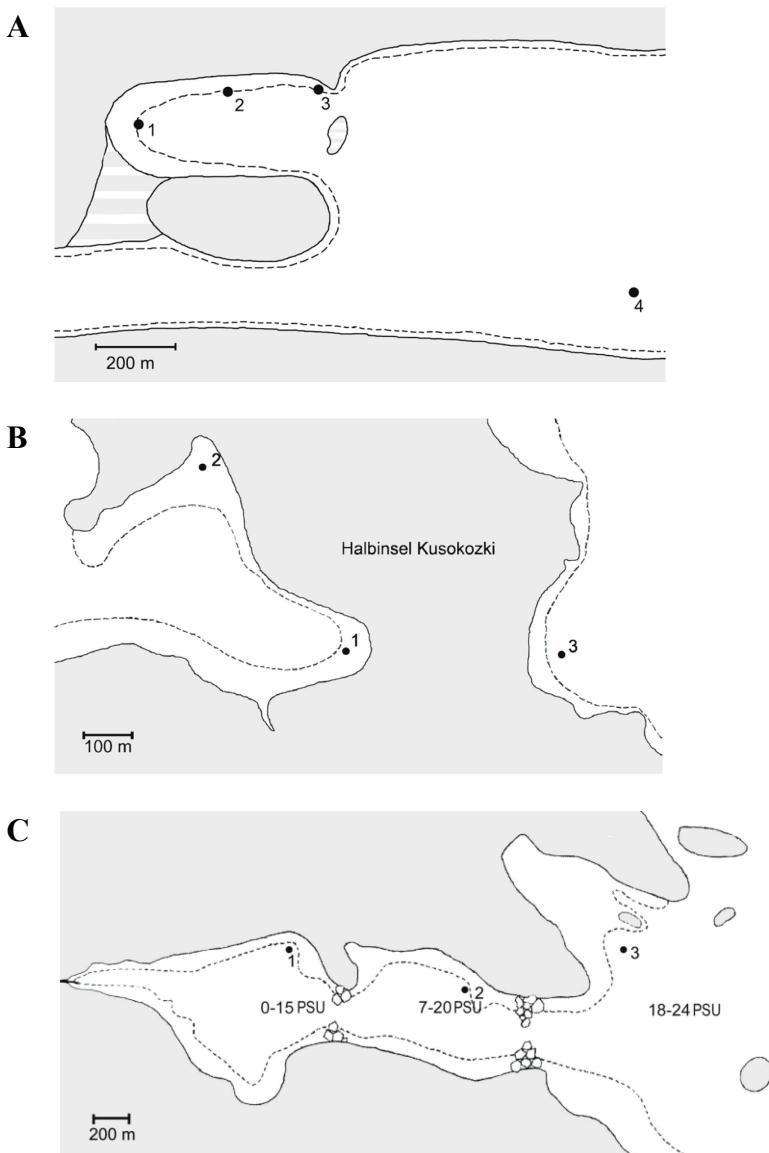
Fast alle von diesen 9 Fangstationen, ausgenommen der Station Kusokozki, lagen im Bereich der Halbinsel Kindo (Abb. 1 B). Deswegen werden diese Stationen im folgenden vor allem beim Vergleich mit den Fangstationen in der Dwinabucht unter der Bezeichnung Halbinsel Kindo zusammengefasst. Die Stationen Pojakonda bis Ermolinskaja sind durch Untiefen mehr oder weniger stark von der angrenzenden Bucht (Rugoserskaja) abgeschnitten. Diese Stationen sind vergleichsweise sehr flach, so dass ihre Verbindung zu den angrenzenden offenen Bereichen bei Ebbe teilweise trocken fallen. All diese Stationen haben kleine Süßwasserzuflüsse, so dass der Salzgehalt mit 5-27 PSU geringer ist als der des offenen Meeres (25-27 PSU). Nach der Klassifizierung von Pantjulin (2002) der Ästuare des Weißen Meeres werden solche Gebiete als Mikroästuare bezeichnet.



**Abb. 1:** Übersichtskarten: **A** Weißes Meer mit Lage beider Fanggebiete, **B** Lage der 9 Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo in der Kandalakschabucht, **C** Lage der 5 Fangstationen im Bereich des Dwina-Delta in der Dwinabucht.

Die Fangstation BBS, so benannt nach der in diesem Bereich gelegenen Biologischen Weißmeerstation der Moskauer Universität (Biologitscheskaja Belomorskaja Stanzija, BBS), ist von der offenen Kandalakschabucht durch die Insel Weliki abgeschirmt. Dennoch ist sie stark Wind und Wellen exponiert. Durch die vorgelagerte Insel wird eine Meerenge gebildet, so dass die Tidenströmungen in diesem Bereich sehr stark ausgeprägt sind. Deshalb bleibt diese Station im Gegensatz zu den anderen im Bereich der Halbinsel Kindo das ganze Jahr über eisfrei, nur im Eulitoralbereich bildet sich eine Eisdecke aus.

Die Fangstationen Kislaia, Kusokozki und Tschemnaja Retschka wurden nach Habitatunterschieden in noch weitere Unterstationen unterteilt (Abb. 2 A-C). Deshalb



**Abb. 2:** Übersichtskarten der Fangstationen: **A** Kislaja mit den Unterstationen 1-4, **B** Kusokozki mit den Unterstationen 1-3, **C** Tschernaja Retschka mit den Unterstationen 1-3. Gestrichelte Linie- Grenze zwischen dem Eu- und dem Sublitoral; Weiß/Grau Schraffur- Bereich, welcher bei Ebbe vollständig trocken fällt.

sollen sie im folgenden näher betrachtet werden. An der Fangstation Kislaja wurden vier Unterstationen befischt (Abb. 2 A). Die Unterstationen 1 bis 3 sind durch vorgelagerte Inseln mehr oder weniger stark von den offenen Bereichen abgeschirmt. Die Unterstation 1 weist einen flachen Übergang vom Eulitoral zum Sublitoral auf. Die Unterstation 2 unterscheidet sich durch die stärkere Vegetationsdecke von den anderen Stationen. Die Unterstation 3 hat die geringste Eulitoralfäche und einen steilen Übergang zum tiefen Wasser. Die Unterstation 4 liegt im offenen Bereich der Bucht. Sie ist mit einer mittleren Tiefe von 6m am tiefsten. Die Fangstation Kusokozki wurde in drei Unterstationen unterteilt (Abb. 2 B). Die Unterstationen 1 und 2 lagen an dem vom offenen Meer abgelegenen Bereich der Halbinsel Kusokozki. Die Unterstation 2 ist sehr flach (0-2m) und besitzt eine große Eulitoralfäche

(circa 100m breit). Die Unterstation 1 zeigt eine kleinere Eulitoralfäche sowie einen abrupten Übergang zum Sublitoral. Die Unterstation 3 liegt an der zur offenen Kandalakschabucht gelegenen Seite der Halbinsel Kusokozki. Deswegen ist sie stark Wind und Wellen exponiert. Die Fangstation Tschernaja Retschka ist im Bereich der Halbinsel Kindo das einzige wirkliche Ästuar (Pantyulin 2002). Es wurde an dieser Fangstation entlang des Salzgradienten an drei Unterstationen gefischt (Abb. 2 C). Die Unterstation 1 kann Salzgehalte zwischen 0 bis 15 PSU aufweisen. Sie zeigt einen flachen Übergang vom Eulitoral zum Sublitoral. An der Unterstation 2 dagegen ist der Übergang vom Eulitoral zum Sublitoral abrupt. Der Salzgehalt liegt zwischen 7-20 PSU. Die Unterstation 3 kann Salzgehalte zwischen 20-24 PSU aufweisen. Die drei Unterstationen sind voneinander durch Stromschnellen getrennt, welche bei Ebbe, bis auf kleine Fahrrinnen (Breite 3 bis 5m), trocken fallen. Durch diese Stromschnellen und die Kesselstruktur der Unterstationen 1 und 2, kommt es zu Verzögerungen von Ebbe und Flut (jeweils 30 bis 60min pro Stromschnelle), so kann z.B. an der Unterstation 1, Ebbe bzw. Flut 1 bis 2h später einsetzen als an der Unterstation 3 (Stolyarov 2005, pers. Mitt.). Bei Flut läuft zuerst der Abschnitt nach der ersten Stromschnelle (Unterstation 2) voll, bevor er dann wie bei einem Kessel überläuft und in den nächsten Abschnitt (Unterstation 1) fließt. Bei Ebbe fließt das Wasser zuerst aus dem Bereich der Unterstation 2, bevor es dann aus dem Abschnitt der Unterstation 1 nachfließt. Dieses System führt zu besonders starken Strömungen beim Überlaufen. Überlagert wird dies noch durch den ständigen oberflächigen Abfluss des kleinen Flusses Tschernaja Retschka (10km lang). Weiter kompliziert wird dieses System noch dadurch, dass die Fangstation Tschernaja Retschka selbst durch eine vorgelagerte Insel (Olenevsky, s. Abb. 1 B) von den offenen Bereichen (Kislajabucht bzw. Meerenge Welikaja Salma) durch Stromschnellen getrennt ist (links und rechts der Insel), so dass es an diesen Stellen ebenfalls zu Verzögerungen von Flut und Ebbe kommt. So kann Flut bzw. Ebbe an der Unterstation 3 im Vergleich zu den anderen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo um 30 bis 60min. verspätet einsetzen. An der Unterstation 1 kann dann die Gesamtverzögerung 1,5 bis 3h betragen (Stolyarov 2005, pers. Mitt.). Dadurch kann es an der Unterstation 1 dazu führen, dass abfließendes Wasser bei Ebbe von bereits wiederbeginnender Flut überlagert wird und im Endeffekt die Wasserstandsunterschiede zwischen Ebbe und Flut gering ausfallen. Dies konnte am 26. und 27. Juli 2007 (und im geringeren Ausmaß am 08.-09.09.2007) beobachtet werden. Der Wasserstandsunterschied zwischen Ebbe und Flut betrug an diesen Tagen nur 50cm (normal 150-200cm).

Die Dwinabucht ist mit einer Fläche von 9600km<sup>2</sup> um fast ein drittel größer als die Kandalaschabucht. Mit einer mittleren Wassertiefe von 49m ist sie dagegen flacher als diese. In der Dwinabucht wurden insgesamt 5 Stationen beprobt, welche alle im Bereich des Mündungsdeltas der Nördlichen Dwina lagen (Abb. 1 C). Im folgenden soll diese Region als Dwina-Delta bezeichnet werden. Die Nördliche Dwina ist ein 744km langer Fluss. Sein Mündungsdelta stellt mit einer Fläche von 900km<sup>2</sup> das größte Ästuar des Weißen Meeres dar (Makhov et al. 2005).

Die fünf Stationen wurden im Dwina-Delta entlang des Salzgradienten ausgewählt (Abb. 1 C). Die Station Gnewaschowo liegt im rein limnischen Bereich noch am Beginn des Mündungsdeltas der Nördlichen Dwina (gegenüber dem Zentrum der Stadt Archangelsk). Die Station Tschajtschi liegt an der windabgewandten Seite der gleichnamigen Insel am Ausgang des Deltas. Der Salzgehalt schwankt zwischen 0 und 4 PSU. Die Station Rasbojnik liegt am Ausgang des Deltas zu der zur Dwinabucht offenen Seite. Sie ist dadurch sehr stark Wind und Wellen exponiert. Die Station Suchoje Morje liegt ungefähr 20km nördlich des Deltas. Sie wird durch die Insel Mudjuk vom Meer abgeschirmt. Sie ist sehr flach, große Teile der Station fallen bei Ebbe trocken (siehe Namen). Der Salzgehalt liegt bei 8-18 PSU. Die Station Kuiza liegt noch einmal 30km nördlicher als die Station Suchoje Morje an der offenen Küste der Dwinabucht. Sie weist den geringsten Einfluss vom Delta auf. Der Salzgehalt liegt zwischen 24 und 27 PSU. Bei anhaltenden Winden aus dem Süden, dies ist nicht selten der Fall (Matveyev 2006, pers. Mitt.), steigt der Einfluss des Süßwasserausstromes vom Delta an und es kann dadurch zur Abnahme des Salzgehaltes (auf unter 20 PSU) an dieser Station führen.

## 2.2. Fangmethoden

Um einem möglichst breiten Längenspektrum der Fische in dem jeweiligen Untersuchungsgebiet gerecht zu werden, wurde eine Fanggerätekombination eingesetzt. Es wurden im Bereich der Halbinsel Kindo Stellnetze, Reusen und Waden mit Maschenweiten von 5 bis 60mm verwendet (Tab. 1). Im Dwina-Delta kamen Stellnetze und Waden mit Maschenweiten von 10-60mm zum Einsatz.

### Wade:

Im Bereich der Halbinsel Kindo kamen drei verschiedene Waden zum Einsatz: eine 8,5m lange Strandwade mit einer Flügelhöhe von 1,5m und einer Maschenweite von 10mm sowie eine 24m lange Strandwade mit einer Flügelhöhe von 1,8m und Maschenweiten von 14mm in den Flügeln und 12 bis 8mm im Sack. Die Strandwaden wurden an beiden Flügeln im

**Tab. 1:** Übersicht zu den verwendeten Fanggeräten. \* bei Reuse; Gesamtlänge beider Flügel.

| Fanggebiet             | Fanggerät | Maschenweite [mm] | Länge* [m] | Höhe [m] | Wassertiefe [m] |
|------------------------|-----------|-------------------|------------|----------|-----------------|
| <b>Halbinsel Kindo</b> | Stellnetz | 14-60             | 30-90      | 1,5-1,8  | 1-6             |
|                        | Reuse     | 5-20              | 1,5-5,2    | 0,8-1,7  | 0,5-2           |
|                        | Wade      | 8-30              | 8,5-30     | 1,5-1,8  | 0-5             |
| <b>Dwina-Delta</b>     | Stellnetz | 22-60             | 75-150     | 1,5-1,8  | 1-25            |
|                        | Wade      | 10-30             | 30-90      | 1,8      | 0-4             |

Tiefenbereich von 0-1,5m mit möglichst weitem Abstand zwischen den Flügelenden vom Ufer aus gezogen. Die 30m lange Zugwade hat eine Flügelhöhe von 1,8m mit Maschenweiten von 14-18mm in den Flügeln und 12 bis 8mm in dem Sack. Ein Flügelende der Zugwade wurde am Ufer befestigt und der Rest der Wade wurde dann vom Boot aus herausgelassen. Die Einsatztiefe betrug 0-5m. Alle Waden wurde hauptsächlich bei Ebbe gezogen.

Im Dwina-Delta kamen Zugwaden von 60 und 90m Länge zum Einsatz. Die Flügelhöhe dieser betrug 1,8m, die Maschenweite in den Flügeln 20-14mm und im Sack 18-10mm. Die Handhabung erfolgte wie im Bereich der Halbinsel Kindo. Die Einsatztiefe betrug 0-4m.

#### Stellnetz:

Im Bereich der Halbinsel Kindo kamen hauptsächlich Stellnetze von 90m Länge und mit Maschenweiten von 25 und 30mm zum Einsatz. Diese wurden vom Boot oder bei flachen Stationen vom Ufer aus gestellt und nach 12 bis 24h eingeholt bzw. kontrolliert. Die Stelltiefe lag zwischen 1-6m.

Im Dwina-Delta wurde zusammen mit einem Berufsfischer (J.N. Matveyev) gefischt, so dass die verwendeten Stellnetze hauptsächlich Maschenweiten von 40 bis 60mm hatten. Es wurden zwei bis drei der 175m langen Netze zusammengebunden und vom Boot aus auf 1 bis 20m Wassertiefe gestellt. Nach 12 bis 24h wurden die Netze eingeholt bzw. kontrolliert.

#### Reuse:

Die Reusen kamen nur im Bereich der Halbinsel Kindo zum Einsatz. Hauptsächlich wurden Reusen mit Flügellängen von 2,7m und Maschenweite von 5mm verwendet. Die Reusen wurden vom Ufer aus bei Ebbe auf 1 bis 2m Tiefe gestellt und wurden jeweils bei der nächsten Ebbe (nach 12h) geleert.

### 2.3. Probennahme

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden die Fangstationen mit Wade und Stellnetz in den Jahren 2004 und 2005 monatlich und in den Jahren 2006 und 2007 mindestens einmal pro

Jahreszeit befischt. Die Reuse kam nur im Jahre 2005 an den Fangstationen BBS, Ermolinskaja und Kislaja zum Einsatz. Insgesamt wurden im Bereich der Halbinsel Kindo mit der Wade 254 Hols und mit dem Stellnetz bzw. der Reuse 149 bzw. 85 Stelltage durchgeführt (Tab. 2). Im Dwina-Delta wurden die Stationen jeweils einmal pro Jahreszeit befischt. Insgesamt wurden mit der Wade 7 Hols und mit dem Stellnetz 37 Stelltage durchgeführt.

Im Juli 2005 bzw. Juli und September 2007 wurden an der Unterstation 1 der Fangstation Tschernaja Retschka mit der Wade eine 24 Stunden-Fischerei durchgeführt, mit jeweils 3 bis 4 Stunden zwischen jedem Hol. Diese Unterstation eignete sich besonders für diese Zwecke, weil sie als einzige Station im Untersuchungsgebiet eine Befischung mit der Wade bei Ebbe und Flut erlaubte. An den Fangstationen Kislaja und Kusakozki wurde im Juli und September 2007 Tag und Nacht Vergleichsfischerei durchgeführt.

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum August 2004 bis September 2007 253589 Fische (24 Arten) gefangen, davon gehörten 6288 Tieren den drei Plattfischarten an (Tab. 2). Alle gefangenen Fische wurden bestimmt und ausgezählt. Die Plattfische wurden zur weiteren Analyse aussortiert (s. Abschnitt 2.5.).

**Tab. 2:** Übersicht zum Fangzeitraum und Fangmaterial.

| Fanggebiet             | Fangzeitraum          | Fanggerät | Anzahl Hols bzw. Stelltage | Anzahl Fangfische | davon Plattfische |
|------------------------|-----------------------|-----------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Halbinsel Kindo</b> | August-September 2004 | Stellnetz | 153                        | 6105              | 3007              |
|                        | April-November 2005   | Reuse     | 85                         | 35918             | 287               |
|                        | April-November 2006   | Wade      | 254                        | 211566            | 1762              |
|                        | Juni-September 2007   |           |                            |                   |                   |
| <b>Dwina-Delta</b>     | August-Oktober 2005   | Stellnetz | 37                         | -                 | 1113              |
|                        | Mai-Oktober 2006      | Wade      | 7                          | -                 | 119               |
| <b>Gesamt</b>          |                       |           |                            | <b>253589</b>     | <b>6288</b>       |

Aus den Wadenfängen wurden für die gefangenen Plattfische nach folgenden Gleichungen die Abundanz und Biomasse berechnet:

$$(1) A (\text{Ind./100m}^2) = N*100/(\text{Abst.} * \text{gS})$$

$$(2) B (\text{g/100m}^2) = (G*100)/\text{Abst.} * \text{gS}$$

Dabei sind:

A= Abundanz in Individuen pro  $100\text{m}^2$

B= Biomasse in Gramm pro  $100\text{m}^2$

N= Individuenanzahl eines Hols

G= Gewicht eines Hols in Gramm

Abst.= Flügelabstand beim Zug der Wade in m

gS= gezogene Strecke in m

Des weiteren wurden für die Waden-, Stellnetz- und Reusenfänge die Präsenz der gefangen Fische nach folgender Gleichung bestimmt:

$$(3) \text{ Präsenz (\%)} = (X*100)/Z$$

Dabei sind:

X= Anzahl Hols bzw. Stelltage, in denen die jeweilige Art vorkam

Z= Anzahl Gesamthols bzw. Gesamtstelltage (s. o.)

Weiterhin wurde für die Waden- und Stellnetzfänge an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo die räumliche Nischenüberlappung (RO) nach Thiel et al. (1996) mit folgender Formel berechnet:

$$(4) \text{ RO} = J_{xy}/(A_x+A_y)$$

Dabei sind:

$J_{xy}$ = Summe der Anzahl der Arten x und y in allen Hols bzw. Stelltagen, wo sie gemeinsam vorkamen

$A_x$ = Anzahl der Art x in allen Hols oder Stelltagen

$A_y$ = Anzahl der Art y in allen Hols oder Stelltagen

## 2.4. Bestimmung der Habitatparameter

Neben dem Fang wurden an jeder Station die Habitatparameter bestimmt. Die Wassertemperatur [°C] und der Salzgehalt [PSU] wurden in 0,5 bis 1,5m Tiefe bei Ebbe und Flut mit einem WTW Leitfähigkeitsmessgerät gemessen. Die Bodenbeschaffenheit (Substrat) und der Bewuchs (hauptsächlich *Zostera marina*) an den Fangstationen wurden visuell eingeschätzt. Das Substrat wurde folgendermaßen eingeteilt:

- 1 Schlick
- 2 Feiner Sand
- 3 Sand
- 4 grober Sand

Für die Beschreibung der Bodenvegetation wurde folgende Skala verwendet:

- 1 kein Bewuchs
- 2 Bewuchs vorhanden, aber nicht durchgehend, <50% der Fläche
- 3 Bewuchs vorhanden, durchgehend, Rasenbildung, >50% der Fläche.

Des weiteren wurde an jeder Station die Wassertiefe bei Flut und Ebbe und die Größe des Eulitoralbereichs prozentual zur gesamten Fläche bestimmt.

## 2.5. Bearbeitung des Probenmaterials

Tab. 3 enthält eine Auflistung der bearbeiteten Fische nach Untersuchungszweck. An allen gefangenen Tieren wurde eine biologische Analyse vorgenommen: Es wurden Totallänge, Masse, Geschlecht und Reife bestimmt. Außerdem wurden den Fischen die Otolithen zur Altersbestimmung (s. Abschnitt 2.5.2.) und die Magen-Darmtrakte zur Nahrungsuntersuchung (s. Abschnitt 2.5.3.) entnommen.

Neben der Totallänge (TL), gemessen von der Schnauzenspitze bis zum längsten Schwanzflossenstrahl, wurde die Standardlänge (SL), gemessen von der Schnauzenspitze bis zum Ansatz der Caudalis, auf 1mm genau angegeben. Die Frischmasse (FM) wurde auf 0,1g genau gemessen. Die Gonadenmasse (GM) wurde auf 0,01 g genau bestimmt.

Fultons Konditionsfaktor (K) wurde nach folgender Gleichung berechnet (Bagenal & Tesch 1978):

$$(5) K = (FM \text{ (g)}/TL^3 \text{ (mm)}) * 10^5$$

Der Gonadosomatische Index (GSI) wurde nach folgender Gleichung berechnet:

$$(6) GSI = (GM \text{ eines Fisches (g)}/FM \text{ eines Fisches (g)}) * 10^3$$

Die Geschlechts- und Reifebestimmung erfolgte nach Sakun & Butskaya (1968).

Bei allen gefangenen Plattfischen wurden inverse Fische sowie Fische mit Farbanomalie (Pigmentierung der sonst unpigmentierten Blindseite) registriert. Es wurde folgende Skala zur Darstellung des Schweregrades der Farbanomalie verwendet:

**Anom0-** Fische ohne Farbanomalie

**Anom1-** Fische mit Farbanomalie, nur vereinzelte Flecken

**Anom2-** Fische mit Farbanomalie, zusammenhängende pigmentierte Fläche, kleiner 50% der Körperfläche

**Anom3-** Fische mit Farbanomalie, zusammenhängende pigmentierte Fläche, größer 50% der Körperfläche.

**Tab. 3:** Auflistung des bearbeiteten Materials nach Untersuchungszweck.

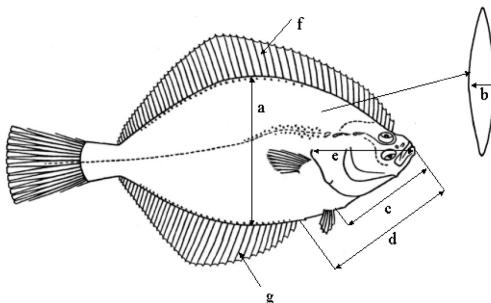
| Fanggebiet         | Art                 | Inversion,<br>Farbanomalie | Länge, Masse, Alter,<br>Sex, Reife, Kondition | Wachstum |
|--------------------|---------------------|----------------------------|---|----------|
| Halbinsel<br>Kindo | <i>L. glacialis</i> | 4098                       | 4098  | 4085     |
|                    | <i>P. flesus</i>    | 450                        | 450   | 442      |
|                    | <i>L. limanda</i>   | 508                        | 508   | 503      |
| Dwina-<br>Delta    | <i>L. glacialis</i> | 326                        | 326   | 326      |
|                    | <i>P. flesus</i>    | 897                        | 897   | 897      |
|                    | <i>L. limanda</i>   | 9                          | 9   | 9        |

### 2.5.1. Morphometrie

Im Untersuchungsjahr 2007 wurden an einigen Plattfischen aus dem Bereich der Halbinsel Kindo morphometrische Untersuchungen durchgeführt (Tab. 4). Zusätzlich stand zum Vergleich dazu Fischmaterial aus dem Bereich des Keret-Archipels zur Verfügung. Diese Region liegt in der Kandalakschabucht ungefähr 50km südöstlicher der Halbinsel Kindo. Die Abb. 3 gibt einen Überblick zu den verwendeten plastischen und meristischen Merkmalen. Alle plastischen Merkmale wurden prozentual zur Körperlänge (TL) des jeweiligen Fisches angegeben.

**Tab. 4:** Verwendetes Fischmaterial für die Morphometrie.

| Art/Station         | Halbinsel Kindo |         |                     |           | Keret-Archipel |
|---------------------|-----------------|---------|---------------------|-----------|----------------|
|                     | Pekkelinski     | Kislaja | Tschernaja Retschka | Kusakozki |                |
| <i>L. glacialis</i> | 20              | -       | 30                  | 17        | 9              |
| <i>P. flesus</i>    | -               | -       | -                   | 53        | 15             |
| <i>L. limanda</i>   | -               | 50      | -                   | 38        | 38             |



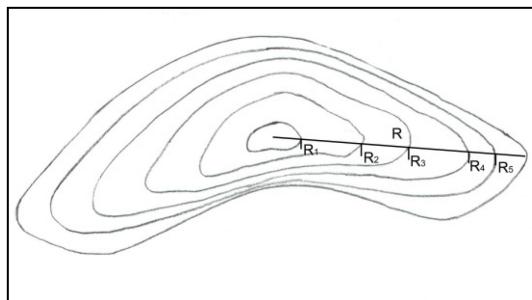
**Abb. 3:** Schema zu den morphometrischen Messungen der Plattfische (Zeichnung: *P. flesus*, bearbeitet nach Norman 1934).

a- Breite des Fisches, b- Dicke des Fisches, c- anteventrale Abstand, d- anteanale Abstand, e- Kopflänge, f- Anzahl Dorsalflossenstrahlen, g- Anzahl Analstrahlen.

### 2.5.2. Altersbestimmung und Wachstumsanalyse

Für die Altersbestimmung der Plattfische wurden die im Sacculus liegenden Otolithen (Sagittae) verwendet. Die Durchsicht der unbearbeiteten, nur mit Wasser oder Glycerol bedeckten, Otolithen unterm Binokular, ein Verfahren, welches bei den Flundern in der Ostsee brauchbare Ergebnisse ergab (Dietrich 2004), führte bei den Plattfischen des Weißen Meeres nur bei den jüngeren Tieren (Altersgruppen 0-II) zu sicheren Resultaten. Bei den Älteren Tieren waren mit diesem Verfahren die Ringstrukturen nicht zu unterscheiden. Deswegen wurden die Otolithen folgendermaßen bearbeitet: Sie wurden mittig gebrochen und mit einem Spiritusbrenner gebrannt und danach mit Glycerol angefeuchtet. Anschließend wurden sie unterm Binokular bei 20facher Vergrößerung im Auflicht gelesen. Mit dieser

Methode konnten die einzelnen Ringstrukturen auch bei den älteren Tieren gut unterschieden werden (s. Skizze Abb. 4). Die einzelnen Altersgruppen werden im Text mit römischen Ziffern gekennzeichnet. Einsömmige Plattfische werden als Altersgruppe 0 bezeichnet.



**Abb. 4:** Querschnittsskizze eines gebrochenen Otolithen der Flunder. R- Gesamtradius, R<sub>1</sub>-R<sub>5</sub>- Ringradius.

Für die Wachstumsanalyse wurde zum einen für die Altersgruppe 0 der Polarflunder sowie für den abundanzstarken Jahrgang 2004 der Polarflunder und der Flunder im Bereich der Halbinsel Kindo das Längen- und Massewachstum für die Jahre 2004 bis 2007 durch die jahreszeitlichen Veränderung ihrer mittleren empirisch gefundenen Totallängen (TL) und Frischmassen (FM) dargestellt. Zum anderen wurde das Längenwachstum der Altersgruppen I-XIV durch Rückberechnung ermittelt. Dazu wurde die Gleichung nach Lea (1910) verwendet (siehe unten), welche von einer direkten Proportionalität zwischen der Körperlänge und der Otolithenlänge ausgeht. In beiden Fanggebieten zeigte diese Beziehung bei allen drei Arten eine starke signifikante Korrelation ( $p<0,05$ ) (Tab. 5). Das deutet darauf hin, dass diese Gleichung für die Darstellung des Längenwachstums der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Plattfische gut geeignet ist. Auch Draganik & Kuczynski (1993) und Dietrich (2003) fanden, dass durch diese direkt proportionale Regression das Längenwachstum von Flunder bzw. Polarflunder gut beschrieben werden kann.

**Tab. 5:** Länge-Otolithengröße-Beziehungen der Plattfische im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta (y= TL in mm; x= Otolithenlänge in mm).

| Fanggebiet         | Art                 | Regressionsgleichung | r     | min.-max. TL [mm] | n    |
|--------------------|---------------------|----------------------|-------|-------------------|------|
| Halbinsel<br>Kindo | <i>L. glacialis</i> | $y=0,041x+0,792$     | 0,974 | 20-301            | 4085 |
|                    | <i>P. flesus</i>    | $y=0,036x+1,453$     | 0,977 | 30-465            | 442  |
|                    | <i>L. limanda</i>   | $y=0,036x+1,438$     | 0,966 | 80-265            | 503  |
| Dwina-Delta        | <i>L. glacialis</i> | $y=0,040x+0,997$     | 0,923 | 80-280            | 326  |
|                    | <i>P. flesus</i>    | $y=0,038x+1,589$     | 0,934 | 88-482            | 897  |
|                    | <i>L. limanda</i>   | $y=0,044x+0,652$     | 0,962 | 171-262           | 9    |

$$(7) \quad Li = (Ri/R) * TL$$

Dabei sind:

Li=rückberechnete Länge für die AG (i) in mm  
 TL=die Totallänge des Fisches zum Fangzeitraum in mm  
 Ri=Otolithenradius für die Altersgruppe (i)  
 R=Gesamtradius des Otolithen (s. Abb. 4).

### 2.5.3. Nahrungsanalyse

Der Magen-Darminhalt der Fische wurde entleert und unter dem Binokular bei 40- bis 60facher Vergrößerung untersucht. Tab. 6 gibt einen Überblick des für die Nahrungsanalyse verwendeten Fischmaterials. Die Bestimmung der Nahrungsorganismen erfolgte nach Gayevskaya (1948) und Marfenin (2006) soweit wie möglich bis zur Art (Tab. 7).

Die Nahrungsorganismen wurden gezählt und mit einem Okularmikrometer auf 0,1mm genau vermessen. Bei stark angedauten oder zerfallenen Organismen wurden typische Fragmente ausgezählt, z.B. bei den Muscheln die Schalenschlösser, bei den Crustacean die Abdomen, bei den Polychaeten die Mandibeln oder Borsten.

**Tab. 6:** Überblick zum Material für die Nahrungsuntersuchung.

| Art/Fanggebiet      | Halbinsel Kindo | Dwina-Delta |
|---------------------|-----------------|-------------|
| <i>L. glacialis</i> | 3134            | 161         |
| <i>P. flesus</i>    | 392             | 539         |
| <i>L. limanda</i>   | 398             | 8           |

**Tab. 7:** Liste der Nährtierarten der untersuchten Fische mit Autor und Beschreibungsjahr.

|  |  |
|--|--|
| <i>Macoma balthica</i> Linnaeus, 1758            | <i>Diastylis glabra minor</i> Zimmer, 1926 |
| <i>Mya arenaria</i> L., 1758                     | <i>Mysis oculata</i> Fabricius, 1780       |
| <i>Mytilus edulis</i> L., 1758                   | <i>Crangon crangon</i> L., 1758            |
| <i>Musculus discors</i> L., 1758                 | <i>Balanus balanus</i> L., 1758            |
| <i>Serripes groenlandicus</i> Bruguiere, 1789    | <i>Arenicola marina</i> L., 1758           |
| <i>Dreissena polymorpha</i> Pallas, 1766         | <i>Glycera capitata</i> Oersted, 1842      |
| <i>Hydrobia ulvae</i> Pennant, 1777              | <i>Ophelia limacina</i> Rathke, 1843       |
| <i>Cyphelina occulta</i> Mighels, 1841           | <i>Pectinaria koreni</i> Malmgren, 1866    |
| <i>Testudinalia tessellata</i> O.F. Müller, 1776 | <i>Scoloplos amiger</i> O.F. Müller, 1776  |
| <i>Theodoxus fluviatilis</i> L., 1758            | <i>Priapulus caudatus</i> Lamarck, 1816    |
| <i>Caprella septentrionalis</i> Kröyer, 1838     | <i>Ophiopholis aculeata</i> L., 1767       |
| <i>Jaera albifrons</i> Leach, 1814               |  |

Des weiteren erfolgte eine Rekonstruktion der Frischmasse oder Biomasse der Nahrungsorganismen über Längen-Massen-Regressionen mit Hilfe der gemessenen Nahrungsorganismusgröße oder Fragmentgröße (z.B. die Mandibellänge bei den Nereiden).

Die verwendeten Regressionen entstammen dem von Debus & Winkler (1996) aufgestellten „FINA“ Programm bzw. eigenen Daten (Tab. 8).

**Tab. 8:** Auflistung der verwendeten Regressionsgleichungen ( $p<0,05$ ) zur Rekonstruktion der Frisch- oder Biomasse. TL in mm; FM in g.

| Taxa                   | Regressionsgleichung                                 | r     | n    | Autor                |
|------------------------|--|-------|------|----------------------|
| <i>Mya arenaria</i>    | FM=0,0001*TL <sup>2,906</sup>                        | 0,997 | 10   | Eigene Daten         |
| <i>Macoma balthica</i> | FM=0,0003*TL <sup>2,6058</sup>                       | 0,980 | 122  | Eigene Daten         |
| <i>Hydrobia</i> sp.    | FM=0,0003*TL <sup>2,827</sup>                        | 0,930 | 1116 | Eigene Daten         |
| <i>Littorina</i> sp.   | FM=0,0014*TL <sup>2,1683</sup>                       | 0,970 | 17   | Eigene Daten         |
| <i>Scoloplos</i> sp.   | FM=1*10 <sup>-8</sup> *TL <sup>4,5805</sup>          | 0,991 | 23   | Eigene Daten         |
| Copepoda               | FM/0,17/1*10 <sup>6</sup> =0,138*TL <sup>2,088</sup> |       |      | Debus & Winkler 1996 |
| <i>Jaera albifrons</i> | FM=0,000133*TL <sup>2,468</sup>                      | 0,960 |      | Debus & Winkler 1996 |
| <i>Gammarus</i> sp.    | FM=0,000037364*TL <sup>3,0947</sup>                  | 0,986 | 50   | Debus & Winkler 1996 |
| <i>Crangon crangon</i> | FM=0,00000618*TL <sup>3,23315</sup>                  | 0,994 | 22   | Debus & Winkler 1996 |
| <i>Neomysis</i> sp.    | FM=0,0000022715*TL <sup>3,46</sup>                   |       | 16   | Debus & Winkler 1996 |
| Chironomidenlarven     | FM/1000=0,0482*TL( $\leq$ 5,5mm) <sup>1,48</sup>     | 0,758 |      | Debus & Winkler 1996 |
|                        | FM/1000=0,0133*TL( $>$ 5,5mm) <sup>2,61</sup>        | 0,987 |      | Debus & Winkler 1996 |
| <i>Nereis</i> sp.      | TL=2,7716+Mandibellänge*14,222                       | 0,933 | 16   | Debus & Winkler 1996 |
|                        | FM=0,000023106*TL <sup>2,386</sup>                   | 0,922 | 24   | Debus & Winkler 1996 |

Für die Darstellung der Hauptnahrungsgruppen der untersuchten Fische sowie für die Berechnungen ihrer Nischenbreite und Nischenüberlappung wurde der Bedeutungsindex (Relative importance index (RI<sub>i</sub>), entsprechend zu George und Hadley (1979) (zitiert in Thiel et al. 1996), nach folgender Gleichung ermittelt:

$$(8) \quad RI_i (\%) = \frac{H_i + B_i + f_i}{\sum (H_i + B_i + f_i)} * 100$$

Dabei sind H<sub>i</sub> (%) die Häufigkeit, B<sub>i</sub> (%) die Biomasse und f<sub>i</sub> (%) die Häufigkeit des Vorkommens der Nahrungsorganismen i im Magen-Darmtrakt der jeweiligen Fischart.

Die Nischenbreite wurde mit der Gleichung von Levins (1968) (Krebs 1999) berechnet:

$$(9) \quad NB = 1 / \sum p_i^2$$

Dabei ist p<sub>i</sub> der proportionale Anteil des Nahrungsorganismus i relativ zu den anderen Nahrungsorganismen auf der Basis von RI/100. Die Nischenbreite variiert von 1 bis n, wobei n die Anzahl der Nahrungsorganismen ist. Wenn alle Nahrungsorganismen zu einer Art gehörten, dann ist NB=1. Wenn alle Nahrungsarten den gleichen Anteil an der Nahrung der Fische haben, ist NB=n.

Die Nahrungsniischenüberlappung wurde nach Schoener (1970) (zitiert in Krebs 1999) folgendermaßen berechnet:

$$(10) \quad NO = 1 - 0,5 * (\sum |p_{ij} - p_{ik}|)$$

Dabei sind  $p_{ij}$  und  $p_{ik}$  proportionaler Anteil der Nahrungsart  $i$  an dem Gesamtnahrungsspektrum der Fischarten  $j$  bzw.  $k$ .

## 2.6. Statistik

Die einfache und zweifache Varianzanalyse (ANOVA) wurde verwendet, um mehrere Mittelwerte auf Signifikanzen zu testen. Bei Normalverteilung und Gleichheit der Varianzen wurde der F-test verwendet. Der Multiple Vergleich der Mittelwerte erfolgte bei geringer Stichprobenanzahl mit dem Tuckey-Test. Bei vielen Stichproben wurde der Student-Newman-Keuls-Test aufgrund seiner besseren Trennschärfe verwendet (Lozan & Kausch 2007). Bei Nicht-Normalverteilung wurde der Kruskal-Wallis H-Test angewandt und danach wurden mit dem Nemenyi-Test die einzelnen Mittelwerte (Mediane) miteinander verglichen. In den Abschnitten zum Wachstum der Plattfische (3.1.1.6., 3.1.2.6., 3.1.3.6.) wurden ihre rückberechneten Längen mit dem t-Test für unabhängige Stichproben auf Signifikanzen getestet. Der Chiquadrat-Test wurde verwendet, um zu testen, ob die Geschlechterverteilung der Plattfische signifikant vom Verhältnis 1:1 abweicht (s. Abschnitt 3.1.1.4., 3.1.2.4., 3.1.3.4.). Um die Beziehung von Länge und Masse der Plattfische darzustellen, wurde die einfache Regression verwendet (Abschnitt 3.1.1.3., 3.1.2.3., 3.1.3.3.). Für alle verwendeten Tests lag eine Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha=0,05$  zugrunde. Alle dargestellten Berechnungen wurden mit dem Programm STATAeasy XP (Lozan & Kausch 2007) durchgeführt.

Das multivariaten Statistikprogramm CANOCO 4.5 (Ter Braak & Smilauer 2002) wurde verwendet, um die möglichen Zusammenhänge zwischen den Fischarten und den Habitatparametern darzustellen. Analysiert wurden die bei der Befischung erfassten Arten der Fischgemeinschaft im Bereich der Halbinsel Kindo sowie die verschiedenen Altersgruppen von Polarflunder, Flunder und Kliesche im Bereich der Halbinsel Kindo und Dwina-Delta und die dabei aufgenommenen Umweltparameter. Insgesamt wurden 407 Datensätze im Bereich der Halbinsel Kindo sowie 37 Datensätze im Dwina-Delta mit sieben Umweltparametern für die Analyse verwendet (Tab. 9). Die Zusammensetzung der Fischgemeinschaft sowie der verschiedenen Altersgruppen der Plattfische wurde durch ihre Anzahl in den Fängen beschrieben.

Vor der Analyse wurde durch eine indirekte Gradientenanalyse (Detrended Korrespondenzanalyse, DCA) entschieden, ob die Daten besser durch ein unimodales (z.B. Kanonische Korrespondenzanalyse, CCA) oder lineares Modell (z.B. Redundanzanalyse, RDA) beschrieben werden können (Leps & Smilauer 2003). Am Ende der Analyse werden

**Tab. 9:** Liste der für die Ordination verwendeten Umweltparameter.

| Nr. | Parameter                    | Kategorie                   | Skalierung |
|-----|------------------------------|-----------------------------|------------|
| 1   | Wassertemperatur             | °C                          | metrisch   |
| 2   | Salzgehalt                   | PSU                         | metrisch   |
| 3   | Wassertiefe                  | m                           | metrisch   |
| 4   | Substrat                     | Einteilung s. Abschnitt 2.4 | ordinal    |
| 5   | Bewuchs                      | Einteilung s. Abschnitt 2.4 | ordinal    |
| 6   | Eulitoralbereich             | %                           | metrisch   |
| 7   | Exposition (Wind und Wellen) | ja/nein                     | nominal    |

die Gradientenlängen (mit der Einheit SD) der Ordinationsachsen ermittelt. Leps & Smilauer (2003) empfehlen bei einer Gradientenlänge von >4 unimodale Methoden zu verwenden. Bei Gradientenlängen <3 sind die linearen Methoden besser geeignet. Bei Längen zwischen 3 und 4 führen beide Methodentypen zu vernünftigen Ergebnissen.

Im geprüften Datensatz für die Fänge im Bereich der Halbinsel Kindo betrug die Gradientenlänge der ersten Achse SD=4,754. Für die Datensätze aus dem Dwina-Delta war die Gradientenlänge der ersten Achse SD=2,602. Deshalb wurde für die Datensätze aus dem Bereich der Halbinsel Kindo die CCA und für die Daten aus dem Dwina-Delta die RDA für die Analyse ausgewählt. Als Test für die Signifikanz der Beziehungen zwischen den Arten bzw. der Variation ihrer Anzahl in den Fängen und dem Datensatz der Umweltparameter wurde der Monte-Carlo-Permutationstest (300 Permutationen) verwendet. Die Daten wurden vor der Analyse einer logarithmischen Transformation unterzogen, um extreme Unterschiede zwischen seltenen und häufigen Arten bzw. Altersgruppen abzuschwächen. Zusätzlich wurde der Modus „downweighting of rare species“ von CANOCO 4.5 verwendet, um die Wirkung von seltenen Arten im Datenmaterial noch stärker abzuschwächen. Die Ergebnisse der CCA und RDA wurden mit CANODRAW als Biplot grafisch dargestellt. Dabei wurden die Arten bzw. die Altersgruppen der Plattfische bei der CCA als Punkte und bei der RDA als Pfeile abgebildet. Die metrischen und ordinalen Umweltparameter wurden bei beiden Modellen durch Pfeile und die nominalen Umweltparameter als Symbole wiedergegeben. Dabei geben die Pfeile durch ihre Orientierung die Richtung und durch ihre Länge die Stärke der Änderung der jeweiligen Variablen wider. Je länger ein Pfeil relativ zu einer bestimmten Achse ist, desto enger steht die Umweltvariable mit dieser Achse in Verbindung (Leyer & Wesche, 2007).

Für die Untersuchungen wurde das Material aus den Waden- und Stellnetzfängen getrennt analysiert. Der Großteil der verwendeten Stellnetze hatte Maschenweiten von 25-60mm, dagegen wiesen die Waden durchweg kleinere Maschenweiten auf (s. Tab. 1). Dadurch war

die Fisch- bzw. Alterstruktur in beiden Fanggeräten sehr unterschiedlich (s. Abb. 34 bzw. Abb. 5, 16 und 27).

Bei der Analyse mit dem multivariaten Programm CANOCO werden fehlende Fischarten bzw. Altersgruppen (in den Fängen) als Null Abundanz (bzw. Häufigkeit) ausgewiesen, so dass bei einer Kombination des Materials aus beiden Fanggeräten, die Bedeutung einiger Fischarten (wie z.B. *Gasterosteus aculeatus* L.) bzw. einiger Altersgruppen (vor allem 0 und I) an den Fangstationen abnehmen würde, aufgrund ihres nicht Erfassens von den Stellnetzen. Dadurch würde das erhaltene Bild stark von den natürlichen Verhältnissen abweichen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Populationsstruktur der Plattfische in der Kandalakscha- und Dwinabucht

##### 3.1.1. Polarflunder (*Liopsetta glacialis*)

###### 3.1.1.1. Inversion und Farbanomalie

Alle 4424 gefangenen Polarflundern an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta hatten ihre Augen auf der rechten Körperseite.

Die Tab. 10 gibt einen Überblick zum Vorkommen der Farbanomalie bei der Polarflunder, unterteilt in verschiedene Schweregrade.

Im Dwina-Delta konnten nur bei 3 Tieren der Altersgruppen IV und V Farbanomalien (Schweregrad Anom1) nachgewiesen werden.

Im Bereich der Halbinsel Kindo wiesen über 50% der Tiere der Altersgruppen II, III und V Farbanomalien auf der Blindseite auf. Bei den Tieren der Altersgruppen IV und VI lag der Anteil von Tieren mit Farbanomalie bei rund 43 bzw. 44%. Bei den Altersgruppen 0 und I war der Anteil von Tieren mit Farbanomalie am geringsten (37 bzw. 36%). Bei allen Altersgruppen war der Schweregrad Anom1 am häufigsten. Dagegen war der Schweregrad Anom3 mit 0,2-2% sehr gering verbreitet.

**Tab. 10:** Überblick über das Vorkommen von Farbanomalien auf der Blindseite der verschiedenen Altersgruppen der Polarflunder in den Fanggebieten: Halbinsel Kindo und Dwina-Delta.

| Schweregrad/AG | Halbinsel Kindo |      |      |      |      |      | Dwina-Delta |     |     |     |      |      |     |
|----------------|-----------------|------|------|------|------|------|-------------|-----|-----|-----|------|------|-----|
|                | 0               | I    | II   | III  | IV   | V    | ≥VI         | I   | II  | III | IV   | V    | ≥VI |
| Anom0          | 63,0            | 64,3 | 47,9 | 49,9 | 56,6 | 47,0 | 56,0        | 100 | 100 | 100 | 98,2 | 98,6 | 100 |
| Anom1          | 25,4            | 26,6 | 43,9 | 43,3 | 39,3 | 40,2 | 37,9        | -   | -   | -   | 1,8  | 1,4  | -   |
| Anom2          | 11,4            | 8,6  | 7,9  | 6,8  | 3,8  | 10,8 | 6,1         | -   | -   | -   | -    | -    | -   |
| Anom3          | 0,2             | 0,5  | 0,3  | -    | 0,3  | 2,0  | -           | -   | -   | -   | -    | -    | -   |
| n              | 492             | 1330 | 1159 | 660  | 289  | 102  | 66          | 7   | 39  | 37  | 111  | 74   | 58  |

Die Tab. 11 zeigt den Anteil von Polarflundern mit und ohne Farbanomalie an den verschiedenen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.

Bei den Polarflundern der Fangstationen Kislaja und Kusokozki war der Anteil von Tieren mit Farbanomalie mit 6,1 bzw. 6,7% signifikant geringer als an den anderen Stationen (Tab. 12). Auch an der Station BBS war der Anteil von Tieren mit Farbanomalie (26,9%) signifikant geringer als in den Fangstationen Berosowaja, Nikolskaja und Ermolinskaja. Diese drei Fangstationen hatten, mit über 60%igem Anteil von Tieren mit Farbanomalie, die höchsten Werte.

**Tab. 11:** Anteil der Polarflundern mit Farbanomalie an den verschiedenen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.

| Parameter/<br>Station               | Pojakonda  | Berosowaja | Nikolskaja | Pekkelinski | Ermolinskaja | BBS        | Kislaja    | Tschernaja<br>Retschka | Kusokozki  |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|------------------------|------------|
| <b>Fische mit<br/>Farbanomalie</b>  |            |            |            |             |              |            |            |                        |            |
| [%]                                 | 43,0       | 62,0       | 60,4       | 51,8        | 62,6         | 26,9       | 6,1        | 47,3                   | 6,7        |
| <b>Fische ohne<br/>Farbanomalie</b> |            |            |            |             |              |            |            |                        |            |
| [%]                                 | 57,0       | 38,0       | 39,6       | 48,2        | 37,4         | 73,1       | 95,5       | 52,7                   | 93,3       |
| <b>n</b>                            | <b>158</b> | <b>373</b> | <b>192</b> | <b>56</b>   | <b>293</b>   | <b>118</b> | <b>396</b> | <b>2348</b>            | <b>164</b> |

**Tab. 12:** Statistischer Vergleich zwischen Polarflundern mit Farbanomalie an den verschiedenen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo. Einfache Varianzanalyse, (Student-Newman-Keuls-Test,  $p<0,05$ ). n.s.- nicht signifikant; sig.- signifikant.

| Station                | 1.          | 2.          | 3.          | 4.          | 5.          | 6.          | 7.          | 8. | 9. |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----|----|
| 1. Pojakonda           | -           |             |             |             |             |             |             |    |    |
| 2. Berosowaja          | n.s.        | -           |             |             |             |             |             |    |    |
| 3. Nikolskaja          | n.s.        | n.s.        | -           |             |             |             |             |    |    |
| 4. Pekkelinski         | n.s.        | n.s.        | n.s.        | -           |             |             |             |    |    |
| 5. Ermolinskaja        | n.s.        | n.s.        | n.s.        | n.s.        | -           |             |             |    |    |
| 6. BBS                 | n.s.        | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | n.s.        | <b>sig.</b> | -           |             |    |    |
| 7. Kislaja             | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | -           |    |    |
| 8. Tschernaja Retschka | n.s.        | n.s.        | n.s.        | n.s.        | n.s.        | <b>sig.</b> | -           |    |    |
| 9. Kusokozki           | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | <b>sig.</b> | n.s.        | <b>sig.</b> | -  |    |

### 3.1.1.2. Morphometrie

Die Tab. 13 enthält eine Übersicht der morphometrischen Parameter der Polarflunder an einigen Fangstationen in der Kandalakschabucht. Bei den plastischen Merkmalen Körperbreite, Körperdicke und anteventrale Abstand gab es zwischen den Fangstationen keine signifikanten Unterschiede (s. Tab. IV im Anhang). An der Fangstation Kusokozki war bei den untersuchten Tieren die Kopflänge im Mittel signifikant kleiner als an den Fangstationen Pekkelinski und Tschernaja Retschka. Die untersuchten Tiere an der Fangstation im Bereich des Keret-Archipel wiesen zu den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo (Kusokozki, Pekkelinski und Tschernaja Retschka) einen signifikant größeren anteanalen Abstand auf.

Die Polarflundern im Bereich des Keret-Archipels hatten eine größere Anzahl von Anal- und Dorsalflossenstrahlen als die Tiere an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo. Aber nur beim Merkmal Dorsalflossenstrahlen war der beobachtete Unterschied signifikant.

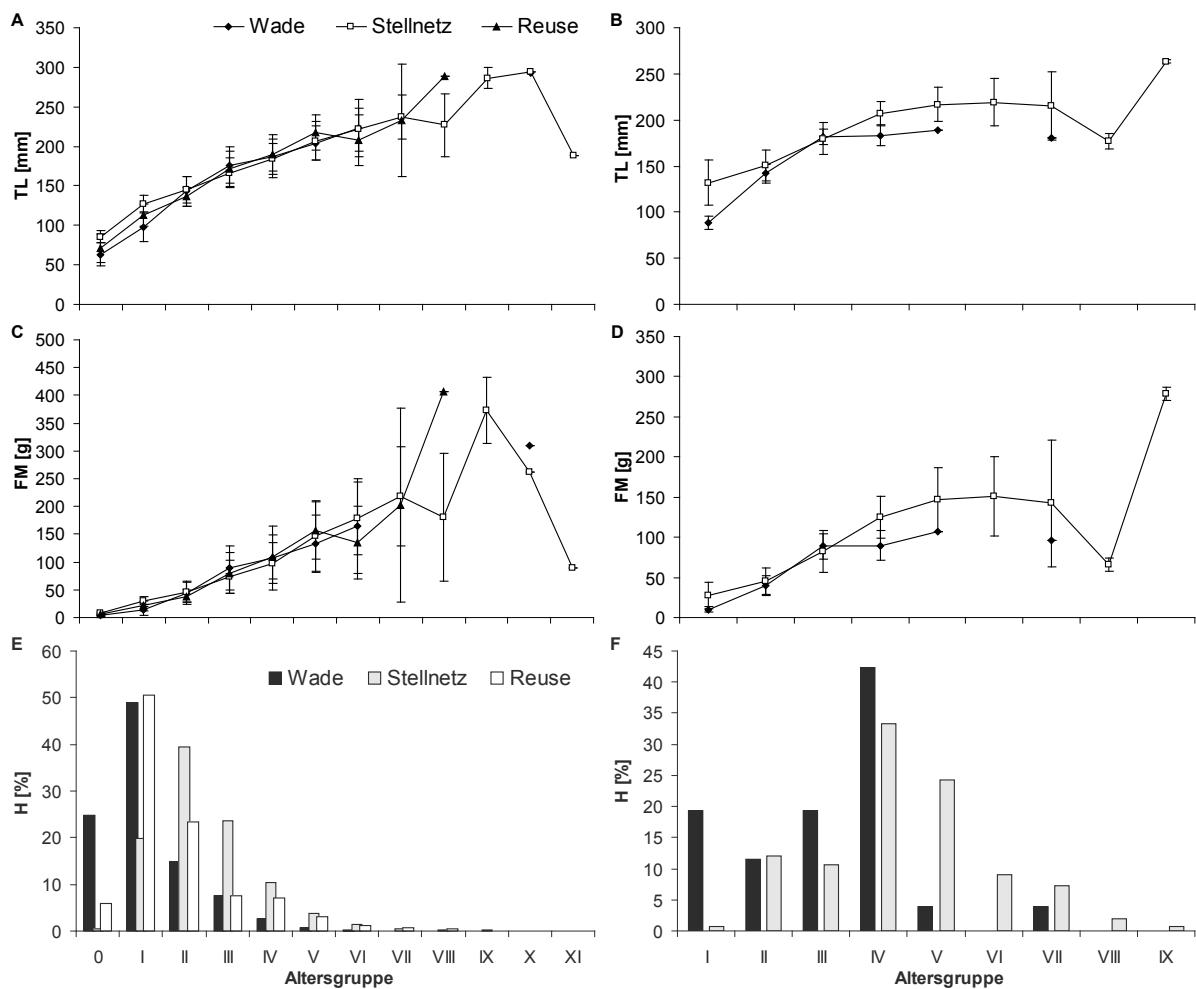
**Tab. 13:** Morphometrische Merkmale der Polarflunder im Bereich der Fangstationen in der Kandalakschabucht (Juni-September 2007). x- Mittelwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum.

| plastische/ meristische<br>Merkmale       | Parameter        | Fangstation           |                       |                       |                        |
|---|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
|   |                  | Keret-<br>Archipel    | Kusokozki             | Pekkelinski           | Tschernaja<br>Retschka |
| Körperbreite/TL<br>(%)                    | x±s<br>min.-max. | 37,3±1,3<br>34,9-38,8 | 38,4±2,7<br>29,3-41,7 | 38,3±2<br>34,4-41,9   | 37,3±1,8<br>32,8-40,9  |
| Körperdicke/TL<br>(%)                     | x±s<br>min.-max. | 7,8±0,6<br>6,9-8,9    | 8,0±0,4<br>7,3-8,5    | 7,7±0,8<br>6,5-9,5    | 7,4±0,8<br>5,7-9,2     |
| Kopflänge/TL<br>(%)                       | x±s<br>min.-max. | 23,1±0,6<br>22,4-23,9 | 22,3±0,6<br>21,4-23,4 | 23,4±1<br>22,1-25,5   | 23,3±1,4<br>21,1-28    |
| anteanale Abstand/TL<br>(%)               | x±s<br>min.-max. | 33,3±1,6<br>31,1-35,4 | 31,7±1,1<br>29,5-33,6 | 31,6±1,3<br>29-33,6   | 31,7±1,7<br>28,1-35,5  |
| anteventrale<br>Abstand/TL<br>(%)         | x±s<br>min.-max. | 19,1±5,1<br>12,1-24,8 | 20,4±1,2<br>17,6-22,8 | 21,1±3,3<br>13,5-25,5 | 21,3±7,2<br>12,8-37,3  |
| Anzahl<br>Analflossenstrahlen             | x±s<br>min.-max. | 41,1±1,1<br>40-43     | 40,4±1,4<br>38-43     | 40,2±1,4<br>38-43     | 40,4±1,4<br>38-44      |
| Anzahl<br>Dorsalflossenstrahlen           | x±s<br>min.-max. | 58,3±1,7<br>55-61     | 56±1,5<br>53-58       | 56,3±1,3<br>54-59     | 56,2±1,6<br>54-59      |
| Anzahl untersuchter Tiere<br>min.-max. TL |                  | 9<br>113-232mm        | 17<br>123-159mm       | 20<br>110-208mm       | 30<br>75-218mm         |

An den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo waren die Unterschiede in der Anzahl der Anal- und Dorsalflossenstrahlen unbedeutend (Schwankungen zwischen 0,0-0,2 bzw. 0,2-0,3).

### 3.1.1.3. Längen-, Massen- und Altersstruktur

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden insgesamt 4098 Polarflundern der Altersgruppen 0 bis XI (TL 20-301mm; FM 0,1-440g) gefangen (Abb. 5 und Tab. I im Anhang). In den Wadenfängen im Bereich der Halbinsel Kindo waren die Altersgruppen 0 und I mit 28 bzw. 47% am häufigsten. Die Altersgruppen II und III hatten zusammen einen Anteil von 21,5% am Fang. Dagegen war der Anteil der Altersgruppen  $\geq$ IV mit 3,5% sehr gering. Wie bei den Wadenfängen waren in den Reusenfängen die Tiere der Altersgruppe I mit fast 50% am zahlreichsten. Bei den Stellnetzfängen im Bereich der Halbinsel Kindo waren dagegen die Tiere der Altersgruppe II und der Altersgruppe III mit 39 bzw. 24% die dominantesten in den Fängen. Die Polarflundern der Altersgruppe I waren mit einem Anteil von 20% am dritthäufigsten. Die Tiere der Altersgruppe I waren in den Stellnetzfängen mit einer mittleren Länge von 127mm um fast 30mm größer als ihre Altersgenossen in den Wadenfängen. Die Längenunterschiede der anderen Altersgruppen waren zwischen beiden Fanggeräten geringfügig.



**Abb. 5:** Mittlere Längen (A und B) und Massen (C und D) (mit Standardabweichung) der verschiedenen Altersgruppen der Polarflunder sowie ihre Altershäufigkeitsverteilung (E und F) in Abhängigkeit vom Fanggerät. A, C und E Halbinsel Kino; B, D und F Dwina-Delta.

Im Dwina-Delta verteilten sich die insgesamt 326 untersuchten Polarflundern auf die Altersgruppen I bis IX (TL 80-265mm; FM 6-285g). Mit der Wade wurden insgesamt 26 Polarflundern gefangen. Dabei war die Altersgruppe IV mit 11 Tieren am zahlreichsten. Auch in den Stellnetzfängen waren die Tiere der Altersgruppe IV mit 33,3% am häufigsten. Polarflundern der Altersgruppe V waren am zweithäufigsten. Der Anteil der Altersgruppen  $\leq$  III sowie aber auch der Altersgruppen  $\geq$  VI war am Fang gering. Polarflundern der Altersgruppe 0 konnten weder mit Wade noch mit Stellnetz im Dwina-Delta gefangen werden.

In der Tab. 14 sind die Längen-Massen-Beziehungen der Polarflunder in den beiden Fanggebieten aufgeführt. Am besten wird diese Beziehung durch die potentielle Regressionsformel beschrieben ( $p<0,05$ ). In beiden Fanggebieten unterschied sich der Regressionskoeffizient  $b$  signifikant von 3 ( $p<0,05$ ). Dies deutet auf ein allometrisches

**Tab. 14:** Länge-Masse-Beziehungen für alle Altersgruppen der Polarflunder in den Fanggebieten in der Kandalakscha- und Dwinabucht (y= FM in g; x= TL in mm).

| Fanggebiet                 | Jahr | Regressionsgleichung          | r     | n    |
|----------------------------|------|-------------------------------|-------|------|
| <b>Halbinsel<br/>Kindo</b> | 2004 | $y=2 \cdot 10^{-6} x^{3,361}$ | 0,997 | 186  |
|                            | 2005 | $y=3 \cdot 10^{-6} x^{3,310}$ | 0,994 | 1533 |
|                            | 2006 | $y=5 \cdot 10^{-6} x^{3,210}$ | 0,994 | 1471 |
|                            | 2007 | $y=6 \cdot 10^{-6} x^{3,167}$ | 0,997 | 908  |
| <b>Dwina-<br/>Delta</b>    | 2005 | $y=6 \cdot 10^{-6} x^{3,173}$ | 0,978 | 154  |
|                            | 2006 | $y=5 \cdot 10^{-6} x^{3,183}$ | 0,989 | 172  |

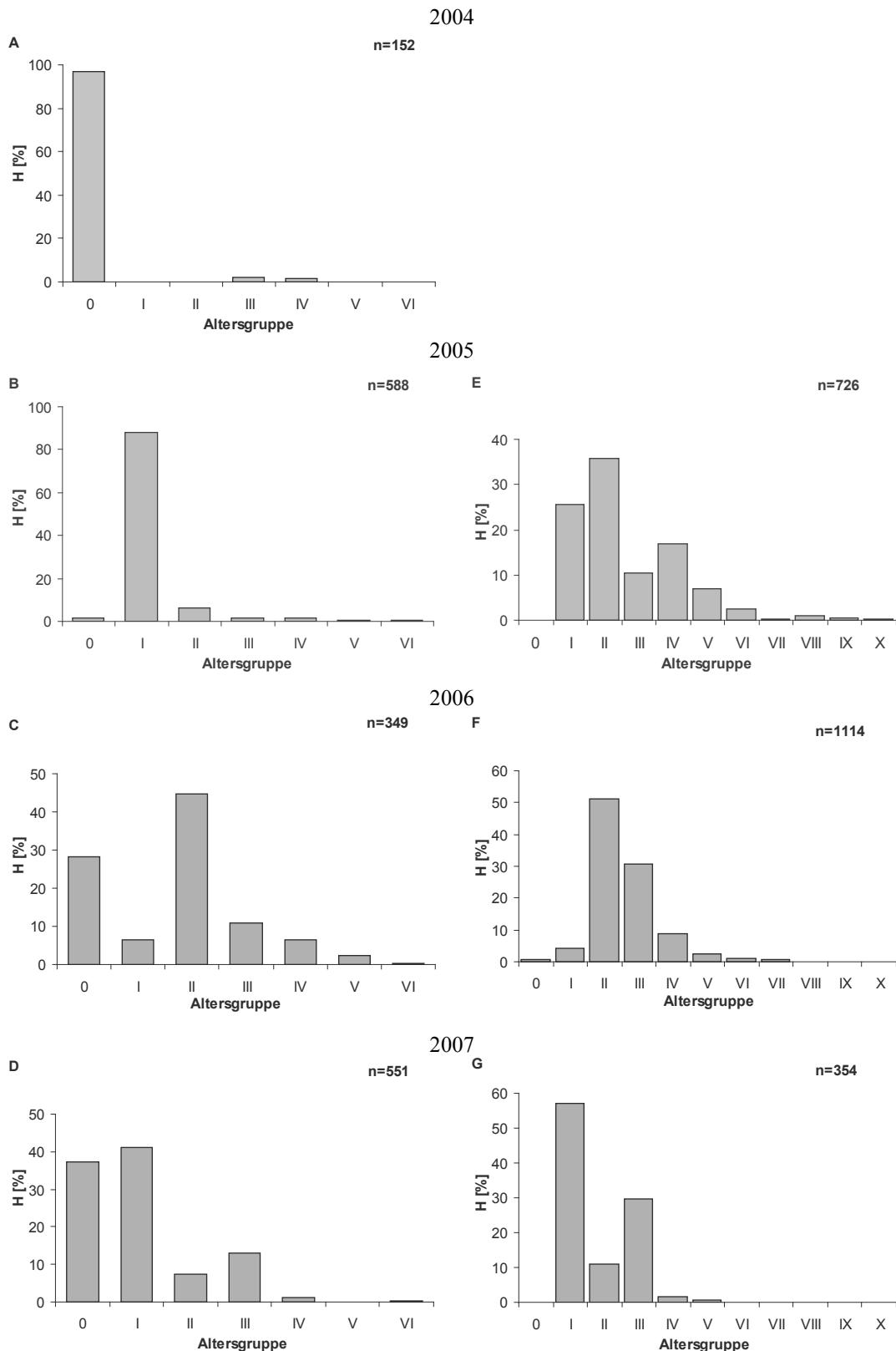
Wachstum der Polarflundern in beiden Untersuchungsgebieten hin.

#### Fanggerätebezogene Altershäufigkeitsverteilung

Im Dwina-Delta waren die Unterschiede in der Altersverteilung zwischen beiden Untersuchungsjahren 2005 und 2006 gering. In beiden Jahren waren die Polarflundern der Altersgruppen IV und V am zahlreichsten. Dagegen konnte im Bereich der Halbinsel Kindo zwischen den Untersuchungsjahren 2004 bis 2007 eine unterschiedliche Altershäufigkeitsverteilung beobachtet werden (Abb. 6). Im Untersuchungsjahr 2004 dominierte die Altersgruppe 0 mit rund 97% die Wadenfänge. Auch in den folgenden Jahren 2005 und 2006 war der Jahrgang 2004 als Altersgruppe I (2005) mit rund 90% und als Altersgruppe II (2006) mit rund 45% am häufigsten. Im Jahr 2007 war der Jahrgang 2004 als Altersgruppe III mit rund 13% nur noch die dritthäufigste Altersgruppe im Untersuchungsbereich. Im Jahr 2005 war der Anteil der Altersgruppe 0 mit 1,5% an den Wadenfängen verschwindend gering, insgesamt wurden nur 16 Tiere dieser Altersgruppe gefangen. Auch in den folgenden Jahren hatte dieser Jahrgang (2005) einen nur geringen Anteil am Fang. Im Jahre 2006 war die Altersgruppe 0 mit rund 28% die zweithäufigste Altersgruppe. Im Jahre 2007 war dann der Jahrgang 2006 als Altersgruppe I die häufigste Altersgruppe. Der Jahrgang 2007 war wieder ein zahlenstarker Jahrgang (38%).

In den Stellnetzfängen war in den Jahren 2005 und 2006 der Jahrgang 2004 genauso wie in den Wadenfängen jeweils als Altersgruppe I und II die häufigste Altersgruppe. Im Jahr 2007 dominierten die Tiere des Jahrganges 2006 als Altersgruppe I den Fang.

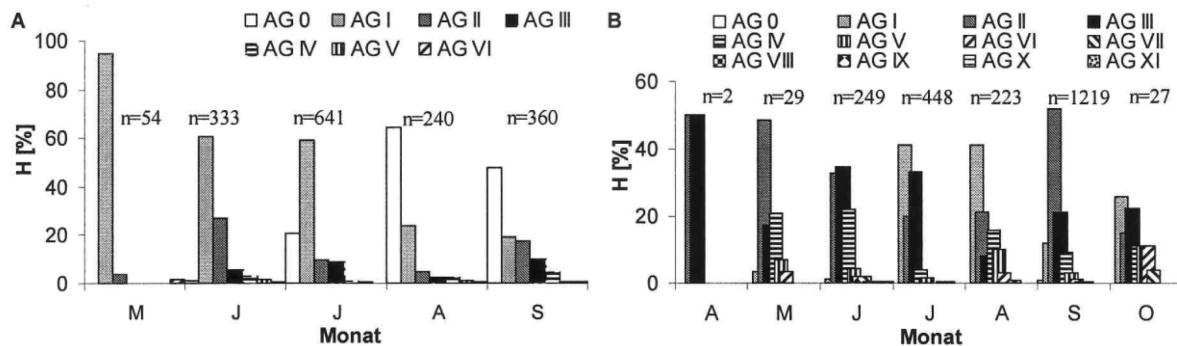
Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Jahrgang 2004 in den Fängen im Bereich der Halbinsel Kindo ein besonders starker Jahrgang war. Er ist im gesamten Untersuchungszeitraum der zahlenmäßig stärkste Jahrgang. Der Jahrgang 2005 war ein sehr schwacher Jahrgang. Im gesamten Untersuchungszeitraum war sein Anteil am Fang unbedeutend. Die Jahrgänge 2006 und 2007 kann man als normalstarke Jahrgänge betrachten.



**Abb. 6:** Altershäufigkeitsverteilung der Polarflunder im Bereich der Halbinsel Kindo in den Jahren 2004 bis 2007: A-D Wade, E-G Stellnetz.

#### Saisonale Altershäufigkeitsverteilung

In Abb. 7 wird die Veränderung der Altersverteilung der Polarflunder im Bereich der Halbinsel Kindo im Saisonverlauf für die Waden- und Stellnetzfänge dargestellt.

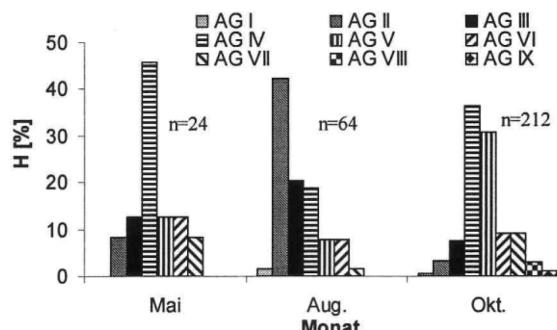


**Abb. 7:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung der Polarflunder im Bereich der Halbinsel Kindo: **A** Wade, **B** Stellnetz.

In den Wadenfängen war die Altersgruppe I in den Monaten Mai bis Juli mit rund 60-95% die häufigste Altersgruppe. Im August und September dominierte dann die Altersgruppe 0 mit rund 64 bzw. 48%. Die ersten Tiere der Altersgruppe 0 wurden in den Jahren 2005 und 2006 Anfang und Mitte Juli gefangen. 2007 konnten bereits die ersten Tiere der Altergruppe 0 Ende Juni in den Fängen angetroffen werden. Die Tiere der Altersgruppe II hatten in allen Monaten nur einen geringen Anteil an den Wadenfängen.

In den Stellnetzfängen konnte keine eindeutige saisonale Veränderung der Altersgruppe beobachtet werden. Die Altersgruppen I und II waren in allen Monaten die zahlenstärksten Altersgruppen, dabei dominierte die Altersgruppe II in den Monaten April bis Juli sowie im September, die Altersgruppe I im August und Oktober. In den Stellnetzfängen konnte man beobachten, dass der Anteil der Tiere der Altergruppe IV und älter in den Monaten August bis Oktober am Fang zunahm.

In Abb. 8 wird für das Dwina-Delta die saisonale Veränderung der Altersgruppenverteilung für die Stellnetzfänge dargestellt. In den Monaten Mai und Oktober dominierten die Polarflundern der Altersgruppe IV den Fang. Im Sommermonat August war die Altersgruppe II die zahlenstärkste Altersgruppe. Im Oktober war das Altersspektrum der Polarflunder im Vergleich zu den beiden anderen Monaten größer (AG I-IX).



**Abb. 8:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung der Polarflunder in den Stellnetzfängen im Dwina-Delta im Zeitraum August 2005 bis Oktober 2006.

### Altersverteilung der Polarflunder an den verschiedenen Fangstationen

An allen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo dominierten die Altersgruppen I und II die Waden- und Stellnetzfänge (Tab. 15). Mit Ausnahme der Fangstation Pekkelinski konnten an allen anderen Stationen Tiere der Altersgruppe 0 gefangen werden. An der Fangstation Pojakonda war die Altersgruppe 0 sogar die zahlenstärkste Altersgruppe. Der Anteil der Tiere der Altersgruppe III und älter an den Fängen war an jeder Station gering, ihre Bedeutung am Fang nahm jedoch an allen Stationen in den Herbstmonaten September und Oktober zu (s. Abb. 7).

An den Fangstationen Rasbojnik und Suchoje Morje im Dwina-Delta dominierten die Altersgruppen IV und V (Tab. 15). An der Station Kuiza wurde im Jahr 2006 einmalig im August mit dem Stellnetz gefischt, es dominierten Tiere der Altersgruppe II, gefolgt von den Tieren der Altersgruppe III und IV. Im Dwina-Delta kamen zu größten Teilen Stellnetze und Waden der Berufsfischerei mit Maschenweiten von 40-60mm zum Einsatz (s. Abschnitt 2.2.), damit erklären sich auch hier die im Durchschnitt älteren Tiere als an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.

**Tab. 15:** Altershäufigkeitsverteilung der Polarflunder an den Fangstationen im Untersuchungszeitraum August 2004 bis September 2007. Waden- und Stellnetzfänge zusammengenommen.

| AG/<br>Station | Halbinsel Kindo |            |            |             |              |      |         |                        | Dwina-Delta |           |                  |       |
|----------------|-----------------|------------|------------|-------------|--------------|------|---------|------------------------|-------------|-----------|------------------|-------|
|                | Pojakonda       | Berosowaja | Nikolskaja | Pekkelinski | Ermolinskaja | BBS  | Kislaia | Tschernaja<br>Retschka | Kusokzki    | Rasbojnik | Suchoje<br>Morje | Kuiza |
| 0              | 51,9            | 2,9        | 1,0        | -           | 7,5          | 7,6  | 3,0     | 14,7                   | 6,1         | -         | -                | -     |
| I              | 27,8            | 10,7       | 2,1        | 75,0        | 9,6          | 38,1 | 51,5    | 38,1                   | 17,1        | 25        | 1,2              | 1,6   |
| II             | 10,8            | 41,6       | 46,4       | 16,1        | 54,6         | 22,0 | 22,7    | 25,6                   | 7,9         | 25        | 3,6              | 42,2  |
| III            | 4,4             | 31,9       | 23,4       | 8,9         | 11,3         | 10,2 | 15,9    | 13,7                   | 33,5        | 8,3       | 9,2              | 20,3  |
| IV             | 4,4             | 11,0       | 17,2       | -           | 11,6         | 10,2 | 3,8     | 4,8                    | 21,3        | 33,3      | 38,0             | 18,8  |
| V              | 0,6             | 1,3        | 5,7        | -           | 3,4          | 6,8  | 1,3     | 2,1                    | 7,3         | -         | 27,6             | 7,8   |
| VI             | -               | 0,3        | 2,6        | -           | 1,0          | 3,4  | 1,0     | 0,7                    | 3           | -         | 8,8              | 7,8   |
| VII            | -               | 0,3        | 1,6        | -           | -            | 0,8  | 0,3     | 0,1                    | 3           | 8,3       | 8,4              | 1,6   |
| VIII           | -               | -          | -          | -           | 0,7          | 0,8  | -       | 0,2                    | -           | -         | 2,4              | -     |
| IX             | -               | -          | -          | -           | 0,3          | -    | -       | 0,1                    | -           | -         | 0,8              | -     |
| X              | -               | -          | -          | -           | -            | -    | 0,5     | -                      | -           | -         | -                | -     |
| XI             | -               | -          | -          | -           | -            | -    | -       | -                      | 0,6         | -         | -                | -     |
| n              | 158             | 373        | 192        | 56          | 293          | 118  | 396     | 2348                   | 164         | 12        | 250              | 64    |

### 3.1.1.4. Geschlechterverhältnis und Reife

#### Geschlechterverhältnis

Im Bereich der Halbinsel überwog der Anteil der weiblichen Polarflundern in nahezu allen Altersgruppen signifikant (Tab. 16). Eine Ausnahme waren die Altersgruppen 0 und VIII. Bei der Altersgruppe 0 war der Anteil der männlichen Tiere höher als der der Weibchen. Bei der Altersgruppe VIII war das Verhältnis der insgesamt 8 gefangenen Tiere ausgeglichen. Männliche Tiere der Altersgruppe IX und X fehlten in den Fängen. Dagegen war die älteste gefangene Polarflunder in diesem Fanggebiet ein männliches Tier der Altersgruppe XI.

Im Dwina-Delta war der Anteil der Männchen in allen Altersgruppen sehr gering (Tab. 16). Eine Ausnahme waren die Altersgruppe VII und VIII. In der Altersgruppe VII wichen das Verhältnis zwischen beiden Geschlechtern nicht signifikant vom Verhältnis 1:1 ab. Bei der Altersgruppe VIII handelte es sich durchweg um männliche Polarflundern.

**Tab. 16:** Geschlechterverteilung der einzelnen Altersgruppen der Polarflunder in den Fanggebieten im Zeitraum August 2004 bis September 2007. \*signifikant verschieden vom Verhältnis 1:1 ( $p<0,01; \chi^2$ -Wert 3,84).

| Gebiet             | Geschlecht | Altersgruppe |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Gesamt  |
|--------------------|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                    |            | 0            | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    |         |
| Halbinsel<br>Kindo | ♀/♂/j [%]  | 38:46:16     | 54:46 | 68:32 | 70:30 | 72:28 | 77:23 | 77:23 | 77:23 | 50:50 | 100:0 | 100:0 | 0:100 | 61:37:2 |
|                    | ♀:♂        | 0,8          | 1,2*  | 2,1*  | 2,4*  | 2,6*  | 3,4*  | 3,3*  | 3,3*  | 1,0   | 3,0*  | 2,0*  | -     | 1,64*   |
|                    | n          | 492          | 1330  | 1159  | 660   | 289   | 102   | 39    | 13    | 8     | 3     | 2     | 1     | 4098    |
| Dwina-<br>Delta    | ♀/♂ [%]    | -            | 86:14 | 87:13 | 95:5  | 95:5  | 95:5  | 81:19 | 57:43 | 0:100 | 100:0 | -     | -     | 88:12   |
|                    | ♀:♂        | -            | 6,0*  | 6,8*  | 17,5* | 21,2* | 17,5* | 4,4*  | 1,3   | -     | -     | -     | -     | 7,58*   |
|                    | n          | -            | 7     | 39    | 37    | 111   | 74    | 27    | 23    | 6     | 2     | -     | -     | 326     |

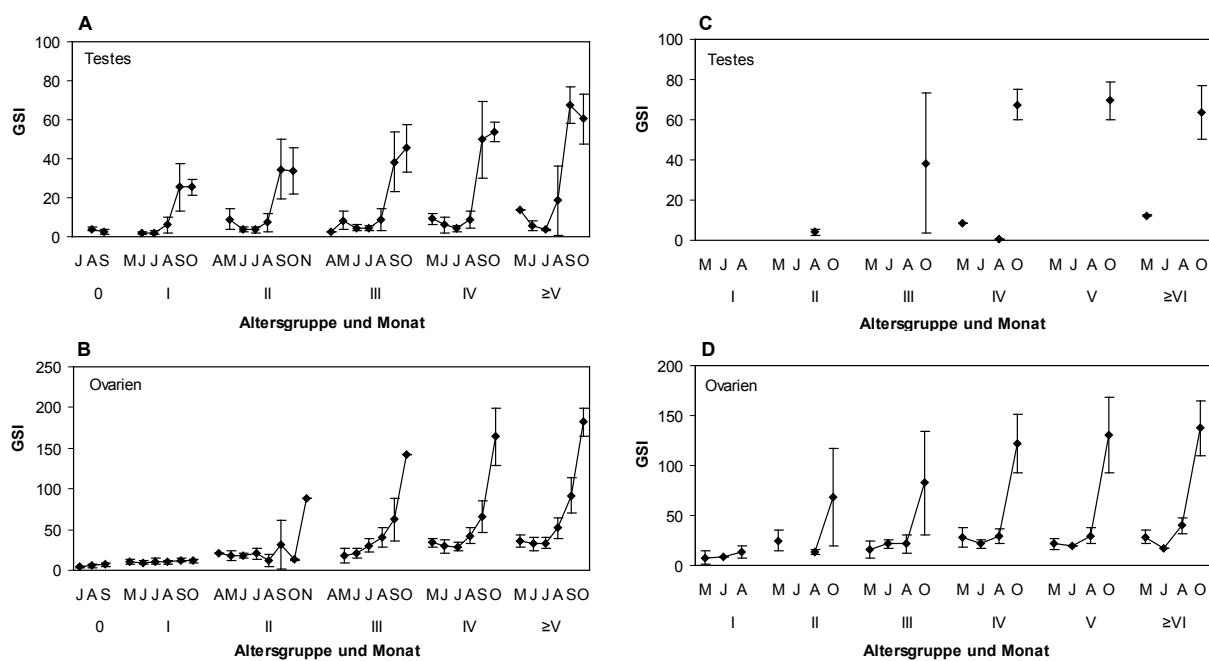
#### Reife

Die Abb. 9 zeigt die jahreszeitliche Veränderung des mittleren gonadosomatischen Indexes für die verschiedenen Altersgruppen.

Durch die Veränderung des gonadosomatischen Indexes kann man das Eintrittsalter der Tiere in die Geschlechtsreife feststellen. Die männlichen Polarflundern im Bereich der Halbinsel Kindo wiesen erstmalig einen Anstieg des mittleren gonadosomatischen Indexes am Ende ihres zweiten Lebensjahres (Altersgruppe I) auf. Sie laichen somit zum erstenmal im folgenden Winter.

Im Dwina-Delta wurde nur eine juvenile männliche Polarflunder der Altersgruppe I im Juli gefangen. Die älteren gefangenen Männchen waren bereits alle geschlechtsreif.

Bei den weiblichen Polarflundern im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta war eine Zunahme des Gonadengewichts am Ende ihres dritten Lebensjahres (als Altersgruppe II) zu verzeichnen, d.h. ein Jahr später als bei den Männchen.



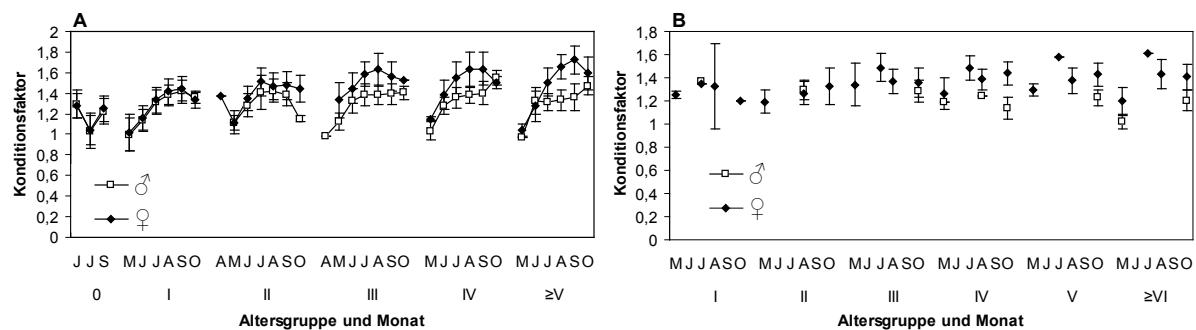
**Abb. 9:** Jahreszeitliche Veränderung des mittleren gonadosomatischen Indexes (GSI) (mit Standardabweichung) der verschiedenen Altersgruppen der Polarflunder: **A** Männchen und **B** Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo (Zeitraum August 2004 bis September 2007), **C** Männchen und **D** Weibchen im Dwina-Delta (Zeitraum August 2005 bis Oktober 2006).

### 3.1.1.5. Kondition

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Konditionsfaktoren der verschiedenen Altersgruppen in Abhängigkeit vom Untersuchungsjahr und der jeweiligen Fangstation im Bereich der Halbinsel Kindo bzw. im Dwina-Delta festgestellt werden (Zweifache Varianzanalyse,  $p < 0,05$ ). Es wurden deshalb die Konditionsfaktoren der gefangenen Polarflundern für den gesamten Zeitraum und für das Gesamtfanggebiet zusammengenommen in Abhängigkeit vom Geschlecht und Monat präsentiert (Abb. 10).

Im Bereich der Halbinsel Kindo stiegen die mittleren Konditionsfaktoren bei Männchen und Weibchen in allen Altersgruppen vom Anfang der Saison (April bzw. Mai) bis zu deren Maximum im August oder September an. In den Altersgruppen 0 und I waren die Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen gering. Auch am Anfang der Altersgruppe II (April bis Juni) waren die mittleren Konditionsfaktoren beider Geschlechter annähernd gleich (Tab. 17). Ab dem Juli dann gingen die Werte immer weiter auseinander, maximal im Oktober. Bei den Weibchen betrug der Wert im Oktober 1,44, der der Männchen lag bei 1,15. In den folgenden Altersgruppen verstärkten sich die Unterschiede.

Auch im Dwina-Delta stiegen die Konditionsfaktoren im Verlauf der Saison stetig an. Ebenfalls wie im Bereich der Halbinsel Kindo war ab der Altersgruppe II ein Auseinandergehen der Werte zwischen Männchen und Weibchen zu erkennen.



**Abb. 10:** Jahreszeitliche Veränderung des mittleren Konditionsfaktors (mit Standardabweichung) für die verschiedenen Altersgruppen der Polarflunder: **A** Halbinsel Kindo (Zeitraum August 2004 bis September 2007) **B** Dwina-Delta (Zeitraum August 2005 bis Oktober 2006).

Der statistische Vergleich (Einfache Varianzanalyse,  $p<0,05$ ) der mittleren Konditionsfaktoren zwischen beiden Fanggebieten zeigte bei den Weibchen in allen Altersgruppen, mit Ausnahme der Altersgruppe I, signifikant höhere Werte im Bereich der Halbinsel Kindo (Tab. 17). Auch bei den Männchen aus dem Bereich der Halbinsel Kindo lagen die mittleren Konditionswerte über denen im Dwina-Delta.

**Tab. 17:** Vergleich der mittleren Konditionsfaktoren zwischen den Geschlechtern der Polarflunder innerhalb der Fanggebiete Halbinsel Kindo und Dwina-Delta bzw. zwischen beiden Fanggebieten für den Zeitraum August 2004 bis September 2007. x- Mittelwert, s- Standardabweichung, n- Anzahl, n.s.- nicht signifikant, sig.- signifikant ( $p<0,05$ ); <sup>#</sup> Halbinsel Kindo Altersgruppe  $\geq V$ ; \* signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern (Einfache Varianzanalyse,  $p<0,05$ ).

| AG                   | Parameter | Halbinsel Kindo |           | Dwina-Delta |           | ♀               |             |
|----------------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-------------|
|                      |           | ♀               | ♂         | ♀           | ♂         | Halbinsel Kindo | Dwina-Delta |
| <b>0</b>             | x±s       | 1,18±0,17       | 1,16±0,18 |             |           |                 |             |
|                      | n         | 189             | 225       |             |           |                 |             |
| <b>I</b>             | x±s       | 1,32*±0,16      | 1,30±0,16 | 1,28±0,17   | 1,37±0    |                 | n.s.        |
|                      | n         | 721             | 609       | 6           | 1         |                 |             |
| <b>II</b>            | x±s       | 1,45*±0,15      | 1,38±0,13 | 1,27±0,12   | 1,29±0,09 |                 | sig.        |
|                      | n         | 785             | 374       | 34          | 5         |                 |             |
| <b>III</b>           | x±s       | 1,55*±0,15      | 1,37±0,11 | 1,38±0,12   | 1,28±0,09 |                 | sig.        |
|                      | n         | 464             | 196       | 35          | 2         |                 |             |
| <b>IV</b>            | x±s       | 1,56*±0,19      | 1,35±0,13 | 1,42±0,12   | 1,17±0,08 |                 | sig.        |
|                      | n         | 209             | 80        | 106         | 5         |                 |             |
| <b>V<sup>#</sup></b> | x±s       | 1,59*±0,23      | 1,33±0,13 | 1,42±0,11   | 1,22±0,08 |                 | sig.        |
|                      | n         | 128             | 40        | 70          | 4         |                 |             |
| <b>≥VI</b>           | x±s       |                 |           | 1,40*±0,13  | 1,19±0,10 |                 |             |
|                      | n         |                 |           | 37          | 21        |                 |             |

Bei den Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo waren in fast allen Altersgruppen die Unterschiede zwischen den Konditionsfaktoren signifikant (Tab. 18). Nur zwischen den Altersgruppen III und IV sowie IV und V waren die Unterschiede nicht signifikant. Bei den Männchen waren die Werte der Altersgruppen 0 und I zu denen der anderen Altersgruppen signifikant kleiner. Ab der Altersgruppe II waren die Unterschiede nicht signifikant.

Bei den Weibchen im Dwina-Delta waren die Unterschiede in den Konditionsfaktoren zwischen den Altersgruppen I und II nicht signifikant, dagegen waren diese im Vergleich zu den anderen Altersgruppen signifikant kleiner. Ab der Altersgruppe III waren die Abweichungen zwischen den mittleren Konditionsfaktoren nur gering.

**Tab. 18:** Vergleich der mittleren Konditionsfaktoren zwischen den Altersgruppen der Polarflunder in dem jeweiligen Fanggebiet. Einfache Varianzanalyse (Student-Newman-Keuls-Test,  $p<0,05$ ). n.s.- nicht signifikant, sig.- signifikant; <sup>#</sup> Halbinsel Kindo Altersgruppe  $\geq V$ .

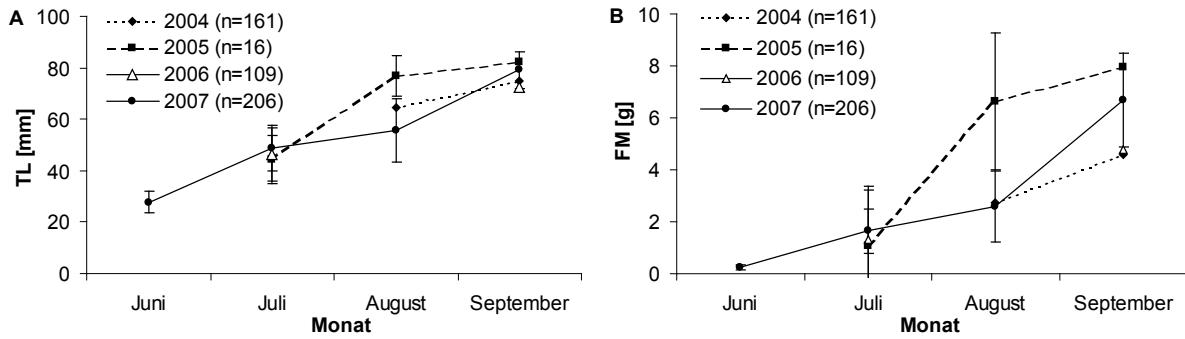
| AG             | Halbinsel Kindo |      |      |      |      |      |      |      | Dwina-Delta |      |      |      |      |      |
|----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|
|                | ♀               |      |      |      | ♂    |      |      |      | ♀           |      |      |      |      |      |
|                | 0               | I    | II   | III  | IV   | 0    | I    | II   | III         | IV   | I    | II   | III  | IV   |
| I              | sig.            |      |      |      |      | sig. |      |      |             |      |      |      |      |      |
| II             | sig.            | sig. |      |      |      | sig. | sig. |      |             |      | n.s. |      |      |      |
| III            | sig.            | sig. | sig. |      |      | sig. | sig. | n.s. |             |      | sig. | sig. |      |      |
| IV             | sig.            | sig. | sig. | n.s. |      | sig. | sig. | n.s. | n.s.        |      | sig. | sig. | n.s. |      |
| V <sup>#</sup> | sig.            | sig. | sig. | sig. | n.s. | sig. | n.s. | n.s. | n.s.        | n.s. | sig. | sig. | n.s. | n.s. |
| $\geq VI$      |                 |      |      |      |      |      |      |      |             |      | sig. | sig. | n.s. | n.s. |

### 3.1.1.6. Wachstum

#### Saisonales Wachstum der Altersgruppe 0

In den Untersuchungsjahren 2004-2007 wurden zwischen den Geschlechtern nur geringe Unterschiede gefunden, deshalb wurden die mittleren Längen und Massen für Männchen und Weibchen zusammengefasst dargestellt.

In den Jahren 2005 und 2006 wurden die ersten Polarflundern der Altersgruppe 0 Anfang Juli gefangen, 2007 dagegen bereits Ende Juni. Diese insgesamt 3 Tiere hatten eine mittlere Länge von 27,7mm und eine mittlere Masse von 0,3g. (Abb. 11). In den folgenden Monaten nahmen die mittleren Längen und Massen stetig zu. Im September lagen die mittleren Längen und Massen der Altersgruppe 0 bei 72,5-82,5mm bzw. bei 4,6-8,0g. Im Juli war der Unterschied zwischen den einzelnen Jahren am geringsten. Er lag bei der Länge bei 4,5mm und bei der Masse bei 0,3g. Im August betrug der Unterschied in der Länge 11mm und bei der Masse 4g. Im September lagen die Längen- und Massenunterschiede zwischen den Fangjahren bei 10mm bzw. bei 3,4g. Die stärkeren Schwankungen in den Längen und Massen zwischen den Jahrgängen im August und im September waren durch die Altersgruppe 0 des Jahres 2005 bedingt. In diesem Jahr wurden nur 16 Tiere dieser Altersgruppe gefangen, die entweder in den jeweiligen Monaten verhältnismäßig zu den anderen Jahren besonders groß oder besonders klein waren und damit Einfluss auf die mittleren Längen nahmen. In den Jahren 2005 und 2006 wurden Fänge auch in den Monaten Oktober und November durchgeführt, es konnten aber keine Tiere der Altersgruppe 0 gefangen werden.

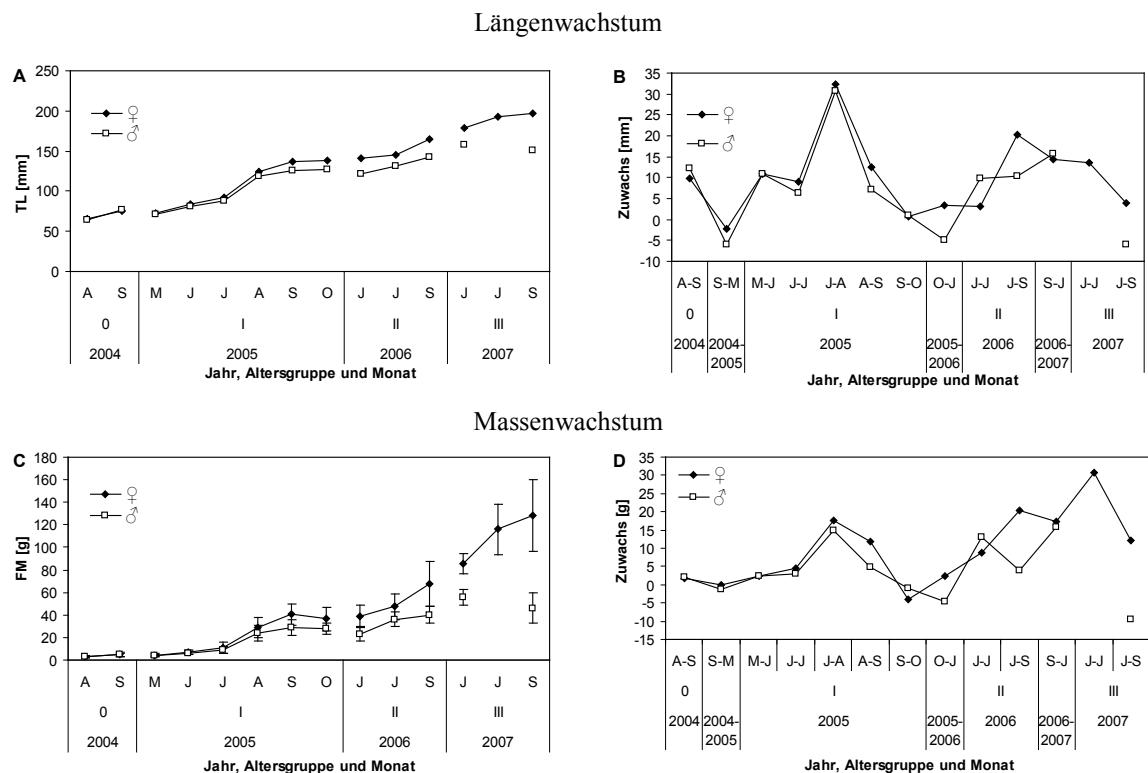


**Abb. 11:** Mittleres Längen- (A) und Massenwachstum (B) (mit Standardabweichung) der Altersgruppe 0 der Polarflunder im Bereich der Halbinsel Kindo.

#### Saisonales Wachstum des Jahrganges 2004 an der Fangstation Tschernaja Retschka

Abb. 12 zeigt das saisonale Längen- und Massenwachstum der Weibchen und Männchen des zahlensstarken Jahrganges 2004 an der Fangstation Tschernaja Retschka.

Im Jahr 2004 und bis zum Juli 2005 waren die Längen- und Massenunterschiede zwischen Männchen und Weibchen nur gering. Sie lagen bei 0,5 bis 4,7mm bzw. 0,1 bis 1,9g. Ab dem August nahmen die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern immer weiter zu, maximal lag der Unterschied im September 2007 bei 45,4mm bzw. 81,8g. Bei beiden Geschlechtern



**Abb. 12:** Wachstumskurve und Zuwachsverlauf des Jahrganges 2004 der Polarflunder im Zeitraum August 2004 bis September 2007 an der Fangstation Tschernaja Retschka: A und B mittleres Längenwachstum, C und D mittleres Massenwachstum.

wurden in allen Untersuchungsjahren die größten Längen- und Massenzuwächse zwischen den einzelnen Fangterminen in den Sommermonaten erreicht, maximal jedoch im Juli-August 2005. Für die Weibchen bzw. Männchen lagen die größten Zuwächse für die Längen bei 32,2 bzw. 30,6mm und für die Massen bei 17,6 bzw. 15g. Das ergab für die Weibchen eine maximale Zuwachsrate von 0,83mm/Tag und 0,45g/Tag und bei den Männchen 0,78mm/Tag bzw. 0,38g/Tag (Tab. 19). Zwischen September und Oktober waren die Zuwächse gering, bzw. negativ. In den Monaten Oktober bis Mai war kein Wachstum zu verzeichnen.

**Tab. 19:** Zuwachsrate des Jahrganges 2004 der Polarflunder an der Fangstation Tschernaja Retschka.

| Jahr          |   | 2004         | 2005     |           |             |              |               | 2006      |            | 2007      |            |            |
|---------------|---|--------------|----------|-----------|-------------|--------------|---------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| Zuwachs/Monat |   | August-Sept. | Mai-Juni | Juni-Juli | Juli-August | August-Sept. | Sept.-Oktober | Juni-Juli | Juli-Sept. | Juni-Juli | Juli-Sept. | Juni-Sept. |
| mm/Tag        | ♀ | 0,38         | 0,48     | 0,54      | 0,83        | 0,43         | 0,02          | 0,16      | 0,28       | 0,51      | 0,09       |            |
|               | ♂ | 0,47         | 0,48     | 0,38      | 0,78        | 0,25         | 0,03          | 0,5       | 0,14       |           |            | -0,09      |
| g/Tag         | ♀ | 0,07         | 0,10     | 0,26      | 0,45        | 0,40         | -0,11         | 0,46      | 0,28       | 1,13      | 0,27       |            |
|               | ♂ | 0,08         | 0,11     | 0,18      | 0,38        | 0,17         | -0,03         | 0,68      | 0,05       |           |            | -0,13      |
| n             |   | 26           | 23       | 17        | 39          | 29           | 35            | 19        | 72         | 27        | 44         | 71         |

In Tab. 20 wurden die mittleren Längen am Ende der jeweiligen Wachstumssaison mit den rückberechneten Längen für die jeweilige Altersgruppe verglichen. Bei beiden Geschlechtern waren die Unterschiede gering, signifikant waren die Längen nur zwischen den Männchen in der Altersgruppe I und zwischen den Weibchen in der Altersgruppe II.

**Tab. 20:** Statistischer Vergleich zwischen den rückberechneten Längen (RL) und den beobachteten Längen am jeweiligen Saisonanfang (Mai-Juni) des Jahrganges 2004 der Polarflunder an der Fangstation Tschernaja Retschka. (\*\*hoch signifikant, p<0,01). x- Mittelwert, s- Standardabweichung, n- Anzahl.

| Parameter | 2005          |        |               |        | 2006          |         |               |          | 2007            |           |
|-----------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|---------|---------------|----------|-----------------|-----------|
|           | ♀             |        | ♂             |        | ♀             |         | ♂             |          | ♀               |           |
|           | Mai-Juni 2005 | RL AGI | Mai-Juni 2005 | RL AGI | Mai-Juni 2006 | RL AGII | Mai-Juni 2006 | RL AGIII | Juni AGIII 2007 | RL AG III |
|           | AG I          | AG I   | AG I          | AG I   | AG II         | AG II   | AG II         | AG III   | AG III          |           |
| x         | 81,3          | 81,0   | 80,3          | 76,0   | 141,8         | 133,0   | 122,1         | 119,0    | 179,3           | 178,0     |
| s         | 8,7           | 10,0   | 7,2           | 9,0    | 11,7          | 13,0    | 11,5          | 10       | 9,1             | 12,0      |
| n         | 97            | 525    | 92            | 311    | 127           | 525     | 26            | 160      | 4               | 98        |
| t-Wert    | 0,68          |        | 3,89**        |        | 6,90**        |         | 1,60          |          | 0,20            |           |

*Mittleres rückberechnetes Längenwachstum der Altersgruppe  $\geq I$* 

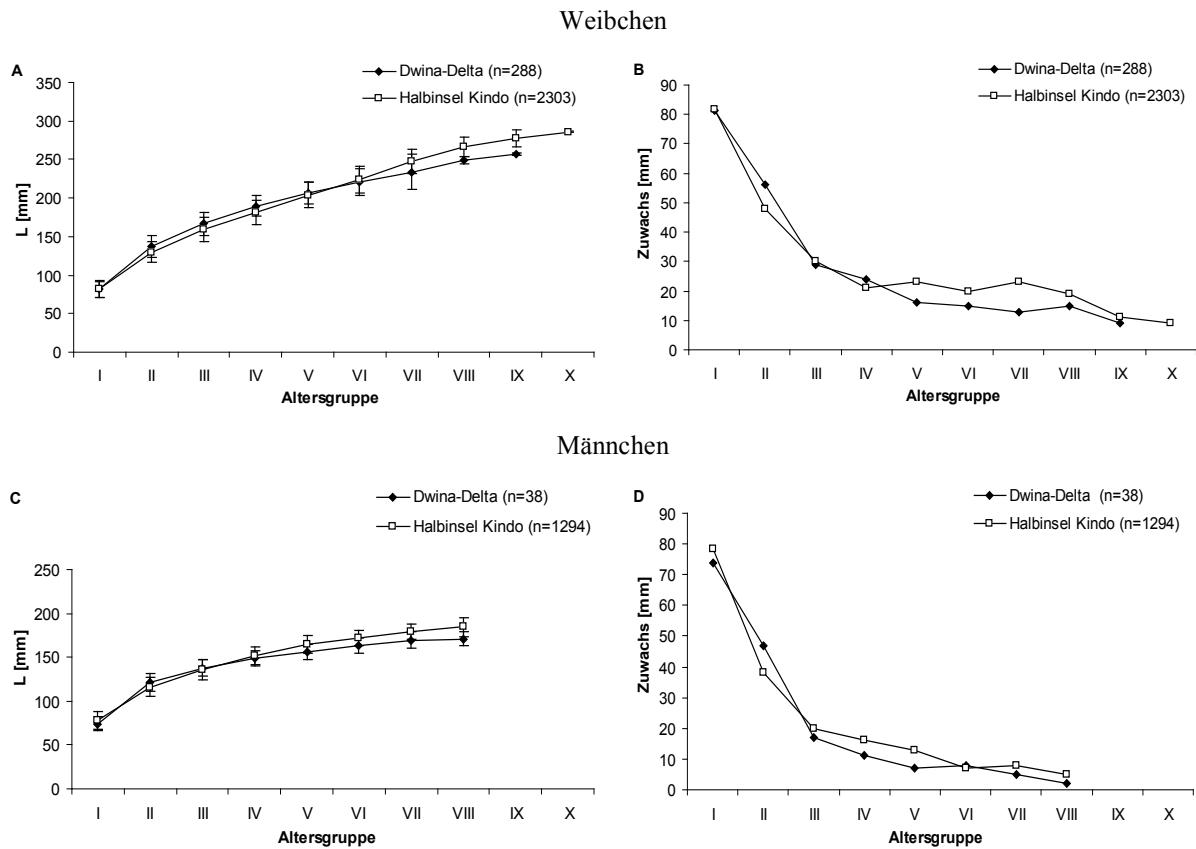
In Abb. 13 wird das rückberechnete Längenwachstum und der Zuwachsverlauf der Polarflunder in den Fanggebieten Halbinsel Kindo und Dwina-Delta aufgetrennt nach den Geschlechtern dargestellt.

Für die Weibchen der Altersgruppe I wurde in beiden Fanggebieten eine nahezu ähnliche mittlere Länge rückberechnet (Halbinsel Kindo 82mm und Dwina-Delta 81mm). In den Altersgruppen II bis IV waren die mittleren Längen der weiblichen Polarflunder im Dwina-Delta signifikant größer als bei denen im Bereich der Halbinsel Kindo (Tab. 21). Ab der Altersgruppe VI waren die mittleren Längen der Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo größer als im Dwina-Delta, maximal betrug der Unterschied 19mm in der Altersgruppe IX. Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden hauptsächlich Tiere der Altersgruppen I-III gefangen (s. Abschnitt 3.1.1.3.). Ältere Tiere waren in den Fängen sehr selten und dabei handelte es sich jeweils um besonders große Vertreter, die dadurch Einfluss auf die Rückberechnung nahmen, dies könnte das starke Auseinanderweichen der mittleren Längen zwischen den Weibchen beider Fanggebiete ab der Altersgruppe V erklären.

Bei den Männchen betrug der Unterschied in der Altersgruppe I zwischen beiden Fanggebieten 4mm (78mm Halbinsel Kindo; 74mm Dwina-Delta). In den Altersgruppen II und III waren die mittleren Längen bei den Männchen im Dwina-Delta größer, in der Altersgruppe II sogar signifikant. In der Altersgruppe IV lag die mittlere Länge der Männchen im Bereich der Halbinsel Kindo bei 152mm, um 3mm höher als bei den Männchen im Dwina-Delta. Wie bei den Weibchen nahm der Unterschied ab der Altersgruppe V zwischen beiden Fanggebieten immer stärker zu. Dabei waren die mittleren Längen im Bereich der Halbinsel Kindo signifikant höher als im Dwina-Delta.

Bei den Polarflundern beider Geschlechter wurde der größte Zuwachs im ersten Lebensjahr erreicht (Abb. 13 B, D). Bei den Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo bzw. im Dwina-Delta betrugen die Zuwächse in der Altersgruppe I 82 bzw. 81mm. Die Männchen erreichten im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta in der Altersgruppe I 78 bzw. 74mm. In den folgenden Altersgruppen gingen die Zuwächse in beiden Gebieten, bei Männchen und Weibchen gleichermaßen, stetig zurück. Die Unterschiede in den Zuwächsen zwischen den Untersuchungsjahren waren sehr gering (2-9mm).

In beiden Fanggebieten hatten die Weibchen ab der Altersgruppe I signifikant größere mittlere Längen als die Männchen (Tab. 21). In der Altersgruppe I betrug die Differenz zwischen beiden Geschlechtern 4mm im Bereich der Halbinsel Kindo und 7mm im Dwina-Delta. In den folgenden Altersgruppen gingen die Längen beider Geschlechter immer weiter



**Abb. 13:** Wachstumskurve und Zuwachsverlauf der weiblichen (A und B) und männlichen (C und D) Polarflundern in den Fanggebieten der Kandalakscha- und Dwinabucht.

**Tab. 21:** Statistischer Vergleich (t-Test) der rückberechneten mittleren Längen zwischen Weibchen und Männchen der Polarflunder innerhalb sowie zwischen den Fanggebieten Halbinsel Kindo und Dwina-Delta. \*signifikant ( $p<0,05$ ), \*\*hoch signifikant ( $p<0,01$ ), Ki- Halbinsel Kindo, Dw- Dwina-Delta.

| AG   | Fanggebiet      |         |                |         | Sex              |        |                  |        |
|------|-----------------|---------|----------------|---------|------------------|--------|------------------|--------|
|      | Halbinsel Kindo |         | Dwina-Delta    |         | ♀                |        | ♂                |        |
|      | Diff. ♀-♂ [mm]  | t-Wert  | Diff. ♀-♂ [mm] | t-Wert  | Diff. Ki-Dw [mm] | t-Wert | Diff. Ki-Dw [mm] | t-Wert |
| I    | 4               | 9,26**  | 7              | 4,09*   | 1                | 0,55   | 4                | 2,50*  |
| II   | 14              | 23,39** | 16             | 6,59**  | -7               | 7,54** | -5               | 2,87** |
| III  | 23              | 23,34** | 28             | 10,93** | -7               | 6,03** | -2               | 0,81   |
| IV   | 29              | 18,40** | 41             | 15,84** | -9               | 6,18** | 3                | 1,51   |
| V    | 40              | 13,93** | 50             | 16,28** | -1               | 1,07   | 9                | 3,47** |
| VI   | 52              | 11,99** | 57             | 14,09** | 3                | 0,90   | 8                | 2,73*  |
| VII  | 67              | 11,21** | 65             | 10,39** | 13               | 1,93   | 11               | 2,52*  |
| VIII | 81              | 12,39** | 78             | 12,53** |                  |        | 14               | 2,45*  |

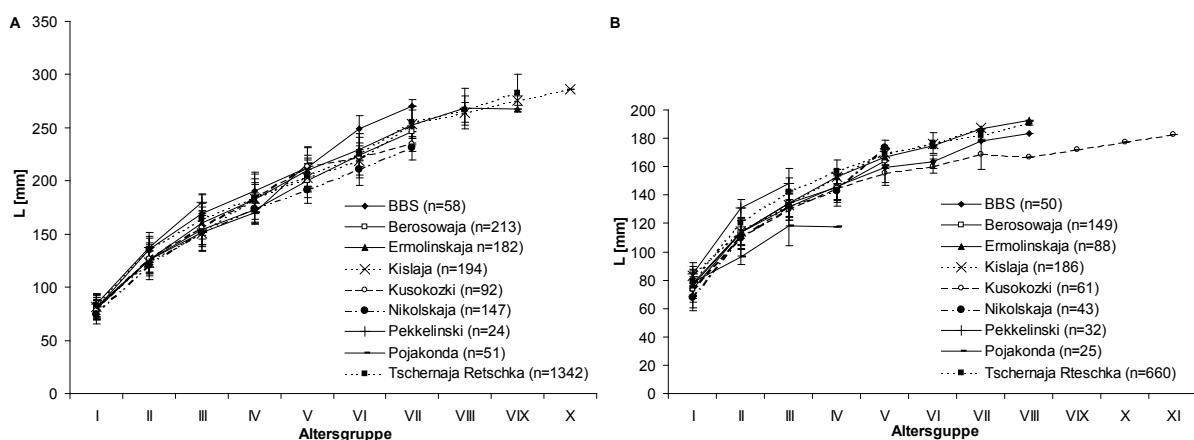
auseinander. In der Altersgruppe VIII wurde in beiden Fanggebieten die größte Differenz zwischen Männchen und Weibchen festgestellt. Im Bereich der Halbinsel Kindo und im

Dwina-Delta war die mittlere Länge der Weibchen in der Altersgruppe VIII um 81 bzw. 78mm größer als die der Männchen.

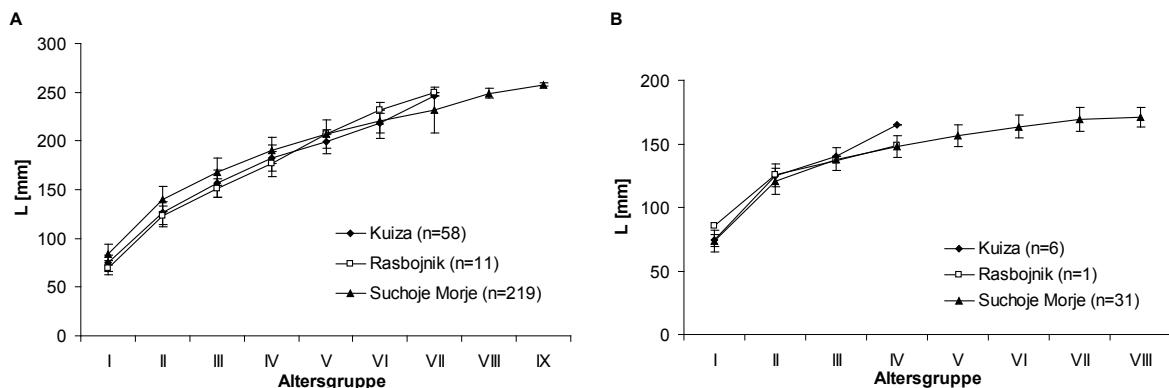
Mittleres rückberechnetes Längenwachstum der Polarflunder an den verschiedenen Fangstationen

Die Abb. 14 und 15 zeigen das mittlere Längenwachstum der weiblichen und männlichen Polarflundern im Bereich der Halbinsel Kindo bzw. Dwina-Delta.

In der Altersgruppe I lagen die mittleren Längen der Weibchen an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo zwischen 75 und 84mm, dabei hatten die Weibchen an der Fangstation Nikolskaja mit 75mm die signifikant geringsten, dagegen die Weibchen an den Fangstationen Tschernaja Retschka und Pekkelinski mit 83 bzw. 84mm die signifikant größten mittleren Längen. Die Längenunterschiede zwischen den Fangstationen blieben in den folgenden Altersgruppen annähernd gleich, bei 10-20mm. Wie bei den Weibchen hatten



**Abb. 14:** Mittlere Wachstumskurven (mit Standardabweichung) der weiblichen (A) und männlichen (B) Polarflundern an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.



**Abb. 15:** Mittlere Wachstumskurven (mit Standardabweichung) der weiblichen (A) und männlichen (B) Polarflundern an den Fangstationen im Dwina-Delta.

die Männchen an der Station Nikolskaja die kleinste mittlere Länge in der Altersgruppe I von 68mm. Ebenfalls wie bei den Weibchen wurde mit 84mm an der Fangstation Pekkelinski die größte mittlere Länge in der Altersgruppe I festgestellt. Abgesehen von den Fangstationen Pekkelinski und Pojakonda waren die Längenunterschiede zwischen den Stationen in den verschiedenen Altersgruppen gering (12-20mm).

Im Dwina-Delta hatten die Weibchen der Fangstation Suchoje Morje in den Altersgruppen I-IV signifikant größere mittlere Längen als jene an den Stationen Rasbojnik und Kuiza. Ab der Altersgruppe VI kehrte sich dieses Bild um.

### 3.1.2. Europäische Flunder (*Platichthys flesus*)

#### 3.1.2.1. Inversion und Farbanomalie

##### Inversion

Im Bereich der Halbinsel Kindo waren von den insgesamt 450 gefangenen Flunden 36% invers (Augen auf der linken Körperseite). Im Dwina-Delta lag der Anteil von inversen Tieren am Fang bei nur 4% (n=897).

In der Tab. 22 sind für die Untersuchungsgebiete Halbinsel Kindo und Dwina-Delta der Anteil von inversen Tieren, getrennt nach den verschiedenen Fangstationen, aufgelistet. Im Dwina-Delta stieg die Anzahl der inversen Tiere je weiter die Station vom rein limnischen Mündungsbereich lag (von 1,2 auf 6,9%). Dennoch war der Anteil von inversen Tieren an allen Fangstationen bedeutend geringer als an denen im Bereich der Halbinsel Kindo.

Hier lag der Anteil von inversen Tieren, mit Ausnahme der Stationen Kusokozki, Pekkelinski und Pojakonda, um die 40%. An der Station Pekkelinski und Pojakonda war der Anteil inverser Tiere mit 20% bzw. rund 88% besonders gering bzw. besonders hoch. Aber diese

**Tab. 22:** Anteil der inversen Flunden an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo bzw. im Dwina-Delta.

| Gebiet/<br>Station       | Halbinsel Kindo |            |            |             |              |      |         |                        | Dwina-Delta |                         |                       |                  |       |     |
|--------------------------|-----------------|------------|------------|-------------|--------------|------|---------|------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------|-----|
|                          | Pojakonda       | Berosowaja | Nikolskaja | Pekkelinski | Ermolinskaja | BBS  | Kislaja | Tschernaja<br>Retschka | Kusokozki   | Gnewaschow<br>Rasbojnik | Peredni<br>Tschatschi | Suchoje<br>Morje | Kuiza |     |
| inverse<br>Fische<br>[%] | 87,5            | 43,8       | 38,5       | 20,0        | 37,5         | 40,0 | 41,7    | 40,8                   | 27,2        | 2,2                     | 1,2                   | 4,0              | 4,3   | 6,9 |
| n                        | 8               | 16         | 26         | 10          | 8            | 10   | 132     | 71                     | 169         | 179                     | 86                    | 150              | 323   | 159 |

Verhältnisse könnten ein Artefakt der nur geringen Anzahl gefangener Flunden an diesen Stationen sein. Anders verhält es sich an der Fangstation Kusokozki. Mit insgesamt 169 Tieren wurden an dieser Station die meisten Flunden gefangen, somit könnte man davon ausgehen, dass der im Verhältnis zu den andern Stationen geringe Anteil von inversen Tieren die realen Verhältnisse widerspiegelt.

### Farbanomalie

Bei den Flunden im Dwina-Delta war die Anzahl von Tieren mit Farbanomalie auf der Blindseite in allen Altersgruppen gering (0,5-7,7%) (Tab. 23). Im Bereich der Halbinsel Kindo lag der Anteil von Tieren mit Farbanomalie zwischen 11,3% bis zu 63,2%. Wie bei den Polarflunden in diesem Gebiet nahm die Zahl der Flunden mit Farbanomalie mit steigendem Alter zu. In allen Altersgruppen war der Schweregrad Anom1 der häufigste.

**Tab. 23:** Überblick über das Vorkommen von Farbanomalien auf der Blindseite der einzelnen Altersgruppen der Flunder in den Fanggebieten: Halbinsel Kindo und Dwina-Delta.

| Schweregrad/AG | Halbinsel Kindo |      |      |      |      |      | Dwina-Delta |      |     |      |      |      |      |
|----------------|-----------------|------|------|------|------|------|-------------|------|-----|------|------|------|------|
|                | 0               | I    | II   | III  | IV   | V    | ≥VI         | I    | II  | III  | IV   | V    | ≥VI  |
| Anom0          | 75,0            | 88,7 | 81,8 | 64,2 | 47,8 | 60,0 | 36,8        | 92,3 | 100 | 97,0 | 99,5 | 95,8 | 97,7 |
| Anom1          | 25,0            | 10,2 | 16,2 | 29,3 | 43,5 | 26,7 | 36,8        | -    | -   | 1,5  | 0,5  | 2,8  | 0,8  |
| Anom2          | -               | 1,1  | 2,0  | 5,4  | 8,7  | 13,3 | 21,1        | 7,7  | -   | 1,5  | -    | 1,4  | 1,1  |
| Anom3          | -               | -    | -    | 1,1  | -    | -    | 5,3         | -    | -   | -    | -    | -    | 0,4  |
| n              | 4               | 177  | 98   | 92   | 45   | 15   | 19          | 13   | 53  | 135  | 219  | 214  | 263  |

In der Tab. 24 ist für den Bereich der Halbinsel Kindo, aufgetrennt nach den einzelnen Fangstationen, der Anteil von Flunden mit Farbanomalie aufgeführt. Genauso wie bei den Polarflunden war die Anzahl von Flunden mit Farbanomalie an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki geringer als der an den anderen Fangstationen. Aber nur an der Fangstation Kislaja war der Anteil der Tiere mit Farbanomalie signifikant kleiner (Einfache Varianzanalyse,  $p<0,05$ ). Die höchsten Zahlen von Tieren mit Farbanomalie wurden an den Fangstationen Berosowaja, Pekkelinski und Ermolinskaja beobachtet.

### **3.1.2.2. Morphometrie**

Zwischen den untersuchten Tieren aus dem Bereich des Keret-Archipels und der Fangstation Kusokozki im Bereich der Halbinsel Kindo bestanden signifikante Unterschiede in den plastischen Merkmalen: Körperbreite, anteanale und anteventrale Abstand (Tab. 25 und Tab.

**Tab. 24:** Anteil der Flunden mit Farbanomalie an den verschiedenen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.

| Parameter/<br>Station                       | Pojakonda | Berosowaja | Nikolskaja | Pekkelinski | Ermolinskaja | BBS       | Kislaja    | Tscherndja<br>Retschka | Kusokozki  |
|---|-----------|------------|------------|-------------|--------------|-----------|------------|------------------------|------------|
| <b>Fische mit<br/>Farbanomalie<br/>[%]</b>  | 37,5      | 81,3       | 50         | 80          | 62,5         | 40,0      | 3,7        | 27,8                   | 24,3       |
| <b>Fische ohne<br/>Farbanomalie<br/>[%]</b> | 62,5      | 18,7       | 50         | 20          | 37,5         | 60,0      | 96,3       | 72,2                   | 75,7       |
| <b>n</b>                                    | <b>8</b>  | <b>16</b>  | <b>26</b>  | <b>10</b>   | <b>8</b>     | <b>10</b> | <b>132</b> | <b>71</b>              | <b>169</b> |

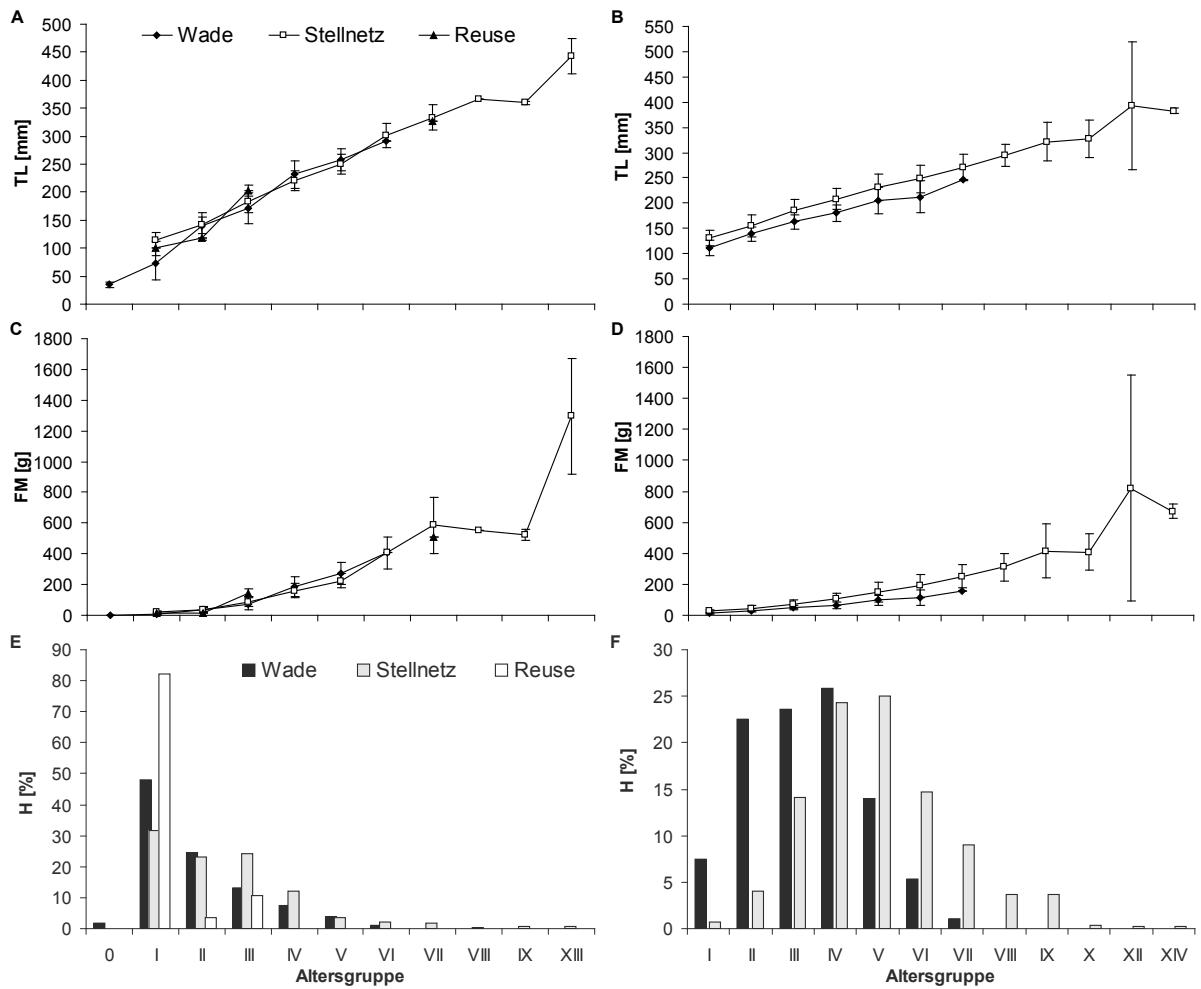
**Tab. 25:** Morphometrische Merkmale der Flunder im Bereich der Fangstationen in der Kandalakschabucht (Juli-September 2007). x- Mittelwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum.

| plastische/ meristische<br>Merkmale       | Parameter       | Fangstation                  |                              |
|---|-----------------|------------------------------|------------------------------|
|   |                 | Keret-Archipel               | Kusokozki                    |
| Körperbreite/TL<br>(%)                    | x±s<br>min.-max | <b>38,2±2,3</b><br>33,2-41,9 | <b>39,8±1,6</b><br>36,3-43,9 |
| Körperdicke/TL<br>(%)                     | x±s<br>min.-max | <b>8,1±0,5</b><br>7-8,7      | <b>7,8±0,6</b><br>6,6-9,9    |
| Kopflänge/TL<br>(%)                       | x±s<br>min.-max | <b>24,5±1,4</b><br>21,8-27,5 | <b>25,4±1,7</b><br>22,8-34,6 |
| anteanale Abstand/TL<br>(%)               | x±s<br>min.-max | <b>31,8±1,8</b><br>28,6-34,8 | <b>33,4±1,6</b><br>29,8-36,7 |
| anteventrale Abstand/TL<br>(%)            | x±s<br>min.-max | <b>14,5±3,8</b><br>9,9-22,6  | <b>21,9±6,9</b><br>7,6-31,8  |
| Anzahl<br>Analflossenstrahlen             | x±s<br>min.-max | <b>38,5±1,3</b><br>37-41     | <b>38,5±1,3</b><br>35-41     |
| Anzahl<br>Dorsalflossenstrahlen           | x±s<br>min.-max | <b>54,7±1,3</b><br>53-58     | <b>53,9±1,8</b><br>49-57     |
| Anzahl untersuchter Tiere<br>min.-max. TL |                 | <b>15</b><br>124-283mm       | <b>53</b><br>88-369mm        |

V im Anhang). Dabei hatten die Tiere aus dem Keret-Archipel jeweils die kleinsten Werte. In der Anzahl der Anal- und Dorsalflossenstrahlen gab es zwischen den untersuchten Tieren aus beiden Fanggebieten nur geringe Unterschiede, die mittlere Anzahl der Analflossenstrahlen war sogar in beiden Gebieten identisch.

### 3.1.2.3. Längen-, Massen- und Altersstruktur

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden insgesamt 450 Flunden der Altersgruppen 0 bis XIII (TL 31-465mm; FM 0,3-1560g) gefangen (Abb. 16 und Tab. II im Anhang). In allen drei Fanggeräten waren die Tiere der Altersgruppe I am häufigsten. Die Tiere der Altersgruppe I



**Abb. 16:** Mittlere Längen (A und B) und Massen (C und D) (mit Standardabweichung) der verschiedenen Altersgruppen der Flunder sowie ihre Altershäufigkeitsverteilung (E und F) in Abhängigkeit vom Fanggerät. A, C und E Halbinsel Kindo; B, D und F Dwina-Delta.

hatten in den Reusen- und Stellnetzfängen um fast 30 bzw. 40mm größere mittlere Längen als in den Wadenfängen. Dagegen waren die Längenunterschiede in den anderen Altersgruppen zwischen den Fangeräten geringer. Die gefangenen Flundern zeigten in den Stellnetzfängen das größte Längen-, Massen- und Altersspektrum.

Im gesamten Untersuchungszeitraum konnten nur vier Tiere der Altersgruppe 0 gefangen werden. Auch der Anteil von älteren Tieren ( $AG \geq V$ ) war mit insgesamt 7,5% am Fang sehr gering.

Im Dwina-Delta verteilten sich die 897 gefangenen Flundern auf die Altersgruppen I bis XIV (TL 88-485mm; FM 8-1337g). In den Wadenfängen dominierten die Tiere der Altersgruppen II bis IV mit insgesamt 72% den Fang. Bei den Stellnetzfängen waren die Altersgruppen V und IV mit 25 bzw. 24% am zahlreichsten. Die Flundern der Altersgruppen III und VI waren

mit rund 14% am dritthäufigsten in den Fängen. Flundern der Altersgruppen  $\geq X$  sowie der Altersgruppe I wurden nur vereinzelt gefangen.

Die Tab. 26 zeigt die Länge-Masse-Beziehung der Flunder in beiden Fanggebieten. Am besten wird diese Beziehung durch die potentielle Regressionsformel ( $p < 0,05$ ) beschrieben. In beiden Untersuchungsgebieten wichen die b-Werte signifikant von 3 ( $p < 0,05$ ) ab, dies deutet darauf hin, dass die Flundern im Bereich der Halbinsel Kindo sowie im Dwina-Delta ein allometrisches Wachstum zeigten.

**Tab. 26:** Länge-Masse-Beziehungen für alle Altersgruppen der Flunder in den Fanggebieten der Kandalakscha- und Dwinabucht ( $y = FM$  in g;  $x = TL$  in mm).

| Fanggebiet         | Jahr | Regressionsgleichung             | r     | n   |
|--------------------|------|----------------------------------|-------|-----|
| Halbinsel<br>Kindo | 2005 | $y = 4 \cdot 10^{-6} x^{3,2661}$ | 0,997 | 126 |
|                    | 2006 | $y = 7 \cdot 10^{-6} x^{3,1389}$ | 0,995 | 188 |
|                    | 2007 | $y = 9 \cdot 10^{-6} x^{3,0838}$ | 0,998 | 140 |
| Dwina-<br>Delta    | 2005 | $y = 7 \cdot 10^{-6} x^{3,0765}$ | 0,989 | 332 |
|                    | 2006 | $y = 2 \cdot 10^{-6} x^{3,3062}$ | 0,981 | 565 |

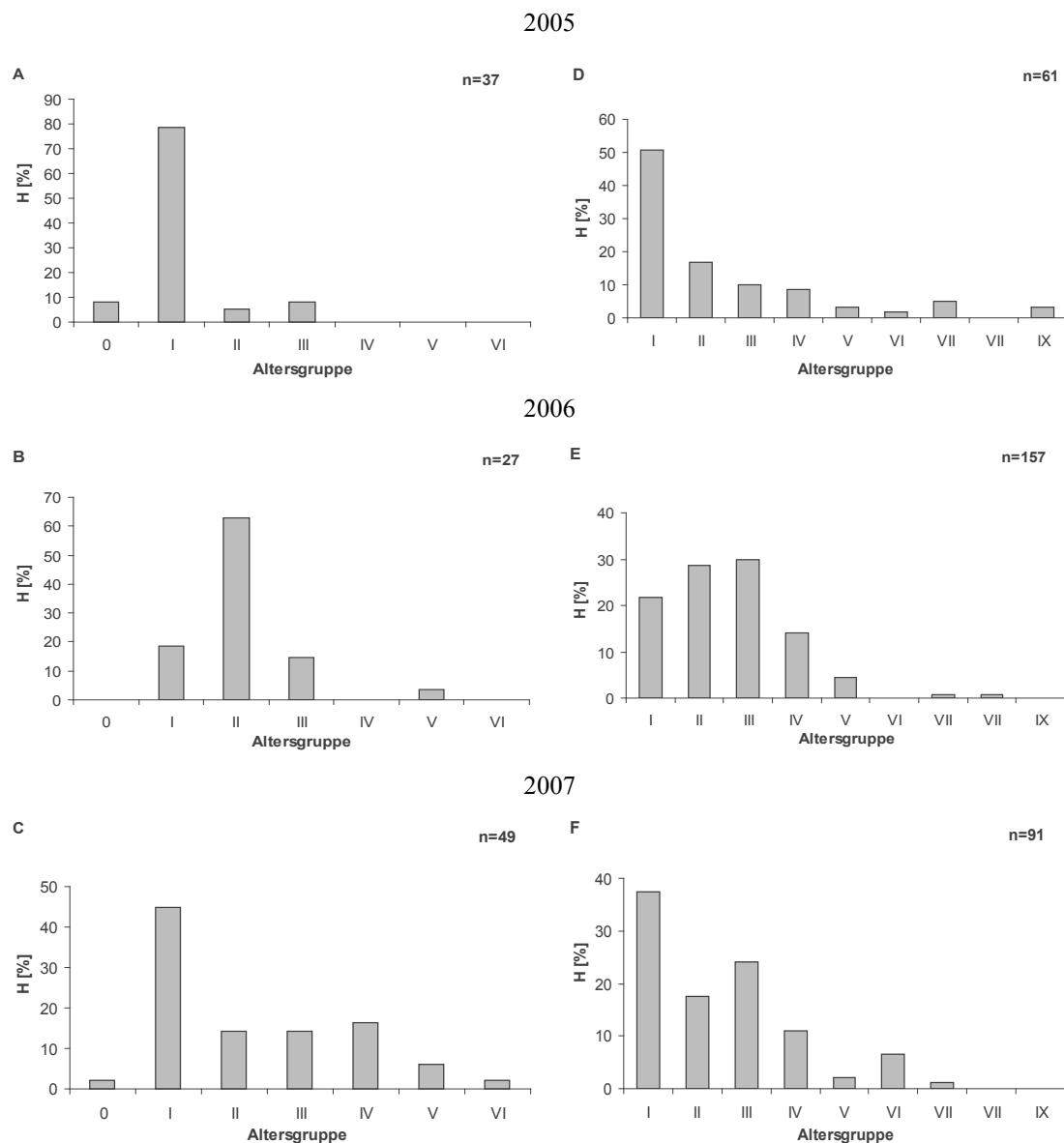
#### Fanggerätebezogene Altershäufigkeitsverteilung

Aus der Abb. 17 ist zu erkennen, dass im Bereich der Halbinsel Kindo bei der Flunder, genauso wie bei der Polarflunder, der Jahrgang 2004 ein besonders zahlenstarker Jahrgang war. Dieser Jahrgang dominierte die Wadenfänge in den Jahren 2005 und 2006 als Altersgruppe I bzw. II. Auch in den Stellnetzfängen gehörte dieser Jahrgang als Altersgruppe I (2005) und II (2006) zu den häufigsten Flundern. Die folgenden Jahrgänge 2005 und 2007 waren zahlenmäßig schwächer als der Jahrgang von 2004. Aber im Gegensatz zur Polarflunder (Jahrgang 2005, s. Abschnitt 3.1.1.3.) konnte bei der Flunder kein Ausfall eines Jahrganges beobachtet werden.

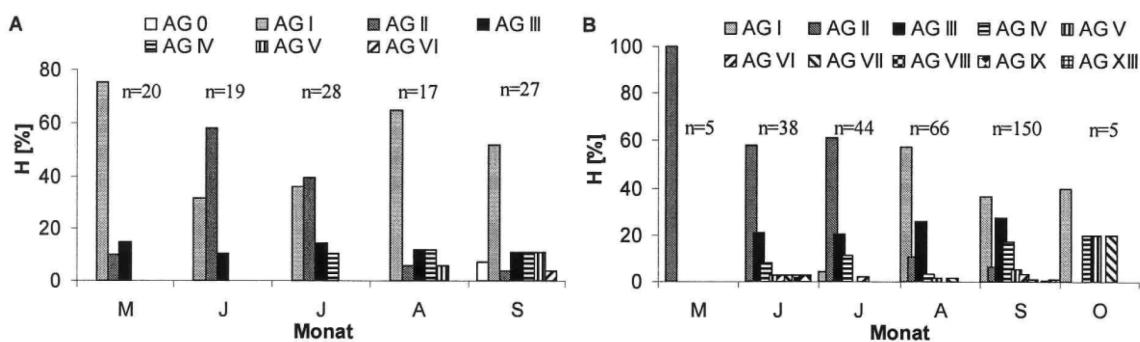
#### Saisonale Altershäufigkeitsverteilung

Im Bereich der Halbinsel Kindo dominierten in den Wadenfängen Tiere der Altersgruppe I in den Monaten Mai, August und September (Abb. 18). Im Juni und Juli waren jeweils die Tiere der Altersgruppe II am häufigsten. Auch in den Stellnetzfängen dominierten die Tiere der Altersgruppe II in den Monaten Juni und Juli. In den anderen Monaten waren, wie in den Wadenfängen, Flundern der Altersgruppe I am häufigsten. Ausnahme war der Monat Mai, wo nur fünf Tiere erbeutet wurden, alle gehörten der Altersgruppe II an.

In den Fängen beider Fanggeräte war eine Zunahme des Anteils von älteren Altersgruppen in den Monaten September und Oktober zu verzeichnen.



**Abb. 17:** Altershäufigkeitsverteilung der Flunder im Bereich der Halbinsel Kino in den Jahren 2005 bis 2007:  
A-C Zugwaden, D-F Stellnetz.



**Abb. 18:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung der Flunder im Bereich der Halbinsel Kino: A Wade, B Stellnetz.

Die ersten Tiere der Altersgruppe 0 wurden in allen Untersuchungsjahren Anfang bzw. Mitte September gefangen.

Die Abb. 19 zeigt für das Dwina-Delta die saisonale Altershäufigkeitsverteilung der Flunder getrennt nach den Fanggeräten.

In den Wadenfängen war der Anteil der Altersgruppe II in den Monaten Mai und August am größten. In den Monaten Juli und Oktober waren die Tiere der Altersgruppe IV die vorherrschenden in den Fängen. Bei den Stellnetzfängen waren in fast allen Monaten die Tiere der Altersgruppe IV am dominantesten. Eine Ausnahme bildete der Monat Oktober, hier war die Altersgruppe V die häufigste. Wie bei den Flunderfängen im Bereich der Halbinsel Kindo nahm der Anteil der älteren Altersgruppen in den Herbstmonaten an den Fängen zu.

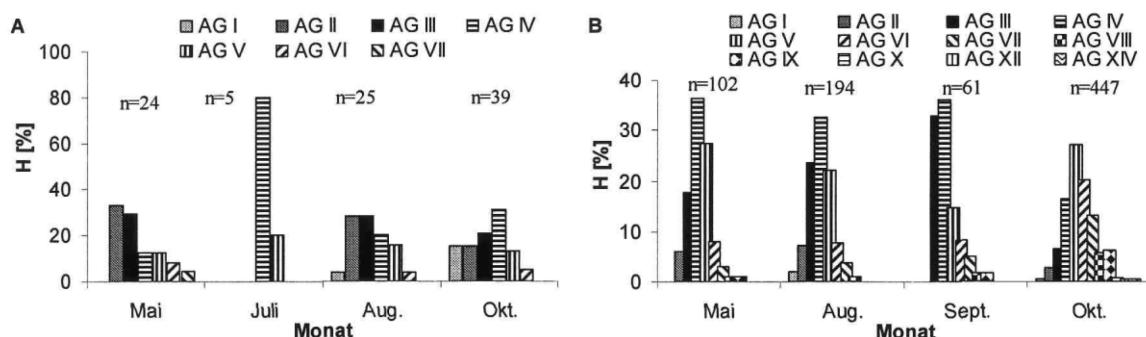


Abb. 19: Saisonale Altershäufigkeitsverteilung der Flunder im Dwina-Delta: A Wade, B Stellnetz.

#### Altersverteilung der Flunder an den verschiedenen Fangstationen

Die Altersverteilung der Flunder an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo zeigte ein uneinheitliches Bild (Tab. 27). Nur an fünf der neun Fangstationen konnten Tiere der Altersgruppe I gefangen werden, Tiere der Altersgruppe 0 dagegen nur an den Fangstationen Kislaja und Tschernaja Retschka. An den Fangstationen Kislaja, Kusakozki und BBS war die Altersgruppe I die dominante Altersgruppe. Der Anteil der anderen Altersgruppen war gering. An der Fangstation Tschernaja Retschka wiesen die Tiere der Altersgruppen I, II und III einen ähnlichen Anteil am Fang auf.

An den anderen Fangstationen waren vor allem die Altersgruppen III und IV die vorherrschenden in den Flunderfängen. An den Fangstationen Berosowaja und Nikolskaja konnten Flundern nur im September gefangen werden.

Im Dwina-Delta dominierten Flundern der Altersgruppe IV an fast allen Fangstationen. An der Fangstation Gnewaschowo war es dagegen die Altersgruppe V. Im Gegensatz zu den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo konnten an allen Fangstationen im Dwina-

**Tab. 27:** Altershäufigkeitsverteilung der Flunder an den Fangstationen im Fangzeitraum April 2005 bis September 2007.

| AG/<br>Stn. | Halbinsel Kindo |          |            |             |              |      |         |                        | Dwina-Delta |             |             |           |               |       |
|-------------|-----------------|----------|------------|-------------|--------------|------|---------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|-------|
|             | Pojakonda       | Berosowa | Nikolskaja | Pekkelinski | Ermolinskaja | BBS  | Kislaja | Tschernaja<br>Retschka | Kusokozki   | Gnewaschowo | Tschajtschi | Rasbojnik | Suchoje Morje | Kuiza |
| 0           | -               | -        | -          | -           | -            | -    | 1,5     | 2,8                    | -           | -           | -           | -         | -             | -     |
| I           | -               | 6,3      | 26,9       | -           | -            | 50,0 | 55,3    | 25,4                   | 43,2        | 1,7         | 1,2         | 4,0       | 0,6           | 0,6   |
| II          | 50,0            | 12,5     | 11,5       | -           | 37,5         | -    | 19,7    | 28,2                   | 23,7        | 3,9         | 14,0        | 9,3       | 4,0           | 4,4   |
| III         | 25,0            | 25,0     | 19,2       | 70,0        | 37,5         | 10,0 | 14,4    | 22,5                   | 20,7        | 3,9         | 22,1        | 26,7      | 8,7           | 25,8  |
| IV          | 12,5            | 37,5     | 34,6       | 30,0        | 12,5         | 10,0 | 2,3     | 14,1                   | 6,5         | 7,3         | 30,2        | 34,7      | 22,0          | 35,8  |
| V           | 12,5            | 6,3      | 3,8        | -           | -            | 10,0 | 4,5     | 4,2                    | 1,2         | 21,8        | 20,9        | 18,7      | 28,5          | 23,3  |
| VI          | -               | -        | 3,8        | -           | -            | 10,0 | 0,8     | -                      | 3,0         | 22,9        | 5,8         | 6,0       | 18,0          | 6,3   |
| VII         | -               | 6,3      | -          | -           | -            | -    | 1,5     | 1,4                    | 1,2         | 15,1        | 2,3         | 0,7       | 11,5          | 3,8   |
| VIII        | -               | -        | -          | -           | -            | -    | -       | -                      | 0,6         | 7,8         | 2,3         | -         | 4,3           | -     |
| IX          | -               | -        | -          | -           | 12,5         | 10,0 | -       | -                      | -           | 12,8        | 1,2         | -         | 1,9           | -     |
| X           | -               | -        | -          | -           | -            | -    | -       | -                      | -           | 1,1         | -           | -         | 0,3           | -     |
| XI          | -               | -        | -          | -           | -            | -    | -       | -                      | -           | -           | -           | -         | -             | -     |
| XII         | -               | -        | -          | -           | -            | -    | -       | -                      | -           | 1,1         | -           | -         | -             | -     |
| XIII        | -               | 6,3      | -          | -           | -            | -    | -       | 1,4                    | -           | -           | -           | -         | -             | -     |
| XIV         | -               | -        | -          | -           | -            | -    | -       | -                      | -           | 0,6         | -           | -         | 0,3           | -     |
| n           | 8               | 16       | 26         | 10          | 8            | 10   | 132     | 71                     | 169         | 179         | 86          | 150       | 323           | 159   |

Delta Tiere der Altersgruppe I gefangen werden.

### 3.1.2.4. Geschlechterverhältnis und Reife

#### Geschlechterverhältnis

Bei der Flunder im Bereich der Halbinsel Kindo war der Anteil der männlichen Tiere der Altersgruppe I am Fang signifikant höher als der der weiblichen (Tab. 28). In den Altersgruppen II bis VI wichen der Anteil beider Geschlechter nicht signifikant vom Verhältnis 1:1 ab. Ab der Altersgruppe VIII fehlten die männlichen Tiere im Fang. Eine Ausnahme bildeten zwei Tiere der Altersgruppe IX.

Im Dwina-Delta war in den Altersgruppen I und II der Anteil beider Geschlechter nicht signifikant verschieden vom Verhältnis 1:1. In der Altersgruppe III war der Anteil der männlichen Tiere signifikant höher. Dagegen nahm der Anteil der weiblichen Tiere ab der Altersgruppe IV immer weiter zu (Tab. 28). Ab der Altersgruppe VIII fehlten die Männchen vollkommen in den Fängen.

In der Tab. 29 ist die Geschlechterverteilung aller Altersgruppen im Dwina-Delta entlang des Salzgradienten aufgeführt. An den im rein limnischen bzw. oligohalinen Bereich gelegenen Fangstationen Gnewaschowo und Tschajtschi war der Anteil der männlichen Flunden sehr gering. Mit ansteigenden Salzgehalten nahm der Anteil der männlichen Tiere am Fang zu. An

**Tab. 28:** Geschlechterverteilung der einzelnen Altersgruppen der Flunder in den Fanggebieten Halbinsel Kindo und Dwina-Delta im Zeitraum April 2005 bis September 2007. \*signifikant verschieden vom Verhältnis 1:1 ( $p<0,01$ ;  $\chi^2$ -Wert 3,84).

| Gebiet             | Geschlecht | Altersgruppe |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Gesamt  |
|--------------------|------------|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                    |            | 0            | I       | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XII   | XIII  | XIV   |         |
| Halbinsel<br>Kindo | ♀/♂/j [%]  | 50:0:50      | 40:57:3 | 52:48 | 45:55 | 56:44 | 47:53 | 63:37 | 100:0 | 100:0 | 0:100 | -     | -     | 100:0 | -     | 47:52:1 |
|                    | ♀:♂        | -            | 0,7*    | 1,1   | 0,8   | 1,3   | 0,9   | 1,7   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,9     |
|                    | n          | 4            | 177     | 98    | 92    | 45    | 15    | 8     | 6     | 1     | 2     | -     | -     | 2     | -     | 450     |
| Dwina-<br>Delta    | ♀/♂ [%]    | -            | 46:54   | 51:49 | 39:61 | 60:40 | 75:25 | 89:11 | 96:4  | 100:0 | 100:0 | 100:0 | 100:0 | -     | 100:0 | 69:31   |
|                    | ♀:♂        | -            | 0,9     | 1,0   | 0,6*  | 1,5*  | 3,0*  | 7,8*  | 23,3* | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 2,3*    |
|                    | n          | -            | 13      | 53    | 135   | 219   | 214   | 123   | 73    | 30    | 30    | 3     | 2     | -     | 2     | 897     |

**Tab. 29:** Geschlechterverteilung aller Altersgruppen der Flunder im Dwina-Delta im Zeitraum August 2005 bis Oktober 2006. \*signifikant verschieden vom Verhältnis 1:1 ( $p<0,01$ ;  $\chi^2$ -Wert 3,84).

| Fangstation          | ♀   | ♂  | ♀:♂   |
|----------------------|-----|----|-------|
| <b>Gnewaschowo</b>   | 163 | 16 | 10,2* |
| <b>Tschajtschi</b>   | 69  | 17 | 4,1*  |
| <b>Rasbojnik</b>     | 81  | 69 | 1,2   |
| <b>Suchoje Morje</b> | 236 | 87 | 2,7*  |
| <b>Kuiza</b>         | 73  | 86 | 0,8   |

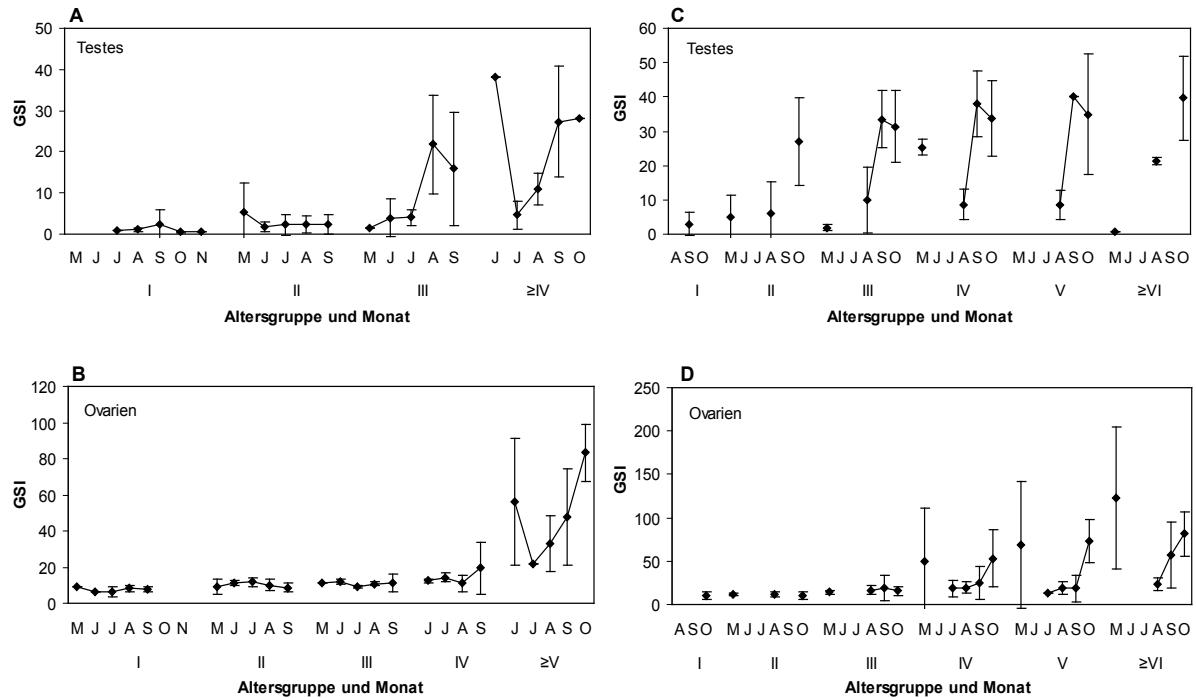
der am weitesten vom Mündungsdelta und im polyhalinen Bereich gelegenen Fangstation Kuiza kehrt sich sogar das Verhältnis zugunsten der Männchen um.

### Reife

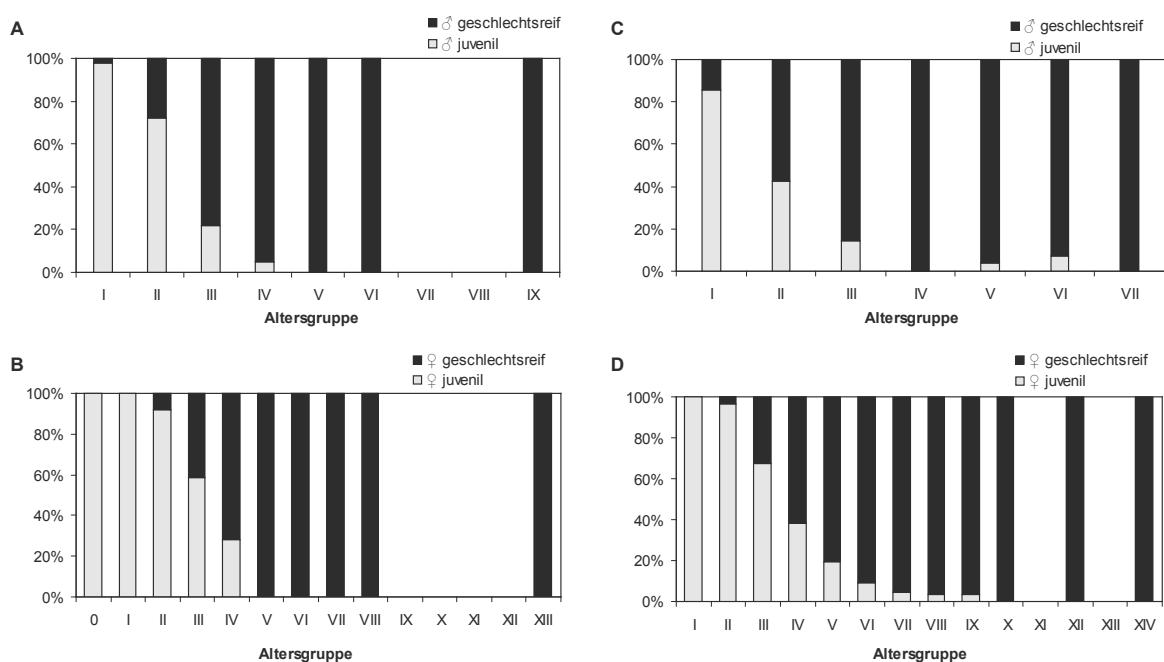
Im Bereich der Halbinsel Kindo nahm der mittlere gonadosomatische Index bei den Männchen am Ende ihres vierten Lebensjahres (Altersgruppe III) und bei den Weibchen zum erstenmal am Ende ihres fünften Jahres (Altersgruppe IV) zu (Abb. 20 A und B). Bei den Weibchen im Dwina-Delta war eine Zunahme des Indexes erstmalig am Anfang (Mai) und am Ende des vierten Lebensjahres zu verzeichnen (Abb. 20 D). Die männlichen Flundern zeigten im Gegensatz zu den Männchen im Bereich der Halbinsel Kindo bereits ein Jahr früher (am Ende der Altersgruppe II) einen Anstieg des gonadosomatischen Indexes.

In der Abb. 21 ist die Verteilung von juvenilen und geschlechtsreifen männlichen und weiblichen Tieren im Bereich der Halbinsel Kindo und des Dwina-Deltas dargestellt.

In beiden Fanggebieten waren die meisten Weibchen der Altersgruppen 0-III noch juvenil. Bei den Weibchen der Altersgruppen IV und älter war dann der Anteil der geschlechtsreifen Tiere größer als der der juvenilen. Im Bereich der Halbinsel Kindo waren die meisten Männchen der Altersgruppe I und II noch juvenil. Dagegen war im Dwina-Delta der Anteil der geschlechtsreifen Männchen bereits in der Altersgruppe II mit 58% größer als der der juvenilen. In den folgenden Altersgruppen waren die Unterschiede zwischen den Männchen beider Untersuchungsgebiete nur gering.



**Abb. 20:** Jahreszeitliche Veränderung des mittleren gonadosomatischen Indexes (GSI) (mit Standardabweichung) der verschiedenen Altersgruppen der Flunder: **A** Männchen und **B** Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo (Zeitraum Mai 2005 bis September 2007), **C** Männchen und **D** Weibchen im Dwina-Delta (Zeitraum August 2005 bis Oktober 2006).

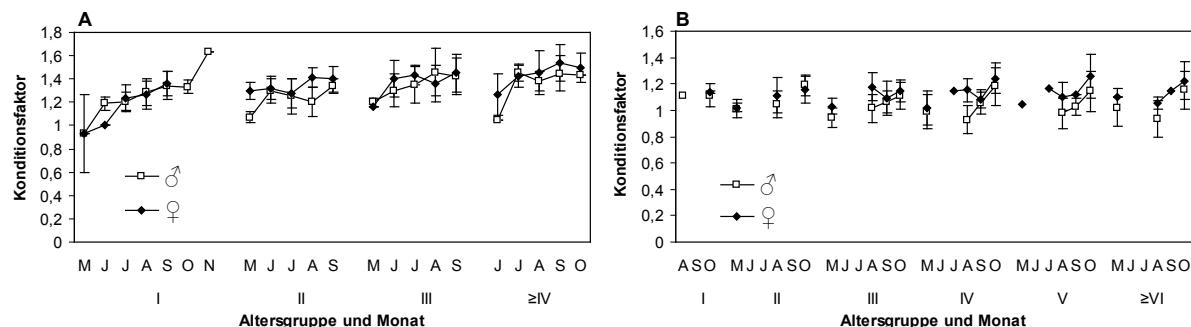


**Abb. 21:** Häufigkeitsverteilung von juvenilen und geschlechtsreifen Flundern in den verschiedenen Altersgruppen: **A** Männchen und **B** Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo (Zeitraum Mai 2005 bis September 2007), **C** Männchen und **D** Weibchen im Dwina-Delta (Zeitraum August 2005 bis Oktober 2006). juvenile- Tiere des Reifestadium 1; geschlechtsreif- Reifestadium 2 bis 6.

### 3.1.2.5. Kondition

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Konditionsfaktoren der verschiedenen Altersgruppen in Abhängigkeit vom Untersuchungsjahr und der jeweiligen Fangstation im Bereich der Halbinsel Kindo bzw. im Dwina-Delta festgestellt werden (Zweifache Varianzanalyse,  $p<0,05$ ). Die Konditionsfaktoren der untersuchten Flunden wurden deshalb zusammengenommen für den gesamten Zeitraum und für das Gesamtfanggebiet in Abhängigkeit vom Geschlecht und Monat dargestellt (Abb. 22).

Die untersuchten weiblichen und männlichen Flunden zeigten in beiden Fanggebieten einen ähnlichen Verlauf der mittleren Konditionsfaktoren. Die Werte stiegen vom Anfang der Fangsaison kontinuierlich bis zum Ende dieser an. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern waren in beiden Gebieten nicht signifikant (Tab. 30). Eine Ausnahme bildeten die Altersgruppe IV und V im Dwina-Delta, in diesen Altersgruppen waren die Werte der Weibchen signifikant höher als die der Männchen. Im Vergleich der Geschlechter zwischen beiden Fanggebieten zeigten die mittleren Konditionsfaktoren der Weibchen und Männchen in allen Altersgruppen bis auf die Altersgruppe I im Bereich der Halbinsel Kindo signifikant höhere Werte auf als im Dwina-Delta.



**Abb. 22:** Jahreszeitliche Veränderung des mittleren Konditionsfaktors (mit Standardabweichung) für die verschiedenen Altersgruppen der Flunder: **A** Halbinsel Kindo **B** Dwina-Delta.

Bei den Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo waren die Konditionswerte der Altersgruppe I und II signifikant kleiner als die der Altersgruppen III und  $\geq$ IV (Tab. 31). Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen I und II bzw. III und  $\geq$ IV waren nicht signifikant. Auch bei den Männchen wurden gleiche Verhältnisse beobachtet. Zwischen den Altersgruppen I und II bzw. III und  $\geq$ IV waren die mittleren Konditionsfaktoren nicht signifikant verschieden. Dagegen waren, wie bei den Weibchen, die Werte der Altersgruppe I und II zu denen der Altersgruppe III und  $\geq$ IV signifikant kleiner.

Im Dwina-Delta waren bei den Männchen die Unterschiede zwischen den mittleren Konditionsfaktoren in allen Altersgruppen nicht signifikant. Bei den Weibchen waren die

**Tab. 30:** Vergleich der mittleren Konditionsfaktoren zwischen den Geschlechtern der Flunder innerhalb der Fanggebiete Halbinsel Kindo und Dwina-Delta bzw. zwischen beiden Fanggebieten für den Zeitraum August 2004 bis September 2007. x- Mittelwert, s- Standardabweichung, n- Anzahl, n.s.- nicht signifikant, sig.- signifikant ( $p<0,05$ ); <sup>#</sup> Halbinsel Kindo Altersgruppe  $\geq V$ ; \* signifikanter Unterschied ( $p<0,05$ ).

| AG                   | Parameter | Halbinsel Kindo |           | Dwina-Delta |           | ♀ | ♂ |      |
|----------------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|-----------|---|---|------|
|                      |           | ♀               | ♂         | ♀           | ♂         |   |   |      |
| <b>I</b>             | x±s       | 1,29±0,14       | 1,26±0,19 | 1,14±0,08   | 1,11±0,07 |   |   | n.s. |
|                      | n         | 70              | 102       | 6           | 7         |   |   | n.s. |
| <b>II</b>            | x±s       | 1,31±0,11       | 1,26±0,14 | 1,09±0,10   | 1,09±0,13 |   |   | sig. |
|                      | n         | 51              | 47        | 27          | 26        |   |   | sig. |
| <b>III</b>           | x±s       | 1,41±0,16       | 1,40±0,17 | 1,11±0,11   | 1,05±0,11 |   |   | sig. |
|                      | n         | 41              | 51        | 52          | 83        |   |   | sig. |
| <b>IV</b>            | x±s       | 1,47±0,18       | 1,43±0,15 | 1,14*±0,16  | 1,05±0,15 |   |   | sig. |
|                      | n         | 25              | 20        | 131         | 88        |   |   | sig. |
| <b>V<sup>#</sup></b> | x±s       | 1,49±0,13       | 1,46±0,10 | 1,19*±0,16  | 1,07±0,16 |   |   | sig. |
|                      | n         | 21              | 13        | 160         | 54        |   |   | sig. |
| <b>≥VI</b>           | x±s       |                 |           | 1,20±0,15   | 1,12±0,15 |   |   |      |
|                      | n         |                 |           | 246         | 17        |   |   |      |

**Tab. 31:** Vergleich der mittleren Konditionsfaktoren zwischen den Altersgruppen der Flunder in dem jeweiligen Fanggebiet. Einfache Varianzanalyse,  $p<0,05$ . n.s.- nicht signifikant, sig.- signifikant; <sup>#</sup> Halbinsel Kindo Altersgruppe  $\geq V$ .

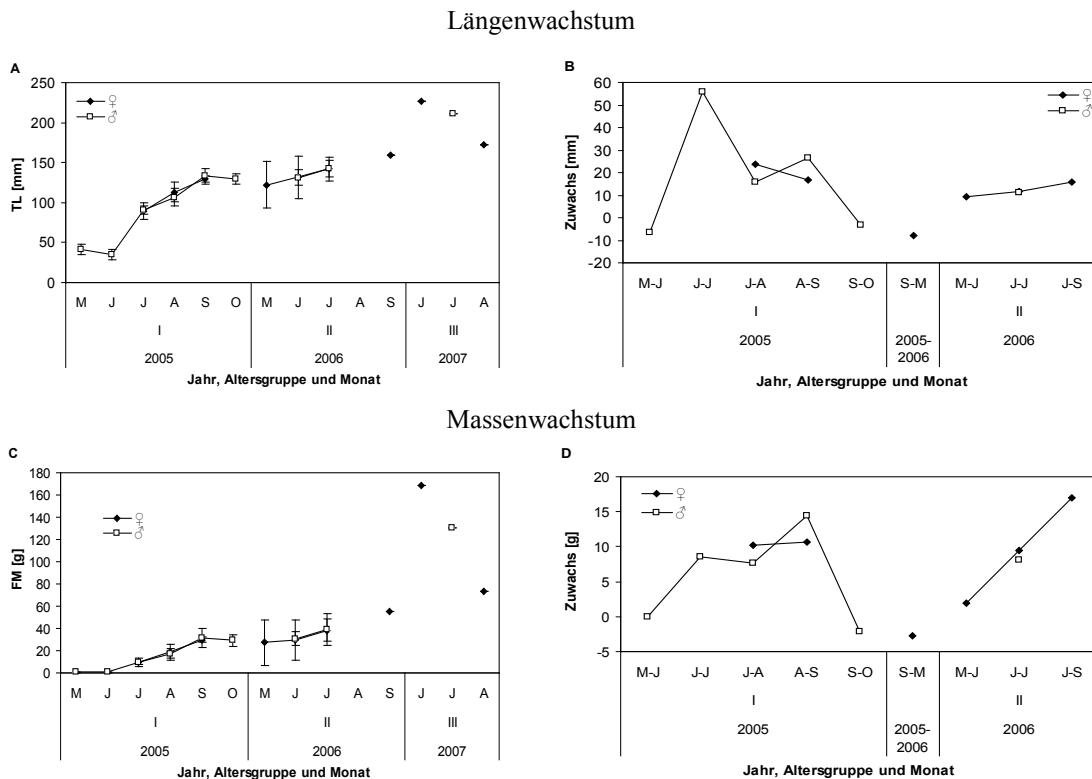
| AG             | Halbinsel Kindo |      |      |      |      |      |      |      | Dwina-Delta |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                | ♀               |      |      |      | ♂    |      |      |      | ♀           |      |      |      | ♂    |      |      |      |
|                | I               | II   | III  | IV   | I    | II   | III  | IV   | I           | II   | III  | IV   | V    | I    | II   | III  |
| II             | n.s.            |      |      |      | n.s. |      |      |      | n.s.        |      |      |      | n.s. |      |      |      |
| III            | sig.            | sig. |      |      |      | sig. | sig. |      | n.s.        | n.s. |      |      | n.s. | n.s. |      |      |
| IV             | sig.            | sig. | n.s. |      |      | sig. | sig. | n.s. | n.s.        | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |      |
| V <sup>#</sup> | sig.            | sig. | n.s. | n.s. |      | sig. | sig. | n.s. | n.s.        | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| ≥VI            |                 |      |      |      |      |      |      |      | n.s.        | sig. | sig. | sig. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

Werte zwischen den Altersgruppen I, II, III, und IV sowie  $\geq VI$  nicht signifikant verschieden. Dagegen waren die mittleren Konditionswerte der Altersgruppe II, III und IV signifikant kleiner als die der Altersgruppen V und  $\geq VI$ .

### 3.1.2.6. Wachstum

#### Saisonales Wachstum der Flundern des Jahrganges 2004 an der Fangstation Kislaja

In Abb. 23 wird das mittlere Längen- und Massenwachstum für den Jahrgang 2004 ab dem zweiten Lebensjahr (2005) an der Fangstation Kislaja im Bereich der Halbinsel Kindo dargestellt. Bei den Männchen und Weibchen waren die Unterschiede in den Längen und Massen im gesamten Untersuchungszeitraum minimal (0,3-7mm bzw. 0,2-2,6g). Der größte Unterschied wurde im Monat August des Jahres 2005 beobachtet, wo die Weibchen um 7mm länger bzw. um 2,6g schwerer waren als die Männchen. Ab dem Monat August des Jahres 2006 wurden die Vertreter des Jahrganges 2004 nur noch vereinzelt an der Fangstation



**Abb. 23:** Wachstumskurve und Zuwachsverlauf des Jahrgangs 2004 der Flunder im Jahresverlauf an der Station Kislaja: **A** und **B** mittleres Längenwachstum, **C** und **D** mittleres Massenwachstum.

gefangen. Der größte Längenzuwachs von rund 60mm wurde im Juni-Juli im zweiten Lebensjahr (2005) erreicht. Ein zweiter Pik, rund 27mm, wurde in den Monaten August und September festgestellt. Bei der Masse war der Zuwachs zwischen den Monaten August und September mit rund 15g größer als zwischen den Monaten Juni und Juli, dort betrug der Zuwachs rund 9g. Die Weibchen zeigten bei den Massezuwächsen im dritten Lebensjahr (2006) eine rund 9fache Zunahme von Mai-Juni zu Juli-September. Zwischen den Monaten September und Oktober war ein Rückgang im Längen- und Massenwachstum festzustellen. In den folgenden Wintermonaten bis Anfang Juni war kein Wachstum zu verzeichnen.

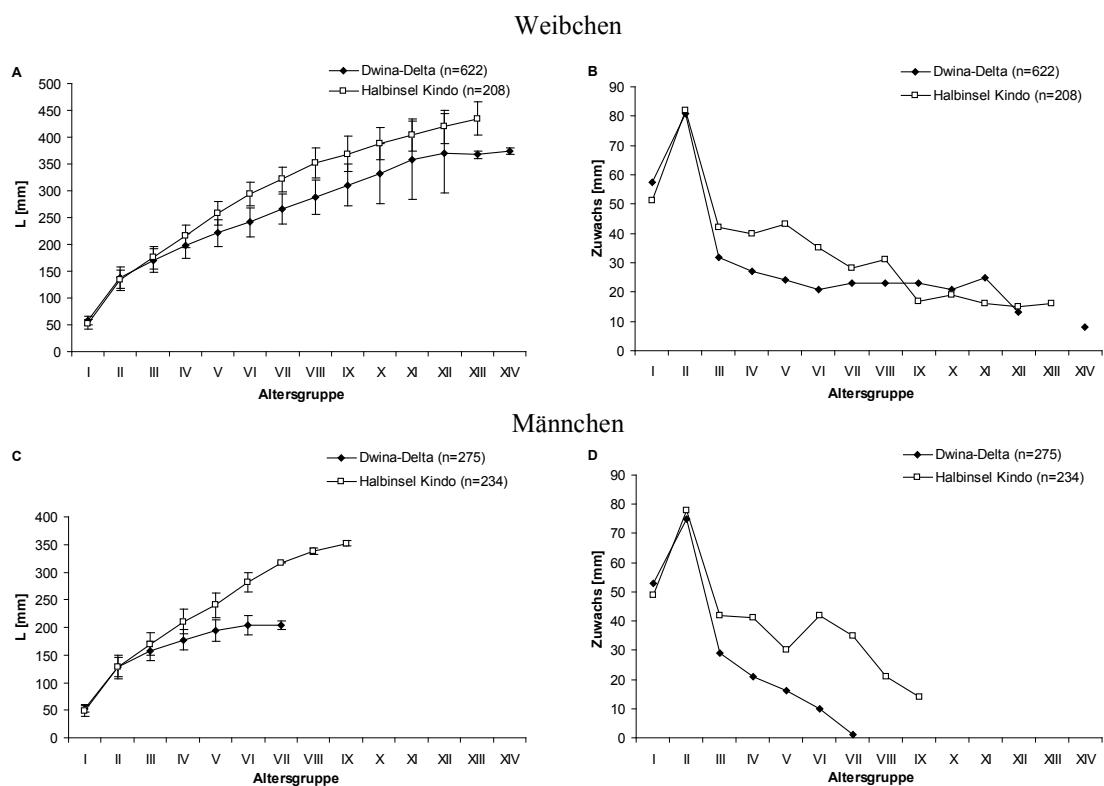
#### Rückberechnetes Längenwachstum der Altersgruppe $\geq I$

Die mittleren rückberechneten Längenunterschiede zwischen den Flunden im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta waren in allen Altersgruppen signifikant verschieden (Tab. 32).

In den Altersgruppen I und II war die mittlere Länge der Weibchen im Dwina-Delta mit 57 bzw. 138mm um 6 bzw. 5mm größer als die der Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo (Abb. 24 und Tab. 32). Dagegen war die mittlere Länge der Weibchen der Altersgruppe III im Bereich der Halbinsel Kindo mit 175mm um 5mm größer als die der Weibchen im Dwina-

Delta. In den folgenden Altersgruppen nahmen die Längenunterschiede stärker zu. Der maximalste Längenunterschied lag in der Altersgruppe X, wo die Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo um 59mm größer waren als die Weibchen im Dwina-Delta.

Auch bei den Männchen waren die Längenunterschiede in den ersten Jahren gering. In der Altersgruppe I und II waren die mittleren Längen der Männchen im Dwina-Delta mit 53 bzw. 128mm um 4 bzw. 1mm größer als die der Männchen im Bereich der Halbinsel Kindo. In der Altersgruppe III waren die Männchen im Bereich der Halbinsel Kindo um 12mm größer. Dieser Längenunterschied wurde in den folgenden Altersgruppen immer größer, am größten war dieser Unterschied in der Altersgruppe VII. Die Männchen im Bereich der Halbinsel Kindo waren mit einer mittleren Länge von 317mm um 112mm größer als die Männchen im Dwina-Delta.



**Abb. 24:** Wachstumskurve und Zuwachsverlauf der weiblichen (A und B) und männlichen (C und D) Flundern in den Fanggebieten der Kandalakscha- und Dwinaabucht.

In beiden Fanggebieten wurde der größte Zuwachs bei Männchen und Weibchen in der Altersgruppe II erreicht. Bei den Weibchen betrug dieser Zuwachs 82mm (Halbinsel Kindo) bzw. 81mm (Dwina-Delta) und bei den Männchen 78mm (Halbinsel Kindo) bzw. 75mm (Dwina-Delta). Bei den Männchen und Weibchen im Bereich der Halbinsel fiel der jährliche Zuwachs in der Altersgruppe III auf 42mm und blieb bei beiden Geschlechtern bis zur

Altersgruppe VII annähernd auf diesem Niveau (Schwankungen zwischen 30-42mm). Danach ging er stetig auf 14-31mm pro Jahr zurück. Bei den Männchen und Weibchen im Dwina-Delta lagen ab der Altersgruppe III die jährlichen Zuwächse durchschnittlich um 20 bis 25mm niedriger als bei denen im Bereich der Halbinsel Kindo. Bei den männlichen Flunden im Dwina- Delta gingen die Zuwächse ab der Altersgruppe V stark gegen Null.

Die Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo hatten in allen Altersgruppen eine größere rückberechnete mittlere Länge (in den Altersgruppen I, II und V schwach signifikant) als die männlichen Flunden dieses Gebietes (Tab. 32). Die Längenunterschiede waren aber nur geringfügig, in den Altersgruppen I bis IV waren die weiblichen Tiere nur um 2 bis 6 mm größer als die Männchen. Maximal waren die Längenunterschiede in der Altersgruppe V.

Bei den Flunden im Dwina-Delta waren ab der Altersgruppe I die mittleren Längen der Weibchen hoch signifikant größer als die der Männchen.

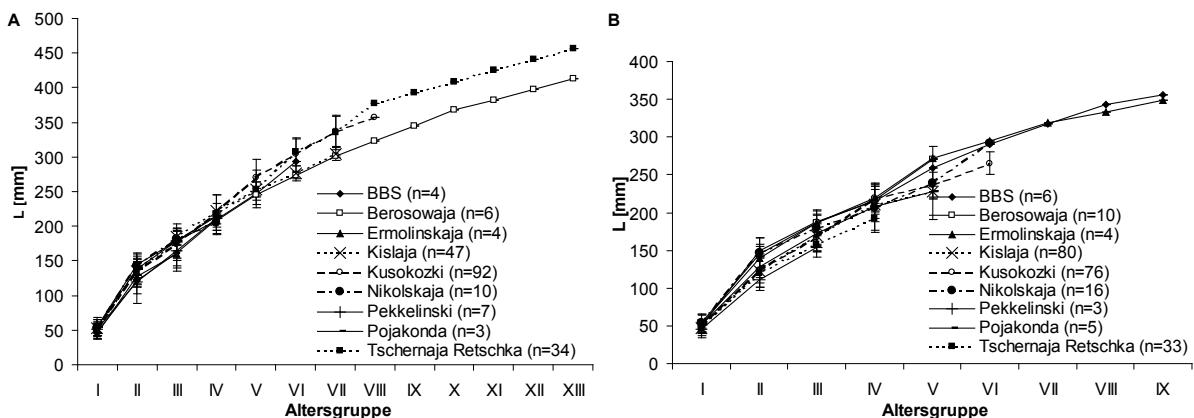
**Tab. 32:** Statistischer Vergleich (t-Test,  $p<0,05$ ) der rückberechneten mittleren Längen zwischen Weibchen und Männchen der Flunder innerhalb sowie zwischen den Fanggebieten Halbinsel Kindo (Ki) und Dwina-Delta (Dw). (\*signifikant  $p<0,05$ , \*\*hoch signifikant  $p<0,01$ )

| AG  | Fanggebiet        |        |                   |         | Sex                 |        |                     |        |
|-----|-------------------|--------|-------------------|---------|---------------------|--------|---------------------|--------|
|     | Halbinsel Kindo   |        | Dwina-Delta       |         | ♀                   |        | ♂                   |        |
|     | Diff. ♀-♂<br>[mm] | t-Wert | Diff. ♀-♂<br>[mm] | t-Wert  | Diff. Ki-Dw<br>[mm] | t-Wert | Diff. Ki-Dw<br>[mm] | t-Wert |
| I   | 2                 | 2,56*  | 4                 | 7,67**  | -6                  | 8,85** | -4                  | 5,25** |
| II  | 6                 | 2,47*  | 10                | 7,03**  | -5                  | 2,10*  | -1                  | 0,45   |
| III | 6                 | 1,85   | 13                | 8,58**  | 5                   | 2,10*  | 12                  | 5,47** |
| IV  | 5                 | 1,03   | 19                | 10,12** | 18                  | 5,27** | 32                  | 9,23** |
| V   | 18                | 2,20*  | 27                | 8,77**  | 37                  | 6,66** | 46                  | 7,85** |
| VI  | 11                | 1,07   | 38                | 5,77**  | 51                  | 7,12** | 78                  | 8,66** |
| VII | 4                 | 0,23   | 60                | 3,71**  |                     |        |                     |        |

#### Mittleres rückberechnetes Längenwachstum der Flunder an den verschiedenen Fangstationen

In Abb. 25 ist das mittlere Längenwachstum für die weiblichen und männlichen Flunden an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo dargestellt.

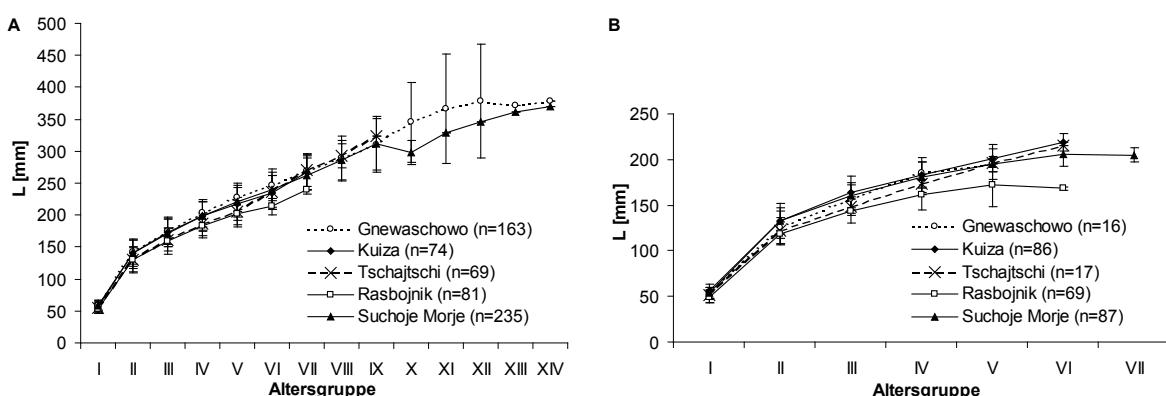
In beiden Geschlechtern waren die Unterschiede in der Altersgruppe I zwischen den verschiedenen Fangstationen gering, bei den Weibchen lagen die mittleren Längen zwischen 46 bis 55mm und bei den Männchen zwischen 46 bis 54mm. Bei den Männchen konnten in den folgenden Altersgruppen an den Fangstationen Kislaja, Kusokozki, Pojakonda, Pekkelinski und Tschernaja Retschka ein ähnlicher Wachstumsverlauf beobachtet werden. Die männlichen Flunden an den Fangstationen BBS, Beresowaja und Nikolskaja wiesen



**Abb. 25:** Mittlere Wachstumskurven (mit Standardabweichung) der weiblichen (A) und männlichen (B) Flunden an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.

dagegen ein vergleichsweise größeres mittleres Längenwachstum auf. An diesen Fangstationen wurden verhältnismäßig wenige Flunden und vor allem am Ende der Fangssaison (September) gefangen. Dabei handelte es sich um besonders große Exemplare, was sich auch in den größeren rückberechneten mittleren Längen widerspiegelt.

Bei den Weibchen war der Wachstumsverlauf an allen Fangstationen in den Altersgruppen I bis V sehr ähnlich. Danach wiesen besonders die weiblichen Flunden an den Fangstationen Berosowaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka ein größeres Längenwachstum auf, dies war aber wie bei den Männchen durch das Vorkommen von einzelnen besonders großen Exemplaren in den Fängen an diesen Stationen bedingt. Im Dwina-Delta war bei den männlichen Flunden das mittlere Längenwachstum in allen Altersgruppen an den Fangstationen Suchoje Morje und Kuiza am größten (Abb. 26). Bei den Weibchen wurde das größte Längenwachstum an den Fangstationen Gnewaschowo, Suchoje Morje und Kuiza beobachtet. Beide Geschlechter wiesen an der Fangstation Rasbojnik das geringste Längenwachstum auf.



**Abb. 26:** Mittlere Wachstumskurven (mit Standardabweichung) der weiblichen (A) und männlichen (B) Flunden an den Fangstationen im Dwina-Delta.

### 3.1.3. Kliesche (*Limanda limanda*)

#### 3.1.3.1. Inversion und Farbanomalie

Bei allen gefangenen Klieschen in den Fanggebieten Halbinsel Kindo (n=508) und Dwina-Delta (n=9) konnten keine inversen Klieschen gefunden werden.

Die gefangenen Klieschen im Dwina-Delta zeigten keine Farbanomalie auf der Blindseite. Im Bereich der Halbinsel Kindo lag der Anteil von Tieren mit Farbanomalie zwischen 0-15,4% (Tab. 33). Die sieben untersuchten Klieschen der Altersgruppe I zeigten überhaupt keine Farbanomalie. In den folgenden Altersgruppen nahm der Anteil von Tieren mit Farbanomalie leicht zu. In allen Altersgruppen war der Schweregrad Anom1 am weitesten verbreitet. Klieschen mit dem Schweregrad Anom3 wurden nicht gefunden.

**Tab. 33:** Überblick über das Vorkommen von Farbanomalien bei den einzelnen Altersgruppen der Kliesche im Bereich der Halbinsel Kindo.

| Schweregrad/AG | Halbinsel Kindo |            |            |           |           |           |           |
|----------------|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                | I               | II         | III        | IV        | V         | VI        | ≥VII      |
| <b>Anom0</b>   | 100             | 93,5       | 94,0       | 91,4      | 86,6      | 91,7      | 90,0      |
| <b>Anom1</b>   | -               | 5,1        | 5,0        | 7,2       | 15,4      | 8,3       | 10,0      |
| <b>Anom2</b>   | -               | 1,4        | 1,0        | 1,4       | -         | -         | -         |
| <b>Anom3</b>   | -               | -          | -          | -         | -         | -         | -         |
| <b>n</b>       | <b>7</b>        | <b>294</b> | <b>100</b> | <b>69</b> | <b>15</b> | <b>12</b> | <b>11</b> |

#### 3.1.3.2. Morphometrie

Die Tab. 34 enthält eine Übersicht der morphometrischen Parameter der Kliesche an einigen Fangstationen in der Kandalakschabucht. Die untersuchten Klieschen von der Fangstation Kislaja hatten signifikant kleinere Kopflängen als an den beiden anderen Fangstationen (Tab. VI im Anhang). Auch die Anzahl der Anal- und Dorsalflossenstrahlen war an dieser Fangstation signifikant geringer. Die Tiere an der Fangstation im Bereich des Keret-Archipels hatten eine signifikant geringere Körperdicke. Bei den Klieschen von der Fangstation Kislaja wurde die Körperdicke nicht gemessen. Bei dem plastischen Merkmal anteventrale Abstand war der mittlere Wert bei den Tieren aus dem Keret-Archipel signifikant größer.

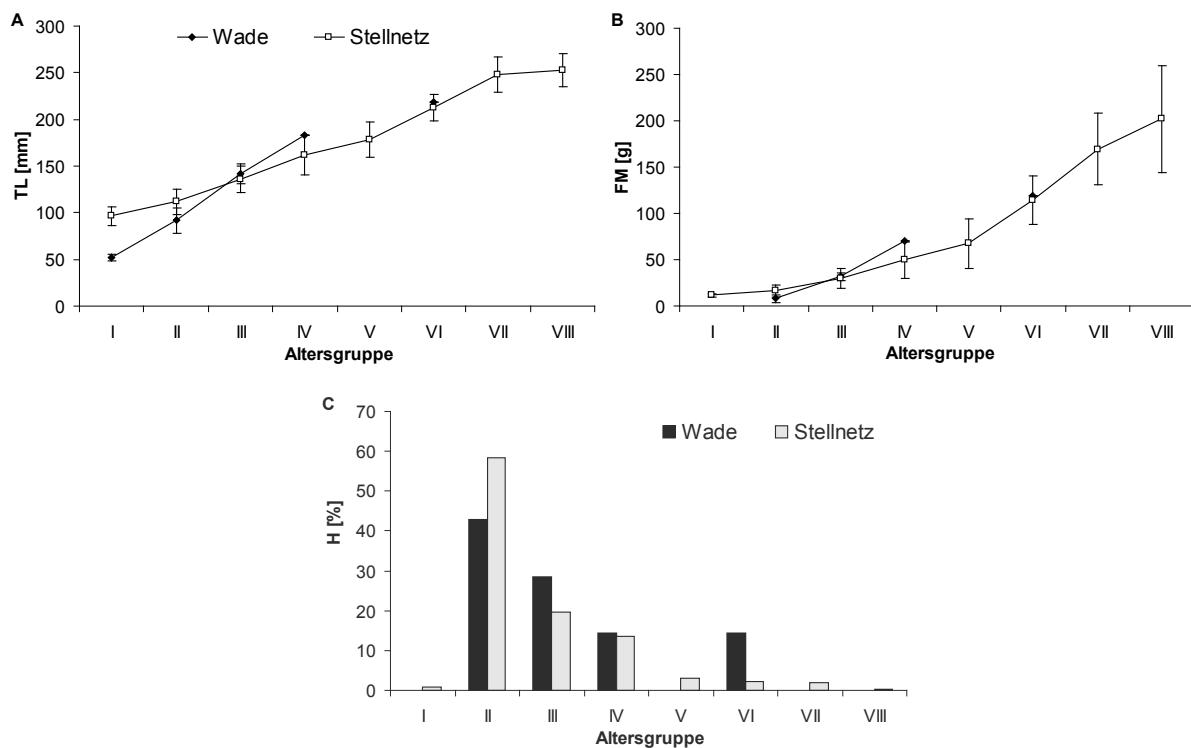
Bei der Körperbreite und dem anteanalen Abstand wurden zwischen den Klieschen aus den drei Untersuchungsgebieten keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

#### 3.1.3.3. Längen-, Massen- und Altersstruktur

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden mit Wade und Stellnetz insgesamt 508 Klieschen der Altersgruppen I bis VIII (TL 50-270mm; FM 1,2-243g) gefangen (Abb. 27 und Tab. III im

**Tab. 34:** Morphometrische Merkmale der Kliesche im Bereich der Fangstationen in der Kandalakschabucht (Juni-September 2007). x- Mittelwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum.

| plastische/ meristische Merkmale          | Parameter             | Fangstation                 |                             |                             |
|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|   |                       | Keret-Archipel              | Kislaja                     | Kusokozki                   |
| Körperbreite/TL (%)                       | x $\pm$ s<br>min.-max | 37,3 $\pm$ 1,6<br>33,3-40,4 | 37,5 $\pm$ 1,5<br>34,2-40,2 | 37,0 $\pm$ 1,5<br>33,7-40,1 |
| Körperdicke/TL (%)                        | x $\pm$ s<br>min.-max | 6,1 $\pm$ 0,6<br>4,5-7,2    | -                           | 6,5 $\pm$ 0,5<br>5,3-7,5    |
| Kopflänge/TL (%)                          | x $\pm$ s<br>min.-max | 21,9 $\pm$ 1,0<br>19,8-24   | 20,8 $\pm$ 0,8<br>19-23,1   | 21,6 $\pm$ 1<br>19,5-24     |
| anteanale Abstand/TL (%)                  | x $\pm$ s<br>min.-max | 30,2 $\pm$ 1,9<br>25,5-34,7 | 29,7 $\pm$ 1,6<br>25,6-33   | 30,1 $\pm$ 1,8<br>26,7-34,4 |
| anteventrale Abstand/TL (%)               | x $\pm$ s<br>min.-max | 23,9 $\pm$ 3,4<br>14,9-33,3 | 22,3 $\pm$ 3,7<br>13,9-29,8 | 21,9 $\pm$ 3,7<br>12,7-28,6 |
| Anzahl Analflossenstrahlen                | x $\pm$ s<br>min.-max | 51,7 $\pm$ 1,4<br>49-55     | 50,7 $\pm$ 1,6<br>49-55     | 52,3 $\pm$ 1,5<br>50-57     |
| Anzahl Dorsalflossenstrahlen              | x $\pm$ s<br>min.-max | 66,8 $\pm$ 2,9<br>60-73     | 64,9 $\pm$ 2,5<br>61-71     | 66,4 $\pm$ 2,7<br>62-73     |
| Anzahl untersuchter Tiere<br>min.-max. TL |                       | 38<br>84-188mm              | 50<br>94-201mm              | 38<br>98-220mm              |



**Abb. 27:** Mittlere Längen (A) und Massen (B) (mit Standardabweichung) der verschiedenen Altersgruppen der Kliesche sowie ihre Altershäufigkeitsverteilung (C) in Abhängigkeit vom Fanggerät im Bereich der Halbinsel.

Anhang). In den Wadenfängen traten die Klieschen nur vereinzelt auf (n=9; AG I-VI). In den Stellnetzfängen hatten Tiere der Altersgruppe II mit fast 60% den größten Anteil. Am

Zweithäufigsten traten die Tiere der Altersgruppe II (20%) in den Fängen auf. Klieschen der Altersgruppe I und VIII wurden im Bereich der Halbinsel Kindo nur vereinzelt gefangen. Im Dwina-Delta (Fangstation Kuiza) wurden insgesamt 9 Klieschen der Altersgruppen IV-VIII (TL 171-262; FM 48-129g) gefangen.

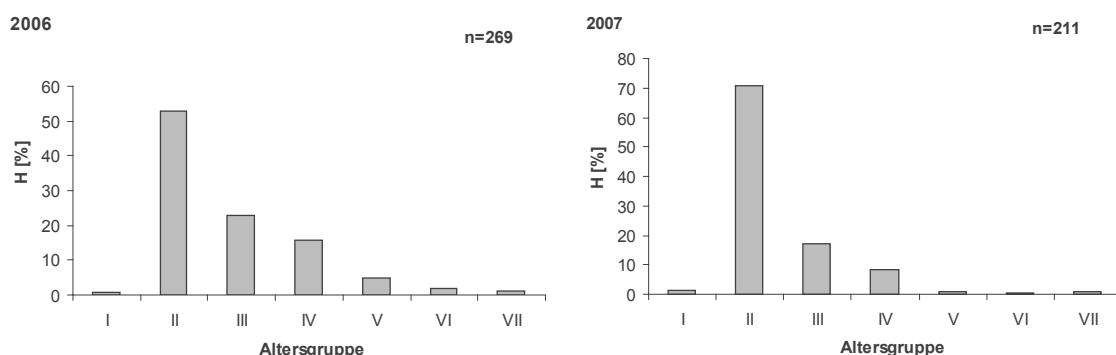
In der Tab. 35 sind die Längen-Massen-Beziehungen der Kliesche für die beiden Fanggebiete aufgeführt. Am besten wird die Beziehung durch die potentielle Regressionsformel ( $p<0,05$ ) beschrieben. Wie bei Polarflunder und Flunder unterschied sich der berechnete Regressionskoeffizient  $b$  signifikant von 3 ( $p<0,05$ ), das bedeutet, dass die Kliesche genauso wie die beiden anderen Arten in beiden Untersuchungsgebieten ein allometrisches Wachstum aufwies.

**Tab. 35:** Länge-Masse-Beziehungen für alle Altersgruppen der Kliesche in den Fanggebieten in der Kandalakscha- und Dwinaabucht ( $y = FM$  in g;  $x = TL$  in mm).

| Fanggebiet             | Jahr | Regressionsgleichung           | r     | n   |
|------------------------|------|--------------------------------|-------|-----|
| <b>Halbinsel Kindo</b> | 2006 | $y=8 \cdot 10^{-6} x^{3,0678}$ | 0,993 | 276 |
|                        | 2007 | $y=6 \cdot 10^{-6} x^{3,1088}$ | 0,989 | 213 |
| <b>Dwina-Delta</b>     | 2006 | $y=8 \cdot 10^{-4} x^{2,169}$  | 0,952 | 9   |

#### Altershäufigkeitsverteilung im Untersuchungszeitraum

Die Klieschen zeigten, im Gegensatz zu den Flundern und Polarflundern, im Bereich der Halbinsel Kindo keine Dominanz eines bestimmten Jahrganges in den Fängen. In den verschiedenen Untersuchungsjahren hatten sie eine ähnliche Altershäufigkeitsverteilung (Abb. 28). In den Jahren 2006 und 2007 waren jeweils Klieschen der Altersgruppe II am häufigsten.



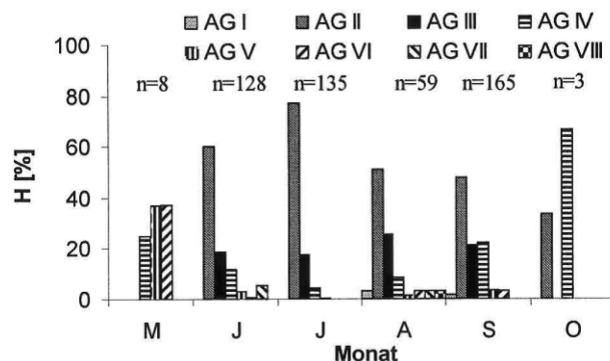
**Abb. 28:** Altershäufigkeitsverteilung der Kliesche im Bereich der Halbinsel Kindo in den Jahren 2006 bis 2007.

### Saisonale Altershäufigkeitsverteilung

In Abb. 29 ist die saisonale Veränderung der Altersverteilung der Kliesche in den Stellnetzfängen im Bereich der Halbinsel Kindo dargestellt.

In den Monaten Juni bis September bestimmte die Altersgruppe II den Fang mit rund 48-77%.

Im Mai und Oktober war die Anzahl der gefangenen Klieschen gering. Im Mai gehörten die Tiere den Altersgruppe IV und VI zu den häufigsten. Im Oktober wurden nur drei Klieschen gefangen, ein Tier der Altersgruppe I und zwei der Altersgruppe IV.



**Abb. 29:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung der Kliesche in den Stellnetzfängen im Bereich der Halbinsel Kindo.

### Altersverteilung der Kliesche an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo

Im Bereich der Halbinsel Kindo konnten Klieschen im gesamten Untersuchungszeitraum nur an den Fangstationen BBS, Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka nachgewiesen werden. An den Stationen Kislaja und Kusokozki dominierten Klieschen der Altersgruppe II den Fang (Tab. 36). An der Station BBS waren es vor allem Tiere der Altersgruppe IV und

**Tab. 36:** Altershäufigkeitsverteilung (%) der Kliesche an den Fangstationen im Fangzeitraum April 2005 bis September 2007.

| AG/Stn. | BBS  | Kislaja | Kusokozki | Tschernaja Retschka |
|---------|------|---------|-----------|---------------------|
| I       | -    | 1,0     | 3,5       | -                   |
| II      | 5,4  | 60,9    | 67,4      | 50,0                |
| III     | 10,8 | 21,8    | 15,1      | -                   |
| IV      | 29,7 | 12,9    | 8,1       | 50,0                |
| V       | 16,2 | 1,8     | 2,3       | -                   |
| VI      | 18,9 | 1,0     | 1,2       | -                   |
| VII     | 13,5 | 0,5     | 2,3       | -                   |
| VIII    | 5,4  | -       | -         | -                   |
| n       | 37   | 381     | 86        | 4                   |

älter, die im Fang vorherrschten. Klieschen der Altersgruppe I wurden nur an den Stationen Kislaja und Kusokozki nachgewiesen. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden keine

Tiere der Altersgruppe 0 gefunden. An der Fangstation Tschernaja Retschka wurden insgesamt nur 4 Klieschen der Altersgruppe II und IV gefangen.

### 3.1.3.4. Geschlechterverhältnis und Reife

#### Geschlechterverhältnis

Im Bereich der Halbinsel Kindo war der Anteil der weiblichen Klieschen in allen Altersgruppen am Fang größer (Tab. 37). Männliche Tiere, die älter als fünf Jahre waren, kamen in den Fängen nicht vor. Im Dwina-Delta waren alle neun gefangenen Klieschen weiblichen Geschlechts.

**Tab. 37:** Geschlechterverteilung der einzelnen Altersgruppen der Kliesche in den Fanggebieten im Zeitraum August 2004 bis September 2007. \*signifikant verschieden vom Verhältnis 1:1 ( $p<0,01$ ;  $\chi^2$ -Wert 3,84).

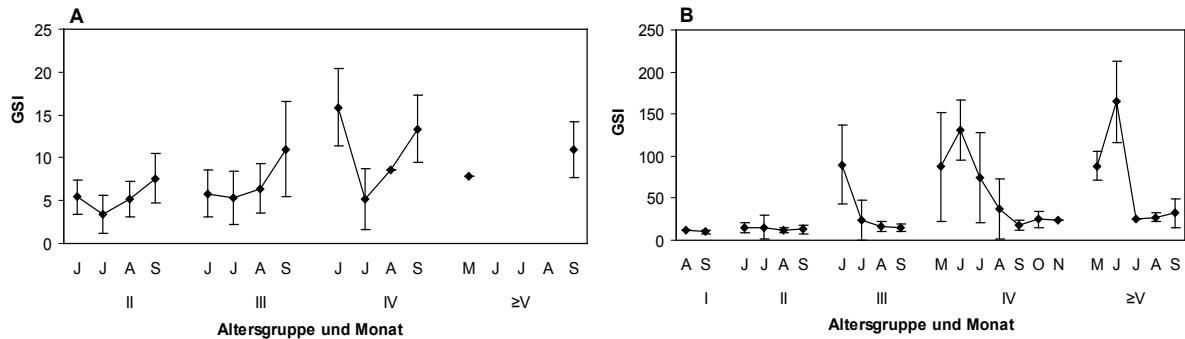
| Gebiet             | Geschlecht | Altersgruppe |       |       |       |       |       |       |       |       | Gesamt |
|--------------------|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                    |            | I            | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  |       |        |
| Halbinsel<br>Kindo | ♀/♂ [%]    | 57:43        | 56:44 | 58:42 | 68:32 | 67:33 | 100:0 | 100:0 | 100:0 | 60:40 | 1,5*   |
|                    | ♀:♂        | 1,3          | 1,3*  | 1,4   | 2,1*  | 2,0   | -     | -     | -     | 1,5*  |        |
|                    | n          | 7            | 294   | 100   | 69    | 15    | 12    | 9     | 2     | 508   |        |
| Dwina-<br>Delta    | ♀/♂ [%]    | -            | -     | -     | 100:0 | 100:0 | 100:0 | -     | 100:0 | 100:0 | -      |
|                    | ♀:♂        | -            | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |        |
|                    | n          | 1            | 1     | 1     | 2     | 3     | 3     | -     | 1     | 9     |        |

#### Reife

In Abb. 30 ist die jahreszeitliche Veränderung des mittleren gonadosomatischen Indexes der weiblichen und männlichen Klieschen im Bereich der Halbinsel Kindo dargestellt.

Der gonadosomatische Index der Männchen der Altersgruppe I wurde nicht ermittelt, da die Gonadenmassen außerhalb des Wägebereichs der benutzten Waage lagen. In den Altersgruppen II und IV nahm der gonadosomatische Index von Juni zum Juli ab. Danach stieg er von August zum September an. Bei Tieren der Altersgruppe II der Dwina-Delta war der gonadosomatische Index im Mai und September hoch. An den zwei Fangterminen im Juni in den Jahren 2006 und 2007 (21.06. bzw. 26.06.) hatten nahezu alle gefangenen Männchen der Altersgruppe II bis IV (AG II- 92%, AG III und IV 100%) entweder bereits abgelaicht oder standen kurz davor.

Die weiblichen Klieschen zeigten in den Altersgruppen I und II saisonal nur geringe Unterschiede. Ab dem vierten Lebensjahr (Altersgruppe III) wurde jeweils im Juni ein maximaler Wert erreicht, danach fiel dieser zum Herbst hin stark ab. Im Juni hatten alle weiblichen Klieschen ab der Altersgruppe III abgelaichte Gonaden oder Gonaden mit fließendem Laich. Die weiblichen Klieschen laichten zum erstenmal als Altersgruppe III, also



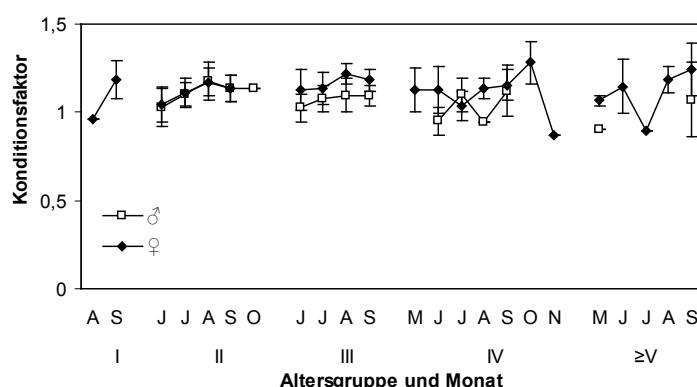
**Abb. 30:** Jahreszeitliche Veränderung des mittleren gonadosomatischen Indexes (GSI) (mit Standardabweichung) der verschiedenen Altersgruppen der Kliesche: **A** Männchen und **B** Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo.

ein Jahr später als die männlichen Klieschen.

### 3.1.3.5. Kondition

In Abb. 31 wird der Verlauf der mittleren Konditionswerte der männlichen und weiblichen Klieschen in den verschiedenen Altersgruppen im Bereich der Halbinsel Kindo dargestellt.

Der Verlauf der mittleren Konditionsfaktoren beider Geschlechter ähnelt dem der beiden anderen Plattfischarten. In nahezu allen Altersgruppen lagen die mittleren Werte der Weibchen über denen der Männchen. Aber nur in der Altersgruppe III waren diese signifikant ausgeprägt. In der Altersgruppe II waren die Unterschiede im Saisonverlauf verschwindend gering (0,01 in den Monaten Juni bis Juli; 0,005 bzw. 0,001 in den Monaten August bzw. September). Weibchen und Männchen zeigten keine signifikanten Unterschiede der mittleren Konditionsfaktoren zwischen den Altersgruppen (Tab. 38). Eine Ausnahme bildeten die Weibchen der Altersgruppe II und III. Die Werte der Altersgruppe II waren signifikant kleiner als die der Altersgruppe III.



**Abb. 31:** Jahreszeitliche Veränderung des mittleren Konditionsfaktors (mit Standardabweichung) für die verschiedenen Altersgruppen der Kliesche im Bereich der Halbinsel Kindo im Zeitraum August 2004 bis September 2007.

**Tab. 38:** Vergleich der mittleren Konditionfaktoren der Kliesche im Fanggebiet Halbinsel Kindo im Zeitraum August 2004 bis September 2007 zwischen den Geschlechtern und zwischen den Altersgruppen. x- Mittelwert, s- Standardabweichung, n- Anzahl. Einfache Varianzanalyse (Student-Newman-Keuls-Test,  $p<0,05$ ). n.s.- nicht signifikant, sig.- signifikant ( $p<0,05$ ); \* signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern ( $p<0,05$ ).

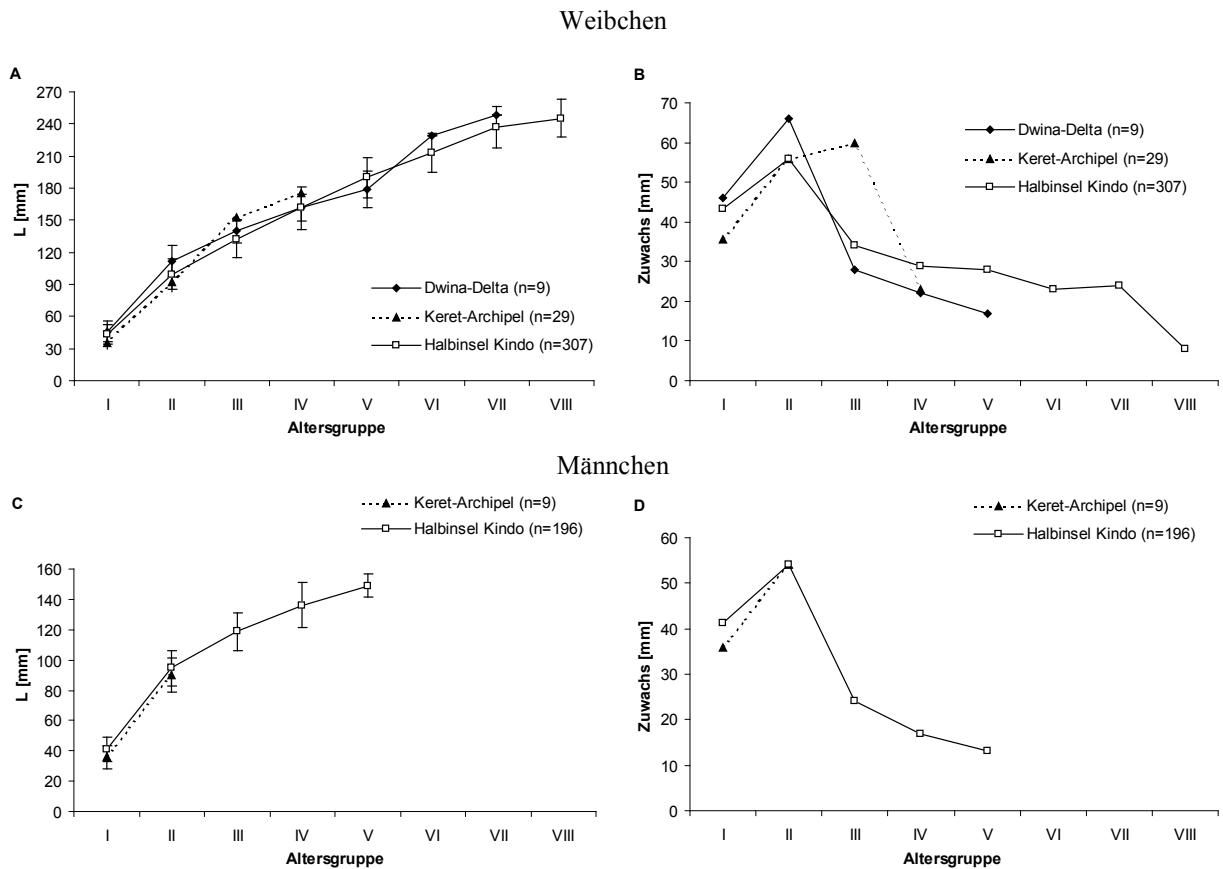
| AG                        | Parameter | Sex              |                 | $\text{♀}$ |      |      |      | $\text{♂}$ |      |      |      |
|---------------------------|-----------|------------------|-----------------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|
|                           |           | $\text{♀}$       | $\text{♂}$      | I          | II   | III  | IV   | I          | II   | III  | IV   |
| <b>I</b>                  | x $\pm$ s | 1,13 $\pm$ 0,14  | 1,00 $\pm$ 0,04 | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. |
|                           | n         | 4                | 3               |            |      |      |      |            |      |      |      |
| <b>II</b>                 | x $\pm$ s | 1,11 $\pm$ 0,09  | 1,10 $\pm$ 0,10 | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. |
|                           | n         | 165              | 129             |            |      |      |      |            |      |      |      |
| <b>III</b>                | x $\pm$ s | 1,16* $\pm$ 0,09 | 1,07 $\pm$ 0,07 | n.s.       | sig. | n.s. | n.s. | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. |
|                           | n         | 58               | 42              |            |      |      |      |            |      |      |      |
| <b>IV</b>                 | x $\pm$ s | 1,14 $\pm$ 0,11  | 1,09 $\pm$ 0,15 | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. |
|                           | n         | 47               | 22              |            |      |      |      |            |      |      |      |
| <b><math>\geq</math>V</b> | x $\pm$ s | 1,16 $\pm$ 0,14  | 1,04 $\pm$ 0,20 | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. | n.s.       | n.s. | n.s. | n.s. |
|                           | n         | 33               | 5               |            |      |      |      |            |      |      |      |

### 3.1.3.6. Wachstum

#### Rückberechnetes mittleres Längenwachstum der Altersgruppe $\geq$ I

In Abb. 32 wird das rückberechnete Längenwachstum und der Zuwachsverlauf der Kliesche in den Fanggebieten Halbinsel Kindo und Dwina-Delta aufgetrennt nach Weibchen und Männchen dargestellt. Zusätzlich enthält diese Abbildung das rückberechnete Längenwachstum von Klieschen ( $n=38$ ) aus dem Bereich des Keret-Archipels (Kandalakschabucht). Die Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo wiesen im Vergleich zu denen im Dwina-Delta ein nur geringfügig kleineres Längenwachstum auf (Tab. 39). Im Bereich der Halbinsel Kindo waren die Weibchen der Altersgruppe I mit einer mittleren Länge von 43mm um 3mm kleiner als die im Dwina-Delta. Die Weibchen aus beiden Fanggebieten hatten in den Altersgruppen I und II signifikant größere mittlere Längen in den Altersgruppen I und II als die Weibchen im Bereich des Keret-Archipels. In den folgenden Altersgruppen III und IV waren dagegen die mittleren Längen bei den Weibchen im Bereich des Keret-Archipels größer. In diesem Bereich wurden aber nur zwei Tiere, die älter als zwei Jahre waren, gefangen (Altersgruppe III und Altersgruppe IV), so dass diese Werte nicht besonders aussagekräftig sind. Männliche Klieschen wurden nur im Bereich der Halbinsel Kindo und im Bereich des Keret-Archipels gefangen. Zwischen den Männchen beider Gebiete konnten keine signifikanten Längenunterschiede festgestellt werden.

Bei beiden Geschlechtern wurde in allen drei Fanggebieten der größte Zuwachs zwischen den Altersgruppen I und II erreicht. Eine Ausnahme waren die Weibchen im Bereich des Keret-Archipels, welche einen noch größeren Zuwachs zwischen den Altersgruppen II und III aufwiesen, dies könnte aber ein Artefakt des uneinheitlichen Materials (s. oben) sein. Während bei den Männchen im Bereich der Halbinsel Kindo und bei den Weibchen im



**Abb. 32:** Wachstumskurve und Zuwachsverlauf der weiblichen (A und B) und männlichen (C und D) Klieschen in den Fanggebieten der Kandalakscha- und Dwinabucht.

**Tab. 39:** Statistischer Vergleich (t-Test,  $p<0,05$ ) der rückberechneten mittleren Längen zwischen Weibchen und Männchen der Kliesche innerhalb sowie zwischen den Fanggebieten Halbinsel Kindo (Ki) und Dwina-Delta (Dw). (\*signifikant  $p<0,05$ ; \*\*hoch signifikant  $p<0,01$ )

| AG  | Fanggebiet      |        |                |        | Sex              |        |                   |        |                   |        |
|-----|-----------------|--------|----------------|--------|------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|
|     | Halbinsel Kindo |        | Keret-Archipel |        | ♀                |        | ♂                 |        | ♀                 |        |
|     | Diff. ♀-♂ [mm]  | t-Wert | Diff. ♀-♂ [mm] | t-Wert | Diff. Ki-Dw [mm] | t-Wert | Diff. Ki-Ker [mm] | t-Wert | Diff. Dw-Ker [mm] | t-Wert |
| I   | 2               | 2,71*  | 0              | 0,12   | -3               | 0,87   | 5                 | 1,95   | 7                 | 4,55** |
| II  | 4               | 3,82** | 2              | 0,63   | -13              | 2,59*  | 5                 | 1,17   | 7                 | 2,44*  |
| III | 13              | 5,86** |                |        | -8               | 1,20   |                   |        |                   |        |
| IV  | 25              | 6,08** |                |        | -1               | 0,002  |                   |        |                   |        |
| V   | 41              | 4,79** |                |        | 11               | 1,37   |                   |        |                   |        |

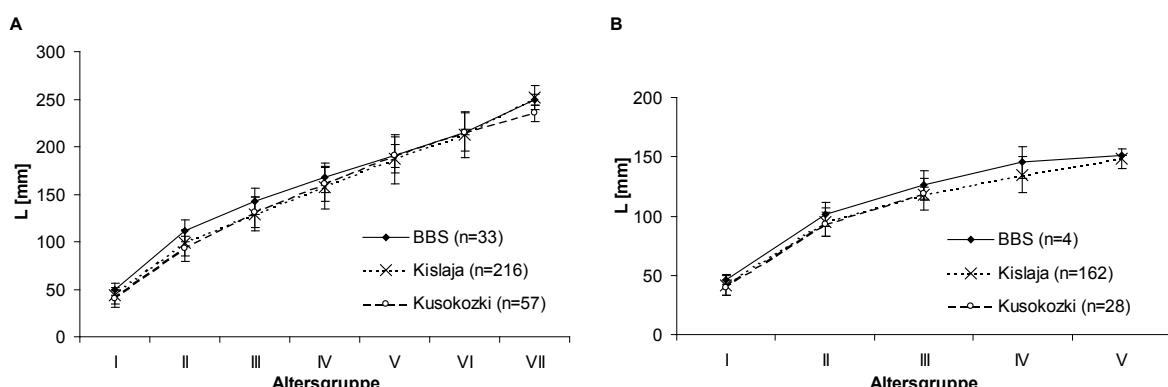
Dwina-Delta die Längenzuwächse zwischen den folgenden Altersgruppen stark zurückgingen, blieben diese bei den Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo zwischen den Altersgruppen III bis VII auf einem annähernd gleichen Niveau (bei 24 bis 34mm). Erst zwischen den Altersgruppen VII und VIII fiel der Zuwachs stark ab. Er betrug nur noch 8mm.

Die Längenunterschiede zwischen beiden Geschlechtern im Bereich des Keret-Archipels waren minimal, nur 0-2mm in der Altersgruppe I und II (Tab. 39). Dagegen wiesen die Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo in allen Altersgruppen signifikant größere mittlere Längen auf als die Männchen. In der Altersgruppe I lag die Differenz bei nur 2mm. Maximal war die Differenz in der Altersgruppe V, wo die Weibchen mit einer mittleren Länge von 190mm eine um 41mm größere Länge aufwiesen als die Männchen.

Mittleres rückberechnetes Längenwachstum der Kliesche an den verschiedenen Fangstationen

In Abb. 33 wird das mittlere Längenwachstum der Männchen und Weibchen an den Fangstationen BBS, Kislaja und Kusokozki im Bereich der Halbinsel Kindo dargestellt.

Die Klieschen an der Fangstation BBS hatten bei beiden Geschlechtern in den Altersgruppen I bis V größere mittlere Längen als die Männchen und Weibchen an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki. Dagegen wiesen Männchen und Weibchen an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki in allen Altersgruppen nur geringe Wachstumsunterschiede auf.



**Abb. 33:** Mittlere Wachstumskurven (mit Standardabweichung) der weiblichen (A) und männlichen (B) Klieschen an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.

### 3.2. Habitatnutzung der Plattfische im Weißen Meer

#### 3.2.1. Habitatstruktur

##### 3.2.1.1. Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo

Die Tab. 40 zeigt einige ökomorphologische Parameter der Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo. Die Fangstationen können aufgrund von Gemeinsamkeiten in den Parametern in drei Gruppen eingeteilt werden:

Zur **1. Gruppe** zählen die Fangstationen Pojakonda, Berosowaja, Nikolskajaj, Pekkelinski, Ermolinskaja sowie jeweils die Unterstation 2 der Fangstationen Kislaja und Kusokozki. Diese Stationen waren alle durchweg sehr flach und hatten einen vergleichsweise großen

**Tab. 40:** Einige Ökomorphologische Parameter der Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo. Hw - Hochwasser, Nw – Niedrigwasser. + Skala zur Einteilung von Substrat und Bewuchs s. Abschnitt 2.4.

| Fang-station                        | Pojakonda        | Berosowaia   | Nikolskaja   | Pekkelinski  | Ermolinskaja | BBS        | Kislaja      |              |            |            | Tschernaja R. |            |            | Kusokozki  |            |            |
|-------------------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                     |                  |              |              |              |              |            | Stn. 1       | Stn. 2       | Stn. 3     | Stn. 4     | Stn. 1        | Stn. 2     | Stn. 3     | Stn. 1     | Stn. 2     | Stn. 3     |
| befischte Fläche [km <sup>2</sup> ] | 0,02             | 0,45         | 1,0          | 0,48         | 0,60         | 0,12       | 0,10         | 0,06         | 0,04       | 0,10       | 0,25          | 0,30       | 0,40       | 0,06       | 0,03       | 0,06       |
| Eulitoralbereich [%]                | 35               | 35           | 60           | 35           | 40           | 10         | 25           | 15           | 10         | 5          | 15            | 20         | 40         | 20         | 30         | 5          |
| Max. Wassertiefe [m]                | Hw 3,0<br>Nw 1,0 | 3,0<br>1,0   | 2,0<br>0,6   | 3,0<br>1,0   | 2,0<br>0,6   | 4,0<br>1,5 | 2,8<br>1,0   | 3,0<br>1,5   | 3,5<br>1,8 | 6,0<br>3,5 | 2,0<br>0,8    | 2,5<br>1,1 | 3,0<br>1,5 | 2,8<br>1,1 | 2,0<br>0,6 | 6,0<br>3,5 |
| Exposition (Wind u. Wellen)         | nein<br>nein     | nein<br>nein | nein<br>nein | nein<br>nein | ja<br>nein   | ja<br>nein | nein<br>nein | nein<br>nein | ja<br>nein | ja<br>nein | ja<br>nein    | ja<br>nein | ja<br>nein | ja<br>nein | ja<br>nein |            |
| Süßwasserzufluss                    | ja<br>3          | ja<br>3      | ja<br>3      | ja<br>2      | ja<br>3      | nein<br>2  | nein<br>2    | nein<br>3    | nein<br>1  | ja<br>1    | ja<br>2       | ja<br>3    | ja<br>2    | ja<br>3    | ja<br>1    |            |
| Bewuchs+<br>Substrat+               |                  |              |              |              |              |            |              |              |            |            |               |            |            |            |            |            |
|                                     | 2                | 2            | 1            | 2            | 1            | 2          | 2            | 2            | 3          | 3          | 2             | 1          | 2          | 2          | 1          | 3          |

Eulitoralbereich. Der Expositionsgrad dieser Stationen war sehr gering. Das Substart wurde vor allem von schlickigen-feinsandigen Sedimenten bestimmt. Auch wiesen diese Stationen einen starken und meist durchgehenden Bewuchs auf. Aufgrund ihrer Flachheit konnte im Sommer eine stärkere Erwärmung des Wassers registriert werden als an den anderen Stationen (Tab. VIII im Anhang). Im Herbst dagegen kühlten sie sich schneller ab. Von allen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo waren sie am längsten vom Eis bedeckt (Mitte Oktober bis Anfang Mai in den Jahren 2005 und 2006). Die meisten der Stationen wiesen einen kleinen Süßwasserzufluss auf, so dass der Salzgehalt an diesen Stationen, vor allem im Frühjahr nach der Eisschmelze, etwas geringer war (s. Tab. IX im Anhang).

Die **2. Gruppe** stellen die Unterstationen 1 und 3 sowie die Unterstation 1 der Fangstationen Kislaja bzw. Kusokozki dar. Diese Stationen waren etwas tiefer als diejenigen aus der Gruppe 1. Des weiteren hatten sie einen kleineren Eulitoralbereich. Auch das Substrat war etwas größer (feinsandig-sandig). Der Bewuchs war nicht durchgehend bzw. war überhaupt nicht vorhanden.

Die **3. Gruppe** besteht aus der Fangstation BBS sowie der Unterstation 4 und der Unterstation 3 der Fangstationen Kislaja bzw. Kusokozki. Diese Stationen zeigten eine starke Exposition zu Wind und Wellen. Sie waren von allen Stationen die tiefsten und wiesen auch den kleinsten Eulitoralbereich und das größte Sediment auf. Bewuchs war nicht vorhanden bzw. kam nur sporadisch vor. An diesen Stationen wurden im Sommer die geringsten Wassertemperaturen gemessen. Aufgrund der starken Exposition zu Wind und Wellen waren diese Stationen eine kürzere Zeit vom Eis bedeckt. Die Fangstation BBS war sogar das ganze Jahr eisfrei.

Die Fangstation Tschernaja Retschka, das einzige Ästuar im Bereich der Halbinsel Kindo, unterscheidet sich durch den niedrigeren Salzgehalt von den anderen Stationen (s. Tab. X im Anhang). Dennoch zeigten ihre Unterstationen bei den anderen Parametern große Übereinstimmungen zu den oben beschriebenen Gruppen, so wiesen die Unterstationen 2 und 3 große Ähnlichkeiten zu denen der Gruppe 1 auf, dagegen zeigte die Unterstation 1 viele Gemeinsamkeiten mit denen der Gruppe 2.

### 3.2.1.2. Fangstationen im Dwina-Delta

Die Tab. 41 zeigt einige ökomorphologische Parameter der Fangstationen im Dwina-Delta. Die Fangstationen können aufgrund von Gemeinsamkeiten in den Parametern in zwei Gruppen eingeteilt werden. Zu der ersten Gruppe gehören die tiefen und stark exponierten Fangstationen Gnewaschowo, Rasbojnik und Kuiza. Sie sind durch grob sandiges Substrat und einen kleinen Eulitoralbereich gekennzeichnet. Die zweite Gruppe stellen die flachen und lenitischen Fangstationen Tschajtschi und Suchoje Morje dar, welche ein feineres Sediment sowie einen größeren Eulitoralbereich aufwiesen.

**Tab. 41:** Ökomorphologische Parameter der Fangstationen im Dwina-Delta. Hw- Hochwasser, Nw- Niedrigwasser. + Skala zur Einteilung von Substrat und Bewuchs s. Abschnitt 2.4.

| Fangstation                         | Gnewaschowo        | Tschajtschi | Rasbojnik  | Suchoje Morje | Kuiza      |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|------------|---------------|------------|
| befischte Fläche (km <sup>2</sup> ) | 0,25               | 0,25        | 0,25       | 2,25          | 0,25       |
| Eulitoralbereich [%]                | 15                 | 40          | 20         | 60            | 5          |
| Max. Wassertiefe [m]                | Hw 20,0<br>Nw 18,0 | 3,0<br>1,0  | 7,0<br>5,0 | 2,0<br>0,4    | 4,0<br>2,0 |
| Exposition (Wind u. Wellen)         | ja                 | nein        | ja         | nein          | ja         |
| Bewuchs+<br>Substrat+               | 1<br>4             | 1<br>3      | 1<br>4     | 2<br>2        | 1<br>4     |

Für die Fangstationen im Dwina-Delta war aber dennoch der Salzgehalt der wichtigste Parameter zur Abgrenzung der Fangstationen untereinander (s. Tab. X im Anhang). An den Stationen Gnewaschowo und Tschajtschi betrug der Salzgehalt im gesamten Untersuchungszeitraum 0 PSU. An der Station Tschajtschi konnte aber bei einer Verbindung von Flut mit starken nördlichen Winden der Salzgehalt ansteigen (5,6 PSU). An den Fangstationen Rasbojnik und Suchoje Morje wurden Salzgehalte von 4,7 und 8,7 PSU bzw. 6,5 und 19,1 PSU gemessen. Dabei waren die Werte an beiden Stationen im Frühjahr und Sommer geringer als im Herbst. Die Station Kuiza wies die höchsten Salzgehalte auf (17-25,8

PSU). Diese Werte entsprachen denen aus der offenen Dwinabucht. Nur bei anhaltenden Südwinden (Richtung aus dem Delta) konnte sich der Einfluss des Deltas bemerkbar machen, was zu einer Abnahme des Salzgehaltes führte, so geschehen am 10. August 2006. Der Salzgehalt betrug an diesem Tag nur 17 PSU.

### 3.2.2. Einordnung der Plattfische in die Fischgemeinschaft im Bereich der Halbinsel Kindo

#### Artenzusammensetzung, Vorkommen und Präsenz

Im Untersuchungszeitraum vom August 2004 bis September 2007 konnten mit den Fanggeräten Stellnetz, Wade und Reuse an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo 24 Fischarten aus 15 Familien gefangen werden (Tab. 42). Bis auf die Pleuronectidae, Gadidae und Cottidae mit jeweils drei Arten sowie die Gasterosteidae mit zwei Arten waren alle anderen Familien nur durch eine Art vertreten.

**Tab. 42:** Übersicht der im Bereich der Halbinsel Kindo gefangenen Fischarten (Zeitraum August 2004 bis September 2007). Abk.- Abkürzung.

| Familie        | Wissenschaftlicher Name  | dt. Name  | Abk.                 |
|----------------|--|---|----------------------|
| Clupeidae      | <i>Clupea harengus</i> Linnaeus, 1758  | Hering  | C.h.                 |
| Osmeridae      | <i>Osmerus eperlanus dentex</i> Steindachner, 1870   | Stint   | O.e.                 |
| Salmonidae     | <i>Salmo salar</i> L., 1758<br><i>Salmo trutta</i> L., 1758<br><i>Oncorhynchus gorbuscha</i> Walbaum, 1792                 | Lachs<br>Forelle<br>Buckellachs                         | S.s.<br>S.t.<br>O.g. |
| Coregonidae    | <i>Coregonus lavaretus</i> L., 1758  | Schwebrenke   | C.l.                 |
| Gadidae        | <i>Gadus morhua</i> L., 1758<br><i>Eleginops navaga</i> Koelreuter, 1814<br><i>Pollachius virens</i> L., 1758              | Dorsch<br>Nawaga<br>Seelachs                            | G.m.<br>E.n.<br>P.v. |
| Gasterosteidae | <i>Gasterosteus aculeatus</i> L., 1758<br><i>Pungitius pungitius</i> L., 1758  | Dreistachliger Stichling<br>Neunstachliger Stichling    | G.a.<br>P.p.         |
| Cottidae       | <i>Myoxocephalus scorpius</i> L., 1758<br><i>Triglopsis quadricornis</i> L., 1758<br><i>Triglops murrayi</i> Günther, 1888 | Seeskarion<br>Vierhörniger Seeskarion<br>Murrays Groppe | M.s.<br>T.q.<br>T.m. |
| Agonidae       | <i>Agonus cataphractus</i> L., 1758  | Steinpicker   | A.c.                 |
| Cyclopteridae  | <i>Cyclopterus lumpus</i> L., 1758   | Seehase   | C.l.*                |
| Zoarcidae      | <i>Zoarces viviparus</i> L., 1758  | Aalmutter   | Z.v.                 |
| Lumpenidae     | <i>Lumpenus medium</i> Reinhardt, 1838   | Schlangenstachelrücken                                  | L.m.                 |
| Pholidae       | <i>Pholis gunellus</i> L., 1758  | Butterfisch   | P.g.                 |
| Anarhichadidae | <i>Anarhichas lupus</i> L., 1758   | Gestreifter Seewolf                                     | A.l.                 |
| Ammodytidae    | <i>Ammodytes marinus</i> Raitt, 1934   | Kleiner Sandaal   | A.m.                 |
| Pleuronectidae | <i>Liopsetta glacialis</i> Pallas, 1776<br><i>Limanda limanda</i> L., 1758<br><i>Platichthys flesus</i> L., 1758           | Polarflunder<br>Kliesche<br>Flunder                     | L.g.<br>L.l.<br>P.f. |

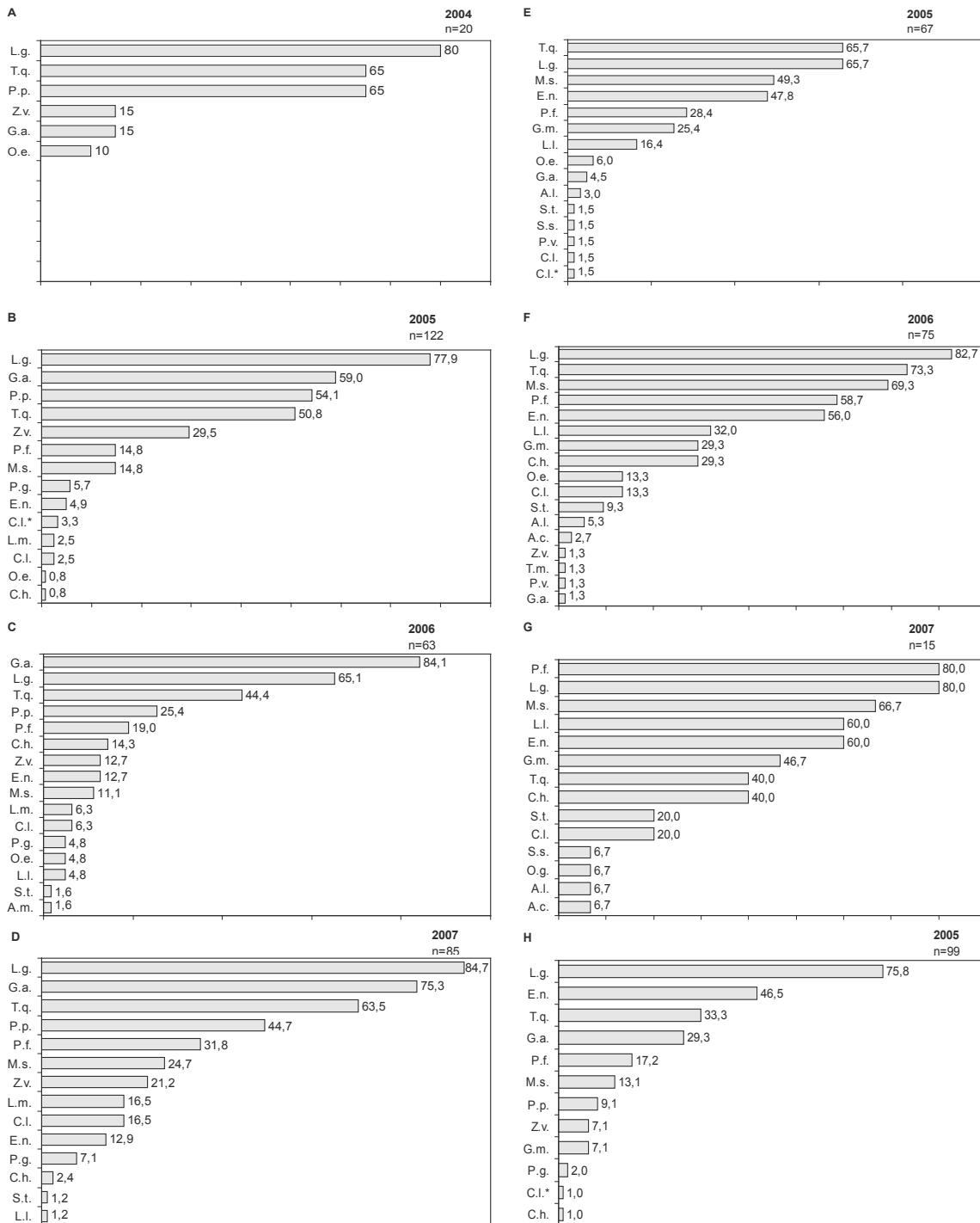
In der Tab. 43 wird das Vorkommen der 24 nachgewiesenen Fischarten an den Fangstationen aufgezeigt. Die Polarflunder, Flunder, Navaga, Vierhöckriger Seeskorpion sowie die beiden Stichlingsarten konnten an allen Fangstationen nachgewiesen werden. Dabei konnten nur die Polarflunder und der Vierhöckige Seeskorpion an allen Stationen mit allen Fanggeräten gefangen werden. Die Flunder trat an den Fangstationen Berosowaja, Nikolskaja, Pekkelinski und Ermolinskaja nur in den Stellnetzfängen auf. Der Dorsch, der Seeskorpion und der Hering fehlten nur in den Fängen an der Station Pojakonda. Die Aalmutter wurde hauptsächlich mit der Wade und der Reuse gefischt, sie fehlte nur in den Fängen an der Station Nikolskaja und Kusokozki. Die Kliesche kam nur an den Fangstationen BBS, Kislaja, Tschernaja Retschka und Kusokozki vor. All die anderen Arten konnten nur an einigen Stationen vereinzelt nachgewiesen werden.

Die Fangstationen BBS, Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka hatten mit 19 bzw. 17 Fischarten in den Fängen die meisten Arten. Bei den anderen Stationen lagen die Artenzahlen zwischen 8 bis 13 (hauptsächlich 10 oder 11).

**Tab. 43:** Vorkommen der gefangenen Arten an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo. S- Stellnetzfänge, W- Wadenfänge, R- Reusenfänge, X- Art kam in den Fängen vor.

| Fischart                    | Pojakonda |           | Berosowaja |           | Nikolskaja |           | Pekkelinski |           | Ermolinskaja |           |           | BBS       |           |           | Kislaja   |           |           | Tschernaja Retschka |           |            | Kusokozki |           |           |   |
|-----------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|---|
|                             | S         | W         | S          | W         | S          | W         | S           | W         | R            | S         | W         | R         | S         | W         | R         | S         | W         | R                   | S         | W          | R         | S         | W         |   |
| <i>A. cataphractus</i>      |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           | X         |           |           | X         |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <i>A. lupus</i>             |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           | X         |           |           | X         |           |           |                     |           |            |           |           |           | X |
| <i>A. marinus</i>           |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <i>C. harengus</i>          |           |           | X          |           | X          |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           | X |
| <i>C. lavaretus</i>         |           |           | X          |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           | X |
| <i>C. lumpus</i>            |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <i>E. nawaga</i>            | X         | X         | X          |           | X          |           | X           |           | X            | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>G. aculeatus</i>         |           | X         |            | X         |            | X         |             | X         | X            | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>G. morhua</i>            |           |           | X          |           |            | X         |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <i>L. glacialis</i>         | X         | X         | X          | X         | X          | X         | X           | X         | X            | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>L. limanda</i>           |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <i>L. medium</i>            |           | X         |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           | X |
| <i>M. scorpius</i>          |           |           | X          | X         | X          |           | X           | X         |              |           |           | X         |           | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>O. eperlanus</i>         |           |           | X          |           | X          |           |             |           |              |           |           | X         |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           | X         |   |
| <i>O. gorbuscha</i>         |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <i>P. flesus</i>            | X         | X         | X          |           | X          |           | X           |           |              |           |           | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>P. gunellus</i>          |           |           |            | X         |            | X         |             |           |              |           |           | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>P. punctitus</i>         |           | X         |            | X         |            | X         |             | X         |              | X         |           | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>P. virens</i>            |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           | X         |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <i>S. salar</i>             |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           | X |
| <i>S. trutta</i>            |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           | X |
| <i>T. murrayi</i>           |           |           |            |           |            |           |             |           |              |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           | X |
| <i>T. quadricornis</i>      | X         | X         | X          | X         | X          | X         | X           | X         | X            | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <i>Z. viviparus</i>         |           | X         | X          | X         | X          |           |             |           |              |           |           | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X                   | X         | X          | X         | X         | X         |   |
| <b>Artenzahl</b>            | <b>8</b>  | <b>13</b> | <b>10</b>  | <b>10</b> | <b>11</b>  | <b>19</b> | <b>19</b>   | <b>17</b> | <b>19</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |                     |           |            |           |           |           |   |
| <b>Anzahl Hols/Stelltag</b> | <b>3</b>  | <b>10</b> | <b>3</b>   | <b>9</b>  | <b>5</b>   | <b>4</b>  | <b>3</b>    | <b>2</b>  | <b>16</b>    | <b>20</b> | <b>19</b> | <b>43</b> | <b>46</b> | <b>40</b> | <b>21</b> | <b>30</b> | <b>57</b> | <b>17</b>           | <b>28</b> | <b>137</b> | <b>2</b>  | <b>21</b> | <b>12</b> |   |

Die Präsenzen der Arten in den Stellnetz-, Waden- und Reusenfängen sind in der Abb. 34 getrennt nach den verschiedenen Untersuchungsjahren 2004 bis 2007 dargestellt. Die Polarflunder und der Dreistachlige Stichling waren in nahezu allen Jahren in den Wadenfängen die häufigsten Arten, wobei der Dreistachligen Stichling in den



**Abb. 34:** Präsenz (in %) der gefangenen Fischarten in den Waden- (A-D), Stellnetz- (E-G) und Reusenfängen (H). n- Anzahl Hols bei den Wadenfängen bzw. Anzahl Stelltage bei den Stellnetz- und Reusenfängen. Abkürzungen siehe Tab. 42.

Sommermonaten Juni bis August die klar dominierende Art (über 90%, max. mittlere Abundanz von 4333 Ind./100m<sup>2</sup>) in den Fängen war. Der Vierhöckrige Seeskorpion war in den Wadenfängen die dritthäufigste Art. Der Neunstachlige Stichling war mit einem Anteil von 25,4 bis 65% an den Fängen die vierhäufigste Art, gefolgt von der Aalmutter und der Flunder mit Anteilen von 12,5-29,7 bzw. 14,8-31,8%. Die Klieschen wurden nur in den Jahren 2006 und 2007 vereinzelt in den Wadenfängen an der Fangstation Kislaja angetroffen.

Die Polarflunder war auch in den Stellnetzfängen mit Anteilen von 65,7-82,7% die häufigste Art, gefolgt von dem Vierhöckrigen Seeskorpion. Daneben waren auch der Navaga, der Dorsch, der Seeskorpion, die Flunder und die Kliesche mit Präsenzen von rund 20 bis über 60% dominierende Arten in den Fängen. Im Jahr 2007 war die Polarflunder gemeinsam mit der Flunder mit 80%iger Präsenz die häufigste Art. Der Hering wurde am häufigsten in den Jahren 2006 und 2007 mit Präsenzen von 29,3 bzw. 40% in den Fängen angetroffen.

In den Reusenfängen hatte die Polarflunder mit rund 76% die höchste Präsenz, gefolgt von Navaga (46,5%), Vierhöckrigem Seeskorpion (33,3%) und Dreistachligem Stichling (29,3%) sowie der Flunder (17,2%).

#### Räumliche Nischenüberlappung der Fischgemeinschaft

In der Tab. 44 sind für die häufigsten Arten in den Waden- bzw. Stellnetzfängen die räumlichen Nischenüberlappungen aufgeführt. Die Reusenfänge wurden aus dieser Betrachtung weggelassen, da sie nur an einigen Fangstationen und dabei sporadisch im Jahre 2005 durchgeführt wurden und damit nicht repräsentativ für den Bereich der Halbinsel Kindo sein können. In ihrer Fangzusammensetzung waren sie aber den Wadenfängen sehr ähnlich (s. auch Abb. 34).

In den Wadenfängen zeigten die Arten Navaga, Drei- und Neunstachliger Stichling, Polarflunder sowie der Vierhöckrige Seeskorpion die höchsten Überlappungen von 0,783 bis 0,890. Die beiden Plattfischarten Flunder und Polarflunder hatten eine Überlappung in den Wadenfängen von 0,314 (maximale Überlappung von 0,696 und 0,940 an den Fangstationen Kislaja bzw. Kusokozki) und lagen damit im mittleren Bereich. In den Stellnetzfängen dagegen zeigten beide Arten mit einer Überlappung von 0,801 eine der höchsten Übereinstimmungen. Wie bei den Wadenfängen wurden die maximalen Überlappungen von beiden Arten an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki ermittelt (0,938 bzw. 0,897). Zu der Kliesche zeigten die Polarflunder und Flunder mit Werten von 0,184 bzw. 0,417 mit die niedrigsten Überlappungen. Die größte Übereinstimmung zeigte die Kliesche mit dem Dorsch. Der Wert betrug 0,850. Die höchste Überlappung überhaupt in den Stellnetzfängen wiesen die

**Tab. 44:** Räumliche Nischenüberlappung der häufigsten Fische im Bereich der Halbinsel Kindo im Zeitraum August 2004 bis September 2007.**A- Wadenfänge**

| Fischart                  | 1.    | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.    | 8. |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1. <i>E. navaga</i>       | -     |       |       |       |       |       |       |    |
| 2. <i>G. aculeatus</i>    | 0,007 | -     |       |       |       |       |       |    |
| 3. <i>L. glacialis</i>    | 0,145 | 0,816 | -     |       |       |       |       |    |
| 4. <i>M. scorpius</i>     | 0,244 | 0,126 | 0,125 | -     |       |       |       |    |
| 5. <i>P. flesus</i>       | 0,078 | 0,200 | 0,314 | 0,354 | -     |       |       |    |
| 6. <i>P. pungitius</i>    | 0,197 | 0,487 | 0,783 | 0,026 | 0,278 | -     |       |    |
| 7. <i>T. quadricornis</i> | 0,133 | 0,543 | 0,890 | 0,103 | 0,193 | 0,859 | -     |    |
| 8. <i>Z. viviparus</i>    | 0,283 | 0,154 | 0,352 | 0,352 | 0,322 | 0,383 | 0,448 | -  |

**B- Stellnetzfänge**

| Fischart                  | 1.    | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7. |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1. <i>E. navaga</i>       | -     |       |       |       |       |       |    |
| 2. <i>G. morhua</i>       | 0,496 | -     |       |       |       |       |    |
| 3. <i>L. glacialis</i>    | 0,748 | 0,281 | -     |       |       |       |    |
| 4. <i>L. limanda</i>      | 0,567 | 0,850 | 0,184 | -     |       |       |    |
| 5. <i>M. scorpius</i>     | 0,763 | 0,577 | 0,371 | 0,649 | -     |       |    |
| 6. <i>P. flesus</i>       | 0,448 | 0,254 | 0,801 | 0,417 | 0,452 | -     |    |
| 7. <i>T. quadricornis</i> | 0,887 | 0,181 | 0,897 | 0,063 | 0,432 | 0,605 | -  |

Polarflunder und der Vierhöckige Seeskorpion auf (0,897).

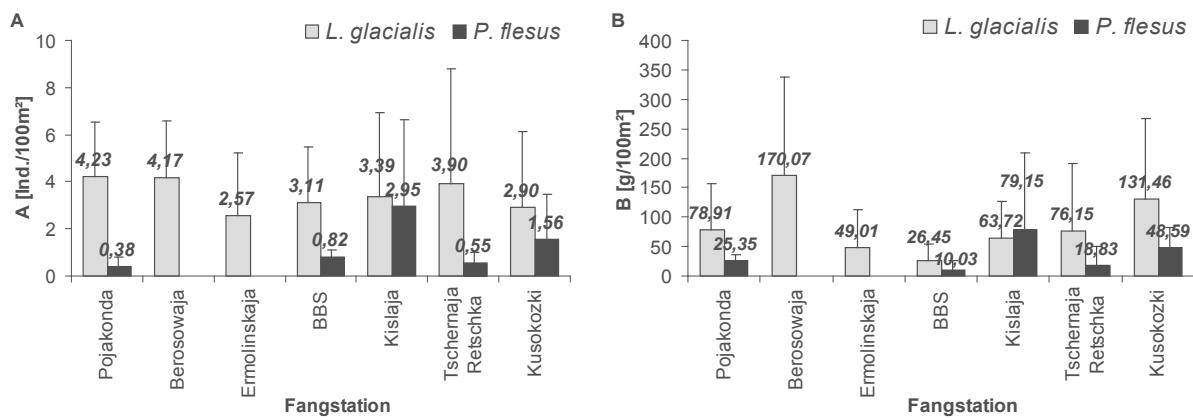
### 3.2.3. Fangverteilung, Abundanz und Biomasse der Plattfische

#### 3.2.3.1. Halbinsel Kindo

In Abb. 35 sind die mittleren Abundanzen und Biomassen von Polarflunder und Flunder an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo dargestellt. Die Fangergebnisse an den Stationen Nikolskaja und Pekkelinski waren nicht repräsentativ aufgrund technischer Probleme beim Fang und wurden deswegen aus den Abundanz- und Biomasseberechnungen ausgeschlossen.

Die Polarflunder hatte an jeder Fangstation höhere mittlere Abundanzen und Biomassen als die Flunder. Nur an der Fangstation Kislaja wies die Flunder eine höhere mittlere Biomasse auf. Die ungleiche Verteilungsform der Hols machte einen statistischen Vergleich der Abundanzen und Biomassen zwischen den Fangstationen unmöglich. Die größten Abundanzen erreichte die Polarflunder an den Fangstationen Pojakonda und Berosowaja. Die niedrigsten wurden an den Fangstationen Ermolinskaja und Kusokozki festgestellt. Dagegen wies die Polarflunder an der letztgenannten Fangstation, nach der Fangstation Berosowaja, die zweithöchste mittlere Biomasse auf.

Die Flunder zeigte an der Fangstation Kislaja die höchste mittlere Abundanz und Biomasse,



**Abb. 35:** Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) (mit Standardabweichung) der Polarflunder und Flunder an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo (Zeitraum August 2004 bis September 2007).

gefolgt von der Fangstation Kusokozki. An den Fangstationen Pojakonda, BBS und Tschernaja Retschka waren die mittleren Abundanzen und Biomassen der Flunder um das zwei- bis zehnfache kleiner als an den Stationen Kislaja und Kusokozki. An den Fangstationen Berosowaja und Ermolinskaja sowie an den von der Darstellung ausgeschlossenen Stationen Nikolskaja und Pekkelinski kam die Flunder in den Wadenfängen nicht vor.

Die gleiche Verteilungsform der Fänge an den Stationen Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka machte einen statistischen Vergleich (Mann-und-Whitney-Test) der Abundanzen und Biomassen zwischen Flunder und Polarflunder an diesen Stationen möglich (Tab. 45). An den Fangstationen Kislaja und Kusokozki waren die Unterschiede in den Abundanzen und Biomassen zwischen beiden Arten nicht signifikant. An der Station Tschernaja Retschka hatte die Polarflunder eine hoch signifikant ( $p<0,01$ ) höhere mittlere Abundanz und Biomasse als die Flunder.

**Tab. 45:** Statistischer Vergleich (Mann-und Whitney-Test) der Abundanzen und Biomassen zwischen Polarflunder und Flunder. \*\*hoch signifikant ( $p<0,01$ , kritischer  $\chi^2$ -Wert 3,841).

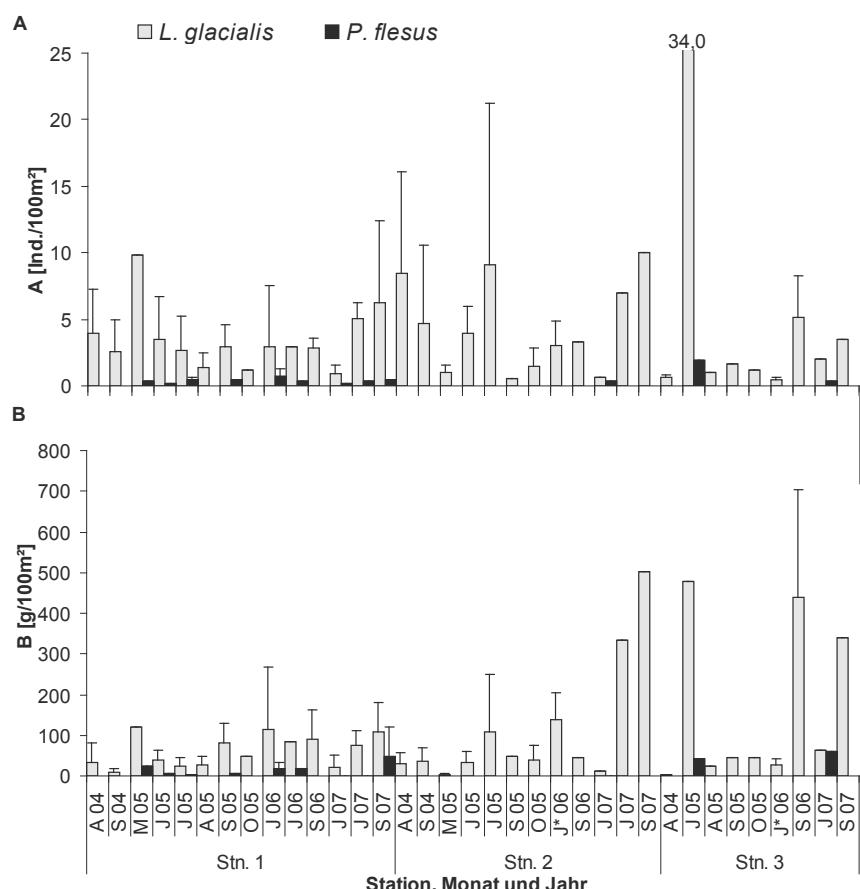
|                 | Tschernaja Retschka    | Kislaja             | Kusokozki   |
|-----------------|------------------------|---------------------|-------------|
|                 | L.g. – P.f.            | L.g. – P.f.         | L.g. – P.f. |
| <b>Abundanz</b> | $\chi^2$ -Wert 18,03** | $\chi^2$ -Wert 1,54 | t-Wert 1,06 |
| <b>Biomasse</b> | $\chi^2$ -Wert 7,37**  | $\chi^2$ -Wert 1,76 | t-Wert 1,78 |

In den folgenden Abschnitten wird die saisonale Fangverteilung der Plattfische an den Unterstationen der Fangstationen Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka dargestellt. Nur an diesen Fangstationen traten die drei Plattfischarten während der ganzen Fangsaison nebeneinander in den Waden- und Stellnetzfängen auf.

### Fangstation Tschernaja Retschka

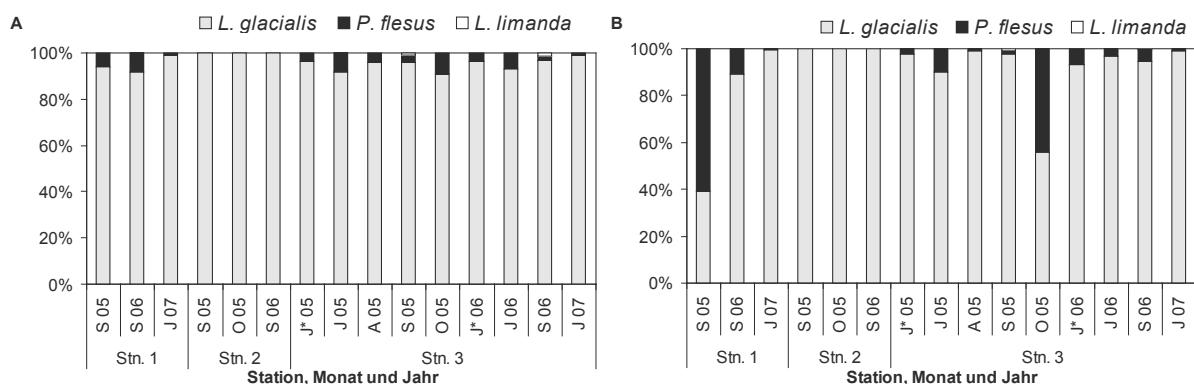
Die Flunder wies an jeder Unterstation kleinere mittlere Abundanzen und mittlere Biomassen auf als die Polarflunder (Abb. 36). An der Unterstation 1 konnte die Flunder, bis auf 2004, nahezu in allen Untersuchungsjahren gefangen werden. An dieser Unterstation hatte die Flunder die höchsten Abundanzen und Biomassen in allen Jahren jeweils am Anfang (Mai, Juni) und am Ende der Fangsaison (September). An den Unterstationen 2 und 3 trat die Flunder nur vereinzelt in den Fängen auf.

Die Polarflunder zeigte an der Unterstation 2 im Mittel höhere Abundanzen und Biomassen als an den beiden anderen Unterstationen. Eine Ausnahme davon war der Fang im Juli 2005 an der Unterstation 3, an welcher mit 34 Ind./100m<sup>2</sup> die höchste mittlere Abundanz überhaupt an der Fangstation Tschernaja Retschka berechnet wurde. Wie bei der Flunder nahmen in allen Untersuchungsjahren die Abundanzen und Biomassen der Polarflunder zum September hin zu. Danach gingen sie wieder stark zurück. Im Oktober 2005 wurde an der Unterstation 1 für die Polarflunder die kleinste mittlere Abundanz und Biomasse registriert (1 Ind./100m<sup>2</sup>, 47 g/100m<sup>2</sup>).



**Abb. 36:** Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) (mit Standardabweichung) der Polarflunder und Flunder an den Unterstationen der Fangstation Tschernaja Retschka im Zeitraum August 2004 bis September 2007. \* Juni.

In den Stellnetzfängen war die Polarflunder im gesamten Untersuchungszeitraum an den Unterstationen 1 und 3 mit einem Anteil von über 90% die häufigste Plattefischart (Abb. 37). An der Unterstation 2 traten nur Polarflundern in den Fängen auf. Auch bei der Biomasse lag der Anteil der Polarflunder bei nahezu allen Fangterminen über 90%. Eine Ausnahme davon waren die Fänge im September 2005 an der Unterstation 1 sowie im Oktober 2005 an der Unterstation 3, dort konnte die Polarflunder einen Anteil von nur 39 bzw. 56% am Fang aufweisen. Die Kliesche trat nur an der Unterstation 3 in den Fängen auf. Insgesamt wurden vier Klieschen der Altersgruppen II und IV gefangen.

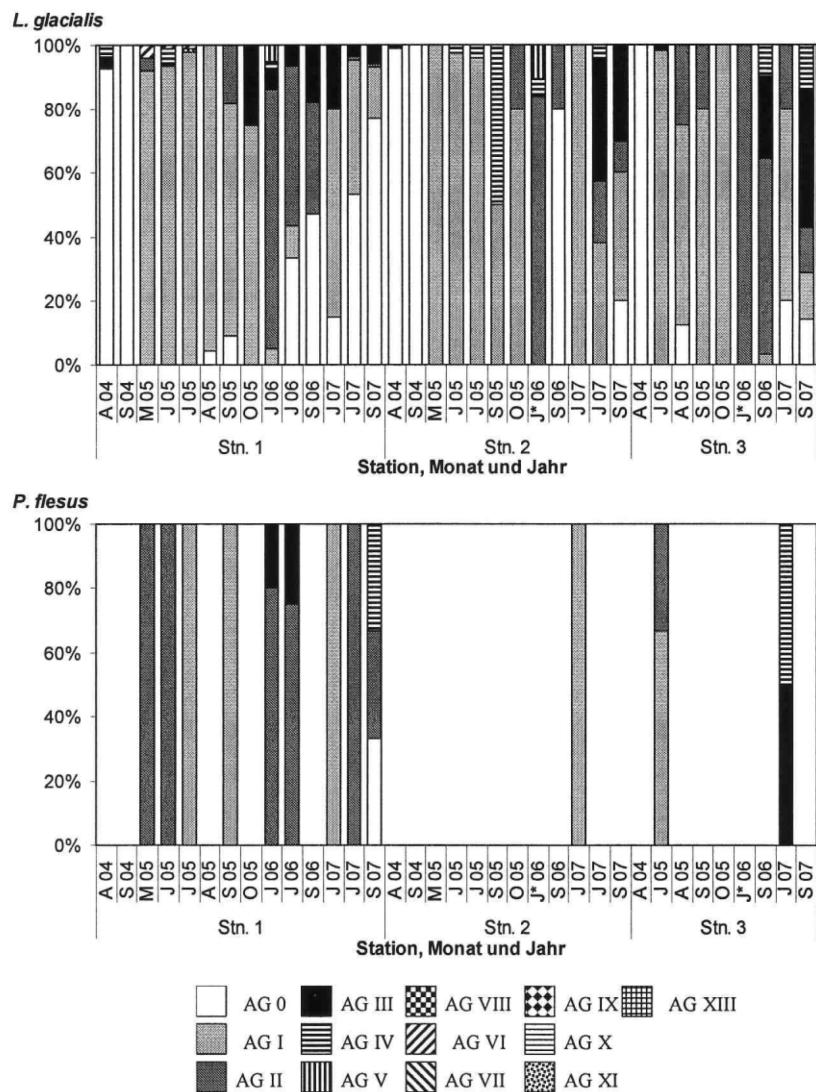


**Abb. 37:** Individuenhäufigkeit [%] (A) und Biomasseanteil [%] (B) der Polarflunder, Kliesche und Flunder in den Stellnetzfängen an den Unterstationen der Fangstation Tschernaja Retschka im Zeitraum Mai 2005 bis September 2007. \* Juni.

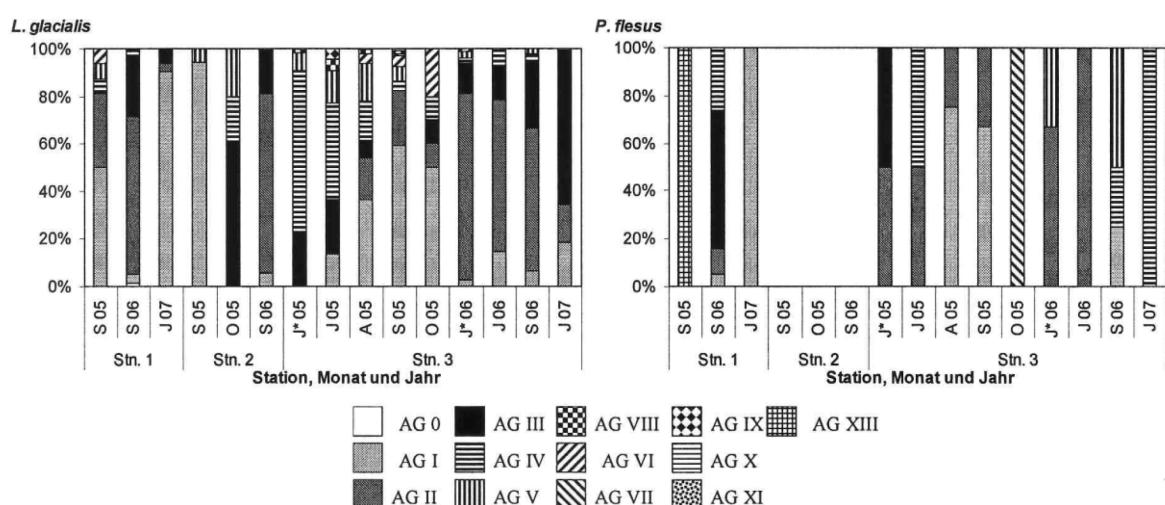
Bei der Polarflunder dominierten in den Wadenfängen an den Unterstationen 1 und 2 die Tiere der Altersgruppe I und 0 (Abb. 38). Dabei waren in den Monaten Mai bis Juli die Tiere der Altersgruppe I und ab August die Tiere der Altersgruppe 0 am zahlreichsten in den Fängen. Eine Ausnahme davon war das Untersuchungsjahr 2005. Es wurden in diesem Jahr nur insgesamt 3 Tiere der Altersgruppe 0 gefangen, deswegen bestimmten die Tiere der Altersgruppe I in diesem Jahr in allen Monaten den Fang. An der Unterstation 3 waren vor allem Polarflundern der Altersgruppe I und II am häufigsten. Tiere der Altersgruppe 0 wurden im gesamten Zeitraum an dieser Unterstation nur vereinzelt ( $n=7$ ) gefangen. An allen drei Unterstationen nahm die Zahl der Altersgruppen zum September hin zu.

Bei der Flunder waren es vor allem Tiere der Altersgruppen I-II, die den Fang bestimmten. Einsömmige Flundern wurden nur vereinzelt registriert. In allen Untersuchungsjahren traten die ersten Tiere der Altersgruppe 0 Mitte September in den Fängen auf. Auch bei der Flunder konnte eine Zunahme der Anzahl der Altersgruppen zum September hin beobachtet werden.

In den Stellnetzfängen dominierten an den Unterstationen 1 und 2 Polarflundern der Altersgruppen I und II die Fänge (Abb. 39). Im Bereich der Unterstation 3 waren die



**Abb. 38:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder und Flunder in den Wadenfängen an den Unterstationen (Stn. 1-3) der Fangstation Tschernaja Retschka im Zeitraum August 2004 bis September 2007. \* Juni.



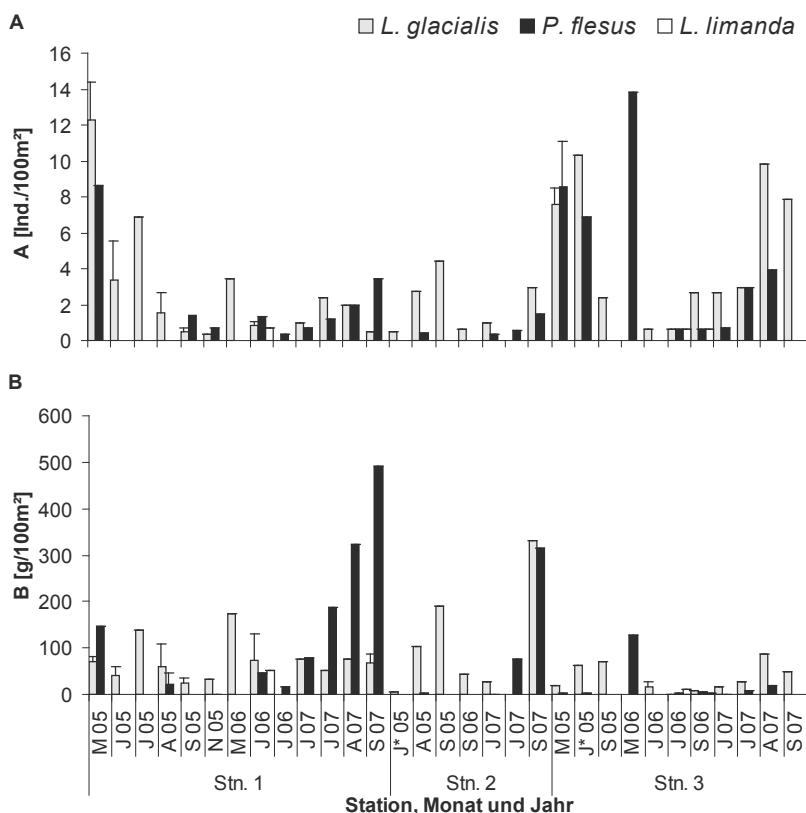
**Abb. 39:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder und Flunder in den Stellnetzfängen an den Unterstationen (Stn. 1-3) der Fangstation Tschernaja Retschka im Zeitraum August 2004 bis September 2007. \* Juni.

gefangenen Polarflunder im Durchschnitt älter. Wie in den Wadenfängen nahm die Zahl der Altersgruppen an den drei Unterstationen zum September hin zu.

Bei den Flundern wurden hauptsächlich mit dem Stellnetz Tiere der Altergruppen II und III gefangen. Bei der Flunder wie auch bei der Polarflunder waren die gefangenen Fische in den Herbstmonaten im Durchschnitt älter.

#### Fangstation Kislaja

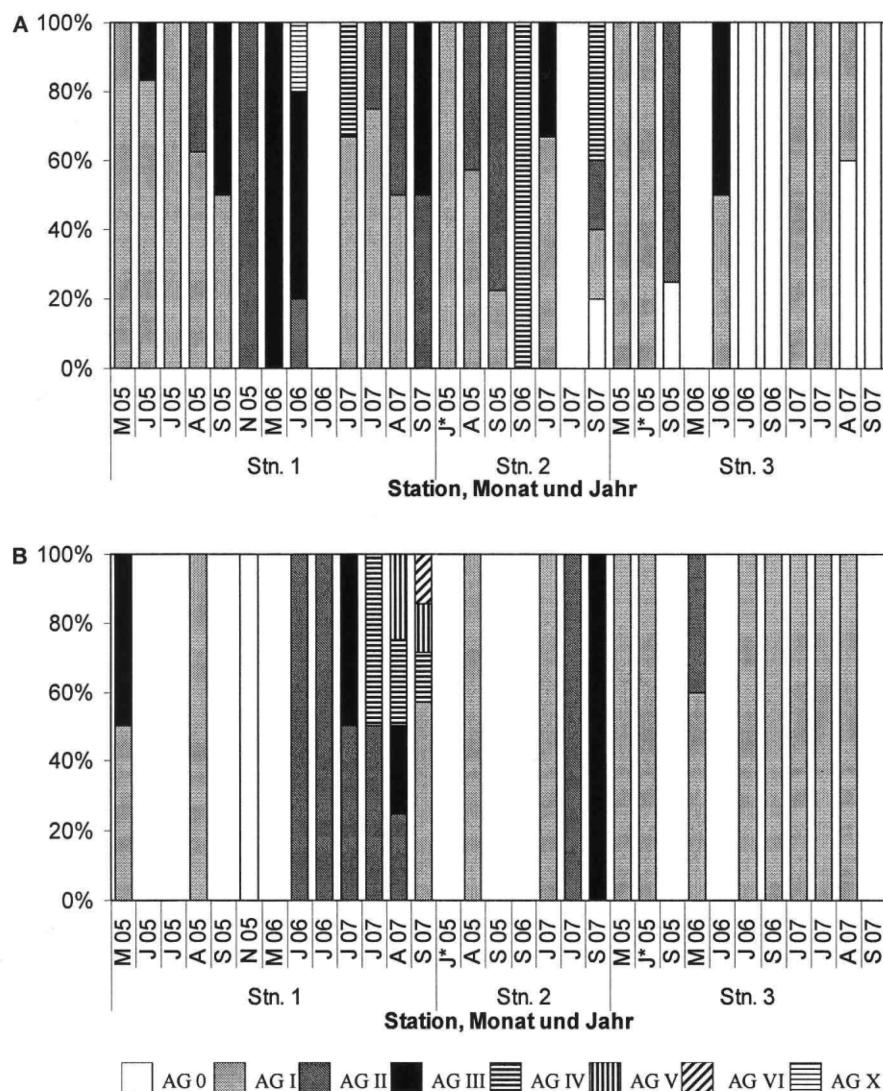
Die Polarflunder und Flunder traten an den Unterstationen 1 und 3 an fast allen Fangterminen gemeinsam in den Fängen auf (Abb. 40). Dagegen wurde an der Unterstation 2 die Flunder nur vereinzelt ( $n=4$ ) gefangen. Die Polarflunder zeigte an der Unterstation 1 und 3 höhere mittlere Abundanzen (max. 12,2 Ind./100m<sup>2</sup>) als die Flunder. Diese dagegen wies an der Unterstation 1 höhere Biomassen auf (max. 490 g/100m<sup>2</sup>). An den drei Unterstationen hatten beide Arten jeweils am Anfang (Mai) und am Ende der Wachstumssaison (September) die höchsten mittleren Abundanzen und mittleren Biomassen. Beide Arten wiesen an der Unterstation 3 im Vergleich zu den anderen Unterstationen geringere Biomassen auf.



**Abb. 40:** Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) (mit Standardabweichung) der Polarflunder und Flunder an den Unterstationen der Fangstation Kislaja im Zeitraum Mai 2005 bis September 2007. \* Juni.

Neben Flunder und Polarflunder konnten auch Klieschen an den Unterstationen 1 und 3 registriert werden. Insgesamt wurden im gesamten Untersuchungszeitraum sieben Klieschen der Altersgruppen I-IV gefangen (0,6-0,7 Ind./100m<sup>2</sup>, 3,4-51,4 g/100m<sup>2</sup>).

Bei der Polarflunder waren an der Unterstation 1 und 2 die Tiere der Altersgruppe I die häufigsten in den Fängen (Abb. 41). Die Bedeutung anderer Altersgruppen (und da vor allem der Altersgruppen II und III) stieg in allen Untersuchungsjahren gegen Ende der Fangsaison (September-November) an. An beiden Unterstationen fehlten die Tiere der Altersgruppe 0, mit Ausnahme eines gefangenenen Tieres dieser Altersgruppe im September 2007 an der Unterstation 2, in den Fängen. An der Unterstation 3 waren in allen Jahren die Tiere der Altersgruppe I vom Mai bis Juli am häufigsten, danach dominierten die Tiere der Altersgruppe 0 die Fänge.

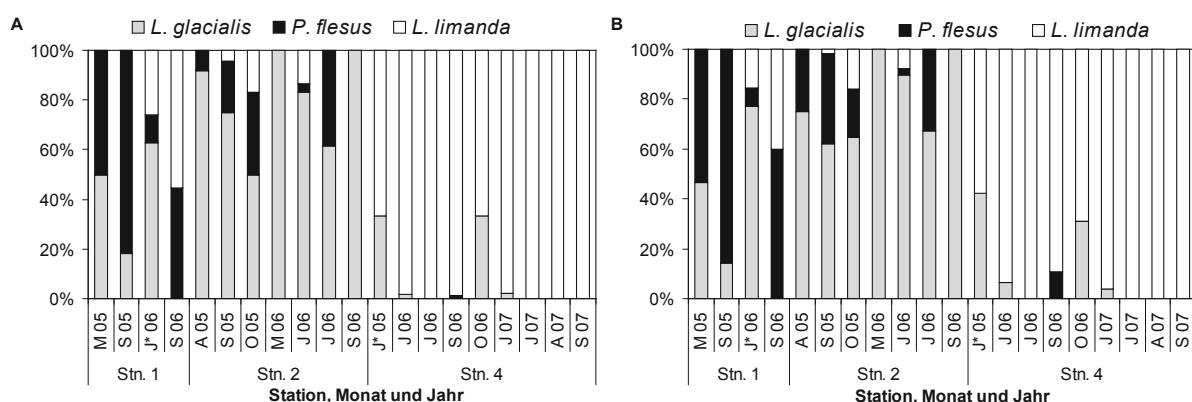


**Abb. 41:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder (A) und Flunder (B) in den Wadenfängen an den Unterstationen der Fangstation Kislaja im Zeitraum Mai 2005 bis September 2007. \* Juni.

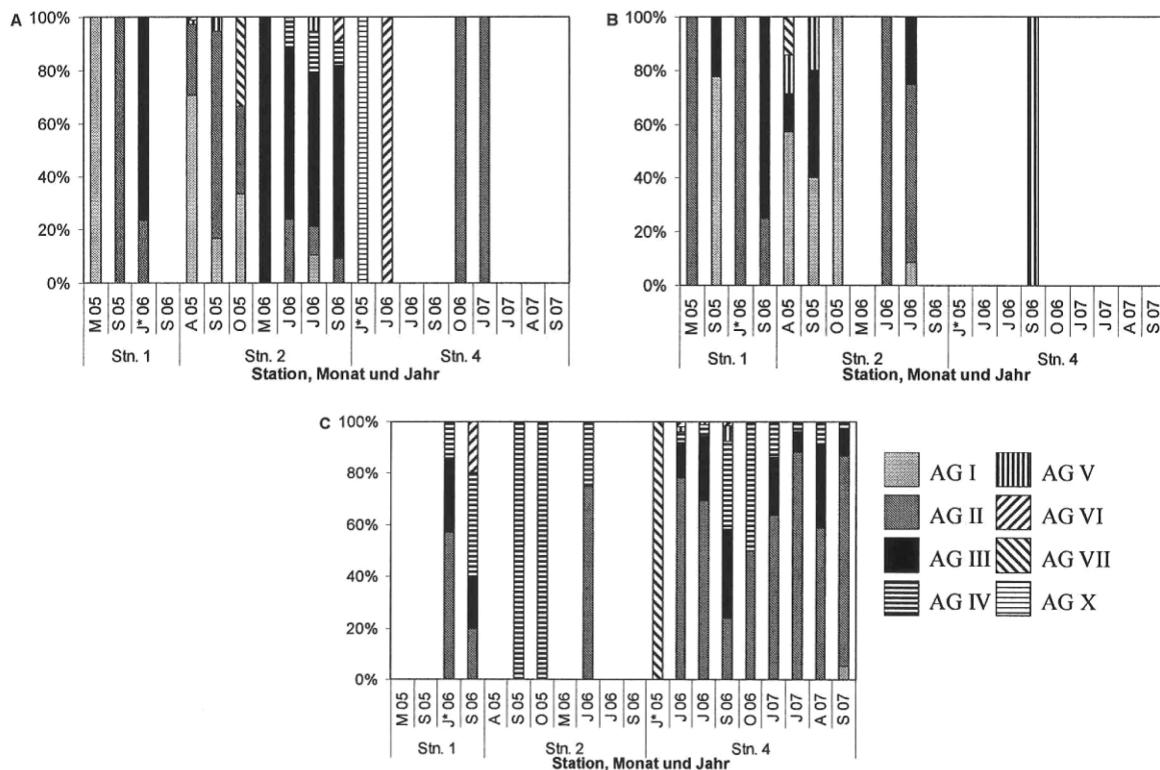
Bei der Flunder waren an der Unterstation 1 in den Jahren 2006 und 2007 die Tiere der Altersgruppe II am häufigsten. Im Untersuchungsjahr 2005 dagegen bestimmten Flundern der Altersgruppe I mit fast 65% den Fang. Wie bei der Polarflunder nahm das Altersspektrum der Flunder zum Ende der Fangsaison zu. An der Unterstation 3 wurden nahezu im gesamten Zeitraum, mit Ausnahme des Fanges im Mai 2006, ausschließlich Flundern der Altersgruppe I gefangen. Flundern der Altersgruppe 0 traten nur einmalig im November 2005 an der Unterstation 1 in den Fängen auf.

Das Stellnetz kam im Bereich der Fangstation Kislaja an den Unterstationen 1, 2 und 4 zum Einsatz (Abb. 42). An der Unterstation 1 war die Polarflunder am Anfang der Fangsaison (Mai-Juni) der häufigste Plattfisch. Dagegen war am Ende der Fangsaison (September) die Flunder in den Fängen am zahlreichsten. Auch stellte die Flunder nahezu in allen Monaten die größte Biomasse an dieser Unterstation. An der Unterstation 2 war die Polarflunder im gesamten Untersuchungszeitraum mit Anteilen von 50 bis 100% der häufigste Plattfisch. Der Anteil der Kliesche war an den Fängen an den Unterstationen 1 und 2 vergleichsweise gering. Dagegen war sie an der Unterstation 4 der dominante Plattfisch in den Fängen. Die beiden anderen Arten wurden an dieser Unterstation nur vereinzelt gefangen.

Bei der Polarflunder bestimmten an den Unterstationen 1 und 2 vor allem Tiere der Altersgruppen I-III die Fänge (Abb. 43). An der Unterstation 4 wurden nur Polarflundern der Altersgruppe II gefangen. Bei der Kliesche waren die Tiere der Altersgruppe II an allen drei Unterstationen am häufigsten. Daneben hatten aber auch Klieschen der Altersgruppen III und IV einen gewissen Anteil an den Fängen. Bei der Flunder dominierten die Tiere der Altersgruppen I und II an den Unterstationen 1 und 2. Ältere Flunder traten vor allem gegen Ende der Saison in den Fängen auf. An der Unterstation 4 wurden nur Tiere der Altersgruppe V gefangen.



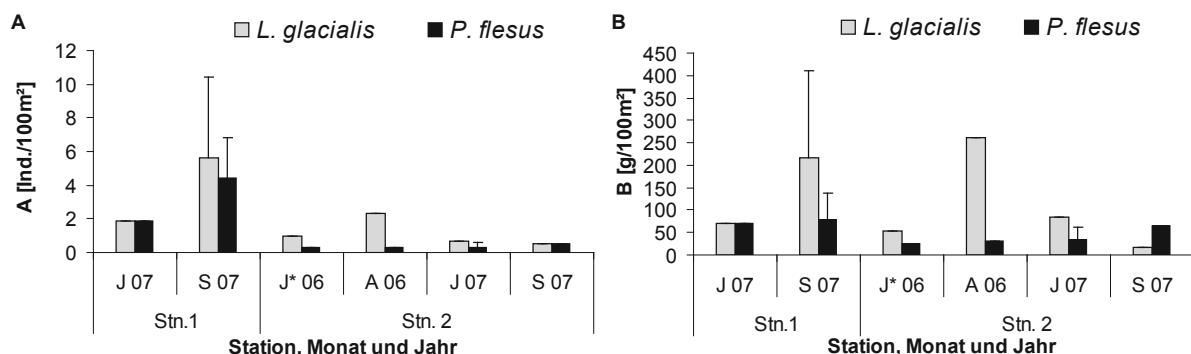
**Abb. 42:** Individuenhäufigkeit [%] (A) und Biomasseanteil [%] (B) der Polarflunder, Kliesche und Flunder in den Stellnetzfängen an den Unterstationen der Fangstation Kislaja im Zeitraum April 2005 bis September 2007.  
\* Juni.



**Abb. 43:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder (A), der Flunder (B) und Kliesche (C) in den Stellnetzfängen an den Unterstationen der Fangstation Kislaja im Zeitraum April 2005 bis September 2007.  
\* Juni.

#### Fangstation Kusokozki

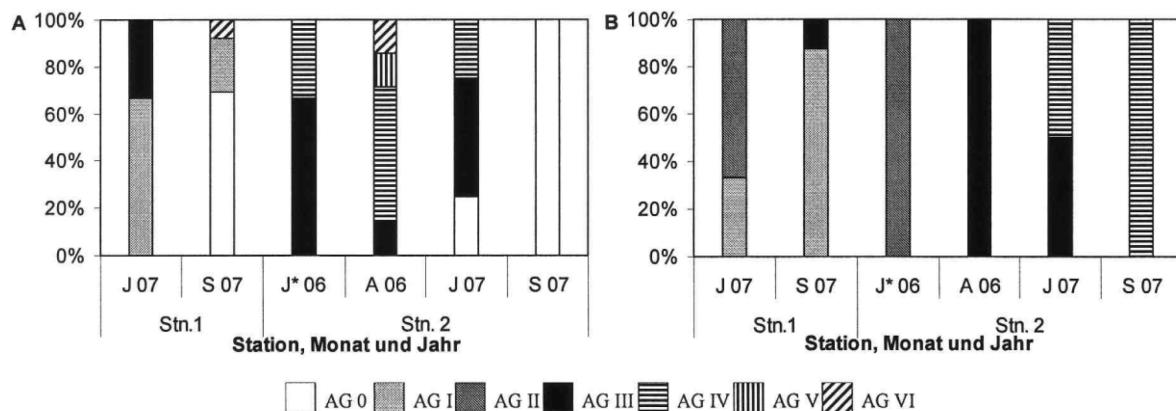
Die Polarflunder wies an beiden Unterstationen höhere mittlere Abundanzen und Biomassen auf als die Flunder (Abb. 44). An der Unterstation 1 nahm die Abundanz und Biomasse beider Arten vom Juli zum September um das zwei-, bis dreifache zu. Beide Arten hatten an der Unterstation 1 weit höhere mittlere Abundanzen und Biomassen als an der Unterstation 2.



**Abb. 44:** Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) (mit Standardabweichung) der Polarflunder und Flunder an den Unterstationen der Fangstation Kusokozki im Zeitraum Juni 2006 bis September 2007. \* Juni.

Ausgenommen davon war der Fang im August 2006 an der Unterstation 2, wo die Polarflunder ihre maximalste Biomasse in diesem Gebiet aufwies. Die Kliesche konnte mit der Wade im gesamten Untersuchungszeitraum nicht gefangen werden.

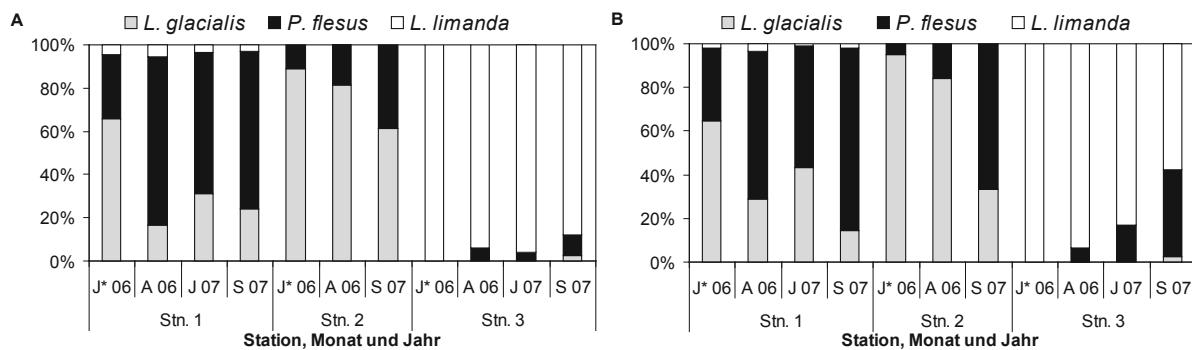
Bei der Polarflunder waren an der Station 1 im Juli die Tiere der Altersgruppe I und im September die Tiere der Altersgruppe 0 am häufigsten in den Fängen (Abb. 45). An der Unterstation 2 waren die Polarflunder im Durchschnitt älter als an der Unterstation 1. Vor allem bestimmten Tiere der Altersgruppe III und IV den Fang. Auch bei der Flunder waren die gefangenen Tiere an der Unterstation 1 um ein bis zwei Jahre jünger als an der Unterstation 2. Während an der Unterstation 1 die Altersgruppen I und II den Fang bestimmten, waren an der Unterstation 2 Tiere der Altersgruppe III und IV am zahlreichsten.



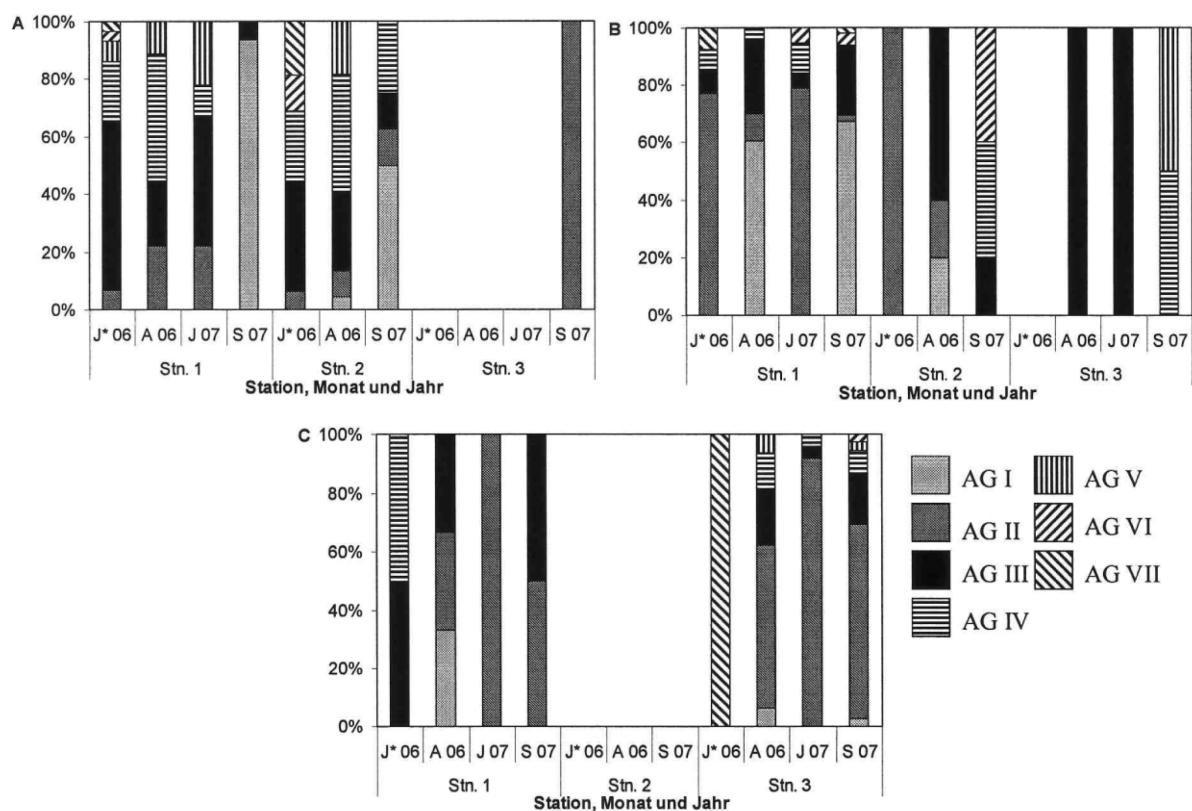
**Abb. 45:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder (A) und Flunder (B) in den Wadenfängen an den Unterstationen der Fangstation Kusokozki im Zeitraum Juni 2006 bis September 2007. \* Juni.

Die Abb. 46 zeigt die saisonale Fangverteilung der drei Plattfischarten in den Stellnetzfängen an den Unterstationen 1 bis 3 in den Untersuchungsjahren 2006 und 2007. An der Unterstation 2 war die Polarflunder im gesamten Untersuchungszeitraum der dominanteste Plattfisch, während die Flunder an der Unterstation 1, bis auf den Fangtermin im Juni 2006, die häufigste Art war. Dagegen trat sie nur vereinzelt in den Fängen an der Unterstation 2 auf. Die Kliesche konnte an der Unterstationen 1 nur vereinzelt und an der Unterstation 2 überhaupt nicht nachgewiesen werden. Dagegen war sie an der Unterstation 3 mit Anteilen von über 90% der dominanteste Plattfisch.

Im Jahr 2006 und im Juli 2007 zählten die gefangenen Polarflunder an den Unterstationen 1 und 2 vor allem zu den Altersgruppen III-IV (Abb. 47). Im September 2007 dagegen waren die einjährigen Polarflunder (AG I) mit über 90% am häufigsten. Bei der Kliesche waren es vor allem die Tiere der Altersgruppe II, die den Fang an den Unterstationen 1 und 3 bestimmten. Bei der Flunder waren an der Unterstation 1 die Tiere der Altersgruppen I-II



**Abb. 46:** Individuenhäufigkeit [%] (A) und Biomasseanteil [%] (B) der Polarflunder, Kliesche und Flunder in den Stellnetzfängen an den Unterstationen der Fangstation Kusokozki im Zeitraum Juni 2006 bis September 2007. \* Juni.

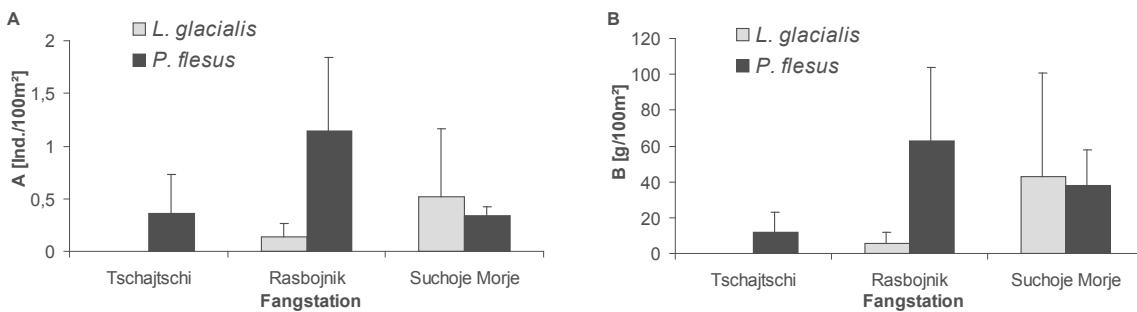


**Abb. 47:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder (A), der Flunder (B) und der Kliesche (C) in den Stellnetzfängen an den Unterstationen der Fangstation Kusokozki im Zeitraum Juni 2006 bis September 2007. \* Juni.

am häufigsten an der Unterstationen 1. An den Unterstationen 2 und 3 waren die Flundern im Durchschnitt älter.

### 3.2.3.2. Dwina-Delta

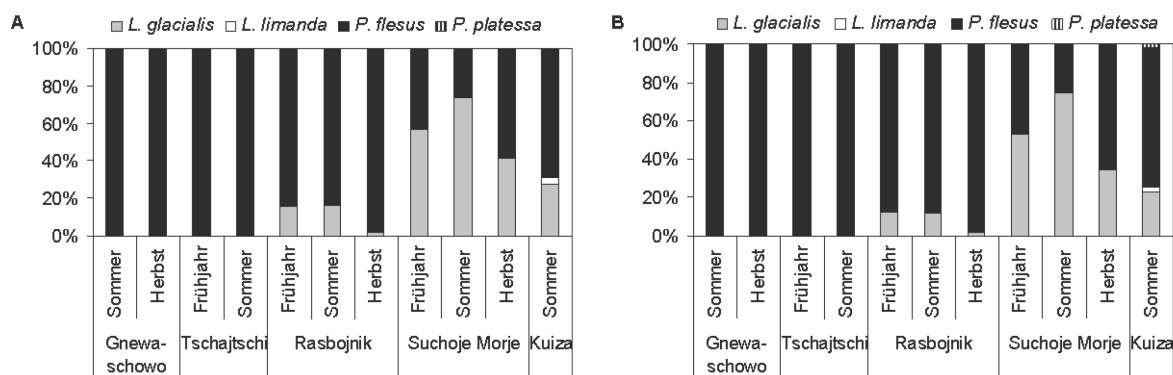
Die Flunder zeigte ihre höchste mittlere Abundanz und Biomasse an der Fangstation Rasbojnik ( $1,1 \text{ Ind./100m}^2$ ,  $62,8 \text{ g/100m}^2$ ) (Abb. 48). Die Polarflunder dagegen hatte ihre



**Abb. 48:** Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) (mit Standardabweichung) der Polarflunder und Flunder an den Fangstationen im Dwina-Delta (für den Untersuchungszeitraum August 2005 bis Oktober 2006).

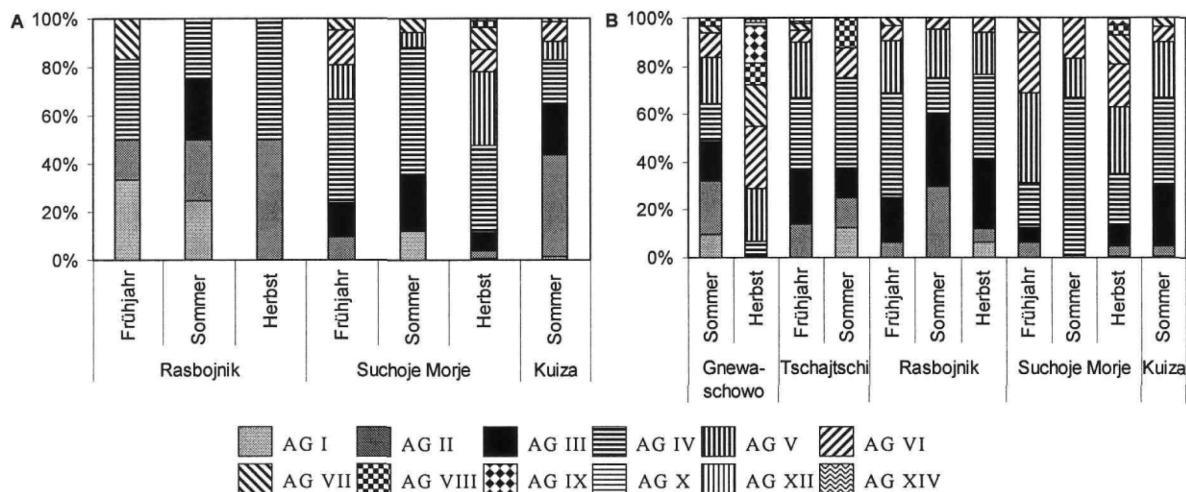
höchste Abundanz und Biomasse an der Fangstation Suchoje Morje. Dabei war ihre Abundanz an dieser Station um das 1,5fache und ihre Biomasse um das 1,1fache größer als bei der Flunder. An der Fangstation Tschajtschi kam die Polarflunder überhaupt nicht vor.

In Abb. 49 wird die jahreszeitliche Fangverteilung der Plattfische in den Stellnetzfängen dargestellt. An den limnischen bzw. oligohalinen Fangstationen Gnewaschowo und Tschajtschi wurden nur Flundern gefangen. Mit Zunahme des Salzgehaltes nahm der Anteil der Polarflunder immer stärker zu. An der Station Suchoje Morje stellte sie sogar im Frühjahr und Sommer die größten Individuenzahlen sowie Biomassen. An der Station Kuiza, der am weitesten vom Delta gelegenen Fangstation, wurden neben der Flunder und Polarflunder auch Klieschen (n=9) und Schollen (n=2) gefangen. Ihr Anteil am Fang war aber sehr gering.



**Abb. 49:** Individuenhäufigkeit [%] (A) und Biomasseanteil [%] (B) der Polarflunder, Kliesche, Flunder und Scholle in den Stellnetzfängen an den Fangstationen im Dwina-Delta (für den Untersuchungszeitraum August 2005 bis Oktober 2006).

Bei der Polarflunder bestimmten an der Fangstation Rasbojnik im Frühjahr und Sommer Tiere der Altersgruppe I und II und im Herbst Tiere der Altersgruppe II und IV den Fang (Abb. 50). An der Fangstation Suchoje Morje dominierten im gesamten Zeitraum Tiere der Altersgruppe IV den Fang. Zum Herbst hin war eine Zunahme der Altersgruppenspannweite zu verzeichnen. An der Station Kuiza waren die Altersgruppen II-III die häufigsten im Fang.



**Abb. 50:** Saisonale Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder (A) und der Flunder (B) in den Stellnetzfängen an den Fangstationen im Dwina-Delta im Untersuchungszeitraum August 2005 bis Oktober 2006.

Bei der Flunder bestimmten an allen Fangstationen die Tiere der Altersgruppen III-V den Fang. Dabei war im Frühjahr und vor allem im Herbst der Anteil von älteren Flndern größer als im Sommer. Wie bei der Polarflunder nahm das Alterspektrum der Flunder an den Fangstationen zum Herbst hin zu.

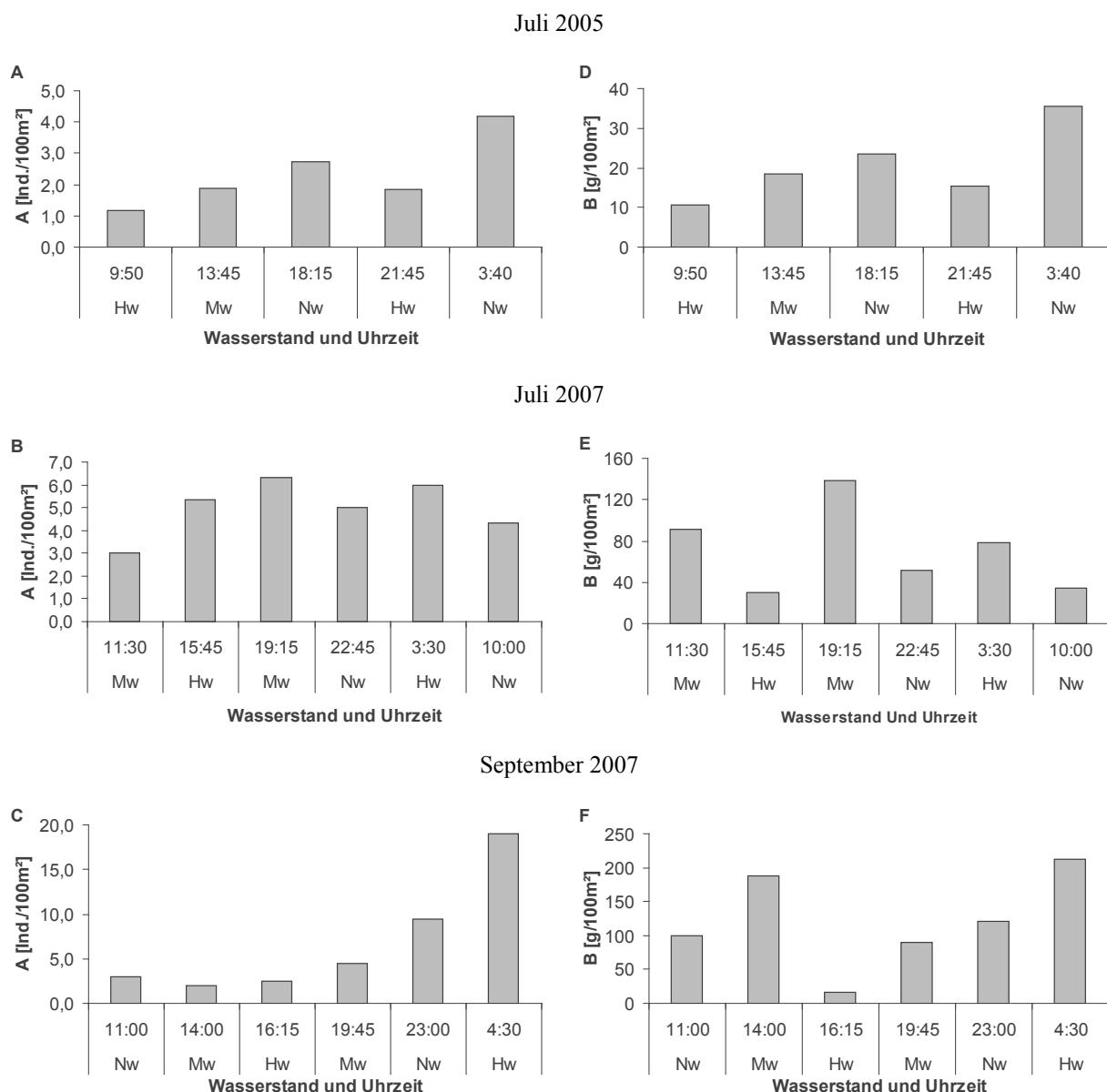
### 3.2.4. Tages- und Tidenperiodische Habitatwechsel

#### Fangstation Tschernaja Retschka

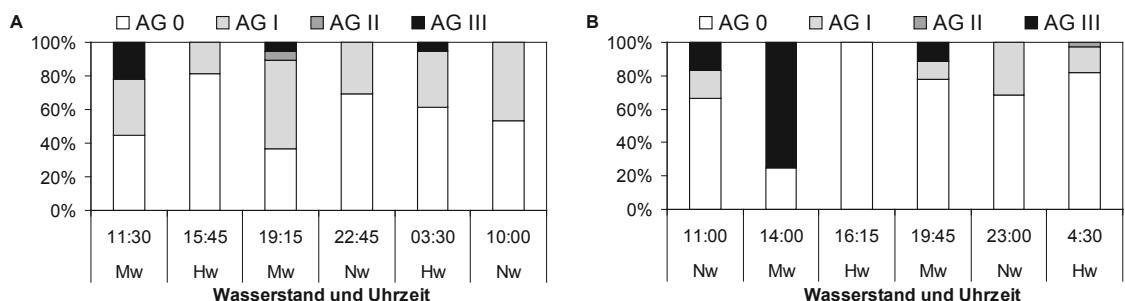
In Abb. 51 sind die Ergebnisse der 24 Stunden-Fischerei dargestellt. Die Flunder wurde bei diesen Untersuchungen nur vereinzelt in den Fängen angetroffen (insgesamt n=4), deshalb wurde sie aus der Darstellung weggelassen.

Im Juli 2005 (10.-11.07.) wies die Polarflunder bei Niedrigwasser die größten mittleren Abundanzen und mittleren Biomassen auf. Bei Hochwasser waren die Abundanzen und Biomassen der Tiere fast halb so groß wie bei Niedrigwasser. Bei Hoch- und Niedrigwasser waren die Abundanzen und Biomassen in den Nachtstunden höher als am Tage. Im Juli 2007 (26.-27.07.) waren die Unterschiede in den Abundanzen zwischen den verschiedenen Tiden sowie zwischen den Tag- und Nachstunden sehr gering. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass an diesen Tagen zwischen den Tiden nur geringe Wasserstandsschwankungen auftraten (s. dazu Abschnitt 2.1, S. 7). Bei den Biomassen dagegen waren diese Unterschiede deutlicher ausgeprägt. Die Polarflunder wies bei steigendem wie bei fallendem mittleren Wasser die höchsten Biomassen auf. Des weiteren wurden bei ihr in den Nachtstunden bei Hoch- und Niedrigwasser größere Biomassen festgestellt als am Tage.

Im September (08.-09.09.) 2007 wurden die höchsten Abundanzen und Biomassen nachts bei



**Abb. 51:** Veränderung der Abundanz (A, B und C) und Biomasse (D, E und F) der Polarflunder im Tidenverlauf an der Unterstation 1 der Fangstation Tschernaja Retschka. Nw- Niedrigwasser, Hw- Hochwasser, Mw- Mittleres Wasser.



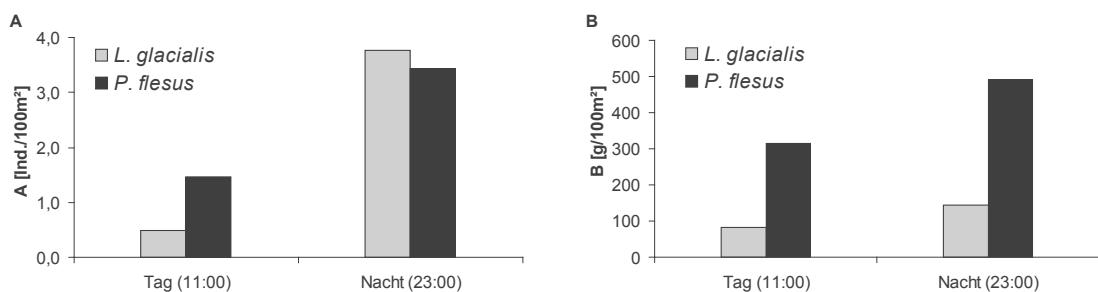
**Abb. 52:** Veränderung der Altershäufigkeitsverteilung [%] der Polarflunder im Tidenverlauf an der Unterstation 1 der Fangstation Tschernaja Retschka: **A** Juli 2007 und **B** September 2007.

Hochwasser registriert. Im Gegensatz zu den Sommerfängen in den Jahren 2005 und 2007 waren die Abundanz- und Biomassen Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtstunden deutlicher ausgeprägt. Sie waren nachts drei- bis achtmal so hoch wie am Tag.

Im Juli 2005 zählten alle gefangenen Tiere zur Altersgruppe I. Im Jahr 2007 dagegen waren im Juli und auch im September Polarflundern der Altersgruppe 0 am häufigsten (Abb. 52), die Tiere der Altersgruppe I am zweithäufigsten in den Fängen.

#### Fangstation Kislaja

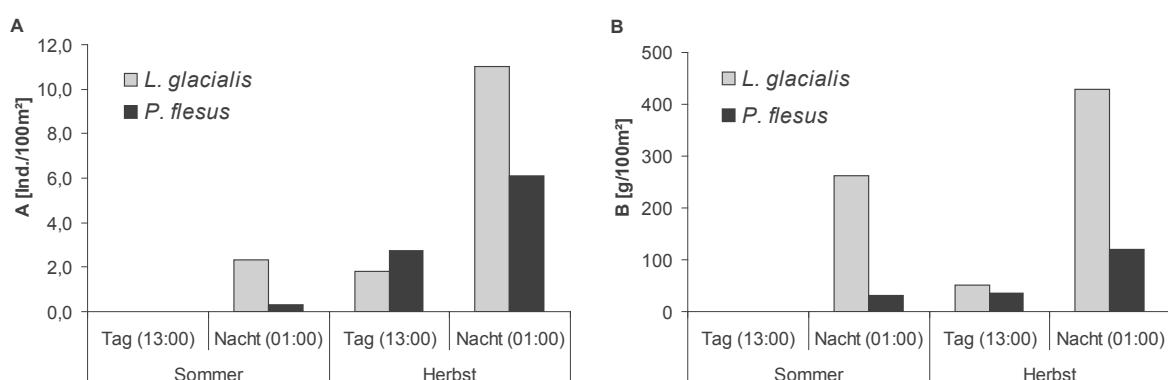
Die Polarflunder und die Flunder wiesen nachts bedeutend höhere Abundanzen und Biomassen auf als am Tag (Abb. 53). Dabei waren bei der Polarflunder die Biomassen Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtfängen geringer ausgeprägt als die Unterschiede zwischen den Abundanzen. Bei beiden Arten bestimmten die juvenilen Tiere (AG 0-II) die Fänge am Tage und in der Nacht.



**Abb. 53:** Veränderung der Abundanz (A) und Biomasse (B) der Polarflunder und Flunder zwischen Tag und Nacht im September 2007 an der Unterstation 1 der Fangstation Kislaja.

#### Fangstation Kusokozki

Im Juli (15.-16.07.) 2007 konnten am Tag keine Plattfische gefangen werden (Abb. 54). Auch nachts wurden nur wenige Tiere erbeutet (Polarflunder n=7; Flunder n=1). Im September



**Abb. 54:** Veränderung der Abundanz (A) und Biomasse (B) der Polarflunder und Flunder zwischen Tag und Nacht im Juli (15.-16.07.) und September (01.-02.09.) 2007 an der Unterstation 1 der Fangstation Kusokozki.

waren dann die Abundanz- und Biomassenunterschiede bei beiden Arten zwischen den Tag- und Nachtfängen stärker ausgeprägt. Nachts waren bei der Polarflunder die Abundanzen und die Biomassen um das sechs- bzw. achtfache und bei der Flunder um das zwei- bzw. dreifache höher als am Tage. In beiden Untersuchungsmonaten bestimmten bei beiden Arten die juvenilen Tiere (hauptsächlich die Altersgruppen 0-I) die Fänge.

### 3.2.5. Multivariate Ordination

#### Einfluss der Habitatparameter auf die Fischgemeinschaft im Bereich der Halbinsel Kindo

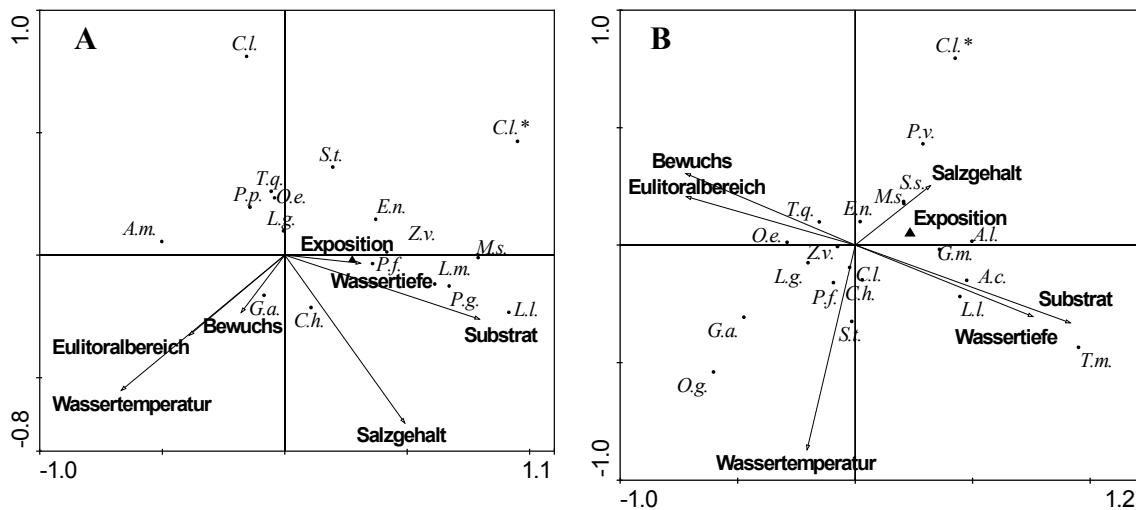
Wie aus dem Abschnitt 3.2.2. hervorging, war die Zusammensetzung in den Waden- und Stellnetzfängen sehr unterschiedlich, so dass im folgenden die Darstellung des Materials getrennt nach den Fanggeräten dargestellt wird. Das Material aus den Reusenfängen wurde aus der Darstellung weggelassen, da die Reuse nur sporadisch und nicht im gesamten Bereich der Halbinsel Kindo zum Einsatz kam.

In Tab. 46 sind die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) und der F-Wert für die Waden- und Stellnetzfänge aufgeführt. Bei den Wadenfängen erwiesen sich sechs der sieben getesteten Umweltvariablen statistisch signifikant. Dagegen zeigten für das Datenmaterial aus den Stellnetzfängen nur vier Variablen signifikanten Einfluss auf die Varianz der Daten. Bei beiden Fanggeräten waren die Parameter Substrat und Wassertemperatur für den größten Teil der Varianzen des Materials verantwortlich. Während die Variable Exposition (Wind und Wellen) bei den Daten aus den Wadenfängen keine Signifikanz aufwies, hatte sie für das Material aus den Stellnetzfängen einen signifikanten Einfluss.

**Tab. 46:** Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p < 0,05$ ) und F-Wert (Monte-Carlo-Test) der getesteten Umweltparameter für die Fischgemeinschaft im Bereich der Halbinsel Kindo in den Waden- und Stellnetzfängen.

| Umweltparameter           | Wade  |        | Stellnetz |        |
|---------------------------|-------|--------|-----------|--------|
|                           | p     | F-Wert | p         | F-Wert |
| Substrat                  | 0,003 | 12,94  | 0,003     | 17,73  |
| Wassertemperatur          | 0,003 | 10,34  | 0,003     | 7,37   |
| Salzgehalt                | 0,003 | 7,17   | 0,023     | 2,25   |
| Eulitoralbereich          | 0,003 | 3,69   | 0,425     | 0,95   |
| Bewuchs                   | 0,020 | 2,39   | 0,635     | 0,60   |
| Wassertiefe               | 0,027 | 2,21   | 0,389     | 0,89   |
| Exposition (Wind, Wellen) | 0,100 | 1,68   | 0,003     | 3,41   |

In Abb. 55 ist die Verteilung der Arten der Fischgemeinschaft in den Waden- und Stellnetzfängen als Biplot-Diagramm einer CCA dargestellt. Dabei beschreibt die erste Achse mit einem Eigenwert von 0,135 bei den Wadenfängen und 0,331 bei den Stellnetzfängen einen signifikanten Anteil von 47,8 bzw. 62,2% an der gesamten Varianz der Art-Umwelt-



**Abb. 55:** Biplot-Diagramm einer CCA der 24 Arten basierend auf der Anzahl der Arten und den Messwerten von sieben Umweltparametern von 254 Hols mit der Wade (A) bzw. 149 Fangtagen mit dem Stellnetz (B). Abkürzungen Fische siehe Tab. 42.

Beziehung. Die ersten beiden Achsen stellen insgesamt 83,4% (Wadenfängen) bzw. 84,6% (Stellnetzfänge) der Datenvarianz dar.

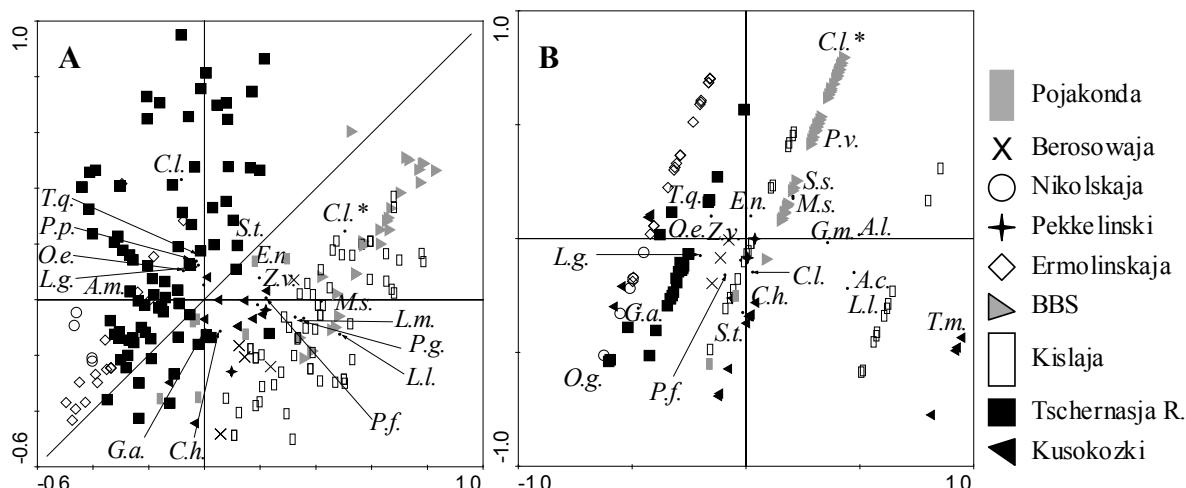
Aus der Abb. 55 A ist zu erkennen, dass die Kliesche (*L. limanda*) zusammen mit den Arten *L. medium* sowie *P. gunellus* in den Wadenfängen positiv mit dem Parameter Substrat korreliert ist. Die Flunder (*P. flesus*) zeigt in dieser Abbildung eine nahe Lage zu den Parametern Substrat und Wassertiefe. Des weiteren ist zu erkennen, dass *G. aculeatus* stark positiv mit dem Parameter Bewuchs korreliert ist, während *C. harengus* nah an der Variable Salzgehalt im Diagramm liegt. Die Polarflunder (*L. glacialis*) wies dagegen, wie auch *T. quadricornis*, *P. pungitius* und *O. eperlanus*, eine negative Korrelation zu den Umweltvariablen Salzgehalt und Substrat auf. Die Arten *C. lavaretus*, *C. lumpenus* und *A. marinus* nehmen im Diagramm eine isolierte Position ein.

Aus der Darstellung des Datenmaterials aus den Stellnetzfängen ist zu erkennen, dass die Parameter Wassertiefe und Substrat negativ korreliert zu den Variablen Bewuchs und Größe des Eulitoralbereichs sind (Abb. 55 B). So ging der Bewuchs mit steigender Wassertiefe sowie mit der Zunahme von groben sandigen Substarten zurück. Auch die Größe der Eulitoralflächen war bei Fangstationen mit größeren Substraten und hoher Wassertiefe geringer. Die Kliesche ist wie bei den Wadenfängen positiv mit dem Parameter Substrat korreliert. Zusätzlich spielt der Parameter Wassertiefe eine Rolle bei der Verteilung dieser Art. Polarflunder und Flunder liegen im Gegensatz zu den Wadenfängen im Diagramm näher zusammen. Die Arten *T. quadricornis*, *O. eperlanus* und *Z. viviparus* sind mit den Umweltvariablen Bewuchs und Größe des Eulitoralbereichs positiv korreliert. Die Arten *G. morrhua* und *A. lupus* liegen in Richtung des Parameters Exposition und die Arten *M.*

*scorpius* und *S. salar* in Richtung der Variable Salzgehalt. Die meisten anderen Arten liegen nah bei der Variable Wassertemperatur.

Die Abb. 56 zeigt die Verteilung der Arten und Hols (Wade) bzw. Stelltage (Stellnetz), welche den jeweiligen Fangstationen zugeordnet wurden, hinsichtlich der getesteten sieben Umweltvariablen. Bei den Daten aus den Wadenfängen in Abb. 56 A lassen sich ungefähr links und rechts des Koordinatenursprungs zwei Gruppen erkennen. Die Hols der Fangstationen Tschernaja Retschka, Ermolinskaja, und Nikolskaja gruppieren sich dabei schräg links oberhalb sowie unterhalb der Diagonale. Die Stationen Kislaja, Kusokozki, BBS, Berosowaja und Pekkelinski dagegen ordnen sich rechts davon an. Die Hols an der Fangstation Pojakonda liegen zwischen den beiden Gruppen. Weiterhin ist aus der Abbildung zu erkennen, dass auch diese Gruppierung von den Arten vollzogen wird. Die Polarflunder sowie *T. quadricornis*, *O. eperlanus* und *S. trutta* aber auch die beiden Stichlingsarten lagen im Zentrum der linken Gruppe hauptsächlich im Bereich der Fangstation Tschernaja Retschka. Die beiden anderen Plattfischarten liegen in der rechten Gruppe, wobei die Kliesche am äußeren Rand bei den Hols im Bereich der Fangstation Kislaja abundant war. Die Flunder hatte ihren höchste Abundanz im Bereich der Hols der Stationen Kusokozki und Kislaja.

Bei den Stellnetzfängen ist keine eindeutige Gruppierung zu erkennen (Abb. 56 B). Die einzelnen Proben der jeweiligen Stationen liegen in diagonaler Ausrichtung nahezu parallel zueinander. Auch hier ist wie bei den Wadenfängen zu erkennen, dass die Polarflunder hauptsächlich im Bereich der Fangstation Tschernaja Retschka liegt, während die Flunder



**Abb. 56:** Biplot-Diagramm einer CCA der 24 Arten mit den sieben Umweltparameter. Dargestellt ist die Artenverteilung in den 254 Hols (A, Wadenfänge) bzw. 153 Stelltagen (B, Stellnetzfänge), diese wurden den jeweiligen Stationen zugeordnet (siehe Legende). Abkürzungen Fische siehe Tab. 42.

sich in der Nähe der Proben der Fangstationen Kislaja und Kusokozki anordnet. Die Kliesche liegt wie bei den Wadenfängen am Rand in der Nähe der Unterstation 4 der Fangstation Kislaja.

*Einfluss der Habitatparameter auf die Altersgruppenverteilung von Polarflunder und Flunder im Bereich der Halbinsel Kindo*

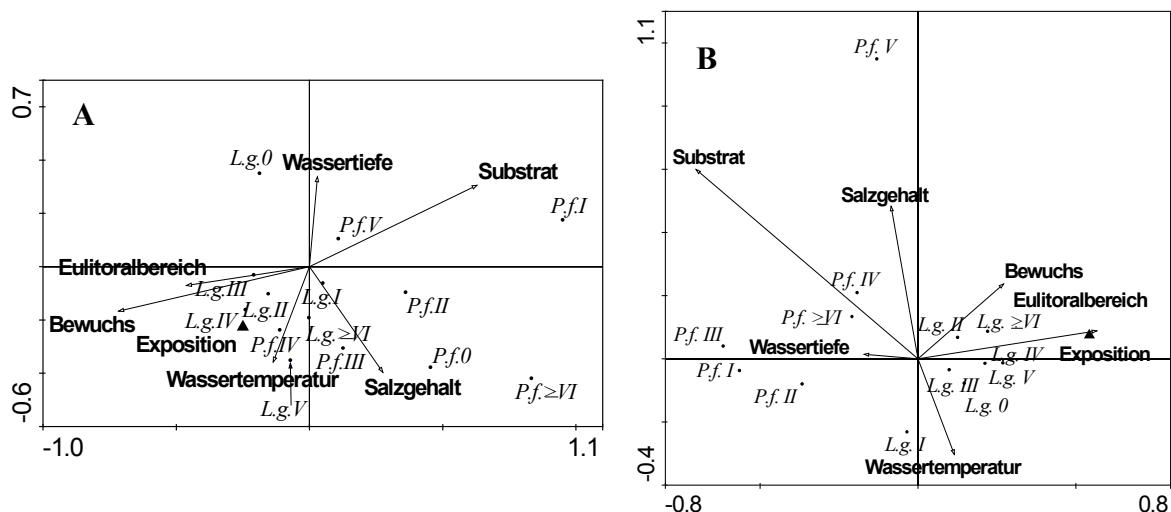
Bei den Datensätzen aus den Wadenfängen hatten die Umweltparameter Bewuchs, Salzgehalt, Exposition zu Wind und Wellen sowie die Wassertiefe einen signifikanten Einfluss auf die Verteilung der verschiedenen Altersgruppen (Tab. 47). Die Parameter Wassertemperatur, Größe des Eulitoralbereichs sowie das Substrat spielten dagegen keine Rolle. Aber im Gegensatz zu den Wadenfängen hatte die Variable Substrat den größten signifikanten Einfluss auf die Verteilung der Altersgruppen bei den Datensätzen aus den Stellnetzfängen. Daneben zeigten, wie bei dem Material aus den Wadenfängen, die Umweltparameter Bewuchs sowie Exposition zu Wind und Wellen eine signifikante Wirkung auf die Verteilung der verschiedenen Altersgruppen von Polarflunder und Flunder.

**Tab. 47:** Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p<0,05$ ) und F-Wert (Monte-Carlo-Test) der getesteten Umweltparameter für die Umweltansprüche der verschiedenen Altersgruppen von Polarflunder und Flunder im Bereich der Halbinsel Kindo.

| Umweltparameter           | Wade  |        | Stellnetz |        |
|---------------------------|-------|--------|-----------|--------|
|                           | p     | F-Wert | p         | F-Wert |
| Bewuchs                   | 0,003 | 5,00   | 0,003     | 2,80   |
| Salzgehalt                | 0,007 | 3,17   | 0,312     | 1,13   |
| Exposition (Wind, Wellen) | 0,013 | 2,41   | 0,010     | 2,26   |
| Wassertiefe               | 0,017 | 2,08   | 0,980     | 0,39   |
| Wassertemperatur          | 0,060 | 1,67   | 0,724     | 0,70   |
| Substrat                  | 0,259 | 1,24   | 0,003     | 4,14   |
| Eulitoralbereich          | 0,176 | 1,36   | 0,259     | 1,13   |

In Abb. 57 ist die Verteilung der Altersgruppen als Ergebnis einer CCA dargestellt. Dabei beschreiben die ersten beiden Achsen (Eigenwerte von 0,170 bzw. 0,065) bei dem Datenmaterial aus den Wadenfängen 76% der gesamten Varianz. Bei den Datensätzen aus den Stellnetzfängen haben die ersten beiden Achsen Eigenwerte von 0,141 bzw. 0,045. Sie haben damit einen Anteil von 70,9% an der gesamten Varianz der Altersgruppen-Umwelt-Beziehung.

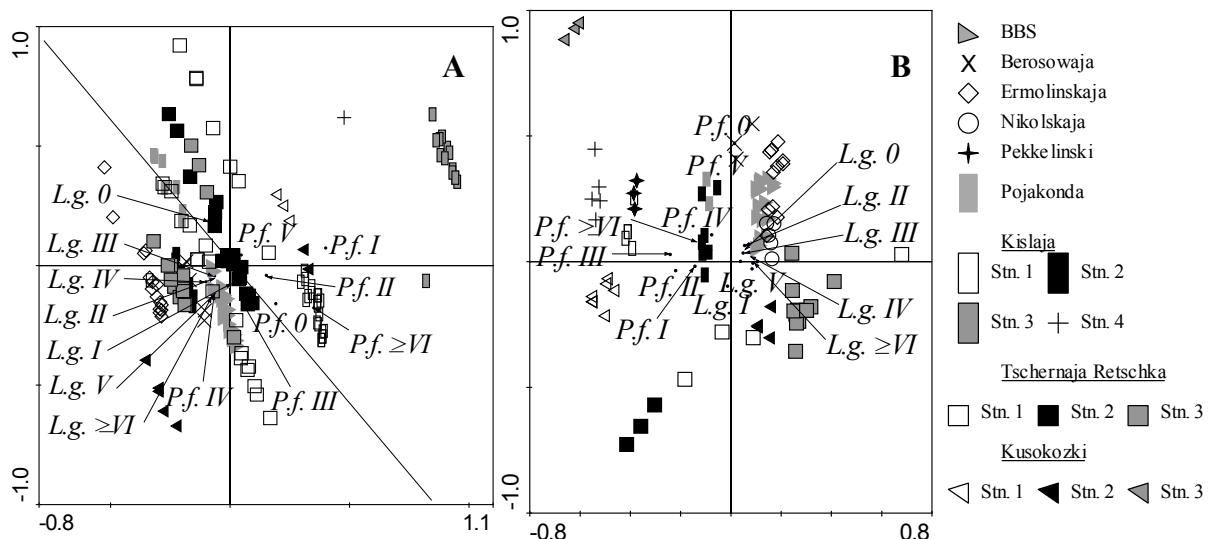
Bei den Datensätzen aus den Wadenfängen (Abb. 57 A) gruppieren sich die meisten Altersgruppen (0-III und V- $\geq$ VI) der Flunder sowie die Altersgruppe I der Polarflunder rechts vom Koordinatenursprung und da vor allem in der unteren Hälfte. Dieser Bereich wird von



**Abb. 57:** Biplot-Diagramm einer CCA der verschiedenen Altersgruppen (0- $\geq VI$ ) von Polarflunder (L.g.) und Flunder (P.f.) im Bereich der Halbinsel Kindo basierend auf deren Anzahl in den Waden- (**A**, 176 Hols) und Stellnetzfängen (**B**, 94 Stelltage) und den Messwerten von sieben Umweltparametern.

den Habitatparametern Salzgehalt und Substrat bestimmt. Die Altersgruppe IV der Flunder sowie fast alle Altersgruppen der Polarflunder ordnen sich in der unteren linken Hälfte des Koordinatensystems an. Dieser Bereich wird von vielen Parametern, vor allem aber durch die Variablen Bewuchs und Wassertemperatur, beeinflusst. Dabei zeigen die Variablen Bewuchs sowie Größe des Eulitoralbereichs eine negative Korrelation zu der Variable Substrat. Die Altersgruppe 0 der Polarflunder nimmt eine isolierte Position im Diagramm ein. Sie liegt im Bereich des Habitatparameters Wassertiefe. Bei den Datensätzen aus den Stellnetzfängen lassen sich wie in den Wadenfängen die verschiedenen Altersgruppen von Polarflunder und Flunder gut voneinander trennen, hinsichtlich ihrer Bevorzugung von bestimmten Parametern (Abb. 57 B). Alle Altersgruppen der Flunder liegen auf der linken Seite des Koordinatensystems. Dieser Bereich wird hauptsächlich von dem Habitatparameter Substrat bestimmt. Dabei zeigen die Flundern eine Zunahme ihres Anteils in den Fängen mit größeren Substraten. Die Altersgruppe V der Flunder nimmt im Koordinatensystem eine isolierte Position ein. Die meisten Altersgruppen der Polarflunder liegen auf der rechten Seite des Koordinatensystems in enger Beziehung zu den Parametern Bewuchs, Exposition zu Wind und Wellen sowie zur Größe des Eulitoralbereichs. Die Altersgruppe I liegt mehr oder weniger zwischen beiden Gruppen in der Nähe zu dem Parameter Wassertemperatur.

Die Abb. 58 zeigt die Verteilung der Altersgruppen beider Plattfischarten und der Proben aus den Waden- (A) und Stellnetzfängen (B) in Abhängigkeit von den sieben getesteten Habitatparametern. Die Proben wurden den jeweiligen Fangstationen zugeordnet. Weiterhin erfolgte eine Aufteilung der Proben der Fangstationen Kislaja, Kusokozi und Tschernaja



**Abb. 58:** Biplot-Diagramm einer CCA. Dargestellt ist die Altersgruppenverteilung von Polarflunder (L.g.) und Flunder (P.f.) in den 176 Hols (A, **Wadenfänge**) bzw. 94 Stelltagen bzw. Proben (B, **Stellnetzfänge**), diese wurden den jeweiligen Fangstationen zugeordnet (siehe Legende).

Retschka in ihre Unterstationen (s. Abschnitt 2.1.). Die Datensätze aus den Wadenfängen (Abb. 58 A) kann man durch eine Diagonale, welche von links oben nach rechts unten durch den Koordinatenursprung geht, in zwei Gruppen aufteilen. Dabei gruppieren sich die Proben der Fangstationen aus der Gruppe 2 (Einteilung siehe Abschnitt 3.2.1.) rechts oberhalb der Diagonalen. Auch einige Proben der Fangstationen der Gruppe 1 (Pekkelinski und Unterstation 3 der Fangstation Tschernaja Retschka) liegen in diesem Bereich. Fast alle Altersgruppen der Flunder, mit Ausnahme der Altersgruppe IV, sowie die Altersgruppe I der Polarflunder liegen in diesem Bereich in enger Beziehung zu den Parametern Substrat und Wassertiefe. Die meisten Fangstationen der Gruppe 1 ordnen sich links unterhalb der Diagonalen an. Dieser Bereich wird hauptsächlich durch die Habitatparameter Bewuchs, Salzgehalt und Wassertemperatur bestimmt. Die Polarflundern der Altersgruppen 0 sowie II und älter haben in diesem Bereich ihre größte Häufigkeit.

Auch bei den Stellnetzfängen kann man eine deutliche Trennung zwischen den Proben der Fangstationen der Gruppe 1 und 2 erkennen (Abb. 58 B). Dabei gruppieren sich die Stationen der Gruppe 2 auf der linken Seite im Koordinatensystem. In diesem Bereich haben alle Altersgruppen der Flunder ihre größte Häufigkeit. Die Proben der Gruppe 1 liegen auf der rechten Seite des Koordinatensystems, alle Altersgruppen der Polarflunder haben in diesem Bereich ihre größte Häufigkeit.

Die Proben der Fangstationen der Gruppe 3, mit Ausnahme derer der Station BBS, liegen bei den Waden- und Stellnetzfängen isoliert von den anderen jeweils an den Rändern des Koordinatensystems.

*Einfluss der Habitatparameter auf die Altersgruppenverteilung von Polarflunder und Flunder im Dwina-Delta*

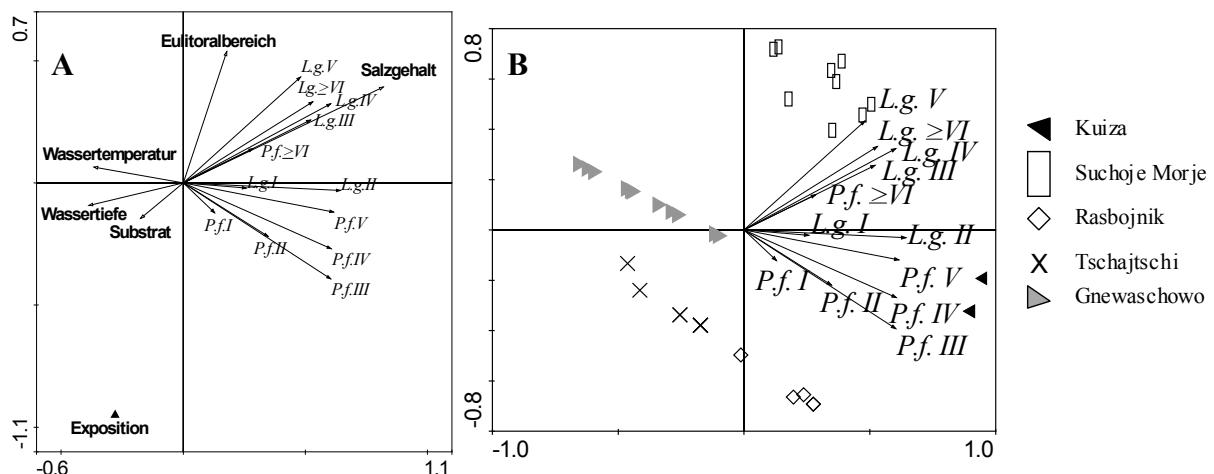
Für die Analyse der Beziehung zwischen den Altersgruppen der Plattfische und den Umweltparametern wurden 37 Proben aus den Stellnetzfängen verwendet.

Die Altersgruppenverteilung der Polarflunder und Flunder wurde signifikant durch die Umweltparameter Salzgehalt, Wassertiefe sowie Wassertemperatur beeinflusst (Tab. 48). Die Parameter Substrat, Größe des Eulitoralbereichs sowie die Exposition zu Wellen und Wind spielten für die Verteilung der Altersgruppen eine geringe Rolle. Die beiden Achsen der RDA-Analyse erklären mit einem Anteil von 86,4% an der gesamten Datenvarianz die Beziehung der Altersgruppen zu den Habitatparametern. Die verschiedenen Altersgruppen von Polarflunder und Flunder lassen sich im Diagramm gut aufteilen. Dabei liegen die Altersgruppen III- $\geq$ VI der Polarflunder sowie die Altersgruppe  $\geq$ VI der Flunder rechts oberhalb des Koordinatenursprungs stark positiv korreliert mit dem Salzgehalt (Abb. 59 A), während die meisten Altersgruppen der Flunder rechts unterhalb des Koordinatenursprungs in der negativen Richtung zur Verlängerung der Wassertemperatur liegen. Die Altersgruppen I und II der Polarflunder befinden sich zwischen beiden Gruppen auf der horizontalen Achse ebenfalls auf der rechten Seite des Koordinatensystems.

Die Proben der im limnischen bzw. oligohalinen Bereich gelegenen Fangstationen Gnewaschowo und Tschajtschi liegen auf der linken Seite im Koordinatensystem (Abb. 59 B). Dieser Bereich wird signifikant von den Parametern Wassertiefe und Wassertemperatur bestimmt. Die Proben der Stationen Rasbojnik, Suchoje Morje und Kuiza, welche sich am Ausgang bzw. außerhalb des Deltas befinden, gruppieren sich rechts des Koordinatenursprungs. Die Altersgruppen III- $\geq$ VI der Polarflunder liegen in der Nähe der Proben der Station Suchoje Morje.

**Tab. 48:** Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p<0,05$ ) und F-Wert der getesteten Umweltparameter für die Umweltansprüche der verschiedenen Altersgruppen von Polarflunder und Flunder im Dwina-Delta.

| Umweltparameter           | p     | F-Wert |
|---------------------------|-------|--------|
| Salzgehalt                | 0,003 | 8,79   |
| Wassertiefe               | 0,013 | 3,34   |
| Wassertemperatur          | 0,047 | 2,42   |
| Substrat                  | 0,140 | 1,79   |
| Eulitoralbereich          | 0,226 | 1,41   |
| Exposition (Wind, Wellen) | 0,362 | 0,93   |



**Abb. 59:** Biplot-Diagramm einer RDA der verschiedenen Altersgruppen von Polarflunder (L.g.) und Flunder (P.f.) im Dwina-Delta **A** Artwerte und Umweltparameter, **B** Artwerte und Aufnahmewerte.

### 3.2.6. Nahrungsökologie der Plattfische

#### 3.2.6.1. Halbinsel Kino

Von den gefangenen Polarflundern wurden 3134 Magen-Darmtrakte untersucht. Es wurden dabei insgesamt 38434 Nährtiere mit einer Gesamtmasse von 1155,3g gefunden, welche sich auf 43 verschiedene Taxa aufgliedern lassen (Tab. 49). Die Insecta (9 Arten) und Crustaceen (8 Arten) waren die artenreichsten Nahrungsgruppen. Die Polychaeten und Bivalvier waren mit jeweils 7 bzw. 6 Arten in der Nahrung der Polarflunder vertreten. Die weiteren Nahrungsgruppen stellten, bis auf die Gastropoda mit 3 Arten, nur ein Taxon an der Nahrung der Polarflunder. Der Gastropode *Hydrobia ulvae* war mit 41,4% die zahlenstärkste Art in der Nahrung. Bei der Biomasse war er hinter *Macoma balthica* (35,2%) mit 14,6% an zweiter Stelle. Die Art *M. balthica* wurde auch in den meisten untersuchten Polarflundern angetroffen (41,4%), wiederum vor dem Gastropoden *H. ulvae*. Bei den von den Polarflundern gefressenen Crustaceen und Insecta waren die Taxa *Gammarus* sp. und Chironimidenlarven die häufigsten Vertreter. Bei den Polychaeten waren es die Arten *Nereis* sp. und *Arenicola marina*.

Bei den 392 untersuchten Flndern wurden insgesamt 3269 Nährtiere mit einer Gesamtmasse von 359,1g gefunden, welche sich auf 31 Taxa verteilten. Die artenreichsten Nahrungsgruppen waren die Insecta mit 6 Arten sowie die Polychaeten, Bivalvier und Crustaceen mit jeweils 5 Arten. Alle anderen Nahrungsgruppen waren nur mit einer Art an der Nahrung der Flunder vertreten. Eine Ausnahme waren die Gastropoda mit zwei Arten. Die Art *M. balthica* war das zahlenstärkste Nährtier (37,1%). Nahezu die Hälfte (49,9%) der von den Flndern gefressenen Biomasse wurde sogar von *M. balthica* gestellt. Sie war auch die am weitesten verbreitete Art bei den untersuchten Flndern (f=32,5%). Der Polychaet *Nereis*

**Tab. 49:** Nahrungszusammensetzung der Plattfische im Bereich der Halbinsel Kindo im Zeitraum August 2004 bis September 2007: H- Häufigkeit; B- Biomasse, f- frequenz. \* prozentualer Anteil <0,1%.

| Fanggebiet                      |  | Halbinsel Kindo            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
|---------------------------------|--|----------------------------|------|------|---------------------------|------|-------|------------------------|------|------|
| Plattfischart                   |  | <i>Liopsetta glacialis</i> |      |      | <i>Platichthys flesus</i> |      |       | <i>Limanda limanda</i> |      |      |
| Nährtier taxa                   |  | H %                        | B %  | f %  | H %                       | B %  | f %   | H %                    | B %  | f %  |
| <b>Bivalvia</b>                 |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>Macoma balthica</i>          |  | 13,2                       | 35,2 | 41,4 | 37,1                      | 49,9 | 32,5  | 3,7                    | 1,7  | 5,7  |
| <i>Mya arenaria</i>             |  | 1,4                        | 3,7  | 4,3  | 5,7                       | 5,8  | 7,7   | 0,6                    | 0,8  | 1,4  |
| <i>Mytilus edulis</i>           |  | 1,7                        | 3,4  | 5,6  | 0,3                       | 0,1  | 1,5   | 0,2                    | 0*   | 0,5  |
| <i>Musculus discors</i>         |  | 0,1                        | 0,1  | 0,6  | -                         | -    | -     | 0,2                    | 0,1  | 0,7  |
| <i>Serripes groenlandicus</i>   |  | 0,1                        | 0,2  | 0,4  | 0,1                       | 0*   | 0,5   | 9,7                    | 11,8 | 2,5  |
| <i>Tridonta</i> sp.             |  | -                          | -    | -    | -                         | -    | -     | 0,3                    | 0,3  | 0,7  |
| <i>Siphon</i>                   |  | 0,5                        | 1,3  | 1,4  | 0,1                       | 0,5  | 0,7   | 0,1                    | 0,2  | 0,2  |
| <b>Gastropoda</b>               |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>Hydrobia ulvae</i>           |  | 44,6                       | 14,8 | 24,9 | 0,3                       | 0*   | 1,7   | 1,7                    | 0,2  | 0,5  |
| <i>Littorina</i> sp.            |  | 5,6                        | 3,5  | 2,7  | 0,3                       | 0,2  | 0,2   | -                      | -    | -    |
| <i>Cychlina occulta</i>         |  | 0,1                        | 0*   | 0,5  | -                         | -    | -     | 0,5                    | 0,1  | 0,5  |
| <i>Testudinata tessellata</i>   |  | -                          | -    | -    | -                         | -    | -     | 0,4                    | 1,0  | 0,2  |
| <i>Theodoxus fluviatilis</i>    |  | -                          | -    | -    | -                         | -    | -     | 0,2                    | 0,3  | 0,5  |
| <b>Crustacea</b>                |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>Gammarus</i> sp.             |  | 5,8                        | 3,9  | 16,2 | 4,9                       | 0,8  | 9,4   | 16,3                   | 4,5  | 26,4 |
| <i>Caprella septentrionalis</i> |  | 0*                         | 0*   | 0,1  | -                         | -    | -     | 3,0                    | 2,1  | 1,8  |
| <i>Melita</i> sp.               |  | 0*                         | 0*   | 0,2  | -                         | -    | -     | -                      | -    | -    |
| <i>Jaera albifrons</i>          |  | 0,5                        | 0*   | 1,3  | 1,3                       | 0*   | 1,3   | -                      | -    | -    |
| <i>Diastylis glabra minor</i>   |  | 0*                         | 0*   | 0,1  | 0*                        | 0*   | 0,2   | 5,5                    | 0,8  | 6,7  |
| <i>Mysis oculata</i>            |  | 0*                         | 0*   | 0,1  | 2,9                       | 0,2  | 4,0   | 0,6                    | 0*   | 0,7  |
| <i>Crangon crangon</i>          |  | 0*                         | 0,2  | 0,2  | 0,1                       | 0,7  | 1,0   | 0,4                    | 3,8  | 0,9  |
| Ostracoda                       |  | 0*                         | 0*   | 0*   | -                         | -    | -     | -                      | -    | -    |
| <b>Polychaeta</b>               |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>Arenicola marina</i>         |  | 0,5                        | 12,2 | 6,2  | 2,3                       | 21,6 | 18,6  | 1,4                    | 16,0 | 4,1  |
| <i>Nereis</i> sp.               |  | 3,9                        | 11,3 | 26,4 | 11,3                      | 9,4  | 26,1  | 2,0                    | 21,0 | 5,5  |
| <i>Glycera capitata</i>         |  | 0*                         | 0*   | 0,1  | -                         | -    | -     | 0,5                    | 0,1  | 1,4  |
| <i>Ophelia limacina</i>         |  | -                          | -    | -    | -                         | -    | -     | 0,1                    | 0*   | 0,2  |
| <i>Pectinaria koreni</i>        |  | 0,1                        | 0,8  | 1,4  | 0,6                       | 1,6  | 3,0   | 6,4                    | 20,9 | 16,5 |
| <i>Scoloplos amiger</i>         |  | 0,1                        | 0,1  | 1,0  | 0,2                       | 0*   | 1,2   | 0,1                    | 0*   | 0,2  |
| Phylloocidae                    |  | 0*                         | 0*   | 0*   | 0*                        | 0*   | 0,2   | 0,2                    | 0,1  | 0,7  |
| unbest. Polychaeten             |  | 0,1                        | 0*   | 0,1  | -                         | -    | -     | 0,5                    | 0,1  | 1,1  |
| <b>Insecta</b>                  |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| Chironomidae larvae             |  | 12,2                       | 1,3  | 23,6 | 10,5                      | 0,2  | 11,6  | 8,2                    | 0,1  | 3,0  |
| Chironomidae pupae              |  | 0*                         | 0*   | 0,4  | -                         | -    | -     | -                      | -    | -    |
| Tabanida larvae                 |  | 0,5                        | 0*   | 0,3  | 3,9                       | 0*   | 1,0   | -                      | -    | -    |
| Trichoptera larvae              |  | 0,2                        | 0*   | 0,9  | 0,5                       | 0*   | 0,5   | -                      | -    | -    |
| Diptera larvae                  |  | 0,2                        | 0*   | 1,3  | 1,4                       | 0,1  | 2,5   | -                      | -    | -    |
| Insecta larvae                  |  | 0,1                        | 0*   | 0,9  | 0,1                       | 0*   | 0,2   | -                      | -    | -    |
| Diptera adult                   |  | 0*                         | 0*   | 0*   | -                         | -    | -     | -                      | -    | -    |
| Insecta adult                   |  | 0*                         | 0*   | 0,1  | -                         | -    | -     | -                      | -    | -    |
| Coleoptera adult                |  | 0*                         | 0*   | 0,2  | 0,5                       | 0,1  | 1,0   | -                      | -    | -    |
| <b>Teleostei</b>                |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>G. aculeatus</i> ovaria      |  | 0,3                        | 0*   | 0,2  | -                         | -    | -     | 27,7                   | 2,0  | 3,9  |
| <i>G. aculeatus</i> larvae      |  | 0*                         | 0*   | 0*   | 0,4                       | 0*   | 0,5   | 0,2                    | 0*   | 0,5  |
| <i>G. aculeatus</i> adult       |  | 0*                         | 0,1  | 0*   | 0,5                       | 2,5  | 1,2   | -                      | -    | -    |
| <b>Priapulida</b>               |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>Priapulus caudatus</i>       |  | 0,6                        | 2,1  | 5,7  | 3,5                       | 3,7  | 9,7   | 0,7                    | 1,2  | 1,6  |
| <b>Echinodermata</b>            |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>Ophiopholis aculeata</i>     |  | -                          | -    | -    | -                         | -    | -     | 1,3                    | 2,2  | 0,9  |
| <b>Nematoda</b>                 |  |                            |      |      |                           |      |       |                        |      |      |
| <i>Nemertini</i>                |  | 1,3                        | 0,1  | 2,4  | 0,4                       | 0*   | 2,2   | 2,7                    | 0,3  | 3,4  |
| <i>Oligochaeta</i>              |  | 5,3                        | 2,3  | 1,3  | 9,2                       | 1,2  | 2,2   | -                      | -    | -    |
| <i>Sipunculida</i>              |  | 0*                         | 0*   | 0*   | -                         | -    | -     | -                      | -    | -    |
| Acari                           |  | 0,1                        | 0*   | 0,2  | -                         | -    | -     | -                      | -    | -    |
| Plantae                         |  | 0,1                        | 0,5  | 1,6  | 0,3                       | 0,4  | 2,7   | 0,1                    | 0,1  | 0,2  |
| undef. Verdauungsmaterial       |  | 0,7                        | 2,8  | 8,5  | 1,0                       | 1,0  | 8,2   | 4,5                    | 8,2  | 13,1 |
| Gesamtanzahl Nährtiere          |  |                            |      |      | 38434                     |      | 3269  |                        | 1176 |      |
| Gesamtmasse (g) Nährtiere       |  |                            |      |      | 1155,3                    |      | 359,1 |                        | 80,0 |      |
| Artenzahl                       |  |                            |      |      | 43                        |      | 31    |                        | 32   |      |
| Nischenbreite                   |  |                            |      |      | 7,4                       |      | 6,7   |                        | 9,8  |      |
| Anzahl untersuchter Plattfische |  |                            |      |      | 3134                      |      | 392   |                        | 398  |      |
| Anzahl Fische mit leeren Mägen  |  |                            |      |      | 98                        |      | 34    |                        | 77   |      |

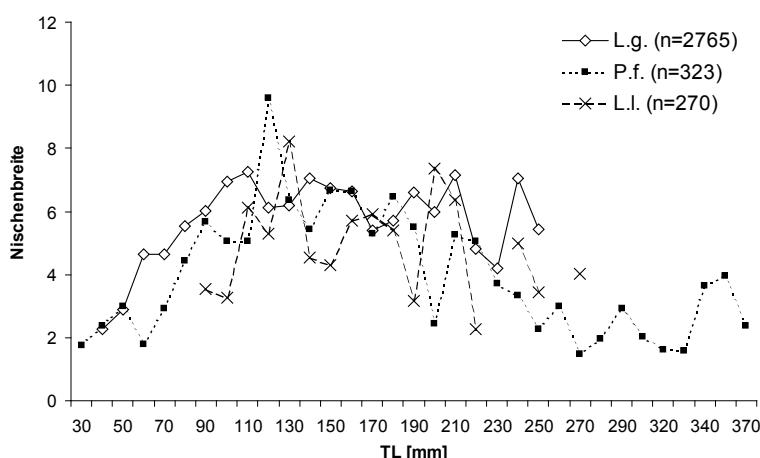
sp. war die zweithäufigste Art. Beim Biomasseanteil war er an dritter Stelle nach dem Polychaeten *A. marina*. Wie bei der Polarflunder waren bei den Crustaceen und Insecta die Taxa *Gammarus* sp. und Chironomidalarven die häufigsten Vertreter. Die Gastropoden

spielten in der Nahrung der Flunder im Gegensatz zu der der Polarflunder nur eine untergeordnete Rolle.

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden von den gefangenen Klieschen insgesamt 398 Magen-Darmtrakte untersucht. Dabei wurden 1176 Nährtiere mit einer Gesamtmasse von 80g gefunden. Es konnten insgesamt 32 Arten nachgewiesen werden. Die Polychaeten waren mit 8 Arten vertreten. Von der Nahrungsgruppe der Bivalvier wurden insgesamt 7 Arten in der Nahrung der Kliesche gefunden. Die Crustaceen und Gastropoden waren mit 5 bzw. 4 Arten an der Nahrung der Kliesche vertreten. Von den anderen Nahrungsgruppen wurde jeweils nur eine Art bei den untersuchten Klieschen angetroffen. Die Eier von dem Dreistachligen Stichling waren der zahlenstärkste Nahrungsbestandteil. Der Krebs *Gammarus* sp. war das zweithäufigsten Nährtier. Im Gegensatz zu den Stichlingseiern, die bei nur rund 4% der untersuchten Klieschen vorkamen, war *Gammarus* sp. unter den Klieschen der am weitesten verbreitete Nahrungsorganismus ( $f=26,4\%$ ). Die Polychaeten *Nereis* sp. und *Pectinaria koreni* stellten die größten Biomassen (zusammen rund 42%) von allen gefressenen Organismen. Bei den Bivalvier war die Art *Serripes groenlandicus* und bei den Gastropoden die Art *H. ulvae* die häufigste in der Nahrung der Kliesche.

Die Klieschen hatten mit einer mittleren Gesamtnischenbreite von 9,8 die größte Nischenbreite unter den Plattfischen. Bei der Polarflunder betrug die Nischenbreite 7,4. Die Flunder hatte mit 6,7 die kleinste Nischenbreite.

In Abb. 60 ist die Nischenbreite der drei Plattfischarten in Abhängigkeit von der Länge (TL) der Tiere dargestellt. Bei allen drei Arten war eine Zunahme der Nischenbreite bis zu einer Länge von 90mm bei der Flunder bzw. 100mm bei der Polarflunder und Kliesche zu



**Abb. 60:** Nischenbreite der Plattfische (Zeitraum August 2004 bis September 2007) im Bereich der Halbinsel Kindo in Abhängigkeit von der Länge der Tiere.

verzeichnen. Danach oszillierte die Nischenbreite bei der Flunder bis zu einer Länge von 230mm um den Wert von 5,0. Bei der Polarflunder betrug dieser Wert 7,0 und bei der Kliesche 5,5. Bei der Flunder nahm ab einer Länge von 230mm die Nischenbreite immer weiter ab. Die Polarflunder zeigte ab einer Länge von 220mm eine stetige Abnahme der Nischenbreite, Ausnahmen waren die Polarflundern von 240mm Länge, welche wieder eine Nischenbreite von 7,0 aufwiesen. Bei der Kliesche ging die Nischenbreite ab einer Länge von 210mm immer weiter zurück.

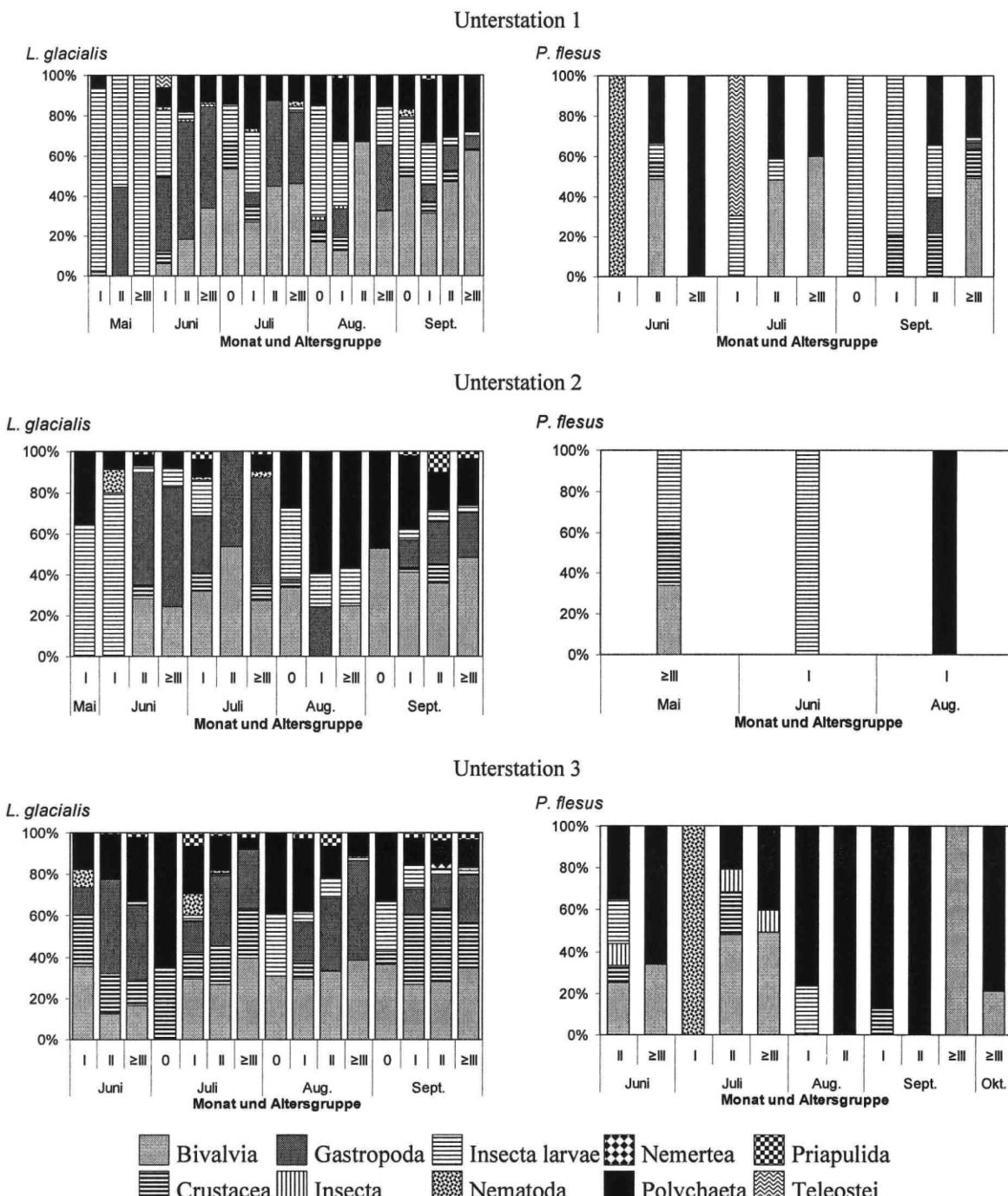
#### *Nahrungszusammensetzung der Polarflunder und der Flunder an der Fangstation Tschernaja Retschka*

Die einzelnen Altersgruppen der Polarflunder zeigten an den Unterstationen 1 und 2 einen ähnlichen saisonalen Verlauf in der Nahrungszusammensetzung (Abb. 61). Im Mai waren die Insektenlarven bei nahezu allen Altersgruppen die wichtigsten Nahrungsorganismen. In den folgenden Monaten (Juni bis August) nahm die Bedeutung der Insektenlarven an der Polarflundernahrung ab. Dagegen stieg der Anteil von Gastropoda und Bivalvier und da vor allem bei den älteren Tieren an. Im September waren dann bei allen Altersgruppen die Muscheln die häufigste Nahrungsgruppe. Auch der Anteil der Polychaeten an der Nahrung der verschiedenen Altersgruppen nahm im Laufe der Saison zu. An der Unterstation 3 wurden die Nahrung der Polarflunder hauptsächlich von Muscheln, Gastropoden und Polychaeten bestimmt. Im Gegensatz zu den anderen Stationen hatten die Insektenlarven bei den Polarflundern an dieser Unterstation eine geringere Bedeutung. Dagegen war der Anteil der Crustaceen an dieser Station, im Vergleich zu den anderen Unterstationen, in der Nahrung aller Altersgruppen relativ groß.

Bei den Flundern der Altersgruppen 0-I bestimmten an allen drei Unterstationen die Insektenlarven die Nahrung. Bei den älteren Tieren waren es die Muscheln und Polychaeten, wobei letztere besonders bei den Flundern an der Unterstation 3 sehr häufig vorkamen.

Bei den im Oktober 2005 untersuchten Polarflundern (n=25) konnten überhaupt keine Anzeichen von gefressenen Organismen entdeckt werden. Dagegen wies die eine in diesem Zeitraum gefangene Flunder einen gut gefüllten Magen-Darmtrakt auf. Insgesamt wurden bei ihr 20 Nährtiere (*Nereis* sp. n=18, 5,2g; *A. marina* n=1, 3,1g; *M. edulis* n=1, 0,1g) gefunden.

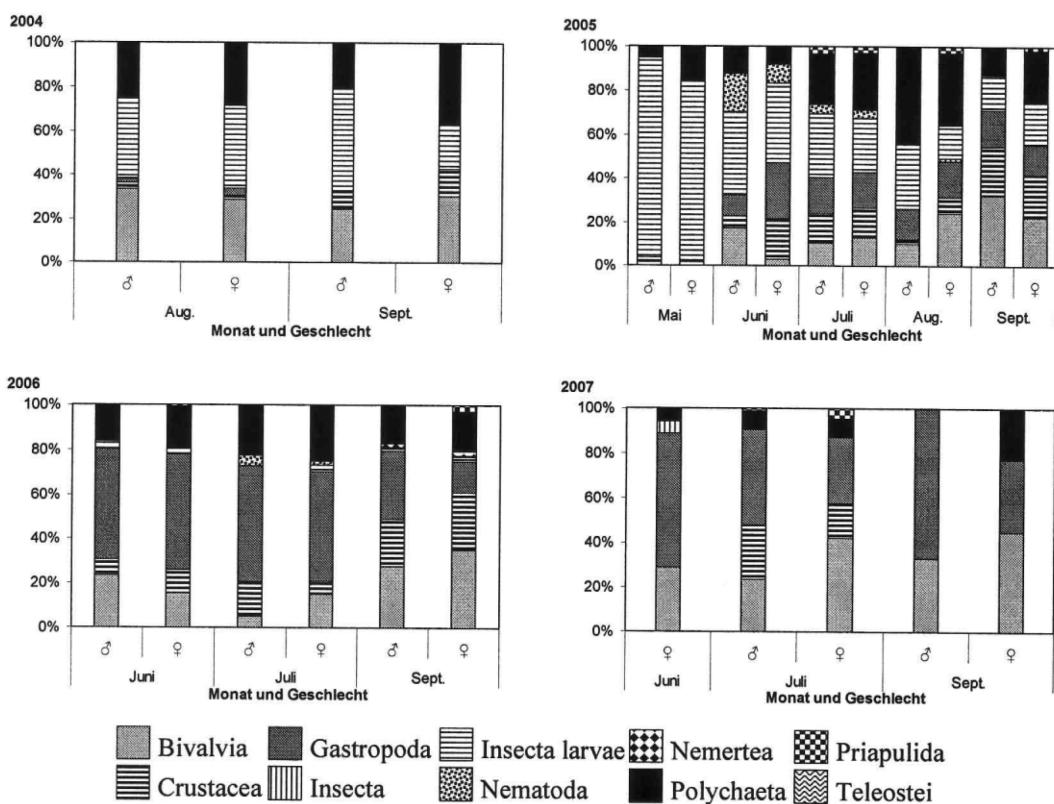
Bei beiden Plattfischarten war an allen Unterstationen die Art *M. balthica* die häufigste Muschel. Von den Insektenlarven wurden von beiden Arten vor allem die Chironomiden gefressen. Bei den Polychaeten war *Nereis* sp. die zahlenstärkste Art. Die *A. marina* stellte jedoch die größte Biomasse von den gefressenen Polychaeten dar. Bei den Crustaceen und Gastropoden waren die Arten *Gammarus* sp. und *H. ulvae* am häufigsten.



**Abb. 61:** Saisonale Veränderung der Nahrungszusammensetzung der jeweiligen Altersgruppe von Polarflunder und Flunder an den Unterstationen der Fangstation Tschernaja Retschka im Zeitraum August 2004 bis September 2007. [%- mittlerer Bedeutungsindex (RI)]

#### Nahrungszusammensetzung des Jahrganges 2004 der Polarflunder an der Fangstation Tschernaja Retschka

Die Abb. 62 stellt die saisonale Nahrungszusammensetzung der weiblichen und männlichen Polarflundern des Jahrganges 2004 an der Fangstation Tschernaja dar. Aus der Abbildung geht hervor, dass die Nahrungsunterschiede zwischen beiden Geschlechtern in allen Untersuchungsjahren minimal und vernachlässigbar waren. Deshalb sollen sie im folgenden



**Abb. 62:** Saisonale Veränderung der Nahrungszusammensetzung der Polarflundern des Jahrganges 2004 vom ersten bis zum vierten Lebensjahr an der Fangstation Tschernaja Retschka. [%- mittlerer Bedeutungsindex (RI)]

ganzheitlich betrachtet werden. Im Jahr 2004 (Altersgruppe 0) waren die Insektenlarven (vor allem Chironomidenlarven) die häufigste Nahrungsgruppe, mit Bedeutungsindexen (RI) von 18 bis 47%. Die Polychaeten (*Nereis* sp.) und Muscheln (*M. balthica*) standen mit Anteilen von 21 bis 32% an zweiter Stelle. Der Beitrag der anderen Gruppen, wie Krebse, Schnecken und Priapuliden an der Nahrung der Polarflunder war gering.

Im Mai 2005 (AG I) waren die Insektenlarven bei beiden Geschlechtern mit einem Bedeutungsindex von über 80 bzw. 90% die klar dominierende Nahrungsgruppe. In den folgenden Monaten ging der Anteil der Insektenlarven immer weiter zurück. Dagegen stieg der Anteil der Gastropoden und Polychaeten im Laufe des Jahres an. In den Monaten Juni bis Juli hatten die weiblichen und männlichen Polarflundern das größte Nahrungsspektrum, insgesamt konnten 20 Arten nachgewiesen werden. In den folgenden Monaten nahm die Artenzahl wieder ab. Im September waren es nur noch 13 Nahrungsarten. Im Juni-Juli 2006 (Altersgruppe II) waren die Gastropoden mit nahezu 50%igen Anteil die Hauptnahrungsgruppe. Im September nahm der Anteil der Krebse (vor allem *Gammarus* sp.) und der der Muscheln (vor allem *M. balthica*) zu. Auch die Polychaeten spielten mit Anteilen von 16 bis 24% eine wichtige Rolle in der Nahrung der Altersgruppe II.

Im Jahr 2007 (Altersgruppe III) nahm die Bedeutung der Gastropoden, im Vergleich zum Jahr 2006, noch mehr zu. Die Muscheln waren bei beiden Geschlechtern hinter den Gastropoden die zweithäufigsten Nahrungsgruppen. Die anderen Nahrungsgruppen spielten, bis auf die Crustaceen in der Nahrung im Juli, nur noch eine untergeordnete Rolle in der Nahrung der weiblichen und männlichen Polarflundern.

#### Nahrungszusammensetzung der Polarflunder und der Flunder an der Fangstation Kislaja

Die untersuchten Polarflundern und Flunden zeigten an den drei Unterstationen nur geringe Unterschiede in ihrer Nahrungszusammensetzung (Abb. 63). Bei den jüngeren Tieren (Altersgruppe 0-I) waren die Insektenlarven (Chironomidae) am häufigsten in der Nahrung. Dagegen bestimmten bei den älteren Polarflundern (Altersgruppe II) vor allem die Gastropoden, Bivalvier und Polychaeten die Nahrung. Auch die älteren Flunden fraßen hauptsächlich Muscheln und Polychaeten. Dabei waren, wie bei der Polarflunder, *M. balthica* und *A. marina* die häufigsten Arten. Die Gastropoden spielten jedoch überhaupt keine Rolle in der Flundernahrung. Neben diesen Gruppen hatten auch die Priapuliden und Crustaceen, letztere aber vor allem am Anfang der Saison (Mai-Juni), einen Anteil an der Ernährung beider Arten.

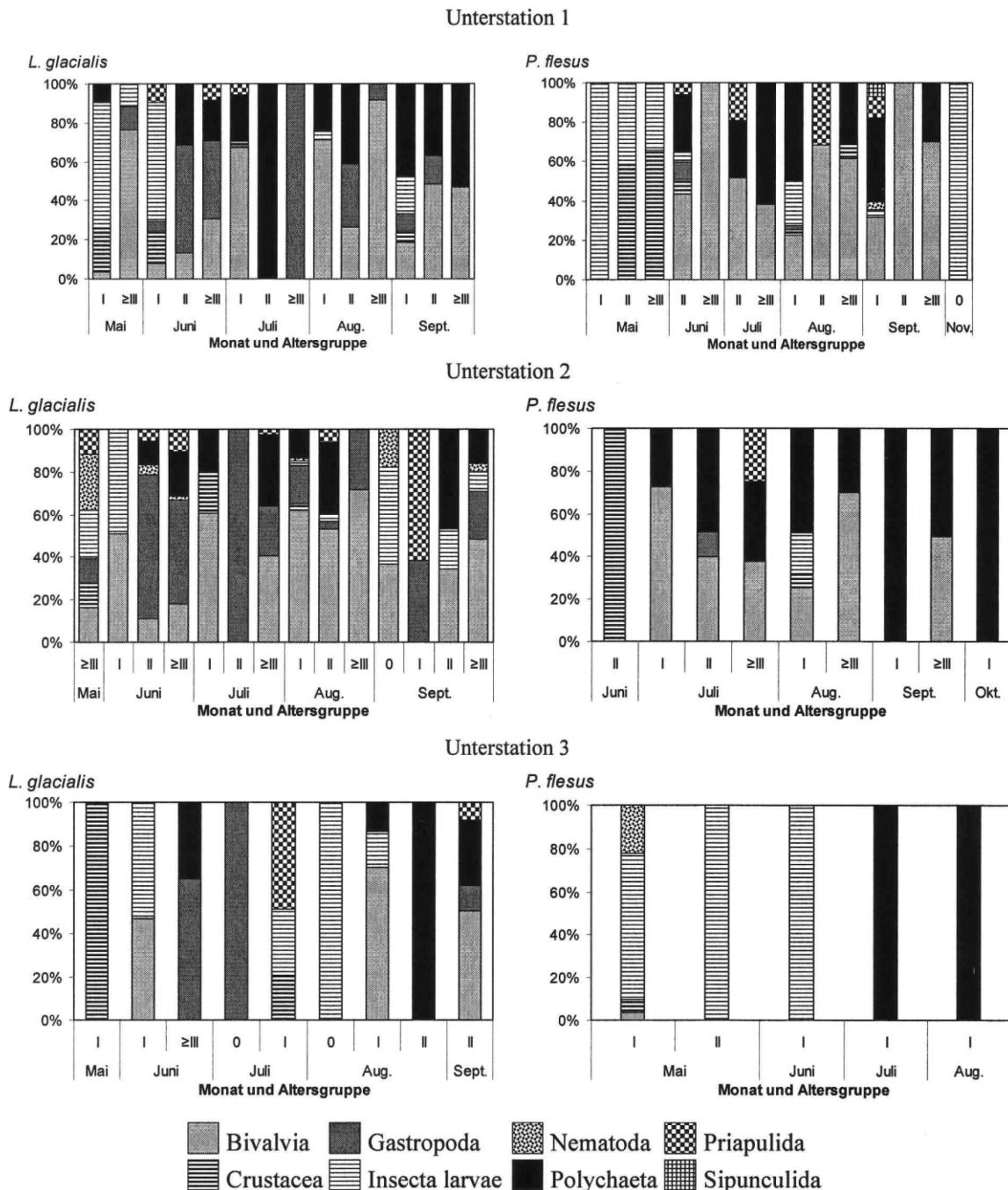
#### Nahrungszusammensetzung der Polarflunder und der Flunder an der Fangstation Kusokozki

An beiden Unterstationen waren die Muscheln (vor allem die Art *M. balthica*) bei nahezu allen Altersgruppen von Polarflunder und Flunder die häufigste Nahrungsgruppe (Abb. 64). Daneben waren bei der Polarflunder die Gastropoden, Polychaeten und Priapuliden wichtige Nahrungsorganismen. Bei der Flunder waren die Polychaeten, Crustaceen und Priapuliden nach den Muscheln am zahlreichsten in der Nahrung. Dabei kamen die Crustaceen bei den Flunden an der Unterstation 1 häufiger vor als bei denen an der Unterstation 2. Die Priapuliden dagegen wurden von den Flunden an der Unterstation 2 öfter gefressen als von denen an der Unterstation 1.

Die Arten *M. oculata* und *Gammarus* sp. waren die häufigsten Krebse in der Flundernahrung. *M. oculata* wurde dagegen von der Polarflunder überhaupt nicht gefressen. Bei beiden Arten war *A. marina* der dominanteste Polychaet.

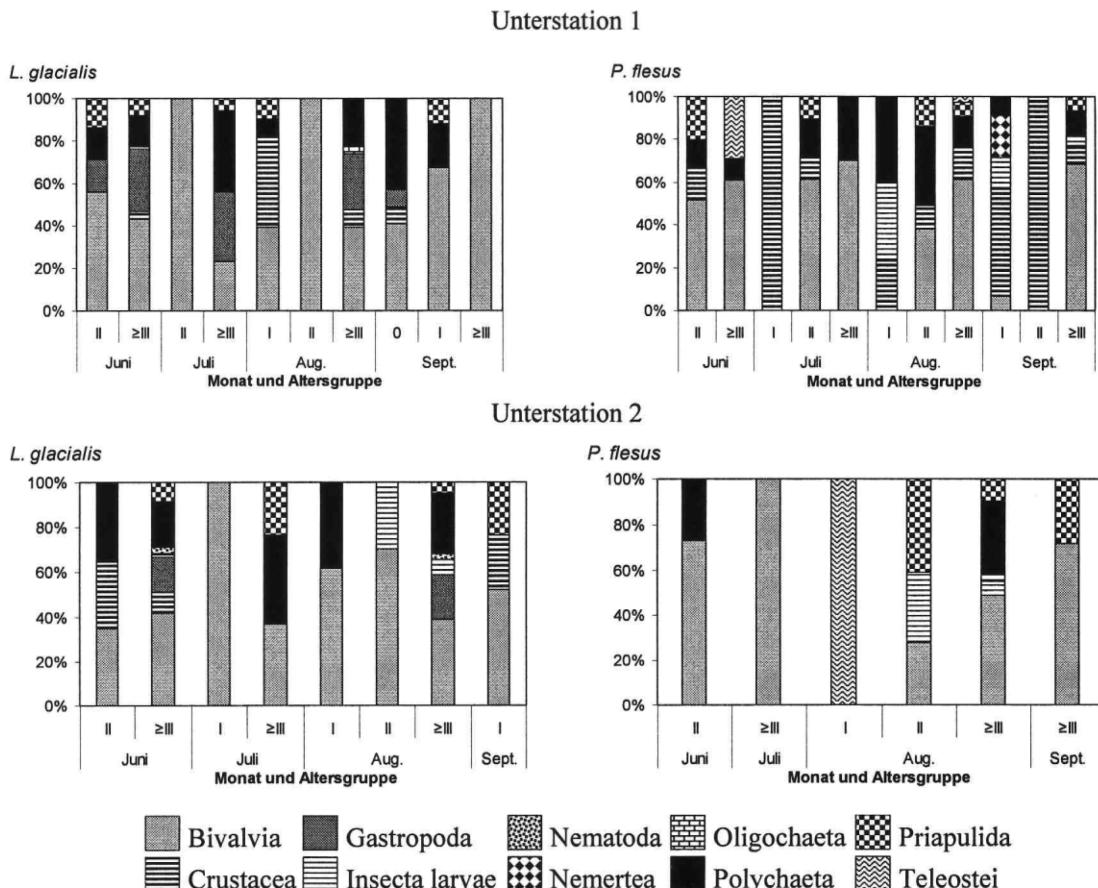
#### Nahrungsnischenüberlappung der Plattfische im Bereich der Halbinsel Kino

Die Polarflunder und die Flunder zeigten an fast allen Fangstationen hohe Nahrungsnischenüberlappungen (Tab. 50). Dabei wurden die größten Überlappungen



**Abb. 63:** Saisonale Veränderung der Nahrungszusammensetzung der jeweiligen Altersgruppe von Polarflunder und Flunder an den Unterstationen der Fangstation Kislaja im Zeitraum Mai 2005 bis September 2007. [%-mittlerer Bedeutungsindex (RI)]

zwischen beiden Arten an den Fangstation Kislaja, Tschernaja Retschka, Kusokozki und BBS vorgefunden ( $NO=0,65-0,68$ ). Die kleinste Überlappung wurde an der Station Pekkelinski berechnet ( $NO=0,26$ ). Beide Arten wiesen zur Kliesche nur eine geringe Nischenüberlappung auf ( $NO=0,17-0,45$ ).



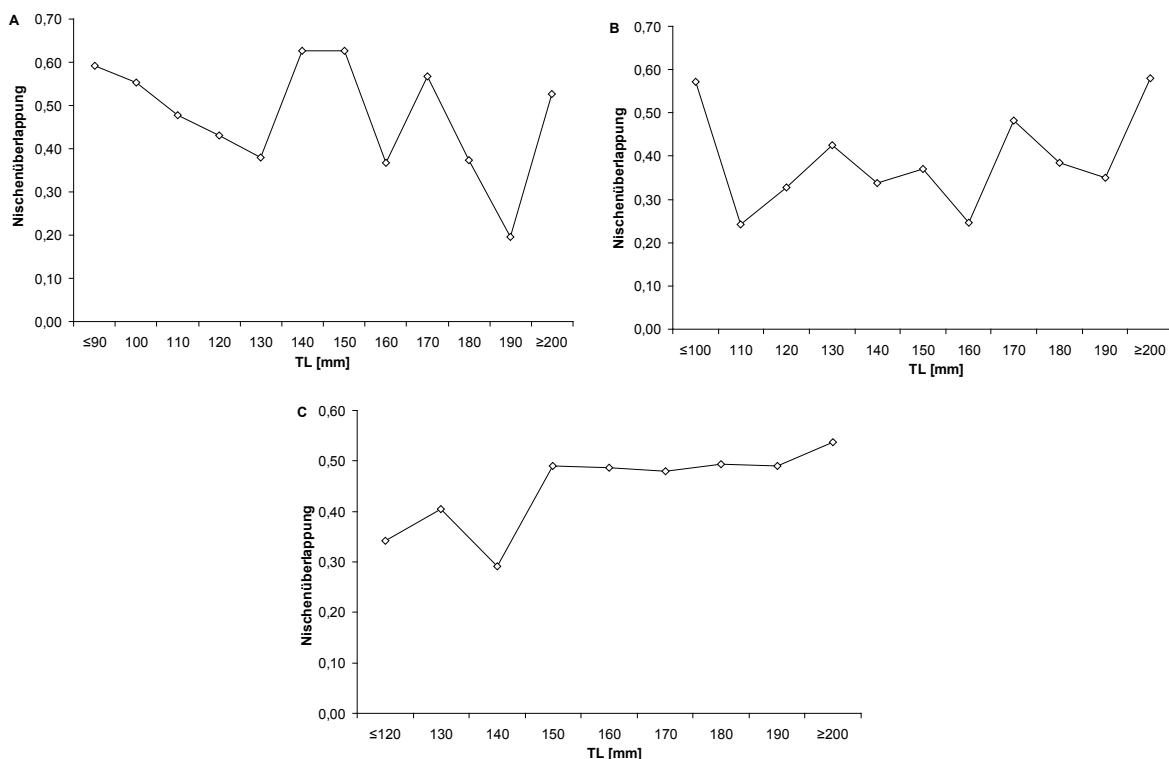
**Abb. 64:** Saisonale Veränderung der Nahrungszusammensetzung der jeweiligen Altersgruppe von Polarflunder und Flunder an den Unterstationen der Fangstation Kusokozki im Zeitraum Juni 2006 bis September 2007. [%-mittlerer Bedeutungsindex (RI)]

**Tab. 50:** Nahrungsnischenüberlappung der Plattfische an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo (Zeitraum August 2004 bis September 2007). L.g.- *Liopsetta glacialis*, L.l.- *Limanda limanda*.

|                   | Pojakonda |      | Berosowaja |      | Nikolskaja |      | Pekkelinski |      | Ermolinskaja |      | BBS  |      | Kislaja |      | Tschernaja R. |      | Kusokozki |      |
|-------------------|-----------|------|------------|------|------------|------|-------------|------|--------------|------|------|------|---------|------|---------------|------|-----------|------|
|                   | L.g.      | L.g. | L.g.       | L.g. | L.g.       | L.g. | L.g.        | L.l. | L.g.         | L.l. | L.g. | L.l. | L.g.    | L.l. | L.g.          | L.l. | L.g.      | L.l. |
| <i>L. limanda</i> | -         | -    | -          | -    | -          | 0,17 | -           | 0,27 | -            | 0,45 | -    | 0,25 | -       |      |               |      |           |      |
| <i>P. flesus</i>  | 0,42      | 0,41 | 0,50       | 0,26 | 0,60       | 0,65 | 0,22        | 0,68 | 0,27         | 0,67 | 0,42 | 0,65 | 0,30    |      |               |      |           |      |

In Abb. 65 ist noch einmal die Nahrungsnischenüberlappung der Polarflunder und der Flunder an den Fangstationen Kislaja, Tschernaja Retschka und Kusokozki in Abhängigkeit von der Länge der untersuchten Tiere dargestellt.

Beide Arten zeigten an den Fangstationen Kislaja und Tschernaja Retschka bei Längen von  $\leq 90$ -100mm und  $\geq 200$ -220mm die größten Nahrungsnischenüberlappungen (0,53-0,59). Bei



**Abb. 65:** Nahrungsnischenüberlappung von Polarflunder und Flunder in Abhängigkeit von der Länge der Tiere an den Fangstationen Kislaja (A), Tschernaja Retschka (B) und Kusokozki (C).

den Tieren der Längen 110-190mm wurden nur geringe Überlappungen berechnet, mit Ausnahme der Tiere der Längen 140, 150 und 170mm an der Fangstation Kislaja. An der Fangstation Kusokozki war die Nahrungsnischenüberlappung zwischen Flundern und Polarflundern der Längen  $\leq 120$ mm sowie 140mm relativ gering ( $N=0,29$ -0,4). Danach stieg sie bei den Tieren von 150mm Längen auf 0,49 und blieb auch in den folgenden Längen auf einem annähernd gleichen Niveau. Bei den Flundern und Polarflundern der Längen  $\geq 200$ mm wurde dann wie an den beiden anderen Stationen die größte Nahrungsnischenüberlappung berechnet.

### 3.2.6.2. Nahrungsuntersuchung der Plattfische im Dwina-Delta

Im Dwina-Delta wurden im Zeitraum Mai bis Oktober 2006 von insgesamt 161 Polarflundern die Magen-Darmtrakte untersucht. Bei ihnen fanden sich 3007 Nährtiere mit einer Gesamtmasse von 254,3g. Diese verteilten sich auf 13 Taxa (Tab. 51).

Die Bivalvier und Crustaceen waren mit jeweils 4 Arten die artenreichsten Nahrungsgruppen. Des weiteren wurden 2 Polychaetenarten sowie eine Gastropodenart, eine Insektenart und eine Nematodenart in der Nahrung der Polarflunder nachgewiesen. Die Muschelart *M. arenaria* war das häufigste Nährtier (49,1%). Sie wurde auch am meisten von den untersuchten Polarflundern gefressen (61,5%). Mit einem Anteil von 66,8% stellte sie auch

**Tab. 51:** Nahrungszusammensetzung der Plattfische im Bereich der Halbinsel Kindo im Zeitraum August 2004 bis September 2007: H- Häufigkeit; B- Biomasse, f- frequenz. \* prozentualer Anteil <0,1%.

| Fanggebiet                      |  | Dwina-Delta                |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
|---------------------------------|--|----------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|
| Plattfischart                   |  | <i>Liopsetta glacialis</i> |             |             | <i>Platichthys flesus</i> |             |             | <i>Limanda limanda</i> |             |             |
| Nährtier taxa                   |  | H %                        | B %         | f %         | H %                       | B %         | f %         | H %                    | B %         | f %         |
| <b>Bivalvia</b>                 |  |                            |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
| <i>Macoma balthica</i>          |  | 27,1                       | 22,9        | 39,1        | <b>37,5</b>               | <b>41,8</b> | <b>49,4</b> | 1,3                    | 9,9         | 12,5        |
| <i>Mya arenaria</i>             |  | <b>49,1</b>                | <b>66,8</b> | <b>61,5</b> | 21,3                      | 39,0        | 28,9        | -                      | -           | -           |
| <i>Mytilus edulis</i>           |  | 16,6                       | 6,2         | 29,2        | 10,0                      | 5,8         | 26,5        | <b>35,4</b>            | <b>20,8</b> | <b>50</b>   |
| <i>Sphaerium</i> sp.            |  | -                          | -           | -           | 0,5                       | 0,3         | 3,3         | -                      | -           | -           |
| <i>Dreissena polymorpha</i>     |  | -                          | -           | -           | 0,5                       | 1,2         | 1,5         | -                      | -           | -           |
| <i>Siphon</i>                   |  | 0,2                        | 0,7         | 0,6         | 0,1                       | 0,2         | 0,2         | -                      | -           | -           |
| <b>Gastropoda</b>               |  |                            |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
| <i>Hydrobia ulvae</i>           |  | 2,1                        | 0,2         | 11,8        | <b>0,4</b>                | <b>0,1</b>  | <b>5</b>    | -                      | -           | -           |
| <i>Potamopyrgus</i> sp.         |  | -                          | -           | -           | 0*                        | 0*          | 0,2         | -                      | -           | -           |
| <b>Crustacea</b>                |  |                            |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
| <i>Gammarus</i> sp.             |  | <b>1,3</b>                 | <b>0,2</b>  | <b>8,1</b>  | <b>14,0</b>               | <b>4,0</b>  | <b>25,6</b> | <b>51,9</b>            | <b>60,1</b> | <b>62,5</b> |
| <i>Caprella septentrionalis</i> |  | -                          | -           | -           | -                         | -           | -           | 5,1                    | 4,3         | 12,5        |
| <i>Jaera albifrons</i>          |  | 0,3                        | 0*          | 0,6         | -                         | -           | -           | -                      | -           | -           |
| <i>Diastylis glabra minor</i>   |  | -                          | -           | -           | -                         | -           | -           | 1,3                    | 0,5         | 12,5        |
| <i>Crangon crangon</i>          |  | 0*                         | 0,2         | 0,6         | 0,1                       | 1,8         | 1,7         | -                      | -           | -           |
| <i>Pandalus</i> sp.             |  | 0*                         | 0,1         | 0,6         | 0*                        | 0*          | 0,2         | -                      | -           | -           |
| <i>Balanus balanus</i>          |  | -                          | -           | -           | 0*                        | 0*          | 0,2         | -                      | -           | -           |
| <b>Polychaeta</b>               |  |                            |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
| <i>Arenicola marina</i>         |  | 0*                         | 0*          | 0,6         | 0*                        | 0*          | 0,2         | -                      | -           | -           |
| <i>Nereis</i> sp.               |  | <b>1,8</b>                 | <b>2,2</b>  | <b>25,4</b> | <b>0,9</b>                | <b>1,3</b>  | <b>18,4</b> | <b>2,5</b>             | <b>1,3</b>  | <b>25</b>   |
| <b>Insecta</b>                  |  |                            |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
| Chironomidae larvae             |  | 1,3                        | 0,1         | 9,9         | <b>13,8</b>               | <b>0,8</b>  | <b>24,1</b> | -                      | -           | -           |
| Diptera larvae                  |  | -                          | -           | -           | 0,1                       | 0*          | 0,9         | -                      | -           | -           |
| Plecoptera larvae               |  | -                          | -           | -           | 0*                        | 0*          | 0,2         | -                      | -           | -           |
| <b>Teleostei</b>                |  |                            |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
| Cyprinidae                      |  | -                          | -           | -           | 0*                        | <b>0,5</b>  | <b>0,4</b>  | -                      | -           | -           |
| <i>Gasterosteus aculeatus</i>   |  | -                          | -           | -           | 0*                        | 0*          | 0,2         | 2,5                    | 3,1         | 25          |
| <b>Nematoda</b>                 |  |                            |             |             |                           |             |             |                        |             |             |
| Oligochaeta                     |  | -                          | -           | -           | 0,1                       | 0,1         | 1,0         | -                      | -           | -           |
| undef. Verdauungsmaterial       |  | -                          | -           | -           | 0,3                       | 2,6         | 7,1         | -                      | -           | -           |
| Gesamtanzahl Nährtiere          |  | <b>3007</b>                |             |             | <b>12736</b>              |             |             | <b>79</b>              |             |             |
| Gesamtmasse (g) Nährtiere       |  | <b>254,3</b>               |             |             | <b>925,2</b>              |             |             | <b>2,0</b>             |             |             |
| Artenzahl                       |  | <b>13</b>                  |             |             | <b>22</b>                 |             |             | <b>7</b>               |             |             |
| Nischenbreite                   |  | <b>3,5</b>                 |             |             | <b>5,1</b>                |             |             | <b>3,3</b>             |             |             |
| Anzahl untersuchter Plattfische |  | <b>161</b>                 |             |             | <b>539</b>                |             |             | <b>8</b>               |             |             |

die größte Biomasse bei den Nahrungsorganismen. Das zweithäufigste Nährtier war die Muschelart *M. balthica*. An dritter Stelle kam *M. edulis*. Die Muscheln waren mit einer Häufigkeit von 92,8% und einem Biomassenanteil von 95% die klar dominierende Nahrungsgruppe bei den untersuchten Polarflundern. Die anderen Arten hatten nur eine untergeordnete Rolle in der Nahrung der Polarflundern.

Für die Nahrungsanalyse der Flunder im Dwina-Delta standen 539 Tiere zur Verfügung. Bei ihnen wurden insgesamt 12736 Nährtiere mit einer Gesamtmasse von 925,2g gefunden, welche sich in 22 Taxa aufteilen ließen. Die artenreichsten Nahrungsgruppen waren die Bivalvier mit 6 Arten. Es folgten die Crustaceen mit 4 Arten sowie die Insekten mit 3 Arten. Die Gruppen Gastropoden, Polychaeta und Teleostei waren jeweils mit zwei Arten in der Nahrung der untersuchten Flundern vertreten. Von den andern Nahrungsgruppen wurde nur eine Art nachgewiesen. Die Muschelart *M. balthica* war der am häufigsten gefressene Nahrungsorganismus (37,5%). Sie hatte auch mit 41,8% den größten Anteil an der Biomasse

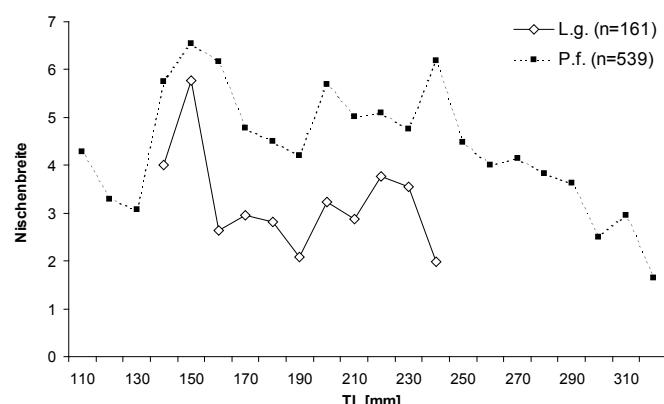
der gefressenen Nahrungstiere. Anders als bei der Polarflunder stand die Muschelart *M. arenaria* nur an zweiter Stelle in der Nahrung der untersuchten Flunden. *M. edulis* wurde am dritthäufigsten von den Flunden gefressen. Genauso wie bei den untersuchten Polarflunden waren die Bivalvier mit einer Häufigkeit von 70% und einem Biomassenanteil von 88,3% die klar dominierenden Nahrungsorganismen bei der Flunder.

Die Kliesche wurde im Bereich des Dwina-Deltas nur an der Fangstation Kuiza gefangen. Insgesamt standen 8 Klieschen zur Nahrungsuntersuchung zur Verfügung. Bei ihnen wurden 79 Nährtiere mit einer Gesamtmasse von 2,0g gefunden. Diese konnten auf 7 Taxa verteilt werden. Über 50% der gefressenen Nährtiere und über 60% der Biomasse konnten der Krebsart *Gammarus* sp. zugeordnet werden. Die Muschelart *M. edulis* war das zweithäufigste Nährtier (35,4%). An dritter Stelle in der Nahrung der untersuchten Klieschen stand die Krebsart *Caprella septentrionalis*.

Die Flunder hatte von den drei Plattfischarten die größte mittlere Nischenbreite (NB=5,1). Bei der Polarflunder lag der Wert für die Nischenbreite bei 3,5. Die Kliesche hatte die kleinste Nischenbreite (NB=2,0).

In Abb. 66 wird die Nischenbreite der Polarflunder und Flunder in Abhängigkeit von der Länge der untersuchten Tiere dargestellt. Beide Arten hatten die größte Nischenbreite bei einer Länge von 150mm (Flunder, NB=6,5; Polarflunder, NB=5,8). Danach ging die Nischenbreite bei beiden Arten zurück. Bei der Flunder oszillierte die Nischenbreite im Längenbereich von 170 bis 250mm um die Werte von 4,7 bis 6,1, um dann bei einer Länge von 206mm stetig abzunehmen (minimal bei 320mm langen Flunden, NB=1,7).

Bei der Polarflunder schwankte die Nischenbreite im Längenbereich von 160 bis 230mm um die Werte von 2,0 bis 3,5. Polarflunden der Länge 240mm hatten die kleinste Nischenbreite (NB=1,9; 240mm).



**Abb. 66:** Nischenbreite von Polarflunder und Flunder im Dwina-Delta in Abhängigkeit von der Länge der Tiere.

An den Fangstationen Gnewaschowo und Tschajtschi, wo ausschließlich nur Flunden gefangen wurden, dominierten in den Altersgruppen I bis III die Chironomidenlarven. Danach nahm die Bedeutung der Bivalvier immer weiter zu (RI maximal 70%). Die Chironomidenlarven spielten aber auch bei den älteren Altersgruppen eine große Rolle in der Nahrung der untersuchten Flunden. An der Station Gnewaschowo waren die Muschelarten *Sphaerium* sp. und *Dreissena polymorpha* die dominantesten Arten. An der Station Tschajtschi war *M. arenaria* die am häufigsten gefressene Muschelart.

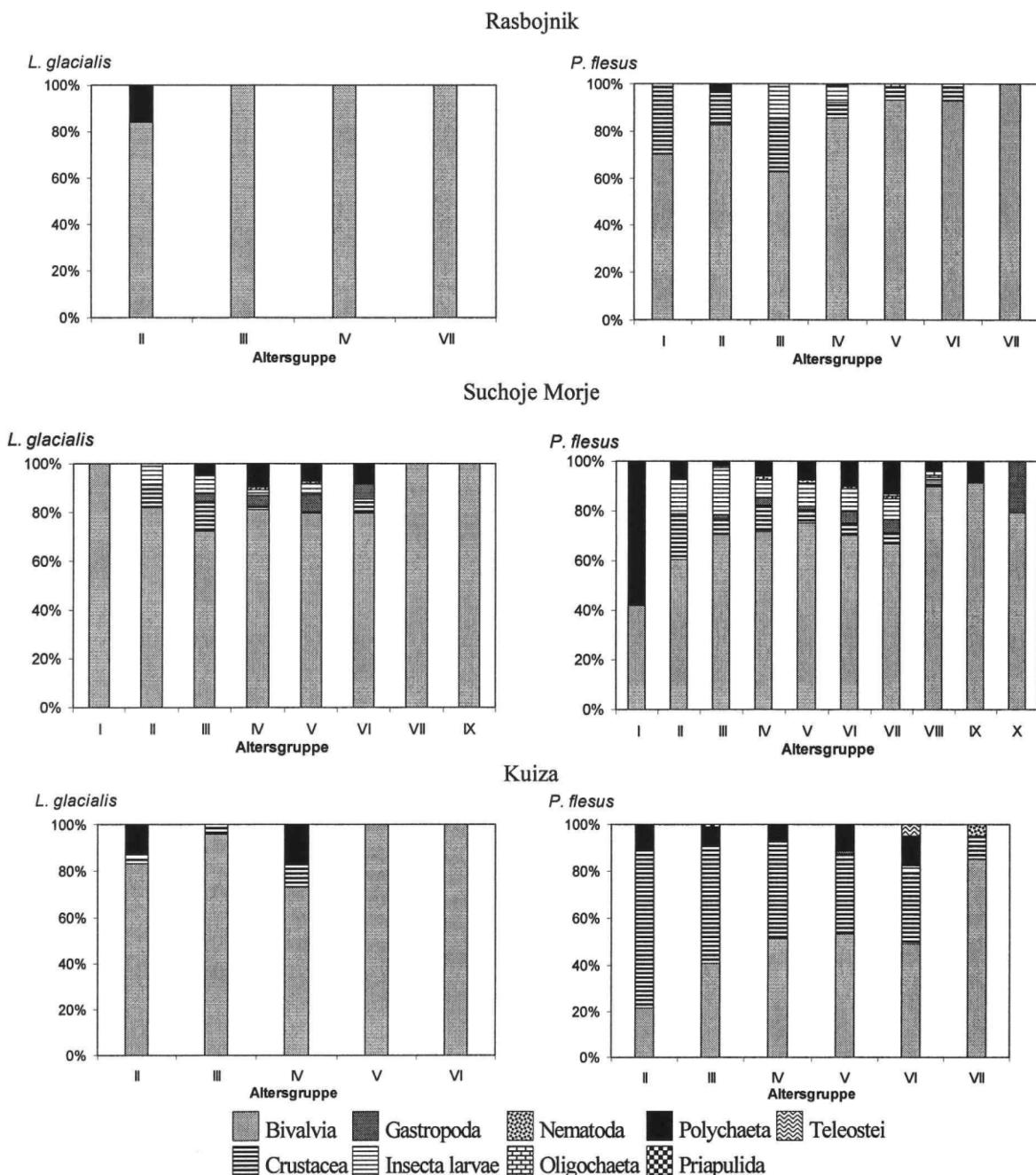
Die Abb. 67 stellt die altersabhängige Nahrungszusammensetzung der Polarflunder und der Flunder an den Fangstationen im Dwina-Delta, an denen sie gemeinsam vorkamen, dar. Aufgrund der geringen saisonalen Unterschiede wurde das Material zusammengefasst.

Bei allen Altersgruppen beider Arten waren die Muscheln an jeder Fangstation die dominante Nahrungsgruppe. Eine Ausnahme davon stellte die Nahrungszusammensetzung der Flunder an der Fangstation Kuiza dar. Hier war der Krebs *Gammarus* sp. bei Flunden der Altersgruppe II und III mit 50,6-67,1% das häufigste Nährtier. In den folgenden Altersgruppen nahm aber der Anteil der Krebse immer weiter ab. Bei den älteren Flunden waren dann die Bivalvier wie auch an den anderen Stationen die dominanteste Nahrungsgruppe.

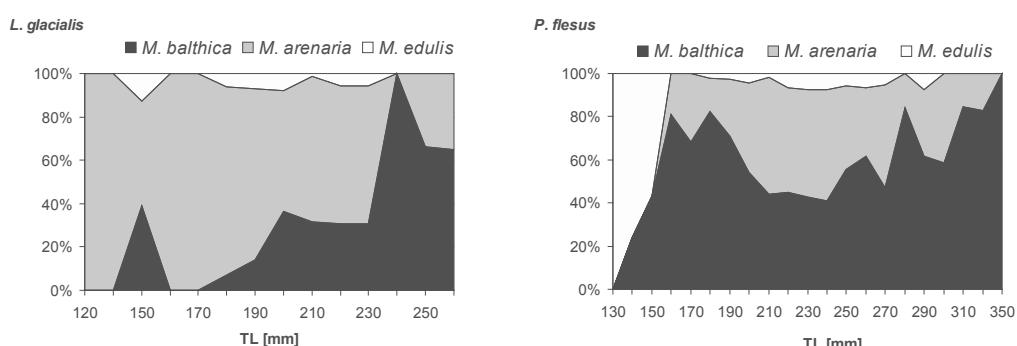
An den Fangstationen Rasbojnik und Suchoje Morje waren bei der Polarflunder die Art *M. arenaria* und bei der Flunder die Art *M. balthica* die am häufigsten gefressenen Muscheln. An der Fangstation Kuiza wurde jedoch *M. edulis* von beiden Arten öfter gefressen, wogegen die anderen Muschelarten an dieser Station nur eine untergeordnete Rolle in der Nahrung der Plattfische spielten.

In Abb. 68 wird die Veränderung des Anteils der einzelnen Muschelarten an der Nahrung von den beiden Plattfischarten in Abhängigkeit von der Länge der untersuchten Tiere an der Fangstation Suchoje Morje dargestellt. *M. arenaria* war bei den Polarflunden von 120 bis 230mm Länge die klar häufigste Muschel. Die Bedeutung von *M. balthica* stieg aber mit zunehmender Länge der Polarflunden immer weiter an. Ab der Länge von 240mm war sie dann sogar die dominanteste Muschel in der Nahrung der Polarflunden. Der Anteil von *M. edulis* war bei den Polarflunden in allen Längen vergleichsweise gering.

Bei Flunden mit Längen von 130 bis 150mm war *M. edulis* die häufigste Muschel. In den folgenden Längen war *M. balthica* die bestimmendste Muschel in der Nahrung. *M. arenaria* war in diesen Längengrößen die zweithäufigste Art.

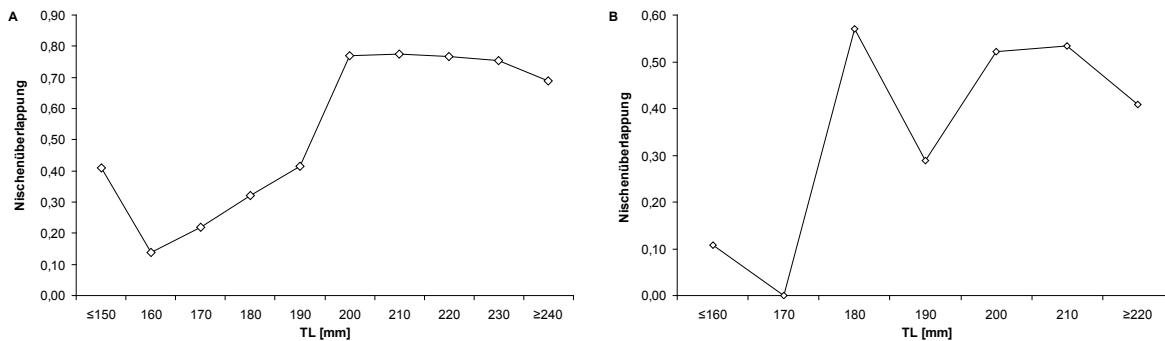


**Abb. 67:** Nahrungszusammensetzung der verschiedenen Altersgruppen der Flunder und der Polarflunder an den Fangstationen im Dwina-Delta im Zeitraum August 2005 bis Oktober 2007. [%- mittlerer Bedeutungsindex (RI)]



**Abb. 68:** Veränderung des Anteils der unterschiedlichen Muschelarten an der Nahrung von Polarflunder und Flunder in Abhängigkeit von der Länge an der Fangstation Suchoje Morje. [%- mittlerer Bedeutungsindex (RI)]

Die Abb. 69 zeigt die Nahrungsnischenüberlappung der Polarflunder und Flunder an den Stationen Suchoje Morje und Kuiza in Abhängigkeit von der Länge der untersuchten Tiere. Die Nischenüberlappung an der Station Suchoje Morje und Kuiza war zwischen den Flundern und Polarflundern der Längen  $\leq 150$  -160 bis 190mm am geringsten ( $N=0,14-0,41$ ). Eine Ausnahme davon bildeten die Flundern und die Polarflundern der Länge 180mm an der Fangstation Kuiza. Aber in dieser Längengruppe stand für die Berechnung nur eine Polarflunder zur Verfügung, so dass dieser berechnete Wert wohl keine große Aussagekraft hat. An beiden Stationen stieg die Nischenüberlappung bei Tieren mit der Länge von 200mm an. Bei den Plattfischen an der Station Suchoje Morje blieb diese auch in den folgenden Längengrößen auf einem annähernd gleichen Niveau. Dagegen nahm sie an der Station Kuiza bei den Tieren von  $\geq 220$ mm Länge ab.



**Abb. 69:** Nahrungsnischenüberlappung von Polarflunder und Flunder in Abhängigkeit von der Länge der Tiere an den Fangstationen Suchoje Morje (A) und Kuiza (B).

## 4. Diskussion

### 4.1. Populationsstruktur der Plattfische im Weißes Meer

#### 4.1.1. Verteilung

Die euryhaline Polarflunder konnte fast an jeder Fangstation im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta gefangen werden, besonders häufig war sie an den mesohalinen Stationen (wie z.B. Tschernaja Retschka (Halbinsel Kindo) und Suchoje Morje (Dwina-Delta). Dagegen fehlte sie an den im limnischen bzw. oligohalinen Bereich gelegenen Fangstationen wie Gnewaschowo und Tschajtschi (beide Dwina-Delta). Berg (1933) und Reshetnikov (1997) geben für die Polarflunder an, dass diese weit stromaufwärts in den Flüssen, wie z.B. Nördliche Dwina, Ob, Jenissej, Lena, Yana u.a. vorkommen kann. Die Autoren machen aber keine Angaben, wie weit die Polarflunder in diesen Flüssen aufsteigt und ob dort noch der Einfluss des Meeres zu spüren ist. Sherstkov (2005) konnte in der Onegabucht an Fangstationen, die im rein limnischen Bereich gelegen waren, keine Polarflundern nachweisen. Probatov (1940) stellte Polarflundern in der Karasee nur in den von den Tiden beeinflussten Mündungsbereichen der Flüsse fest. Es scheint daher, dass die Polarflunder zwar den Ästuarbereich von Flussmündungen bevorzugt, aber den limnischen Bereich der Ästuare meidet.

Die ebenfalls euryhaline Flunder wurde an jeder Fangstation im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta gefangen. Dabei war sie im Bereich der Halbinsel Kindo an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki am häufigsten. An den anderen Stationen in diesem Bereich trat sie vor allem erst gegen Ende der Wachstumssaison (September-Oktober) verstärkt in den Fängen auf. Dagegen war sie im gesamten Dwina-Delta der häufigste Plattfisch. Im Gegensatz zur Polarflunder wies sie auch im rein limnischen Bereich hohe Abundanzen auf. Berg (1949) konnte einige Flundern in der Nördlichen Dwina rund 300km stromaufwärts beobachten. Auch Sherstkov (2005) und Ponomarev et al. (1998) konnten in den Flüssen Mezen bzw. Petschora (südöstliche Barentsee) Flundern bis über 200km weit von der Mündung entfernt fangen.

Die Kliesche zeigt von den drei Arten die geringste Toleranz gegenüber niedrigen Salzgehalten (Temming 1989). Sie konnte an Fangstationen mit Salzgehalten von <20 PSU überhaupt nicht gefangen werden. Im Dwina-Delta trat sie nur an der Fangstation Kuiza, welche 50km vom Delta entfernt lag, in den Fängen auf. Im Bereich der Halbinsel Kindo wurde sie vor allem an den tiefen Fangstationen Kislaja, Kusokozki und BBS gefangen, wobei sie ab Wassertiefen von >5m der häufigste Plattfisch war. Auch in der Onegabucht

konnte Sherstkov (2005) die Klieschen im Vergleich zu den beiden anderen Arten nur in größeren Wassertiefen (10-35m) nachweisen.

Innerhalb der Fischgemeinschaft im Litoralbereich (0-3m) der Halbinsel Kindo war die Polarflunder neben dem Vierhöckrigen Seeskorpion und den beiden Stichlingsarten die häufigste Fischart. Die Flunder spielte dagegen, mit Ausnahme der Fangstationen Kislaja und Kusokozki, nur eine untergeordnete Rolle in der litoralen Fischgemeinschaft. Klieschen kamen nur vereinzelt in diesem Bereich vor. Dagegen waren sie in Wassertiefen >5m neben dem Dorsch und dem Seeskorpion die häufigste Fischart im Bereich der Halbinsel Kindo.

Im Dwina-Delta wurde der Anteil der anderen Fischarten in den Fängen nicht quantitativ bestimmt. Es konnten insgesamt 22 Arten in den Fängen (Zeitraum August 2005-Oktober 2006) nachgewiesen werden. An den Fangstationen Gnewaschowo und Tschajtschi dominierten neben der Flunder im Frühjahr *Leuciscus idus* (Aland) und im Herbst *Aramis brama* (Blei). An den mesohalinen Fangstationen Rasbojnik und Suchoje Morje zeigten die Arten *C. lavaretus*, *Osmerus mordax* und *E. navaga* ähnliche Abundanzen wie Flunder und Polarflunder. Auch an der Fangstation Kuiza, die außerhalb des Deltas gelegen ist, waren die beiden Plattfischarten die häufigsten Fische. Daneben war noch *C. lavaretus* dominant in den Fängen.

Auch in der Onegabucht gehören die Flunder und Polarflunder neben Hering, Navaga, Dorsch und Stint zu den dominantesten Arten (Sherstkov 2005), wobei die Flunder, wie in der Dwinabucht, in vielen Bereichen häufiger vorkommt als die Polarflunder.

Demnach kann abschließend gesagt werden, dass die Plattfische in ihren jeweiligen Verbreitungsgebieten im Weißen Meer eine wichtige Stellung innerhalb der Fischgemeinschaft einnehmen.

Im Bereich der Halbinsel Kindo dominierten bei der Polarflunder an allen Fangstationen die juvenilen Altersgruppen 0-II die Fänge. Dabei erreichten die juvenilen Tiere ihre höchsten Abundanzen an den Fangstationen Pojakonda, Berosowaja und Tschernaja Retschka (3,9-4,2 Ind./m<sup>2</sup>). Der Anteil der geschlechtsreifen Tiere und da vor allem der Altersgruppe ~~W~~ war sehr gering. Das deutet darauf hin, dass alle untersuchten Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo hauptsächlich für die juvenilen Polarflundern als Aufwuchsgebiete dienen. Dagegen dominierten bei der Flunder die juvenilen Tiere (AG I-II) nur an den Fangstationen Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka. An den anderen Stationen wurden Flundern nur vereinzelt und da vor allem gegen Ende der Wachstumssaison gefangen. Dabei dominierten

hier die geschlechtreifen Altersgruppen III und IV die Fänge. Es scheint daher, dass für die Flunder im Gegensatz zur Polarflunder nur die Stationen Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka als Aufwuchsgebiete eine Rolle spielen, während die anderen Stationen hauptsächlich von den adulten Flunden im Herbst kurz vor der Überwinterung als Weidegebiet genutzt werden.

Für die Klieschen waren vor allem im Bereich der Halbinsel Kindo die Fangstationen Kislaja, Kusokozki und BBS wichtige Fanggebiete. Dabei dominierten an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki die geschlechtsreifen Tiere der Altersgruppen II-III mit über 83%, während an der Fangstation BBS hauptsächlich Tiere der Altersgruppen IV-VII gefangen wurden.

Im Dwina-Delta kamen zum größten Teil Stellnetze und Waden der Berufsfischerei (Maschenweiten 40-60mm) zum Einsatz (während im Bereich der Halbinsel Kindo Fanggeräte mit Maschenweiten vor allem von 10-30mm zum Einsatz kamen). Deswegen wurden im Dwina-Delta im Durchschnitt ältere Tiere gefangen. Bei der Polarflunder dominierten Tiere der Altersgruppen II-IV. Bei der Flunder und Kliesche dagegen waren die Tiere der Altersgruppe III-V bzw. IV-VI am häufigsten. An allen Fangstationen wurden bei Polarflunder und Flunder neben den dominanten adulten auch juvenile Tiere gefangen. Dies deutet daraufhin, dass das Dwina-Delta von den juvenilen sowie auch von den adulten Polarflunden und Flunden gleichermaßen als Aufwuchs- bzw. Weidegebiet genutzt wird.

Die männlichen Polarflunden im Bereich der Halbinsel Kindo sowie im Dwina-Delta werden am Ende der Altersgruppe I geschlechtsreif, die Weibchen dagegen am Ende der Altersgruppe II. Dies entspricht auch den Verhältnissen bei der Polarflunder in der Onegabucht (Sherstkov 2005). In der südöstlichen Barentsee und Karasee laichen die männlichen und weiblichen Polarflunden dagegen zum ersten Mal als Altersgruppe III-V (Probatov 1940, Kobelev 1989, Kobelev 2001). Auch im Ochotskischen Meer erreichen die meisten Polarflunden erst als Altersgruppe III-IV die Geschlechtsreife (Yusupov & Basov 2005). Bei der Kliesche laichen die Männchen und Weibchen im Bereich der Halbinsel Kindo, wie bei der Polarflunder, zum ersten Mal hauptsächlich als Altersgruppe II bzw. III. Auch in der Onegabucht sowie auch in der Nordsee erreichten die Klieschen im selben Alter die Geschlechtsreife (Sherstkov 2005, Pirwitz 1955). Die männlichen und weiblichen Flunden im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta laichen, wie auch in ihren anderen Verbreitungsgebieten, z.B. Onegabucht (Sherstkov 2005), Nordsee (Summers 1979), Ostsee (Ojaveer & Dreves 2003) und Portugal (Morais da Cunha 1984), zum ersten Mal als Altersgruppe III-IV bzw. IV-V.

Bei der Polarflunder und Kliesche beider Fanggebiete sowie auch bei der Flunder im Dwina-Delta dominierten die Weibchen nach Erreichen der Geschlechtsreife die Fänge, während bei den juvenilen Tieren das Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen noch mehr oder weniger ausgeglichen war. Dieses Ergebnis scheint für diese Arten im Küsten- bzw. Ästuarbereich sehr typisch zu sein und konnte auch in anderen Gebieten beobachtet werden (z.B. Nikolaev 1955a, Summer 1979, Morais da Cunha 1984, Saborowski & Buchholz 1997). Bei den männlichen Plattfischen ist die Dauer der Laichzeit in der Regel länger als bei den Weibchen (Rijnsdorp & Witthames 2005). Auch verbleiben sie nach dem Ablaichen noch in dem Bereich ihrer Laichplätze, um sich dort von dem Laichgeschäft zu erholen (Hartley 1940, zitiert in Summer 1979). Im Vergleich zu den Weibchen ist der Anteil der abgelaichten männlichen Rückkehrer zu den Küsten- bzw. Ästuarbereichen sehr gering (Summer 1979, Dietrich 2004). Dies wird auch durch die Beobachtungen bei den Flundern im Dwina-Delta bestätigt (s. Tab. 29, S. 45). Bei diesen stieg der Anteil der Männchen mit Zunahme der Entfernung vom Mündungsdelta immer weiter an. An der Fangstation Kuiza traten dann die Männchen sogar in den Fängen häufiger auf. Nikolaev (1955a) beobachtete bei männlichen Polarflundern in der Onegabucht, dass diese im Gegensatz zu den Weibchen größere Wassertiefen bevorzugten und deswegen ihr Anteil in Küstennähe sehr gering war.

Eine Ausnahme von diesen Beobachtungen waren die Ergebnisse bei den Flundern im Bereich der Halbinsel Kindo. Hier war das Verhältnis zwischen Weibchen und Männchen bei juvenilen wie auch bei den adulten Tieren nahezu ausgeglichen. Ein möglicher Grund dafür war die sehr geringe Anzahl von adulten Tieren in den Fängen (der Anteil der AG $\geq$ V lag bei nur 7%). Eine weitere Erklärung ist die Tatsache, dass die meisten adulten Tiere erst am Ende der Wachstumssaison an den Fangstationen auftauchten. Die Flundern im Weißen Meer wandern zum Überwintern in Bereiche mit geringeren Salzgehalten ein, weil dort im Winter etwas höhere Wassertemperaturen herrschen (Sherstkov 2005). Diese Wanderung wird nun von beiden Geschlechtern gleichermaßen durchgeführt.

Die Polarflunder und Flunder zeigten im Bereich der Halbinsel Kindo eine vom Tiden- und Tageszyklus abhängige Verteilung (s. Abschnitt 3.2.4.). Das ist charakteristisch für Plattfische in flachen Küstengewässern (Able et al. 2005).

Im Weißen Meer treten halbtägige Gezeiten auf, so dass die Plattfische bis zu viermal am Tag mit den Tiden wandern. Dabei wiesen beide Arten im Rahmen dieser Arbeit bei Niedrigwasser die höchsten Abundanzen auf. Girsa et al. (1981) und Girsa & Zhuravel (1983) stellten bei ihren Unterwasserbeobachtungen an Polarflundern und Flundern in der

Kandalakschabucht fest, dass diese bei Hochwasser auf den Wattflächen weit verteilt waren. Bei einsetzender Ebbe folgten die Plattfische der Abflussströmung ins tiefere Wasser, wo es dann zu einer Anhäufung kam. Dort verharrten die Fische mehr oder weniger passiv bis zum Wiedereinsetzen der Flut. Dieses Verhalten führt dazu, dass die Plattfische bei Ebbe (Niedrigwasser) besser gefangen werden können und damit auch in den Fängen höhere Abundanzen aufweisen.

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden in den Nachtstunden, bei Flut und Ebbe gleichermaßen, mehr Polarflundern und Flundern gefangen als am Tage. Dies deutet daraufhin, dass beide Arten in diesem Bereich in den Nachtstunden aktiver sind. Diesen Tagesrhythmus behielten beide Arten auch während des Polartages in den Monaten Juni-Juli bei, wobei er weniger stark ausgeprägt war als im Herbst (September) (s. Abb. 51, 53 und 54), wo es wieder im Tagesverlauf einen deutlichen Wechsel zwischen einer Hell- und einer Dunkelphase gab. Die höhere Aktivität während der Nachtstunden scheint für Plattfische in flachen Küsten- und Ästuarbereichen typisch zu sein (Bregnballe 1961, Summers 1979, Gibson et al. 1998, Mattila et al. 1999, Bos 1999a, Lizinska 2002, Vinagre et al. 2006).

#### **4.1.2. Inversion, Farbanomalie und Morphometrie**

##### Inversion

Bei den drei untersuchten Plattfischarten kommen im Normalfall die Augen auf der rechten Körperseite vor. Als invers werden Tiere bezeichnet, bei denen die Augenseite links und nicht wie üblich rechts ist (Ubisch 1951). Im Untersuchungszeitraum 2004-2007 wurden keine inversen Polarflundern und Klieschen gefangen. Aber im August 2001 konnte an der Fangstation Tschernaja Retschka eine inverse Polarflunder erbeutet werden (Dietrich 2003). Sherstkov (2005) konnte bei 1500 untersuchten Polarflundern aus der Onegabucht ebenfalls nur ein inverses Tier feststellen. Für die Klieschen gibt es in der Literatur zum Weißen Meer aber auch aus ihren anderen Verbreitungsgebieten keine Nachweise über das Vorkommen von inversen Tieren.

Bei der Flunder im Bereich der Halbinsel Kindo waren 36% der untersuchten Tiere invers. Dagegen lag der Anteil der inversen Flunden am Fang im Dwina-Delta bei nur 4%, wobei ihr Anteil mit der Entfernung zum Mündungsdelta zunahm (s. Tab. 22, S. 37). Auch Ssytsch-Awerinzeva (1930a) fand bei ihren Untersuchungen in der Dwinabucht ebenfalls einen Anteil von inversen Tieren von nur 3,8%. Im Gegensatz dazu lag der von ihr festgestellte Anteil von linksäugigen Flunden in der Barentssee bei 44,5%. Sherstkov (2005) ermittelte bei seinen Untersuchungen an verschiedenen Stationen in der Onegabucht Anteile für die inversen Tiere

von 22,7-25,7%. Fornbacke et al. (2002) führten Untersuchungen zur Verbreitung von links- und rechtsseitigen Flunden entlang der schwedischen Küste durch. Dabei stellten sie die höchsten Häufigkeiten im Skagerrak (27,5%) fest. Diese nahmen allmählich entlang der Küste nach Süden und dann in der Ostsee nach Norden hin ab (22,4% bzw. 20,1%). Weiterhin fanden sie bei juvenilen Flunden (Altersgruppe 0) einen weit höheren Anteil von inversen Tieren als bei den Adulten, (34% bei juvenilen und 23% bei adulten Tieren). Auch waren die linksseitigen juvenilen Tiere signifikant größer als die rechtsseitigen. Wie schon Policansky (1982) bei der nahverwandten Art *Platichthys stellatus* nehmen Fornbacke et al. (2002) als Grund für die stufenweise Abnahme der Inversion die natürliche Selektion an. Dabei schlagen sie die Wechselbeziehung zwischen der Flunder und der mit ihr gemeinsam vorkommenden Scholle als Selektionsdruck für die Ausbildung der verschiedenen Häufigkeiten von inversen Flunden vor. Die linksseitigen juvenilen Flunden als untypische Formen haben eine geringeren Konkurrenzdruck zu den rechtsseitigen Schollen und können dadurch besser die Ressourcen nutzen, damit kann man auch ihr vergleichsweise schnelleres Wachstum erklären. Als Faktor, um den angenommenen Vorteil der inversen Tiere auszugleichen, spielt die von Parker (1903) postulierte höhere Sterblichkeit von linksseitigen Flunden eine entscheidende Rolle, hervorgerufen wird diese durch die doppelte Überkreuzung der Augenerven bei den inversen Tieren.

Im Bereich der Halbinsel Kindo dominierte die Polarflunder an nahezu jeder Fangstation die Fänge. Eine Ausnahme war die Fangstation Kusokozki, an der die Flunder teilweise größere Häufigkeiten aufwies als die Polarflunder. An dieser Fangstation war dann auch der Anteil von inversen Tieren mit 27,2% im Bereich der Halbinsel Kindo am geringsten. Im Dwina-Delta war der Anteil von inversen Flunden an den Fangstationen, an denen die Polarflunder überhaupt nicht vorkam, am kleinsten. Am größten dagegen war die Anzahl der linksseitigen Flunden an den Fangstationen Suchoje Morje und Kuiza, wo auch der Anteil der Polarflunder relativ groß war. Diese Ergebnisse scheinen die Vermutungen von Fornbacke et al. (2002) zu bestätigen, dass eine interspezifische Konkurrenz Auslöser ist für die unterschiedlichen Häufigkeiten von inversen Flunden. Dennoch müssten noch eingehende Untersuchungen, vor allem Aquarienexperimente mit gemeinsam gehaltenen Larven und Juvenilen von Flunder und Polarflunder bzw. Scholle, durchgeführt werden, um diese Behauptungen aufrechtzuerhalten.

### Farbanomalie

Bei den Plattfischen ist die Farbanomalie weit verbreitet (De Veen 1969). Dabei sind vor allem die Ambicoloration (Pigmentierung der sonst pigmentlosen Blindseite) und der Albinismus (fehlende Pigmentierung der sonst pigmentierten Augenseite) am häufigsten (De Veen 1969). Weniger oft tritt Xanthochorismus auf (Colman 1972). Bei dieser Erscheinung fehlen die Melanophoren, die anderen Pigmente sind aber präsent, so dass die Fische eine typische gold-orange Farbe aufweisen. Ab dem Ende der 80er Jahre wurde bei den Plattfischen, besonders aber bei der Kliesche in der Nord- und Ostsee, ein weiterer Typ der Farbanomalie beobachtet, welcher als Hyperpigmentierung bezeichnet wird (Baumgart 2007). Dabei treten vor allem auf der Haut der Augenseite grünliche bis schwarze fleckige Verfärbungen auf (Baumgart 2007).

Die letztgenannte Farbanomalie konnte bei keiner der untersuchten Arten im Bereich der Halbinsel Kindo sowie im Dwina-Delta beobachtet werden. Auch das Vorkommen von Albinismus und Xanthochorismus war bei den untersuchten Plattfischen gering verbreitet, so dass sie aus der quantitativen Darstellung ausgenommen wurden. Die häufigste Farbanomalie war die Ambicoloration, welche in unterschiedlichen Schweregraden auftrat. Dabei zeigte das Auftreten der Ambicoloration stark ausgeprägte regionale Muster. Auch innerhalb der untersuchten Arten gab es Unterschiede in der Verbreitung der Farbanomalie.

Bei den Plattfischen im Dwina-Delta war die Anzahl von Tieren mit Farbanomalie im Vergleich zu denen im Bereich der Halbinsel Kindo sehr gering (maximal 7,7%). Auch war der relative Anteil von Tieren mit Schweregraden von 2 und 3 im Dwina-Delta vergleichsweise unbedeutend. Im Bereich der Halbinsel Kindo konnten zwischen den einzelnen Fangstationen unterschiedliche Häufigkeiten im Auftreten der Anomalie bei den untersuchten Tieren beobachtet werden. Dabei war bei den Plattfischen die Ambicoloration an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki am geringsten verbreitet (s. Abschnitt 3.1.1.1. und 3.1.2.1.).

Innerhalb der untersuchten Plattfischarten war die Farbanomalie der Blindseite (in Häufigkeit und Schwere des Grades) bei den Klieschen beider Fanggebiete am schwächsten ausgeprägt (0% im Dwina-Delta bzw. max. 15,4% im Bereich der Halbinsel Kindo). Bei den anderen Arten war die Ambicoloration im Bereich der Halbinsel Kindo bei der Polarflunder und im Dwina-Delta bei der Flunder am häufigsten verbreitet.

Die Ambicoloration bei den Plattfischen ist Ausdruck ihrer bilateralsymmetrischen Herkunft (Ivankova & Ivankov 2006). Dennoch sind die Faktoren, welche für die Ausbildung der Anomalie verantwortlich sind, immer noch unklar (Gartner 1986). Nach Venizelos & Benetti (1999) spielen vor allem Störungen vor und während der Metamorphose eine wichtige Rolle

bei der Entstehung von Farbanomalien. Ubisch (1951) stellte bei seinen Aquarienexperimenten mit Schollen- und Flunderlarven fest, dass besonders die Stärke der Belichtung der Larven beim Übergang zum Bodenleben einen großen Einfluss auf die Ausprägung der Farbanomalie hatte. Bei De Veen (1969) wurden neben dem Licht auch die Populationsdichte, das Nahrungsniere sowie die Temperatur als mögliche Faktoren diskutiert. Gartner (1986) fand bei Plattfischen im westlichen Atlantik und im östlichen Golf von Mexiko einen Zusammenhang zwischen der Vorkommenstiefe der Tiere und der Häufigkeit der Farbanomalie heraus. Dabei trat die Farbanomalie bei Arten, welche in Wassertiefen  $<5$ m vorkamen, häufiger auf als bei Arten aus größeren Wassertiefen. Der Autor führte dies auf die höhere Lichtintensität und Wassertemperatur, denen die Larven in den flachen Bereichen im Vergleich zu den tieferen ausgesetzt sind, zurück.

Auch die im Rahmen dieser Arbeit gemachten Beobachtungen scheinen die Schlussfolgerungen von Gartner (1986) zu bestätigen. Im Bereich der Halbinsel Kindo war die Farbanomalie am stärksten bei Tieren an den flachen Fangstationen verbreitet (wie z.B. Tschernaja Retschka, Ermolinskaja usw., s. auch Tab. 11 und 24). Dagegen hatten die Plattfische an den Fangstationen mit größeren Wassertiefen (wie Kislaja und Kusokozki) die kleinsten Häufigkeiten von Farbanomalie. Im Dwina-Delta wurde durchweg in größeren Wassertiefen gefischt. Dies könnte auch die vergleichsweise minimalen Anteile von Tieren mit Ambicolorationen erklären. Auch die geringe Verbreitung von Farbanomalie bei der Kliesche, welche vorwiegend in Wassertiefen  $>5$ m gefangen wurde, bestätigt die von Gartner (1986) gemachten Feststellungen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Vorkommen und die Verbreitung der Farbanomalie (Ambicoloration) bei den Plattfischen Ausdruck der unterschiedlichen Umweltbedingungen an ihren jeweiligen Habitaten ist. Da die Ambicoloration nicht umkehrbar ist (Bolker et al. 2005), kann sie ein brauchbares Werkzeug sein, um regionale Populationen voneinander abzugrenzen (De Veen 1969).

### Morphometrie

Die morphometrischen Variationen werden genutzt, um Fischbestände zu identifizieren (Cadrin 2005). Dabei zeigen die plastischen und meristischen Merkmale große ökologische Veränderlichkeiten innerhalb verschiedener Plattfischpopulationen (Norman 1934) und eignen sich deshalb besonders gut für die Abgrenzung von lokalen Populationen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde anhand von einigen plastischen und meristischen Merkmalen untersucht, ob man für die Plattfische innerhalb des Fanggebietes in der Kandalakschabucht lokale

Populationen unterscheiden kann. Für die Polarflunder und Kliesche wurden in diesem Bereich zum ersten Mal morphometrische Untersuchungen durchgeführt. Bei allen drei Arten waren die Merkmalsunterschiede zwischen den untersuchten Tieren aus den verschiedenen Fangstationen sehr gering. Bei der Polarflunder wurden nur bei drei von den sieben Merkmalen signifikante Unterschiede festgestellt. Dabei waren die Unterschiede vor allem zwischen den Tieren im Bereich der Halbinsel Kindo und dem Keret-Archipel ausgeprägt (s. Tab. 13). Auch bei der Flunder wurden nur bei drei Merkmalen schwach signifikante Abweichungen festgestellt (s. Tab. 25). Die untersuchten Klieschen dagegen zeigten bei fünf Merkmalen signifikante Unterschiede, wobei vor allem die Tiere an der Fangstation Kislaja jeweils die kleinsten Werte aufwiesen. Dennoch waren die beobachteten Unterschiede minimal. Shatunovsky & Chestnova (1970) konnten für die Flunder in der Kandalakschabucht auch keine lokalen Populationen abgrenzen. Die Unterschiede, welche sie vor allem in den plastischen Merkmalen feststellten, führten sie auf die verschiedenen Wachstumsgeschwindigkeiten bei den Tieren und der damit verbundenen schnelleren ontogenetischen Entwicklung dieser zurück. Dagegen konnte Shatunovsky (1964) aufgrund der Unterschiede in den meristischen und plastischen Merkmalen drei große Populationen im Weißen Meer abgrenzen (Kandalakscha-, Onega- und Dwinabucht).

Die Tab. VII im Anhang stellt einige meristische und plastische Merkmale der drei Arten aus verschiedenen Regionen des Weißen Meeres nebeneinander dar. Die Flundern und Klieschen aus der Kandalakschabucht hatten im Vergleich zu denen aus der Onegabucht im Mittel weniger Anal- und Dorsalflossenstrahlen. Am kleinsten war die Anzahl von Anal- sowie Dorsalflossenstrahlen bei den Flundern aus der Dwinabucht. Bei der Polarflunder wurden im Gegensatz zu den beiden anderen Arten die höchsten mittleren Anal- und Dorsalflossenstrahlen in der Kandalakschabucht ermittelt. Die im Rahmen dieser Arbeit errechneten mittleren Werte der plastischen Merkmale (wie z.B. Kopflänge, Breite usw.) waren bei allen drei Arten im Vergleich zu denen aus der Literatur sehr klein. Dies ist auf den größeren Anteil von juvenilen sowie auch kleineren Plattfischen bei den Untersuchungen in dieser Arbeit zurückzuführen, da, wie bereits oben angedeutet, das Verhältnis von den plastischen Merkmalen zur Körperlänge bei den größeren (schnellwüchsigeren) Tieren zunimmt (Shatunovsky 1964). Das deutet darauf hin, dass die verwendeten plastischen Merkmale, im Gegensatz zu den meristischen, wenig geeignet sind, um verschiedene Fischpopulationen voneinander zu unterscheiden.

Am Ende kann gesagt werden, dass die untersuchten meristischen und plastischen Merkmale kaum zu gebrauchen sind, um lokale Populationen voneinander abzugrenzen, dafür ist die

Veränderlichkeit dieser Merkmale zu groß. Dennoch sind sie genauso wie die Farbanomalie und die Inversion (bei den Flunden) gut geeignet, um Plattfischpopulationen aus den verschiedenen Regionen des Weißen Meeres (z.B. Kandalakscha-, Onega- und Dwinabucht) voneinander abzugrenzen.

#### 4.1.3. Kondition

Die Veränderung des Konditionsfaktors kann Auskunft über Gonadenreifung oder Änderungen in der Ernährungsintensität geben (Bagenal & Tesch 1978). Auch der Einfluss von verschiedenen Umweltbedingungen auf die Fische kann durch den Konditionsfaktor gezeigt werden (Elliot et al. 2002).

In beiden Fanggebieten nahmen bei den weiblichen sowie auch bei den männlichen Flunden und Polarflunden (bei allen Altersgruppen) die Konditionswerte vom Anfang der Fangsaison (April bzw. Mai) bis zum September kontinuierlich zu. Im Oktober gingen die Werte wieder zurück. Besonders stark war dies bei den Polarflunden ausgeprägt, während bei den Flunden im Bereich der Halbinsel Kino der Rückgang im Oktober nur mäßig ausfiel. Bei den Flunden im Dwina-Delta dagegen setzte sich die saisonale Zunahme der Kondition im Oktober sogar etwas weiter fort. Auch bei den männlichen und weiblichen Klieschen im Bereich der Halbinsel Kino war eine stetige Zunahme der Konditionen vom Anfang bis zum Ende der Saison zu beobachten, wobei aber bei den laichreifen Tieren in den Sommermonaten Juni und Juli ein starker Rückgang der Werte zu verzeichnen war (s. Abb. 31). Dies ist mit der in diese Zeit fallenden Hauptlaichphase der Klieschen zu erklären (s. Abschnitt 4.4.). Ähnliche Beobachtungen zum saisonalen Verlauf der Kondition machten einige Autoren für die Nordsee-Kliesche (Lozan 1989a, Knust 1990, Saborowski & Buchholz 1997). Auch für die Flunder aus der Nord- und Ostsee gibt es Arbeiten zu diesem Thema, bei denen die Autoren zu gleichen Ergebnissen wie bei den Flunden im Weißen Meer kamen (Summers 1979, Draganik & Kuczynski 1996, Dietrich 2004). Dagegen existieren für die Polarflunder keine Untersuchungen zum Verlauf der Kondition aus anderen Verbreitungsgebieten.

Die Veränderungen des Konditionsfaktors sind stark mit der Gonadenentwicklung und dem Alter der Fische korreliert (Saeger 1973). Dabei steigt der Konditionsfaktor mit zunehmender Gonadenreifung sowie zunehmendem Alter an. Dies konnte auch bei den drei Arten im Weißen Meer beobachtet werden. In beiden Fanggebieten waren die Konditionswerte bei den geschlechtsreifen Plattfischen signifikant höher als bei den juvenilen. Auch nahm bei allen drei Arten die Kondition mit steigendem Alter zu.

Bei den juvenilen Polarflundern wie auch bei den juvenilen Klieschen hatten beide Geschlechter im Saisonverlauf noch ähnliche Konditionswerte. Erst beim Erreichen der Geschlechtsreife (Polarflunder AG II und Klieschen AG III) gingen die Werte zwischen den Geschlechtern auseinander, wobei die Männchen jeweils die kleineren Werte aufwiesen. Mit zunehmendem Alter verstärkten sich die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern immer weiter. Wie bereits im Abschnitt 4.1.1. erwähnt, ist die Dauer der Laichzeit in der Regel bei den männlichen Plattfischen länger als die der Weibchen (Rijnsdorp & Witthames 2005). Auch verbleiben sie nach dem Ablaichen noch in dem Bereich ihrer Laichplätze, wogegen die Weibchen gleich nach dem Laichen zu ihren Weidegebieten wandern. Während der Laichzeit nimmt die Nahrungsaufnahme der Plattfische ab bzw. einige Arten stellen diese sogar vollkommen ein (Rijnsdorp & Witthames 2005). Daher ist die längere Laichzeit und die damit verbundene längere Hungerphase der Männchen im Vergleich zu den Weibchen ein möglicher Grund für die geringeren Konditionsfaktoren der Männchen.

Bei der Flunder im Bereich der Halbinsel Kindo und des Dwina-Deltas waren im Gegensatz zu den beiden anderen Arten die Unterschiede in den Konditionsfaktoren zwischen beiden Geschlechtern nur gering. Ein möglicher Grund dafür war der nur geringe Anteil von Männchen (AG  $\geq$  III) in den Fängen (vor allem im Bereich der Halbinsel Kindo), die in ihrem Leben bereits mindestens einmal gelaicht hatten. Ein weiterer Grund könnte das gemeinsame Vorkommen geschlechtsreifer männlicher und weiblicher Tiere an den flachen Küsten- und Ästuarbereichen, und da vor allem kurz vor der Überwinterung, sein. In diesen Gebieten betreiben beide Geschlechter, im Gegensatz zu den beiden anderen Arten, gemeinsam eine intensive Nahrungsaufnahme. Dies führt nun dazu, dass die Konditionsfaktoren bei Männchen und Weibchen ähnliche Werte aufweisen.

Die weiblichen Polarflundern im Bereich der Halbinsel Kindo hatten von allen untersuchten Plattfischen ab der Altersgruppe II die signifikant höheren Konditionsfaktoren (s. Tab. 17, 30 und 38 sowie Tab. XI im Anhang). Die männlichen Polarflundern und Flunden (beide Geschlechter) im Bereich der Halbinsel Kindo sowie die weiblichen Polarflundern im Dwina-Delta zeigten untereinander keine signifikanten Unterschiede. Dagegen waren ihre Konditionsfaktoren signifikant höher als die der Klieschen im Bereich der Halbinsel Kindo sowie der Flunden und der männlichen Polarflundern im Dwina-Delta.

Die Flunden (♀ und ♂) im Dwina -Delta sowie die Klieschen (♀ und ♂) im Bereich der Halbinsel Kindo hatten von allen untersuchten Tieren die signifikant kleinsten Konditionsfaktoren.

Aus dieser Darstellung ergibt sich folgendes Bild: 1. Die Polarflunder hatte in dem jeweiligen Untersuchungsgebiet von den drei Arten die höchsten Konditionsfaktoren. Das deutet daraufhin, dass sie als arktische Art mit den Bedingungen im Weißen Meer besser zurechtkommt als die borealen Arten Flunder und Kliesche (s. auch Abschnitt 4.1.4.). 2. Die Plattfische im Bereich der Halbinsel Kino hatten signifikant höhere Konditionen als ihre Artgenossen im Dwina-Delta. Die Unterschiede in den Konditionsfaktoren könnten ein Hinweis sein, dass die Nahrungsverfügbarkeit in beiden Gebieten unterschiedlich ist. Die Kandalkschabucht scheint durch ihre im Mittel niedrigeren Wassertemperaturen, durch ihre Tiefenstruktur (mittlere Wassertiefe 109m) und die meist felsige Küstenlinie als Lebensraum für die Plattfische weniger günstig zu sein als die flachen und sandigen Buchten Onega und Dwina. Dennoch schafft die stark zerklüftete Küstenlinie viele kleine, mehr oder weniger stark abgeschlossene Buchten. Dadurch sind sie vor Wind, Wellen und Strömungen geschützt. Das führt wiederum zu einer starken Sedimentation und damit zu vorwiegend schlickigen-sandigen Substraten. In solchen Bereichen ist die Benthosbiomasse (und da vor allem von Mollusken und Polychaeten, den Hauptnahrungsorganismen der Plattfische (s. Abschnitt 3.2.6.)) sehr hoch (Berger et al. 2001). Fast alle Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kino wiesen diese beschriebene Struktur auf.

Dagegen wird der größte Teil der Küstenlinie in der Dwinabucht, so wie auch bei den meisten Fangstationen im Dwina-Delta, stark von Wind, Wellen und Strömungen beeinflusst. Das Substrat wird hauptsächlich von grobem Sediment bestimmt. Die meisten Untersuchungen in diesen Bereichen ergaben eine vergleichsweise arme Benthosfauna (Berger et al. 2001).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die höheren Konditionsfaktoren der Plattfische im Bereich der Halbinsel Kino scheinbar vor allem durch die größere Nahrungsverfügbarkeit in diesem Gebiet hervorgerufen wurde.

#### **4.1.4. Wachstum**

Für die im Winter laichende Polarflunder ist die Wachstumssaison im ersten Lebensjahr im Vergleich zu den beiden anderen Arten um 2 bis 3 Monate länger (s. auch Abschnitt 4.4.). Dies machte sich vor allem im Längenwachstum bemerkbar. Die männlichen und weiblichen Polarflundern wiesen in beiden Untersuchungsgebieten in ihrem ersten Lebensjahr von den drei Arten mit 74-82mm den größten Längenzuwachs auf. Die Flunder wie auch die Kliesche erreichten ihren maximalen Zuwachs in ihrem zweiten Lebensjahr. Dabei war der Zuwachs der Flunder mit 75-82mm um 20 bis 40mm größer als der der Kliesche. Die Flunder konnte somit am Ende ihres zweiten Lebensjahres den Wachstumsvorsprung der Polarflunder aus

dem ersten Jahr wieder wettmachen. Im dritten Lebensjahr wies sie dann zum ersten Mal eine größere mittlere Länge auf als die Polarflunder. Dieser Längenunterschied nahm in den folgenden Jahren immer weiter zu. Am größten war dieser Unterschied bei den weiblichen Tieren in den Altersgruppen VIII-X (max. über 100mm). Die männlichen Flunden waren sogar in diesen Altersgruppen 200 bis 250mm länger als die männlichen Polarflunden. Die Kliesche hatte wie in den ersten Lebensjahren so auch in den folgenden Jahren von den drei Arten das geringste Wachstum.

Bei den Plattfischen ist der Sexualdimorphismus weit verbreitet (Nash & Geffen 2005). Dabei wachsen die Weibchen in der Regel schneller als die Männchen.

Dies konnte auch bei den drei untersuchten Arten im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta beobachtet werden. Bei dem Polarflunderjahrgang 2004 im Bereich der Halbinsel Kindo wiesen beide Geschlechter bis zum Sommer (Juli) ihres zweiten Lebensjahres nur geringe Unterschiede im Längenwachstum auf (s. Abb. 12). Im August dann hatten die Männchen zum ersten Mal eine geringere mittlere Länge als die Weibchen. In diesem Monat begann auch der gonadosomatische Index der männlichen Tiere zuzunehmen. Im folgenden Winter laichten dann diese zum ersten Mal. In den folgenden Monaten und Jahren nahmen die Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen immer weiter zu. Die Gonadenreifung der Plattfische ist mit einer Wachstumshemmung verbunden (Rijnsdorp & Witthames 2005). Da die Männchen ein Jahr früher geschlechtsreif werden, bleiben sie im Wachstum hinter den Weibchen zurück. Auch bei der Polarflunder im Dwina-Delta sowie auch bei den beiden anderen Arten waren die Unterschiede zwischen den juvenilen Männchen und Weibchen minimal. Erst mit der einsetzenden Geschlechtsreife ging das Längenwachstum beider Geschlechter auseinander.

Die drei Arten zeigten in den verschiedenen Regionen des Weißen Meeres nur geringe Längenunterschiede (Tab. XII im Anhang). Teilweise hatten die Plattfische in der Kandalakschabucht bei den höheren Altersgruppen  $\geq V$  größere mittlere Längen. Dies ist aber vor allem auf den vergleichsweise geringen Anteil von Tieren dieser Altersgruppen im Untersuchungsmaterial aus dem Bereich der Halbinsel Kindo zurückzuführen. Dadurch kann der Einfluss von schnellwüchsigen Tieren verstärkt werden und dies könnte damit die etwas größeren mittleren Längen im Bereich der Halbinsel Kindo erklären.

In der Tab. XII im Anhang ist das Längenwachstum der Plattfische aus dem Weißen Meer dem aus ihren anderen Vorkommensgebieten gegenübergestellt. Zwischen den Polarflunden

des Weißen Meeres, der Karasee und dem Ochotskischen Meer waren die Längenunterschiede minimal. Dagegen wies die Polarflunder in der Tscheskajabucht (südöstliche Barentssee) in allen Altersgruppen eine vergleichsweise geringere mittlere Länge auf.

Die Wachstumsunterschiede von Flunder und Kliesche des Weißen Meeres waren dagegen im Vergleich zu den Artgenossen aus den südlicheren Verbreitungsgebieten sehr beachtlich. Bei der Flunder lagen die mittleren Längen bei den Tieren der Altersgruppe I-II im Weißen Meer rund 20mm unter denen in der Ostsee. In den folgenden Altersgruppen nahmen die Unterschiede immer weiter zu, bis maximal 91-102mm in der Altersgruppe VI. Bei der Kliesche waren die Längenunterschiede nicht so groß. Dennoch wiesen die Klieschen in der Nordsee und Ostsee in allen Altersgruppen höhere mittlere Längen auf. Der Hauptgrund für dieses verringerte Wachstum von Klieschen und Flndern im Weißen Meer ist die verkürzte Wachstumssaison in diesem Gebiet. So konnte bei beiden Arten eine Wachstumszunahme an den Otolithen nur in den Monaten Juni bis September festgestellt werden, während z.B. bei den Flndern in der südwestlichen Ostsee dieser Zeitraum um drei bis vier Monate länger war (Dietrich 2003).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Bedingungen im Weißen Meer für das Wachstum der Polarflunder optimal sind. Dagegen bietet das Weiße Meer für die Flunder und die Kliesche, als ihre nördlichste Verbreitungsgrenze, vergleichsweise ungünstige Verhältnisse für ein optimales Wachstum an.

#### **4.2. Nahrung der Plattfische im Weißen Meer**

In diesem Abschnitt soll die Nahrungszusammensetzung der Plattfische aus den verschiedenen Regionen des Weißen Meeres vergleichend diskutiert werden. Weiterhin soll in diesem Abschnitt die Nahrungszusammensetzung der Plattfische des Weißen Meeres mit der aus ihren anderen Verbreitungsgebieten verglichen werden. Auf die Darstellung und Diskussion der Nahrungsnischenüberlappung der Plattfische in den verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung soll erst in dem Abschnitt 4.3. eingegangen werden.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist die Nahrungszusammensetzung der Plattfische im Weißen Meer eines der am intensivsten untersuchten Bereiche ihrer Biologie, wobei die meisten Arbeiten zu diesem Thema in der Kandalakschabucht durchgeführt wurden. Dagegen wurden in der Dwinabucht bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Nahrungsuntersuchungen an den Plattfischen vorgenommen. Im Folgenden wird am Anfang für jede Art eine kurze

Literaturübersicht zum Thema gegeben und danach werden die Ergebnisse aus der Literatur mit denen dieser Arbeit verglichen.

### Polarflunder

Für die Polarflunder aus der Kandalakschabucht liegen fast zu jedem ihrer Lebensstadien Nahrungsuntersuchungen vor. Podoskina (1994) gibt die Copepoden als Hauptnahrung für die Polarflunder von 10-15mm Länge an. Bei einer Länge von 30-40mm gingen die Tiere verstärkt zu Polychaeten und Chironomidenlarven über. Bei 40-50mm großen Polarflundern (AG 0) waren freilebende Nematoden, Chironomidenlarven, Polychaeten und Oligochaeten die wichtigsten Nahrungsgruppen (Voyevodin 1996, Krasnova & Voyevodin 1998, Krasnova 2003). Bei den Untersuchungen von Kalyakina & Tsvetkov (1984) im Litoralbereich der Fangstation BBS dominierten bei Tieren der Altersgruppen 0 und I Gastropoden, Bivalvier und Polychaeten die Nahrung. Auch Shubnikov et al. (1970) führten ihre Untersuchungen im Bereich der Fangstation BBS durch. Dabei war die Muschel *M. balthica* das häufigste Nährtier bei Polarflundern >100mm im gesamten Zeitraum (Mai-August). An zweiter Stelle in der Nahrung stand der Polychaet *A. marina*. Ponomarev et al. (2001) führten ihre Untersuchungen im Ästuar Tschernaja Retschka an vier Stationen entlang des Salzgehaltsgradienten in den Monaten Juni-Juli durch. Insgesamt konnten sie bei den Polarflundern 17 verschiedene Nahrungsgruppen nachweisen, wobei *A. marina* und *H. ulvae* am häufigsten in der Nahrung waren. Innerhalb des Ästuars fraßen die Polarflundern im oligohalinen Bereich neben *A. marina* vor allem Insektenlarven. Mit zunehmendem Salzgehalt nahm der Anteil der Insektenlarven an der Nahrung ab, der des Gastropoden *H. ulvae* zu.

In der Onegabucht traten bei den Polarflundern (AG I-XV) in den Monaten Mai-Juni Heringseier und Muscheln am häufigsten in der Nahrung auf (Sherstkov 2005). Im Juli-August dagegen bestimmten Polychaeten und Gastropoden die Nahrung.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden im Bereich der Halbinsel Kindo bei Polarflundern der Längen 20-289mm (AG 0-VIII) Nahrungsuntersuchungen durchgeführt. Es wurden insgesamt 43 Taxa (Nischenbreite 7,4) nachgewiesen. Bei den Tieren der Altersgruppe 0 (20-98mm) waren die Insektenlarven (vor allem Chironomidenlarven) die häufigste Nahrungsgruppe. Die ersten Bivalvier und Gastropoden tauchten in der Nahrung von Polarflundern >50mm zum ersten Mal auf. Ab der Altersgruppe II waren die Gastropoden am zahlreichsten in der Nahrung vertreten. Dagegen stellten die Bivalvier (vor allem *M. balthica*) die größte Biomasse dar. Neben diesen drei Nahrungsgruppen waren die Polychaeten (und da vor allem

bei der Biomasse) sowie die Crustaceen von Bedeutung für die Polarflundern. Im Dwina-Delta wurden vorwiegend adulte Polarflundern (AG IV und V) untersucht, so dass das Nahrungsspektrum mit nur 13 Taxa vergleichsweise gering war. Die Bivalvier dominierten in Zahl und Biomasse klar die Polarflundernahrung, dies drückte sich auch in der sehr geringen Nischenbreite (3,5) aus. An zweiter Stelle standen die Polychaeten (*Nereis* sp.). Dagegen waren die Gastropoden, im Gegensatz zu den Untersuchungen im Bereich der Halbinsel Kindo, nur von geringer Bedeutung.

Die Polarflundern des Weißen Meeres kann man zusammenfassend als vorwiegende Molluskenfresser (Bivalvier und Gastropoden) bezeichnen. Daneben sind auch Polychaeten und Crustacean von Bedeutung. Andere Nahrungsgruppen, wie Insektenlarven, können vor allem bei den juvenilen Tieren eine wichtige Rolle in der Nahrung spielen.

Auch in ihren andern Verbreitungsgebieten, wie z.B. Barentssee, Karasee und Beaufortsee (Kanada), wurden die Mollusken als Hauptnahrungsorganismen beschrieben (Baranenkova 1952, Probatov 1940, Atkinson & Percy 1992, Kobelev 2001). Daneben waren, wie im Weißen Meer, Polychaeten und Crustaceen wichtige Nahrungstiere.

### Flunder

Auch bei der Flunder stammen die meisten Arbeiten zu ihrer Nahrung aus der Kandalakschabucht. Azarov (1963) führte seine Untersuchungen im nordwestlichen Teil der Kandalakschabucht (Insel Ryashchkov und Lodeynyy) durch. Dabei waren die Mollusken *M. edulis*, *M. balthica* und *Littorina* sp. die häufigsten Nahrungsorganismen. An zweiter Stelle in der Nahrung standen der Krebs *Gammarus* sp., die Polychaeten und die Dipteralarven. Auch Poloskin et al. (1997) untersuchten Flundern verschiedener Längen im Bereich der Insel Ryashchkov. Zusätzlich dazu wurden Flundern aus dem Ästuar Luvenga (nordöstlich dieser Insel) analysiert. Insgesamt wurden 39 verschiedene Nahrungsgruppen nachgewiesen. Bei den Flundern der Länge 9-35mm dominierten die Chironomidenlarven (*Cricotopus vitripennis*), die Harpacticiden sowie der Krebs *Pontoporeia affinis* die Nahrung. Bei 35-98mm langen Flundern waren ebenfalls der Krebs *P. affinis* und *C. vitripennis* am häufigsten. Bei den Flundern >100mm spielten neben *P. affinis* die Muschel *M. edulis* eine wichtige Rolle in der Nahrung. Im Bereich der Halbinsel Kindo sowie in den benachbarten Gebieten fraßen die Flundern (>110mm) am häufigsten *M. balthica* (Shatunovsky & Chestnova 1970). Daneben waren auch *A. marina* und *P. caudatus* von einiger Bedeutung in der Nahrung.

Wie auch bei der Polarflunder stellte Shertskov (2005) bei der Flunder in der Onegabucht im Mai-Juni Heringseier und Muscheln als dominierende Nahrungsgruppen fest. Im Juli-August waren die Polychaeten die häufigsten Nahrungstiere.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden im Bereich der Halbinsel Kindo insgesamt 31 Taxa (Nischenbreite 6,7) in der Flundernahrung nachgewiesen. Im Dwina-Delta war das Nahrungsspektrum mit 22 Taxa (Nischenbreite 5,1) etwas kleiner. Bei Flndern der Altersgruppen 0 und I im Bereich der Halbinsel Kindo wurde die Nahrung von Insektenlarven (vor allem Chironomidenlarven) und Polychaeten (vor allem *Nereis* sp.) bestimmt. In der Altersgruppe II nahm bei den Flndern im Laufe der Saison der Anteil der Insektenlarven immer weiter ab, dagegen stieg der der Bivalvier (vor allem *M. balthica*) an. Auch in den folgenden Altersgruppen waren die Bivalvier die häufigste Nahrungsgruppe. An zweiter Stelle standen die Polychaeten. Die Crustaceen (*Gammarus* sp.) spielten nur bei den jüngeren Flndern eine gewisse Rolle in der Nahrung. Im Gegensatz zu den Polarflundern fraßen die Flndern nur vereinzelt Gastropoden. Im Dwina-Delta standen bei den Flndern aller Altersgruppen die Bivalvier an erster Stelle. Daneben konnten nur noch die Insektenlarven (Chironomiden), Polychaeten (*Nereis* sp.) und Crustaceen (*Gammarus* sp.) einen gewissen Beitrag zu der Flundernahrung beisteuern, wobei die Crustaceen an der Fangstation Kuiza teilweise die Muscheln in ihrer Bedeutung übertrafen. Wie bei der Polarflunder waren in beiden Fanggebieten die Nahrungsunterschiede zwischen den Geschlechtern geringfügig, deswegen wurden sie aus der Darstellung ausgeschlossen.

Zusammenfassend ergibt sich für die Flndern im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres folgendes Nahrungsbild: In den Altersgruppen 0 und I sind sie vor allem Insektenlarvenfresser. Ab der Altersgruppe II nehmen sie vor allem Bivalvier zu sich. Daneben können die Polychaeten und Crustaceen in allen Altersgruppen einen Beitrag zur Flundernahrung beisteuern.

Damit zeigen die Flndern des Weißen Meeres eine ähnliche Nahrungs zusammensetzung wie sie bereits auch aus ihren anderen Verbreitungsgebieten beschrieben wurde (z.B. Karamushko & Yunacheva 2005 für die Barentssee, Pihl 1982 und Try 2000 für die Ostsee, Beaumont & Mann 1984 für die Nordsee sowie Nasarov 1965 für das Schwarze Meer).

### Kliesche

Von den drei Arten ist die Nahrungs zusammensetzung der Kliesche im Weißen Meer bisher am geringsten untersucht worden. In der Kandalakschabucht stellten Shubnikov et al. (1963) in der Nahrung der Kliesche hauptsächlich Polychaeten und Schlangensterne (Ophiuroidea)

fest. Sherstkov (2005) fand bei seiner Analyse von Klieschen in der Onegabucht eine gleiche Nahrungszusammensetzung wie bei den beiden anderen Arten (s. oben). Im Mai-Juni dominierten Heringseier die Nahrung, wobei der Anteil der Eier größer war als bei den beiden anderen Arten. Im Juli-August fraßen die Klieschen vor allem Polychaeten.

Im Bereich der Halbinsel Kindo setzte sich die Nahrung der Klieschen (Zeitraum August 2004-September 2007) aus insgesamt 34 Arten zusammen. Von den drei Plattfischarten hatte die Kliesche die größte Nischenbreite (9,8). Wie bei den Klieschen in der Onegabucht (Sherstkov 2005) spielten Fischeier in den Sommermonaten Juni-Juli eine wichtige Rolle in der Nahrung. Im Gegensatz zur Onegabucht handelte es sich bei den Fischeiern um Stichlingseier. Daneben spielten die Arten *Gammarus* sp., *Nereis* sp. und *P. koreni* eine wichtige Rolle in der Nahrung der Klieschen in diesen Monaten. Ab August verschwanden die Stichlingseier aus der Nahrung. Es dominierte nun der Krebs *Gammarus* sp.. An zweiter Stelle stand der Polychaet *P. koreni*. Im Gegensatz zu den beiden anderen Arten waren die Muscheln von nur geringer Bedeutung in der Nahrung der Klieschen. Dabei fraß die Kliesche vor allem die Muschel *S. groenlandicus*, welche im Sublitoral des Weißen Meeres eine der häufigsten Arten ist (Naumov 2004). Die Schlangensterne (*O. aculeata*), welche bei Shubnikov et al. (1963) wichtige Nahrungstiere der Klieschen waren, konnten im Zeitraum 2004-2007 nur bei insgesamt 4 Tieren nachgewiesen werden. Bei der Kliesche waren, wie bei Polarflunder und Flunder, die Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung zwischen Weibchen und Männchen vernachlässigbar.

Im Dwina-Delta wurden Klieschen nur an der Fangstation Kuiza gefangen. Die Anzahl der untersuchten Klieschen war jedoch sehr gering. Bei diesen war aber auch, wie im Bereich der Halbinsel Kindo, der Krebs *Gammarus* sp. bei nahezu allen Tieren das wichtigste Nährtier. Wie bei Polarflunder und Flunder an dieser Fangstation hatte auch *M. edulis* einen großen Anteil an der Nahrungszusammensetzung der Kliesche.

Am Ende kann man folgendes zusammenfassen: Die Klieschen des Weißen Meeres sind in der Hauptsache Crustaceen- und Polychaetenfresser. Daneben kann saisonal sowie auch regional bedingt die Bedeutung anderer Nahrungsgruppen zunehmen, welche durch ihre große Häufigkeit im Benthos eine leichte Beute für die Kliesche darstellen (z.B. Fischeier bzw. Muscheln).

Auch in Nahrungsuntersuchungen der Kliesche aus ihren anderen Verbreitungsgebieten, wie Barents-, Nord- und Ostsee, waren die Krebse die Hauptnahrungsgruppe (Bulycheva 1948, Gröhsl 1986, Florin 2005, Knust 1989, 1990, Hinz et al. 2005). Während in der Barents- und Ostsee auch Polychaeten und Muscheln eine wichtige Rolle in der Nahrung spielten

(Gröhsl 1986, Florin 2005), standen in der Nordsee die Schlangensterne der Art *Ophiura albida* an zweiter Stelle (Knust 1989, 1990, Hinz et al. 2005). Die Einteilung von De Groot (1971) der Klieschen (in Nord- und Ostsee) als Tiere des Nahrungstyps II, welche sich hauptsächlich von Crustaceen ernähren, kann somit auch auf ihr nördlichstes Verbreitungsgebiet ausgedehnt werden.

#### **4.3. Die ökologische Nische der Plattfische im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres**

Die ökologische Nische einer Art wird durch den physikalischen Raum (den sie besetzt), durch ihre funktionelle Rolle in der Gemeinschaft (z.B. ihre Stellung in der Nahrungskette) und durch ihre Stellung in den Umweltgradienten (wie z.B. Temperatur, Salzgehalt, Substrat u.a.) beschrieben (Odum 1999). Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, diese drei Aspekte der ökologische Nische für die drei Plattfischarten im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres mit uni- und multivariaten Methoden zu beschreiben sowie die dabei auftretende Nischenüberlappung zwischen den Plattfischen zu erfassen (s. Abschnitt 3.2.2., 3.2.5., 3.2.6.).

##### Räumliche Nischenüberlappung der Plattfische

In beiden Fanggebieten wiesen die Polarflunder und Flunder unter den drei Plattfischarten die höchste räumliche Nischenüberlappung auf (max. 0,94 bzw. 1,0). Auch innerhalb der Fischgemeinschaft war die Nischenüberlappung zwischen beiden Arten am größten. Dabei war die räumliche Überlappung beider im Bereich der Halbinsel Kindo an den Fangstationen Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka und im Dwina-Delta an den Fangstationen Rasbojnik, Suchoje Morje und Kuiza am höchsten. An den anderen Stationen im Dwina-Delta kamen beide Arten überhaupt nicht gemeinsam vor. Im Bereich der Halbinsel Kindo war dagegen an den Stationen Pojakonda, Berosowaja, Nikolskaja, Ermolinskaja, Pekkelinski und BBS die räumliche Nischenüberlappung sehr klein (0,1-0,4). Diese nahm aber an fast allen Stationen gegen Ende der Saison zu (max. 0,8). Die räumliche Nischenüberlappung von Polarflunder und Flunder zu der Kliesche war in beiden Fanggebieten sehr klein (0,1-0,4).

Im Folgenden wird diskutiert, welche Umweltparameter Einfluss auf die Verteilung und Häufigkeit der Plattfische hatten und wie stark die Nahrungsnischenüberlappung zwischen den Plattfischen in beiden Fanggebieten war. Dabei wird vor allem der Fokus auf die Polarflunder und die Flunder, aufgrund ihrer hohen räumlichen Nischenüberlappung in den Untersuchungsgebieten, gelegt.

### Einfluss der Umweltparameter auf die Verteilung und Häufigkeit der Plattfische

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurde die Verteilung und Häufigkeit der Kliesche hauptsächlich durch die Parameter Wassertiefe und Substrat bestimmt. Dabei bevorzugte die Kliesche Bereiche mit Wassertiefen von >5m und sandiges bis grob sandiges Substrat.

Im Bereich der Halbinsel Kindo waren hauptsächlich die Umweltparameter Bewuchs, Exposition (Wind und Wellen) und Substrat für die Verteilung und Häufigkeit der meisten Altersgruppen der Polarflunder in den Waden- und Stellnetzfängen verantwortlich. Dabei zeigten diese in von Wind und Wellen abgeschlossenen Bereichen mit schlickig-feinsandigen und bewachsenen Substraten ihre größte Häufigkeit. Deswegen kam die Polarflunder im Bereich der Halbinsel Kindo bevorzugt an Fangstationen wie Tschernaja Retschka, Berosowaja, Ermolinskaja, Nikolskaja, Pojakonda sowie an den Fangstationen Kislaja und Kusokozki (jeweils an der Unterstation 2) vor. Für die Verteilung und Häufigkeit der Flunder im Bereich der Halbinsel Kindo war vor allem der Parameter Substrat verantwortlich. Dabei bevorzugte sie Bereiche (wie z.B. die Unterstation 1 und 2 der Fangstation Kislaja und Unterstation 1 der Fangstation Kusokozki) mit feinsandigen bzw. sandigen Substraten ohne Bewuchs. Auch in der Tscheskajabucht konnte Suvorov (1927) (zitiert in Probatov 1940) beobachten, dass die Flunder sandige Bereiche bevorzugte, die Polarflunder dagegen schlickige. Dabei dominierte in Abhängigkeit vom Sediment mal die eine mal die andere Art. Neben dem Substrat spielte der Salzgehalt und da vor allem bei den Wadenfängen eine wichtige Rolle für die Verteilung der Flunder. Dabei zeigte die Flunder in Bereichen mit höheren Salzgehalten eine größere Häufigkeit. Dieses für die Flunder untypische Muster (siehe unten im Dwina-Delta) ist damit zu erklären, dass die Bereiche mit niedrigeren Salzgehalten hauptsächlich von schlickigen Substraten mit einer starken Vegetationsdecke bestimmt wurden. Diese Gebiete wurden aber von der Flunder gemieden, dagegen von der Polarflunder bevorzugt. Des weiteren ist in dem einzigen wirklichen Ästuar im Bereich der Halbinsel Kindo (Tschernaja Retschka) die oligohaline Zone (0,5-5 PSU) nur schwach ausgeprägt, aufgrund der nur geringen Größe des Flusses. Auch ist der Zugang zum Süßwasserbereich durch die kaskadenartige Mündung des Flusses für die Plattfische unzugänglich. Die Flundern und da vor allem die juvenilen Tiere bevorzugen nun aber, im Gegensatz zu den Polarflundern, oligohaline und teilweise rein limnische Ästuarbereiche (Kerstan 1991, Jager 1998). Dies führt dazu, dass die Flunder im Ästuarbereich der Halbinsel Kindo vergleichsweise nur geringe Abundanzen aufweist.

Daraus kann man schlussfolgern, dass im Bereich der Halbinsel Kindo der Habitatparameter Substrat und mit diesem eng korreliert der Bewuchs den größten Einfluss auf die Verteilung

und Häufigkeit der Polarflunder und Flunder hatten. Für die Kliesche war neben dem Substrat auch noch die Wassertiefe von großer Bedeutung.

Auch in vielen Untersuchungen aus anderen Gebieten kam heraus, dass der Sedimenttyp eines der wichtigsten Parameter für die Verteilung und Abundanz der Plattfische war (z.B. Gibson & Robb 1992, Rogers 1992, Gibson 1994, Moles & Norcross 1995, Abookire & Norcross, Howell et al. 1999, Walsh et al. 1999, Amezcu & Nash 2001, Stoner et al. 2007). Des weiteren spielen für die Plattfische die Parameter Wassertiefe, Wassertemperatur, Bewuchs und die Nahrungsverfügbarkeit, welche stark vom Sedimenttyp abhängt, eine wichtige Rolle (z.B. Connolly 1994, Allen & Baltz 1997, Cabral & Costa 1999, Power et al. 2000, Rooper et al. 2003, Goldberg et al. 2002, Vinagre et al. 2005, Methratta & Link 2007, Le Pape et al. 2007).

Im Dwina-Delta dagegen hatten die Parameter Substrat und Bewuchs keinen signifikanten Einfluss auf die Verteilung und Häufigkeit der Plattfische, da an den untersuchten Fangstationen die Unterschiede im Substrat sehr gering waren sowie der Bewuchs an allen Stationen fehlte (s. Tab. 40). Ssytsch-Awerinzeva 1930a fand aber bei ihren Untersuchungen im Bereich der Fangstation Suchoje Morje heraus, dass der Sedimenttyp ein wichtiger Faktor für die Verteilung und Häufigkeit der Plattfische war. Dabei stieg, wie im Bereich der Halbinsel Kindo, bei größeren Sedimenten der Anteil der Flunder an, dagegen ging der der Polarflunder zurück.

Im Rahmen dieser Arbeit wies der Parameter Salzgehalt den größten Einfluss auf die Verteilung und Häufigkeit von Flunder und Polarflunder im Dwina-Delta auf. Dies ist charakteristisch für große Ästuare mit einem stark ausgeprägten Salzgehaltsgradienten (z.B. Thiel et al. 1995, Armstrong 1997, Cabral 2000, Hampel et al. 2004). Neben dem Salzgehalt waren aber auch die Parameter Wassertiefe und -temperatur für die Verteilung und Häufigkeit der Plattfische im Dwina-Delta von Bedeutung. Dabei wies die Polarflunder im mesohalinen Bereich (wie z.B. an der Fangstation Suchoje Morje) bei Wassertiefen von 0-3m die größte Abundanz auf. Auch die Flunder war im mesohalinen Bereich abundant, kam aber im Gegensatz zur Polarflunder auch in limnischen Gebieten vor. Weiterhin zeigten vor allem die adulten Flunden (AG $\geq$ III) eine starke negative Korrelation mit der Wassertemperatur, d.h. ihre Häufigkeit nahm mit fallenden Temperaturen zu. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Dwina-Delta mit den verwendeten Fanggeräten hauptsächlich die adulten Flunden erfasst wurden, diese wiederum zeigen im Weißen Meer bei fallenden Wassertemperaturen ein verstärktes Einwandern in die Ästuare, in denen sie dann überwintern (Sherstkov & Skovorodko 2005).

### Nahrungsnischenüberlappung zwischen den Plattfischen

Die Polarflunder und Flunder wiesen im Küsten- und Ästuarbereich beider Fanggebiete eine hohe Nahrungsnischenüberlappung auf (s. Tab. 50, Abb. 65 und 69). Dagegen war die Überschneidung in der Nahrungszusammensetzung zwischen beiden Arten zur Kliesche sehr gering ( $NO=0,17-0,45$ ), dies ist darauf zurückzuführen, dass die Kliesche vergleichsweise tiefere Bereiche bevorzugte und dadurch in ihrer Nahrung Arten dominierten, welche vor allem in diesen Tiefen vorkamen (Marfenin 2006), wie z.B. *S. groenlandicus*, *P. koreni*, *D. glabra* (s auch Tab. 49), diese wiederum fehlten in der Nahrung von Polarflunder und Flunder. Auch zu den anderen Fischarten, mit denen Polarflunder und Flunder gemeinsam vorkamen, war die Nahrungsüberlappung nur gering ausgeprägt (Kudersky & Rusanova 1963, Kalyakina & Tsvetkov 1984, Ponomarev 2004, pers. Beobachtungen 2007 unveröffentlicht).

Die Plattfische nutzen als Generalisten und Opportunisten die jeweils am häufigsten vorkommenden Nahrungsorganismen (Lasiak & McLachlan 1987, Beyst et al. 1999, Cabral et al. 2002). Dadurch kann bei hohen Nahrungsnischenüberlappungen die Konkurrenz zwischen den Plattfischen in ihren Verbreitungsgebieten reduziert werden (Darnaude et al. 2001, Vinagre et al. 2005). Dies trifft auch für die Polarflunder und Flunder im Weißen Meer zu. In beiden Untersuchungsgebieten fraßen die juvenilen Tiere beider Arten hauptsächlich Chironomidenlarven und Polychaeten (*Nereis* sp. und *A. marina*). Bei den adulten Tieren bestimmten die Arten *M. balthica*, *M. arenaria*, *H. ulvae* die Nahrung. Diese aufgezählten Arten sind im Litoralbereich der Kandalakschabucht die häufigsten Benthosorganismen (Sakr 1981, Stolyarov 1994, Bek & Kalyakina 1995, Stolyarov & Burkovsky 1996, Chertoprud 1998). Dabei treten *M. balthica*, *M. arenaria* und *H. ulvae* im Bereich der Halbinsel Kindo bei fast allen Sedimenttypen, außer auf grobem Sand, massenhaft auf (Chertoprud 1998), während *A. marina* nur auf sandigen und die Chironomidenlarven nur auf schlickig-feinsandigen Substraten dominieren (Chertoprud 1998). In der Dwinabucht gibt es nur wenige Untersuchungen zum Benthos. Diese beschäftigten sich dabei vor allem mit der Verteilung und Häufigkeit von Bivalviern (Lukanin et al. 1995, Naumov 2005). An der offenen grobsandigen Küste dominiert *M. edulis* im Litoralbereich. So war dann auch die Fangstation Kuiza der einzige Ort innerhalb der beiden Untersuchungsgebiete, an denen *M. edulis* bei allen drei Arten die häufigste Muschel war. Im Mündungsdelta der Nördlichen Dwina dagegen kommt *M. balthica* am häufigsten vor. Aber auch *M. arenaria* ist in diesem Gebiet sehr zahlreich. Daraus ist zu erkennen, dass Polarflunder und Flunder in beiden Untersuchungsgebieten jeweils die abundantesten Benthosarten als Nahrung nutzen. Dadurch können sie den interspezifischen Konkurrenzdruck minimieren. Dennoch gibt es in beiden

Fanggebieten bei Polarflunder und Flunder Anzeichen dafür, dass scheinbar, bedingt durch den Konkurrenzdruck zwischen beiden, es zu einer selektiven Nahrungswahl kommt. So konnte *H. ulvae* im Bereich der Halbinsel Kindo, wo sie an allen Fangstationen massenhaft vorkommt, im gesamten Untersuchungszeitraum nur bei sieben Flndern (n=9) nachgewiesen werden, während sie in der Nahrung der Polarflunder (Abb) neben den Muscheln ( *M. balthica* und *M. arenaria*) zu den häufigsten und weit verbreiteten Beuteorganismen gehörte (n=17265; bei insgesamt 782 Polarflndern). Demgegenüber stehen die Nahrungsuntersuchungen an Flndern von Azarov (1963) und Poloskin et al. (1997) im Bereich der Insel Ryashkov und dem Luvenga-Ästuar (beide, nordwestliche Kandalakschabucht). In diesen Gebieten, an denen die Flunder häufiger vorkommt als die Polarflunder, war der Gastropoden *H. ulvae* ein häufiges Nahrungstier der Flunder und da vor allem bei den älteren Tieren. Auch in anderen geographischen Verbreitungsgebieten (wie z.B. Nord- und Ostsee) steuerte *H. ulvae* einen nicht unbedeutenden Beitrag zu der Flundernahrung bei (z.B. Arndt & Nehls 1964, Summers 1980, Dietrich 2004). An den Fangstationen im Dwina-Delta zeigte *H. ulvae*, aufgrund des hier vorherrschenden grobsandigen Substrats, nur geringe Abundanzen. Deswegen spielte sie in der Nahrung von Flunder und Polarflunder nur eine geringe Rolle (n=49 bei der Flunder; n=40 bei der Polarflunder). Dies alles deutet daraufhin, dass in Gebieten, in denen die Polarflunder dominiert, der Anteil von *H. ulvae* an der Flundernahrung scheinbar aufgrund des interspezifischen Konkurrenzdruckes verschwindend gering ist. Gegen diese Feststellung sprechen die Ergebnisse von Aarnio & Bonsdorff (1997). Die Autoren untersuchten an juvenilen Flndern die Verdauungsresistenz von *Hydrobia* sp. und *M. balthica* bei 15° und 20°C. Dabei fanden sie heraus, dass die gefressenen *M. balthica* bei beiden Wassertemperaturen zu 100% von den Flndern verdaut wurden, während 46% (bei 15°C) bzw. 92% (bei 20°C) der Gastropoden die Verdauung überlebten. Diese Ergebnisse deuten daraufhin, dass *Hydrobia* sp. für die Plattfische eine wenig geeignete Nahrungsquelle ist. Deswegen erscheint es als unwahrscheinlich, dass Polarflunder und Flunder um diese nicht lohnenswerte Nahrung konkurrieren, vor allem solange noch andere Nahrungsorganismen (wie z.B. *M. balthica*) zur Verfügung stehen. Es ist daher anzunehmen, dass eher andere Faktoren für das Fehlen der Gastropoden in der Flundernahrung im Bereich der Halbinsel Kindo verantwortlich gemacht werden müssen.

Ein weiteres Beispiel für Nahrungsselektivität bei Polarflunder und Flunder, aufgrund einer möglichen Konkurrenz zwischen beiden, konnte im Dwina-Delta beobachtet werden. Bei der Flunder dominierte in der Nahrung an fast allen Fangstationen die Muschel *M. balthica*. An

zweiter Stelle stand *M. arenaria*. Bei der Polarflunder war es genau umgekehrt. Im Bereich der Halbinsel Kindo war dagegen bei beiden Plattfischarten *M. balthica* am zahlreichsten. Beide Muschelarten zeigen am Weißen Meer eine unterschiedliche vertikale Verteilung (Chertoprud 1998). So ist *M. balthica* in 1-2cm Tiefe am häufigsten, während *M. arenaria* vor allem tiefer (>2cm) vorkommt. Daher ist anzunehmen, dass die tiefer lebende *M. arenaria* für die Plattfische schwieriger zu erbeuten ist als *M. balthica*. Deswegen kann das häufigere Vorkommen von *M. arenaria* bei der Polarflunder nur damit erklärt werden, dass sie aufgrund der Dominanz der Flunder an den Fangstationen im Dwina-Delta gezwungen ist auf diese ungünstigere Beute zurückzugreifen. Bestätigt wird diese Feststellung dadurch, dass bei der Polarflunder mit zunehmender Länge und zunehmendem Alter der Anteil von *M. arenaria* in der Nahrung ab-, der von *M. balthica* aber zunahm (s. Abb. 68). Bei Polarflundern von  $\geq 240$ mm Länge war dann *M. balthica*, wie bei den Flunden, sogar die dominanteste Muschel. Die Flunder im Weißen Meer weist ab dem dritten bzw. vierten Lebensjahr ein höheres Längenwachstum auf als die Polarflunder (s. Abschnitt 4.1.4.). Vorher sind die Längenunterschiede zwischen beiden Arten nur gering ausgeprägt. Diese Längenunterschiede nehmen im Laufe der Zeit immer weiter zu (max. in den AG $\geq$ VII). Da die größeren Flunden in der Regel auch die etwas größeren Muscheln fressen (Shatunovsky & Chestnova 1970), welche von den vergleichsweise kleineren Polarflunden nicht genutzt werden können, nimmt der Konkurrenzdruck zwischen beiden Arten mit steigenden Längenunterschieden ab. Dadurch konnten die größeren bzw. älteren Polarflunden, im Gegensatz zu den jüngeren, auf die leichter zu erbeutende *M. balthica* umsteigen.

Im Rahmen dieser Arbeit konnten noch andere Möglichkeiten der Nahrungskonkurrenzvermeidung zwischen Polarflunder und Flunder beobachtet werden. Wie bereits öfters erwähnt, laicht die Polarflunder im Winter, die Flunder dagegen im Sommer. Dadurch geht die Polarflunder 2 bis 3 Monate früher zum Bodenleben über als die Flunder. Dies führt zu einem Wachstumsvorsprung der Polarflunder, was sich in größeren mittleren Längen in den beiden ersten Lebensjahren ausdrückt (s. Abschnitt 4.1.4.). Diese Längenunterschiede bewirken eine Minimierung der Nahrungskonkurrenz, da die größeren Polarflunden auch die vergleichsweise größeren Beutetiere zu sich nehmen können. Am Ende des zweiten Lebensjahres kann die Flunder den Wachstumsrückstand, aufgrund ihres höheren Wachstumspotentials, aufholen. Die Männchen der Polarflunder erreichen zu diesem Zeitpunkt ihre Geschlechtsreife und verlassen die flachen Küsten- bzw. Ästuarbereiche in Richtung zu den tieferen, offenen Gebieten. Dadurch reduzieren sie die inter- bzw. aber auch die intraspezifische Konkurrenz. Dagegen verbleiben die weiblichen Polarflunden bis zur

Geschlechtsreife (Ende des dritten Lebensjahres) zusammen mit den Männchen und Weibchen der Flunder im Küsten- und Ästuarbereich. Die Längenunterschiede waren bei diesen Tieren am geringsten ausgeprägt, daher könnte man erwarten, dass somit auch die Nischenüberlappung am größten ist. Dennoch wiesen diese Tiere (mit Längen von 100-160mm, AG II-III) die niedrigsten Nahrungsnischenüberlappungen auf (s. Abb. 65 und 69). Dies ist darauf zurückzuführen, dass gerade diese Tiere im Vergleich zu den anderen das größte Nahrungsspektrum aufwiesen (s. Abb. 60 und 66). Nach dem Erreichen der Geschlechtsreife nutzen beide Arten, aufgrund ihrer unterschiedlichen Laichzeiten, die Ästuar- und Küstenbereiche zu unterschiedlichen Zeiten als Weidegebiete. Dadurch können sie einem möglichen Konkurrenzdruck entgehen. Ausgenommen davon ist das Ende der Wachstumssaison (September-Oktober), wo die Polarflunder zur Vorbereitung auf die Laichsaison und die Flunder kurz vor der Überwinterung gemeinsam intensiv in diesen Gebieten Nahrungssuche betreiben. Die Konkurrenz aber zwischen beiden wird dadurch reduziert, dass die adulten Flunden durch ihr größeres Wachstumspotential größere mittlere Längen aufweisen. Deshalb sind sie in der Lage größere Beutetiere zu fressen als die vergleichsweise kleineren adulten Polarflunden.

Die Tab. 52 gibt einen zusammenfassenden Überblick zu den wichtigsten Nischendimensionen der drei Plattfischarten im Weißen Meer, welche im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden konnten.

Die Kliesche bevorzugte Habitate mit sandigen Substraten und Wassertiefen von >5m. Sie fehlte in Bereichen mit niedrigen Salzgehalten. Die adulten Klieschen waren vor allem Crustacean-Polychaetenfresser. Ihre räumliche Nischenüberlappung wie auch die Nahrungsnischenüberlappung war zu den beiden anderen Arten sehr gering.

Die Flunder und Polarflunder nutzten vor allem die flachen Küsten- und Ästuarbereiche als Lebensraum. Beide Arten wiesen in den mesohalinen Regionen der Ästuare ihre höchsten Abundanzen auf. Diese starke räumliche Überlappung kann durch folgende Punkte reduziert werden: (1) Die Polarflunder bevorzugt schlickige-feinsandige Substrate mit Bewuchs, die Flunder dagegen gröbere Substrate ohne Bewuchs. (2) Während die Flunder auch in dem limnischen Bereich der Ästuare weit verbreitet ist, fehlt hier die Polarflunder. (3) Aufgrund ihrer unterschiedlichen Laichzeiten nutzen beide Arten während einiger Phasen ihrer Ontogenese das gleiche Habitat zu verschiedenen Zeiten (s. auch Abb. 70 im Abschnitt 4.4.).

Die juvenilen Flundern und Polarflundern ernährten sich hauptsächlich von Insektenlarven und Polychaeten. Die adulten Tiere fraßen neben den Polychaeten vor allem Mollusken. Beide Arten zeigten in beiden Untersuchungsgebieten eine hohe Nahrungsnischenüberlappung. Die daraus resultierende starke interspezifische Konkurrenz zwischen beiden kann durch folgende Punkte reduziert werden: (1) Beide Arten nutzen vor allem die am häufigsten vorkommenden Benthosorganismen als Nahrung. (2) Aufgrund des früheren Übergangs zum Bodenleben, hat die Polarflunder in den ersten Lebensjahren (AG 0-I) einen Wachstumsvorsprung und kann somit größere Beutetiere fressen als die Flunder. (3) In den Altersgruppen II und III holt die Flunder den Wachstumsvorsprung der Polarflunder auf, die Nischenüberlappung ist aber gering, da Flundern und Polarflundern dieser Altersgruppen das größte Nahrungsspektrum aufweisen. (4) Die geschlechtsreifen Flundern und Polarflundern nutzen, aufgrund ihrer unterschiedlichen Laichzeiten, die Weidegebiete zu verschiedenen Zeiten. (5) Die adulten Flundern sind größer als die adulten Polarflundern und können dadurch größere Beutetiere fressen als diese.

**Tab. 52:** Übersicht zu den wichtigsten Nischendimensionen der drei Plattfischarten im Weißen Meer.

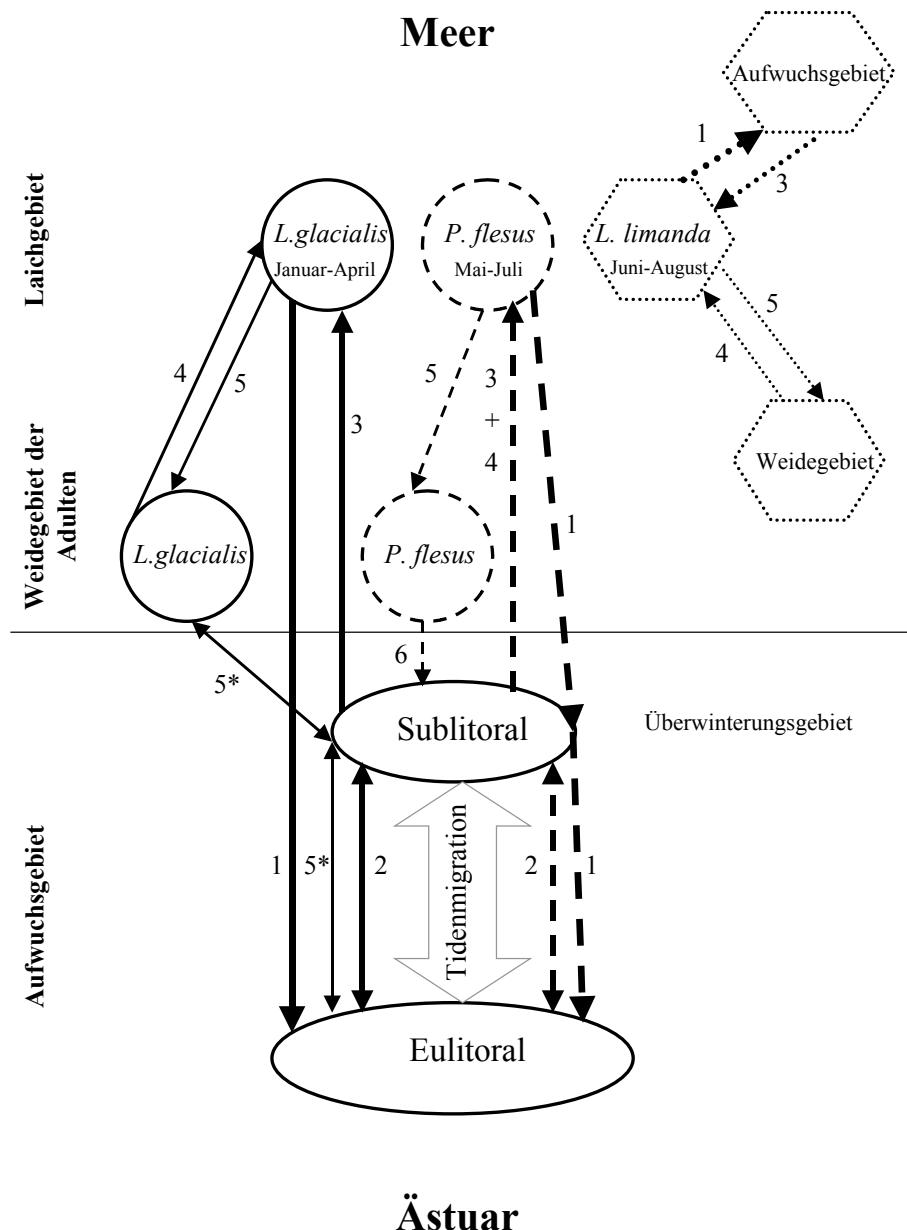
| Nischendimensionen    | <i>L. glacialis</i>                 | <i>P. flesus</i>                  | <i>L. limanda</i>                 |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| • Aktivität           | nachtaktiv                          | nachtaktiv                        | nachtaktiv                        |
| • Wassertiefe         |                                     |                                   |                                   |
| juvenile Tiere        | 0-2m                                | 0-2m                              | -                                 |
| adulte Tiere          | >2m                                 | >2m                               | >5m                               |
| • Substrat            | schlickig-feinsandig<br>mit Bewuchs | feinsandig-sandig<br>ohne Bewuchs | sandig-grobsandig<br>ohne Bewuchs |
| • Salzgehalt          | oligo-polyhalin                     | Süßwasser-polyhalin               | polyhalin                         |
| • bevorzugte Nahrung: |                                     |                                   |                                   |
| juvenile Tiere        | Insektenlarven-<br>Polychaeten      | Insektenlarven-<br>Polychaeten    | -                                 |
| adulte Tiere          | Mollusken-<br>Polychaeten           | Mollusken-<br>Polychaeten         | Crustacean-<br>Polychaeten        |

#### 4.4. Lebenszyklus der Plattfische im Weißen Meer

In diesem Abschnitt soll ein zusammenfassender Überblick zu den wichtigsten Stationen im Lebenszyklus der Plattfische im Weißen Meer gegeben werden (Abb. 70). Dabei sollen vor allem schwerpunktmäßig Angaben zu den Laichzeiten, zur Lage und zur Beschaffenheit der Laichplätze diskutiert werden. Des weiteren werden einige Aussagen zur Länge der pelagischen Phase und zum Zeitpunkt des Überganges der Plattfische zum Bodenleben gemacht. Weiterhin wird in diesem Abschnitt das Wanderverhalten der Plattfische zwischen den Aufwuchs-, Weide- und Laichgebieten betrachtet.

### Laichzeit und Laichplatz

Es gibt wenige direkte Untersuchungen zu den Laichzeiten sowie zur Lage und Beschaffenheit der Laichplätze der Plattfische im Weißen Meer (Altukhov 1980, Nikolaev 1949, 1950a, b). Besonders für die Laichzeit der **Polarflunder** sind die Angaben aus der Literatur sehr unterschiedlich. Altukhov (1980) und Nikolaev (1950a) konnten in der Dwina- bzw. Onegabucht beobachten, dass die meisten Polarflundern hauptsächlich im Januar unterm Eis bei Wassertemperaturen von  $-1,2$  bis  $-1,6^{\circ}\text{C}$  laichten. Auch Muchomedijarov (1963b) gibt für die Polarflundern in der Tschupabucht (Kandalakschabucht) den Januar als Laichtermin an. Dagegen weisen Esipov (1939) und Berg (1943) den Monat Mai als Laichzeitpunkt für die Polarflunder im Weißen Meer aus. Doroshev & Aronovich (1974) führten im Januar 1973 an der Biologischen Weißmeerstation (BBS, Kandalakschabucht) der Moskauer Universität Untersuchungen zum Effekt von verschiedenen Salzgehalten auf die Embryonalentwicklung von Navaga, Polardorsch (*Boreogadus saida*) und Polarflunder durch. Dafür wurden die jeweiligen Fische mit fließendem Laich in diesem Monat gefangen. Die Autoren geben aber keine genaueren Angaben über die Fangplätze und die Fangmethodik an. Im Rahmen dieser Arbeit wurden, um die genaue Laichzeit sowie die Laichplätze der Polarflunder in der Kandalakschabucht zu bestimmen, im Winter 2004-2005 (Dezember und Januar) Stellnetzfänge (insgesamt 10 Stelltage) im Bereich der Halbinsel Kindo durchgeführt. Es konnten aber insgesamt nur zwei weibliche Polarflunder der Altersgruppen IV im Bereich der Fangstation BBS (19.12.2004, 5m Wassertiefe,  $-1,2^{\circ}\text{C}$  Wassertemperatur) gefangen werden. Die Gonaden beider Tiere befanden sich im Übergang vom Reifestadium 4 zum Reifestadium 5. Nach Sakun & Butskaya (1968) haben die Gonaden im Reifestadium 4 ihre endgültige Länge und Dicke erreicht. Im Reifestadium 5 sind die Eier glashell und durchsichtig und fließen bei leichtem Druck ab. Der gonadosomatische Index beider Tiere war mit Werten von 197 und 236 fast viermal so hoch wie noch bei den Tieren Ende Oktober bzw. Anfang November (s. Abb. 9, S. 29). Das alles deutet darauf hin, dass die gefangenen Polarflundern kurz vor dem Ablaichen standen. Im Gegensatz dazu konnten im April und Anfang Mai (2005 und 2006) noch Männchen mit gerade abgelaichten Gonaden, welche noch Reste von fließendem Laich aufwiesen, gefangen werden ( $n=11$ , Fangstationen BBS und Ermolinskaja). Zu diesem Zeitpunkt waren große Teile im Bereich der Halbinsel Kindo noch vom Eis bedeckt. Die Wassertemperatur schwankte zwischen 0 und  $-1^{\circ}\text{C}$ . Die Kandalakschabucht weist durch ihre nördlichere Lage und Tiefenstruktur (mittlere Wassertiefe von 109m) im Jahresverlauf geringere Wassertemperaturen auf als die flachen südlichen Buchten des Weißen Meeres, wie z.B. Dwina- und Onegabucht (Gluchovsky 1991).



**Abb. 70:** Schematische Darstellung der wichtigsten Stationen im Lebenszyklus von Polarflunder (*L. glacialis*, L.g.), Flunder (*P. flesus*, P.f.) und Kliesche (*L. limanda*, L.l.) im Bereich der Halbinsel Kindo und Dwina-Delta. (1) Transport von Eier und Larven (L.g.: Januar-Juni; P.f.: Juni-Juli; L.l.: Juli-August. (2) Überwinterungsmigration der juvenilen Tiere (L.g. und P.f.: Oktober-November). (3) Laichmigration der Erstlaicher und (4) Laichmigration der adulten Tiere (L.g.: Oktober-Dezember; P.f.: April-Mai; L.l.: Mai-Juni). (5) Nahrungsmigration der abgelaichten adulten Tiere, 5\* Nahrungsmigration der adulten Polarflundern (vor allem Weibchen) zu den Aufwuchsgebieten (Juni-September). (6) Überwinterungsmigration der adulten Flundern (September-Oktober).

Auch setzt die Eisschmelze etwas später ein als in den südlichen Teilen des Weißen Meeres. Das könnte ein möglicher Grund dafür sein, dass im Gegensatz zu den Beobachtungen in der Onega- und Dwinabucht (s.o.) die Laichzeit der Polarflunder in der Kandalkschabucht nicht nur auf den Winter beschränkt ist, sondern bis zum Frühjahr verlängert sein kann.

Probatov (1940) und Burton & Maddock (1995) berichten davon, dass die Polarflunder nicht jedes Jahr, sondern aller zwei Jahre laicht. Dagegen konnte Kobelev (1989) bei den Polarflundern in der südlichen Barentssee in jedem Untersuchungsjahr (1976-1986) laichreife Tiere feststellen. Aufgrund der Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit kann auch für die Polarflunder des Weißen Meeres ein jährliches Laichen angenommen werden, da in jedem Untersuchungsjahr (2004-2007) laichreife Tiere sowie Tiere der Altersgruppe 0 gefangen werden konnten. Auch Burykin & Kublik (1989) und Altukhov (1980) konnten in ihren Untersuchungen zum Ichthyoplankton in jedem Jahr Eier und Larven der Polarflunder nachweisen.

Nach Nikolaev (1949) und Ssytsch-Awerinzeva (1930a) hat die **Flunder** ihre Hauptlaichzeit in der Onega- bzw. Dwinabucht im Juni. Diese kann aber bis Mitte Juli verlängert sein. Shatunovsky & Chestnova (1970) geben für die Flunder in der Kandalakschabucht den Zeitraum Ende Mai bis Anfang Juni als Laichtermin an. Auch Burykin & Kublik (1989) beobachteten in den Jahren 1984-1987 die Hauptlaichzeit der Flunder im Bereich der Meerenge Welikaja Salma (Kandalkschabucht) Mitte Mai bis Mitte Juni.

Im Rahmen dieser Arbeit konnten im Mai keine geschlechtsreifen Tiere an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo gefangen werden. Auch im Juni war der Anteil der geschlechtsreifen Tiere im Vergleich zu den anderen Monaten gering. Dabei hatten all diese Tiere bereits vollständig abgelaichte Gonaden, mit Ausnahme eines neunjährigen Männchen, welches Ende Juni 2005 im Bereich der Fangstation BBS gefangen wurde und dessen Gonaden noch fließendes Laich aufwiesen. In den folgenden Monaten wurden nur Tiere gefangen, deren Gonaden sich im Ruhestadium (Reifestadium 2) befanden bzw. wieder reiften (Reifestadien 3-4). Deshalb kann man davon ausgehen, dass die Flundern im Bereich der Halbinsel Kindo (2004-2007), wie auch in den früheren Untersuchungen, ihre Hauptlaichphase Ende Mai-Anfang Juni hatten.

Im Dwina-Delta konnten noch Anfang August an der Fangstation Kuiza laichreife Flundern (Gonaden Reifestadium 5) gefangen werden, dabei handelte es sich ausschließlich um männliche Tiere. Die untersuchten geschlechtsreifen Weibchen hatten zu diesem Zeitpunkt Gonaden im Ruhestadium (Reifestadium 2) bzw. ein Weibchen wies gerade erst abgelaichte Gonaden auf. Auch die meisten gefangenen Männchen hatten bereits Gonaden im Reifestadium 2, so dass man davon ausgehen kann, dass die Flundern ihre Hauptlaichphase bereits hinter sich hatten.

Für die Onegabucht ist die Lage und Beschaffenheit der Hauptlaichgebiete für die Flunder gut bekannt. Dabei befanden sich die wichtigsten Laichplätze unweit der westlichen Küste (z.B. Pongoma und Nyukcha) in 16-34m Wassertiefe (Muchachyova 1957). Die Wassertemperatur schwankte in der Laichperiode zwischen 9° und 15°C.

An den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo konnten, bis auf eine Ausnahme, keine laichreifen Tiere gefangen werden (s.o.). Burykin & Kublik (1989, 1991a, b) führten in diesem Fanggebiet sowie im Bereich des Babye Morje, welches 1km nördlicher als die Halbinsel Kindo liegt, Untersuchungen zu der Verteilung von Eiern und Larven von Fischen durch. Dabei konnten sie Eier von der Flunder im gesamten Gebiet nachweisen, wobei sie aber in den Arbeiten keine quantitativen Angaben zu den höchsten Ansammlungen machten. Nach Kublik (2007, pers. Mitt.) wurden jedoch die größten Konzentrationen von Flunderneiern im Babye Morje, am Ausgang der Kislajabucht sowie im Bereich der Halbinsel Kusokozki beobachtet. Die beiden letztgenannten Orte waren auch im Rahmen dieser Arbeit die Fangstationen mit den höchsten Abundanzen bei den juvenilen sowie auch bei den adulten Flundern.

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden im Mai (2005 und 2006) ausschließlich geschlechtsreife **Klieschen** im Reifestadium 4 gefangen. Im Juni (2005-2007) dominierten dann laichreife Klieschen (Reifestadium 5) den Fang. Im Juli der jeweiligen Untersuchungsjahre ging der Anteil von Tieren mit fließendem Laich stark zurück. Besonders die Anzahl von laichreifen Weibchen nahm ab. Im August waren bei fast allen Klieschen, bis auf einige Männchen mit abgelaichten Gonaden, die Gonaden wieder im Reifestadium 2. Auch Nikolaev (1950b) und Burykin & Kublik (1989) konnten für die Klieschen in der Onega- bzw. Kandalakschabucht (Meerenge Welikaja Salma) die Monate Juni und Juli als Hauptlaichperiode nachweisen. Im Bereich der Halbinsel Kindo konnten an den Fangstationen Kislaja (Unterstation 4) und Kusokozki (Unterstation 3) Laichplätze der Kliesche entdeckt werden. Sie befanden sich in 5-8m Wassertiefe auf sandigem Untergrund nur 100-150m von der Uferlinie entfernt. Die mittlere Wassertemperatur und der mittlere Salzgehalt betrugen zum Hauptlaichzeitpunkt (Mitte bis Ende Juni) 12,2°C und 24,7 PSU.

#### Pelagische Phase und Übergang zum Bodenleben

Die pelagischen Eier der Plattfische werden durch Wasserströmungen und Tidenbewegungen in Richtung ihrer Aufwuchsgebiete transportiert (Abb. 70). Nach dem Schlupf haben die

Larven der Plattfische durch das Schwimmen die Fähigkeit ihre Transportrichtung aktiv zu beeinflussen (Campos et al. 1996, Jager 1999, Jager & Mulder 1999, Bos 1999b).

Die Dauer der pelagischen Phase ist bei den drei Arten unterschiedlich lang. Bei der **Polarflunder** ist diese am längsten. Nach Aronovich et al. (1974, zitiert in Altukhov 1980) schlüpfen die Larven unter Laborbedingungen bei  $+1,5^{\circ}\text{C}$  nach 41-42 Tagen. In der Natur vollzieht sich diese Entwicklung unter geringeren Wassertemperaturen (im Januar-April  $-1$  bis  $-1,5^{\circ}\text{C}$ ), so dass mit einer noch längeren Dauer der Eiphasen zu rechnen ist. Burykin & Kublik (1991a) konnten noch Anfang Mai im Bereich der Meerenge Welikaja Salma (oder Halbinsel Kindo) einige Polarflundereier in ihren Proben nachweisen. Ihre Anzahl war aber verschwindend gering, so dass man davon ausgehen kann, dass die meisten Polarflunderlarven bereits im April geschlüpft sind. Über die Dauer der Larvalphase bei der Polarflunder im Weißen Meer ist wenig bekannt. Bei den Untersuchungen von Burykin & Kublik (1991a) im Bereich der Halbinsel Kindo und an den angrenzenden Gebieten waren im Mai die Polarflunderlarven an fast allen Probestationen am häufigsten. Im Juni ging ihr Anteil im Vergleich zu den anderen Arten stark zurück. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die ersten Polarflundern der Altersgruppe 0 im Eulitoralbereich der Halbinsel Kindo 2005 und 2006 Mitte Juli in den Fängen nachgewiesen. Im Jahr 2007 dagegen konnten sie bereits Ende Juni gefangen werden. Bei diesen Tieren war die Metamorphose bereits vollständig abgeschlossen und mit einer mittleren Länge von 28mm waren sie bereits fast doppelt so groß wie beim Übergang zum Bodenleben. Esipov (1949) und Andriyashev (1954) geben Längen von 10-15mm für die metamorphosierten Polarflundern (wie auch für die Flunder und die Kliesche) an. Aus diesen aufgeführten Darstellungen kann man abschließend sagen, dass die meisten Polarflunderlarven im Zeitraum Mai-Anfang Juni zum Bodenleben übergehen.

Die **Flunderlarven** schlüpfen bei Wassertemperaturen von  $2^{\circ}\text{C}$  nach 30 Tagen, bei  $6^{\circ}\text{C}$  nach 10 Tagen und bei  $10-12^{\circ}\text{C}$  nach fünf Tagen (Altukhov 1980). Im Bereich der Halbinsel Kindo betrug die Wassertemperatur während der Hauptlaichphase in den Jahren 2005 und 2006 (Mai-Juni)  $6-9^{\circ}\text{C}$ , so dass die Flunderlarven schon nach 10 Tagen schlüpfen könnten. Im Dwina-Delta kann die Laichzeit bis in den Juli verlängert sein (s.o.), damit verbunden ist auch eine relativ höhere Wassertemperatur ( $11-12^{\circ}\text{C}$ ), so dass in diesem Bereich die Eiphasen der Flundern vergleichsweise kürzer ausfallen kann. In der Nordsee gehen die Larven im Zeitraum April-Mai ungefähr 1 bis 2 Monate nach dem Schlupf bei einer Länge von 10mm zum Bodenleben über (Lübbert & Ehrenbaum 1936). Im Weißen Meer herrschen während der Larvalphase der Flundern im Sommer ähnliche Wassertemperaturen vor wie bei ihren Artgenossen im Frühjahr in der Nordsee, so dass man annehmen kann, dass dadurch im

Weißen Meer die Larvalphase genauso lang ist wie in der Nordsee. Die Flunderlarven gehen demnach hauptsächlich in den Monaten Juli-August zum Bodenleben über. Im Bereich der Halbinsel Kindo wurden die ersten einsömmrigen Flunden im Eulitoral von den Fangstationen Kislaja und Tschernaja Retschka Anfang bzw. Mitte September registriert. Diese hatten eine mittlere Länge von 34mm und waren damit mehr als dreimal so groß wie nach der Metamorphose. Dabei war ihr Anteil in diesem Bereich sehr gering (1-2% in den Septemberfängen 2005 bzw. 2007). In der darauffolgenden Saison waren sie als einjährige Tiere (AG I) die häufigsten Flunden im Eulitoralbereich. Dies deutet daraufhin, dass die einsömmrigen Flunden hauptsächlich im tieferen Sublitoral zum Bodenleben übergehen, wo sie dann auch überwintern. Als einjährige Tiere nutzen sie dann vor allem den Eulitoralbereich als Lebensraum.

Bei der **Kliesche** als Sommerlaicher (Juni-Juli, bei Wassertemperaturen um 12-14°C) kann man davon ausgehen, dass diese von den drei Arten die kürzeste pelagische Phase hat. Die Klieschenlarven könnten bereits im August-September zum Bodenleben übergehen. Im Rahmen der Arbeit wurden keine Klieschen der Altergruppen 0 gefangen werden. Aber auch der Anteil von den noch juvenilen einjährigen Tieren war am Fang sehr gering (1,4% vom Gesamtfang). Die Fänge wurden durch die bereits geschlechtsreifen Klieschen der Altersgruppen II und IV bestimmt. Nikolaev (1955b) konnte in der Onegabucht Klieschen der Altersgruppe 0 in Tiefen von 16-34m fangen. Auch Temming (1989) konnte in der Ostsee Klieschen der Altersgruppe 0 im Vergleich zu den anderen Altersgruppen nur in größeren Tiefen nachweisen. Er kam zu dem Schluss, dass die einsömmrigen Klieschen in tieferen Bereichen zum Bodenleben übergehen und dann erst mit zunehmendem Alter ins flachere Wasser wandern. Bolle et al. (2001) konnten juvenile Klieschen (AG 0 und I) in der südöstlichen Nordsee im Tiefenbereich von 0 bis 50m Wassertiefe nachweisen, wobei ihre Abundanz in den flacheren Bereichen erst im Herbst zunahm. Nach Bolle et al. (1994) hat die Kliesche unter den Plattfischen in der südlichen Nordsee das ausgedehnteste Aufwuchsgebiet, welches vom Flachwasser bis zu den tieferen Regionen reicht. Im Bereich der Halbinsel Kindo wurde nicht tiefer als 6m gefischt. Deshalb deutet das Fehlen bzw. der geringe Anteil der juvenilen Fische an den Fängen daraufhin, dass das Aufwuchsgebiet der juvenilen Klieschen genauso wie in den anderen Verbreitungsgebieten (wie Onegabucht, Ostsee oder Nordsee) in tieferen Bereichen zu suchen ist.

Bevor die folgenden Stationen im Lebenszyklus der Plattfische betrachtet werden, sollen an dieser Stelle einige Bemerkungen zu den beobachteten Fluktuationen in den Jahrgangsstärken

bei der Polarflunder im Bereich der Halbinsel Kindo gemacht werden (s. Abschnitt 3.1.1.3. S. 24-25).

Der Jahrgang 2004 war im gesamten Untersuchungszeitraum der zahlenmäßig stärkste Jahrgang, wogegen der Anteil des darauffolgenden Jahrgangs (2005) am Fang in allen Jahren verschwindend gering war. Im Vergleich zu diesen beiden Extremen können die Jahrgänge 2006 und 2007 als normalstarke Jahrgänge betrachten werden.

Die Jahrgangsstärken von Meersfischen werden in erster Linie von Mortalitätsprozessen während der pelagischen Ei- und Larvalphase bestimmt (Van der Veer et al. 2000, Van der Veer & Leggett 2005). Dabei können einige abiotische (z.B. Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Hydrodynamik und Wind) und biotische (Nahrungsverfügbarkeit, Räuberdruck, Kannibalismus, Konkurrenz und Vegetation) Faktoren einen negativen bzw. positiven Einfluss auf die Jahrgangsstärke ausüben (Costa et al. 2002). Van der Veer (1986) und Van der Veer & Witte (1999) fanden für die Scholle in der Nordsee heraus, dass die Wassertemperatur einen großen Einfluss auf die Ausprägung ihrer Jahrgangsstärken hat. Dabei stellten sie einen Zusammenhang zwischen hohen Jahrgangsstärken und niedrigen Wassertemperaturen im Winter fest. Neben der Wassertemperatur fanden Nielsen et al. (1998) bei Schollen im Skagerrak-Kattegat hohe 0-Gruppen Abundanzen in solchen Jahren, in denen während der Larvalphase (März-April) mäßige bis starke Winde vorherrschten. Kobelev (1989) registrierte bei der Polarflunder der südlichen Barentssee starke Jahrgänge in Sommern mit hohen Luft- bzw. Oberflächenwassertemperaturen.

Die Polarflunder ist, wie die Scholle in der Nordsee, ein Winterlaicher. Im Jahr 2005, in dem der schwächsten Jahrgang registriert wurde, war der Winter im Bereich der Halbinsel Kindo mit Wassertemperaturen zwischen 0 bis -1,3°C und Lufttemperaturen um -5°C vergleichsweise sehr warm. Normal sind im Winter in der Kandalakschabucht Lufttemperaturen um -10°C und kälter sowie Wassertemperatur von -1 bis -1,5°C (Gluchovsky 1991). Es scheint daher, dass bei der Polarflunder wie bei der Scholle eine negative Korrelation zwischen der Jahrgangsstärke und der Wassertemperatur besteht. Leider fehlen Angaben zu den Wassertemperaturen aus dem Winter 2004, in diesem Jahr wurde der stärkste Jahrgang beobachtet. Auch der Einfluss anderer Faktoren auf die Ausprägung der Jahrgangsstärke wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht. Es kann also nicht ganz ausgeschlossen werden, dass neben der Wassertemperatur auch noch andere Faktoren auf die relativ lange (4-5 Monate) pelagischen Phase der Polarflunder einen Einfluss ausüben können.

### Migrationen, Aufwuchs-, und Weidegebiet

Die Plattfische verbleiben bis zum Erreichen der Geschlechtsreife in den Aufwuchsgebieten. Innerhalb dieser führen die juvenilen Polarflunden und Flunden zwischen dem Eu- und Sublitoral Migrationen durch (Abb. 70). Die Tidenmigration vollziehen die Tiere bis zu viermal am Tag (halbtägige Gezeiten, siehe auch Abschnitt 4.1.1.).

Am Ende der Wachstumssaison (September-Oktober) wandern die juvenilen Tiere ins tiefere Wasser, wo sie bis zum Frühjahr überwintern. Die geschlechtsreifen Polarflunden (am Ende der Altersgruppe I und ♀ am Ende der Altersgruppe II) wandern gleich weiter ins offene Meer hinaus, um dann dort im Winter zum ersten Mal zu laichen. Bei den gerade geschlechtsreif gewordenen Flunden ♂ als Altersgruppe III -IV und ♀ als Altersgruppe IV-V) beginnt im April die Laichmigration von den Überwinterungsplätzen in den Ästuaren zu den Laichplätzen im Meer. Bei den Klieschen fängt die Laichwanderung der geschlechtsreifen Tiere von den Aufwuchsgebieten im Mai an. Dabei wandern die männlichen Klieschen zum ersten Mal als zweijährige (AG II) und die weiblichen Klieschen als dreijährige (AG III) Tiere zum Laichen.

Die abgelaichten adulten Plattfische verbleiben nach der Laichzeit bis zum nächsten Laichtermin in den offenen Bereichen, wo sie ihre Hauptnahrungsgebiete haben. Dabei bevorzugten die adulten Polarflunden und Flunden, im Vergleich zu den Klieschen, in beiden Fanggebieten flachere und küstennähere Bereiche (2m) als Nahrungsplätze. Die adulten Klieschen dagegen konnten im Bereich der Halbinsel Kindo und des Dwina-Deltas hauptsächlich in Tiefenbereichen von >5m angetroffen werden.

Einige adulten Polarflunden kehren während der Nahrungswanderungen im Sommer und Herbst zu den Ästuaren bzw. Aufwuchsgebieten zurück. Dabei wurden im Bereich der Halbinsel Kindo und des Dwina-Deltas diese Migrationen vor allem von den weiblichen Tieren durchgeführt.

Am Ende der Wachstumssaison (September-Oktober) begann in beiden Untersuchungsgebieten die Immigration der adulten Flunden (Männchen und Weibchen) von ihren Weidegebieten in die Ästuare, in denen sie dann bis zum nächsten Frühjahr überwintern. Im Dwina-Delta waren die Fangstationen Suchoje Morje und Gnewaschowo die wichtigsten Überwinterungsplätze. Im Bereich der Halbinsel Kindo war die Fangstation Tschernaja Retschka der Hauptüberwinterungsplatz. Hier suchen sich die Flunden besonders tiefe Löcher zur Überwinterung aus, in denen sie teilweise in mehreren Schichten übereinander liegen (Burkovsky 2004 pers. Mitt.). Sherstkov & Skovorodko (2005) stellten für die

Flundern in der Onegabucht auch die Monate September und Oktober als Hauptzeitpunkte für die Überwinterungswanderung fest. Dabei fanden sie einen Zusammenhang zwischen dem starken Abfall der Wassertemperatur vom August zum September (um 4 bis 6°C) und der Zunahme der Einwanderungsaktivität der Flundern in das Onegaästuar heraus. Die adulten laichreifen Flundern verlassen dann im Frühjahr zusammen mit den zum ersten Mal laichreifen Flundern die Überwinterungsplätze in Richtung der Laichgebiete.

## 5. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Populationsökologie von Polarflunder (*Liopsetta glacialis*), Flunder (*Platichthys flesus*) und Kliesche (*Limanda limanda*) im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres untersucht. Dabei standen folgende Ziele im Vordergrund der Arbeit: (1) Untersuchung der Habitatnutzung und Einnischung dieser drei Arten, wobei vor allem Augenmerk auf Polarflunder und Flunder gelegt wurde, welche im Weißen Meer um das gleiche Habitat konkurrieren. (2) Vergleichende Untersuchung der Biologie von Polarflunder, Flunder und Kliesche zwischen ihrem nördlichen (Halbinsel Kindo, Kandalakschabucht) und ihrem südlichen (Dwina-Delta, Dwinabucht) Verbreitungsgebiet im Weißen Meer.

Im Bereich der Halbinsel Kindo wurde an neun Fangstationen im Zeitraum August 2004 bis September 2007 mit Wade, Reuse und Stellnetz (mit Maschenweiten vor allem von 10-30mm) gefischt. Es wurden insgesamt 4098 Polarflundern der Altersgruppe 0-XI (TL 20-301mm; FM 0,1-440g), 450 Flundern der Altersgruppen 0-XIII (TL 27-465mm; FM 0,1-1560g) und 508 Klieschen der Altersgruppen I-VIII (TL 50-270mm; FM 1,2-243g) gefangen. Bei Polarflunder und Flunder waren die juvenilen Tiere der Altersgruppen 0-II am häufigsten in den Fängen, bei der Kliesche dagegen die adulten Tiere der Altersgruppen II-IV.

Im Dwina-Delta wurde entlang des Salzgehaltsgradienten an fünf Fangstationen im Zeitraum August 2005 bis Oktober 2006 mit Wade und Stellnetz gefischt. Insgesamt wurden 326 Polarflundern der Altersgruppen I-IX (TL 80-265mm; FM 6-285g), 897 Flundern der Altersgruppen I-XIV (TL 88-485mm; FM 8-1337g) und 9 Klieschen der Altersgruppen IV-VIII (TL 171-262mm; FM 48-129g) gefangen. Im Dwina-Delta wurden Fanggeräte mit größeren Maschenweiten (in der Hauptsache 40-60mm) eingesetzt als im Bereich der Halbinsel Kindo. Dadurch dominierten im Dwina-Delta bei allen drei Arten in den Fängen die adulten Tiere der Altersgruppen IV-VI.

An jeder Fangstation im Bereich der Halbinsel Kindo war die Polarflunder im Litoral (0-3m) der häufigste Plattfisch. Sie gehörte aber auch innerhalb der Fischgemeinschaft in diesem Bereich zu den dominantesten Arten. Die Flunder zeigte im Bereich der Halbinsel Kindo eine ähnliche Verteilung wie die Polarflunder, sie konnte aber nur an einigen Fangstationen (Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka) zu den häufigsten Arten der litoralen Fischgemeinschaft gezählt werden. Die Kliesche wurde nur vereinzelt im Litoralbereich

angetroffen. Sie kam hauptsächlich in Wassertiefen >5m vor. Hier war sie nicht nur der häufigste Plattfisch, sondern zählte auch zu den dominantesten Fischarten in diesen Tiefen. Im Dwina-Delta war, umgekehrt zu den Verhältnissen im Bereich der Halbinsel Kindo, die Flunder im Litoral der häufigste Plattfisch. Sie zählte hier aber auch innerhalb der Fischgemeinschaft zu den dominantesten Arten. Flunder und Polarflunder zeigten ihre höchste Abundanz an den im mesohalinen Bereich gelegenen Fangstationen Rasbojnik und Suchoje Morje. Im Gegensatz zur Flunder fehlte die Polarflunder an den oligohalinen und limnischen Fangstationen Tschajtschi und Gnewaschowo. Die Kliesche konnte nur an der Fangstation Kuiza, an welcher der Einfluss des Deltas am geringsten war, gefangen werden.

Die Kliesche vollführt alle Stationen ihres Lebenszyklus im Weißen Meer räumlich und zeitlich getrennt von den beiden anderen Plattfischarten. Diese dagegen zeigen eine starke räumliche Überlappung in vielen Phasen ihrer Entwicklung, welche aber dadurch gemindert wird, dass die Polarflunder als Winterlaicher viele Stationen ihres Lebenszyklus zeitlich getrennt von der Flunder durchläuft.

Die Laichzeit der Polarflunder findet im Januar unterm Eis in Wassertiefen >5m (Wassertemperatur -1 bis -1,5°C) statt (in der Kandalakschabucht kann die Laichzeit bis April verlängert sein). Die Flundern und Klieschen laichen im Sommer in Wassertiefen von >5m bei Wassertemperaturen zwischen 9-15°C. Dabei hat die Flunder ihren Laichhöhepunkt Ende Mai bis Anfang Juni (im Dwina-Delta kann dieser bis Juli verlängert sein). Die Hauptlaichzeit der Kliesche findet Mitte Juni bis Mitte Juli statt.

Die Polarflunder hat von den drei Arten die längste pelagische Phase (4-5 Monate). Der Übergang zum Bodenleben findet hauptsächlich Ende Mai bis Anfang Juni statt. Im Rahmen dieser Arbeit waren ab Juli dann diese einsömmrigen Tiere die häufigste Altersgruppe der Polarflunder im Litoralbereich. Alle Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo spielten vor allem als Aufwuchsgebiete für die juvenilen Polarflundern eine wichtige Rolle. Auch im Dwina-Delta wurden die Fangstationen, an denen die Polarflunder vorkam, von den juvenilen Tieren als Aufwuchsgebiet genutzt.

Die postlarvalen Flundern gehen vor allem im Juli zum Bodenleben über. Sie wurden aber im Rahmen dieser Arbeit in ihrem ersten Lebensjahr nur vereinzelt im Litoralbereich angetroffen. Erst im folgenden Jahr waren diese Tiere als Altersgruppe I sehr zahlreich im Litoral und waren dann auch die häufigste Altersgruppe der Flunder in diesem Gebiet. Im Bereich der Halbinsel Kindo waren die Fangstationen Kislaja, Kusokozki und Tschernaja Retschka die wichtigsten Aufwuchsgebiete. Die anderen Fangstationen dienten vor allem den

adulten Flunden als Weideplätze. Die Fangstationen im Dwina-Delta spielten für die adulten wie auch für die juvenilen Flunden gleichermaßen eine wichtige Rolle als Weide- bzw. Aufwuchsgebiete.

Der Übergang der Klieschen findet hauptsächlich im August-September statt. Im Rahmen dieser Arbeit konnten keine einsömmrigen Klieschen (AG 0) gefangen werden. Sie gehen wahrscheinlich in Wassertiefen >5m zum Bodenleben über.

Bis zum Erreichen der Geschlechtsreife verbleiben die Plattfische in ihren Aufwuchsgebieten. Die männlichen Polarflunden laichen zum ersten Mal am Ende ihres zweiten Lebensjahres (AG I), die Weibchen am Ende ihres dritten (AG II). Bei den Flunden nehmen die Männchen erstmalig als 4-5jährige (AG III-IV), die Weibchen als 5-6jährige (AG IV-V) am Laichgeschäft teil. Die Männchen und Weibchen der Klieschen laichen zum ersten Mal als Altersgruppe II bzw. III. Die Laichwanderung bei den adulten Polarflunden beginnt im Oktober-Dezember. Die adulten Flunden und Klieschen wandern vor allem im April-Mai bzw. Mai-Juni zu ihren Laichplätzen.

Die meisten adulten Tiere der drei Arten verbleiben nach dem Ablaichen in den tieferen Gebieten. Einige adulte Polarflunden (und da vor allem die Weibchen) können jedoch während den Nahrungswanderungen im Sommer zu ihren Aufwuchsgebieten zurückkehren. Auch bei der Flunder können im Herbst (September-Oktober) beide Geschlechter zu den flachen Aufwuchsgebieten zurückkehren, wo sie dann bis zum nächsten Frühjahr überwintern. Als Hauptüberwinterungsgebiete werden vor allem Ästuare mit tiefen Stellen genutzt, in denen die Wassertemperaturen im Winter höher sind als in den offenen Meeresteilen.

Im Rahmen dieser Arbeit konnten bei Polarflunder und Kliesche keine inversen Tiere nachgewiesen werden. Bei den Flunden dagegen waren im Bereich der Halbinsel Kindo 36% der gefangenen Tiere invers. Im Dwina-Delta lag der Anteil der inversen Flunden bei nur 4%. In beiden Fanggebieten waren die Unterschiede zwischen den verschiedenen Fangstationen nicht signifikant. Eine Ausnahme davon waren die Fänge an der Fangstation Kusokozki, hier war der Anteil von inversen Flunden (mit 27%) signifikant kleiner als an den anderen Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo.

Das Auftreten der Farbanomalie (auf der Blindseite) bei den Plattfischen zeigte stark ausgeprägte regionale und lokale Muster. Es konnte beobachtet werden, dass an den flachen Fangstationen der Anteil von Tieren mit Farbanomalie größer war als an den tiefen (wie z.B. Kislaja und Kusokozki im Bereich der Halbinsel Kindo sowie alle Fangstationen im Dwina-

Delta). Als mögliche Gründe dafür wurden die höhere Lichtintensität und die höheren Wassertemperaturen in den flachen Gebieten, denen die Larven beim Übergang ausgesetzt sind, diskutiert. Auch zwischen den drei Plattfischarten gab es Unterschiede in der Verbreitung der Farbanomalie. So war bei der Kliesche der Anteil von Tieren mit Farbanomalie am geringsten.

Alle drei Arten zeigten an den verschiedenen Fangstationen in der Kandalakschabucht nur minimale Variationen in den meristischen und plastischen Merkmalen. Größer waren die Variationen zwischen Populationen aus verschiedenen Regionen des Weißen Meeres. Die Polarflundern der Kandalakschabucht hatten eine höhere mittlere Anzahl von Anal- und Dorsalflossenstrahlen als ihre Artgenossen in der Onega- und Dwinabucht. Bei den Flundern und Klieschen in der Kandalakschabucht war die mittlere Anzahl der Flossenstrahlen im Vergleich zu den Artgenossen in der Dwinabucht höher, dagegen zu denen in der Onegabucht kleiner. Die plastischen Merkmale sind, aufgrund ihrer großen Abhängigkeit von der Einheitlichkeit des zu untersuchenden Materials, für den Vergleich von Populationen wenig geeignet.

Die Morphometrie, die Farbanomalie sowie die Inversion bei der Flunder sind brauchbare Werkzeuge, um Plattfischpopulationen aus den verschiedenen Regionen des Weißen Meeres voneinander abzugrenzen.

Alle drei Arten zeigten in beiden Untersuchungsgebieten einen ähnlichen saisonalen Verlauf der Konditionsfaktoren. Diese nahmen von April bzw. Mai bis zum September kontinuierlich zu, danach gingen sie wieder zurück.

Die Polarflunder hatte in beiden Untersuchungsgebieten signifikant höhere mittlere Konditionsfaktoren als die beiden anderen Arten. Das deutet darauf hin, dass die Polarflunder als arktische Art mit den Bedingungen im Weißen Meer besser zurechtkommt als die borealen Arten Flunder und Kliesche.

Die Plattfische im Bereich der Halbinsel Kindo hatten signifikant höhere Konditionsfaktoren als ihre Artgenossen im Dwina-Delta. Als mögliche Erklärung dafür wurde diskutiert, dass die Nahrungsverfügbarkeit für die Plattfische an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo, aufgrund ihrer größtenteils von Wind, Wellen und Strömungen geschützten Struktur sowie den vorwiegend schlickig-sandigen Substraten, größer ist als an den Fangstationen im Dwina-Delta.

Die Plattfische im Bereich der Halbinsel Kindo wiesen nur geringe Unterschiede im Längenwachstum zu ihren jeweiligen Artgenossen im Dwina-Delta auf.

Das Wachstum der Polarflunder im Weißen Meer kann im Vergleich zu dem aus ihren anderen Verbreitungsgebieten als ausgesprochen gut bezeichnet werden. Dagegen wiesen die Flunder und Kliesche des Weißen Meeres ein stark vermindertes Wachstum im Vergleich zu ihren Artgenossen aus den südlicheren Gebieten auf. Der Hauptgrund dafür ist die stark verkürzte Wachstumssaison für beide Arten im Weißen Meer (bis zu 3-4 Monate kürzer als z.B. in der Ostsee).

Die Polarflunder hat als Winterlaicher im ersten Lebensjahr eine um 2-3 Monate längere Wachstumssaison als die beiden anderen Arten. Dadurch weist sie in den beiden ersten Lebensjahren ein größeres mittleres Längenwachstum auf. Die Flunder holt diesen Wachstumsvorsprung der Polarflunder am Ende ihres zweiten Lebensjahres auf. Ab dem dritten Lebensjahr zeigt dann die Flunder ein höheres Längenwachstum als die Polarflunder. Mit zunehmendem Alter vergrößern sich die Längenunterschiede zwischen beiden Arten immer weiter. Die Kliesche weist in allen Altersgruppen von den drei Arten das langsamste Wachstum auf.

Alle drei Arten zeigen den für Plattfische typischen Sexualdimorphismus. Die männlichen Tiere wiesen nach dem Erreichen der Geschlechtsreife ein signifikant kleineres mittleres Längewachstum auf als die Weibchen.

Für die drei Plattfischarten wurden die drei wichtigsten Aspekte (1. der physikalische Raum, den sie besetzen, 2. ihre funktionelle Rolle in der Gemeinschaft und 3. ihre Stellung in den Umweltgradienten) ihrer ökologischen Nische im Weißen Meer mit uni- und multivariaten Methoden untersucht.

Die Flunder und Polarflunder nutzten vor allem die flachen Küsten- und Ästuarbereiche als Lebensraum. Beide Arten wiesen in den mesohalinen Regionen der Ästuare ihre höchsten Abundanzen auf. Beide Arten zeigten in den Nachtstunden eine höhere Aktivität. Ihre starke räumliche Überlappung kann durch folgende Punkte reduziert werden. (1) Die Polarflunder bevorzugt schlickige-feinsandige Substrate mit Bewuchs, die Flunder dagegen gröbere Substrate ohne Bewuchs. (2) Während die Flunder auch in dem limnischen Bereich der Ästuare weit verbreitet ist, fehlt hier die Polarflunder. (3) Aufgrund ihrer unterschiedlichen Laichzeiten nutzen beide Arten während einiger Phasen ihrer Ontogenese das gleiche Habitat zu verschiedenen Zeiten.

Die juvenilen Flundern und Polarflundern ernährten sich hauptsächlich von Insektenlarven und Polychaeten. Die adulten Tiere fraßen neben den Polychaeten vor allem Mollusken. Beide Arten zeigten in beiden Untersuchungsgebieten eine hohe Nahrungsnischenüberlappung. Die daraus resultierende starke interspezifische Konkurrenz zwischen beiden kann durch folgende Punkte reduziert werden: (1) Beide Arten nutzen vor allem die am häufigsten vorkommenden Benthosorganismen als Nahrung. (2) Aufgrund des früheren Übergangs zum Bodenleben, hat die Polarflunder in den ersten Lebensjahren (AG 0-I) einen Wachstumsvorsprung und kann somit größere Beutetiere fressen als die Flunder. (3) In den Altersgruppen II und III holt die Flunder den Wachstumsvorsprung der Polarflunder auf, die Nischenüberlappung ist aber gering, da Flundern und Polarflundern dieser Altersgruppen das größte Nahrungsspektrum aufweisen. (4) Die geschlechtsreifen Flundern und Polarflundern nutzen aufgrund ihrer unterschiedlichen Laichzeiten, die Weidegebiete zu verschiedenen Zeiten. (5) Die adulten Flundern sind größer als die adulten Polarflundern und können dadurch größere Beutetiere fressen als diese.

Die Kliesche wies eine sehr geringe räumliche und trophische Nischenüberlappung zur Polarflunder und Flunder auf. Sie bevorzugte Habitate mit sandigen Substraten und Wassertiefen von >5m. Sie fehlte in Bereichen mit niedrigen Salzgehalten. Die adulten Klieschen waren vor allem Crustaceen-Polychaetenfresser.

## 6. Summary

This study investigates the population ecology of arctic flounder (*Liopsetta glacialis*), flounder (*Plathichthys flesus*) and dab (*Limanda limanda*) in coastal waters and estuaries in the White Sea. The following study objects were the focus of interest: (1) An evaluation of habitat use and occupation of niche of these three species, especially of arctic flounder and flounder, which compete for the same habitat in the White sea. (2) A comparative investigation of biology of the three flatfish species in their northern (Kindo peninsula, Kandalaksha Bay) and southern (Dvina delta, Dvina Bay) distribution areas of the White Sea.

In waters adjacent to the Kindo peninsula, samplings were made in inlets and open areas on 9 stations with seines, trap nets and gill nets (mesh size, mainly, 10-30mm) between August 2004 and September 2007. In total, 4098 specimens of arctic flounder of the age groups of 0-XI, (TL 20-301mm, FM 0,1-440,0g), 450 flounder specimens of the age groups 0-XIII (TL 27-465mm, FM 0,1-1560,0g) and 508 specimens of dab of the age groups I-VIII (TL 50-270mm, FM 1,2-243,0g) were analysed. The juveniles of age groups 0-II prevailed among all age groups in catches of arctic flounder and flounder, whereas the age groups II-IV prevailed in all dab catches.

In the Dvina delta samplings were made on 5 stations along the salinity gradient with seines and gill nets between August 2005 and Oktober 2006. Altogether 326 specimens of arctic flounder of the age groups I-IX (TL 80-265mm, FM 6,0-285,0g), 897 specimens of flounder of the age groups I-XIV (TL 88-485mm, FM 8,0-1337,0g) and 9 specimens of dab of the age groups IV-VIII (TL 171-262mm, FM 48,0-129,0g) were caught. As the used gears had a bigger mesh size (in general 40-60mm) than the nets used in the Kindo peninsula area, among these three species the mature individuals of age groups IV-VI prevailed.

Arctic flounder was the most frequent flatfish species in the littoral areas (0-3m) of each sampling station and one of the dominant species in ichthyofauna of waters adjacent to the Kindo peninsula. The distribution of flounder was similar to that of arctic flounder, however it belonged to the most numerous fish species only at three sampling stations (Kislaja, Kusokozki and Tschernaja Retschka). Only single specimens of dab were caught in the littoral areas in this region, but dab was one of the prevailing species among flatfish species and ichthyofauna at the depth of >5m.

There was a different picture in the Dwina delta: here the flounder was the dominate flatfish in the littoral areas. It was also one of the prevailed species in ichthyofauna. The flounder and

arctic flounder were most frequent at the mesohaline stations Rasbojnik and Suchoje morje. In contrast to flounder, the arctic flounder was absent at the oligohaline and freshwater stations Tschajtschi and Gnewaschowo. The dab was caught only at the Kuiza station, on which the influence of the delta is minimal.

All stages of the dab's life cycle occur temporarily and spatially separate from two other species, which, in contrast, show strong spatial overlaps in many phases of their development. But this overlap is reduced, because the arctic flounder as a winter spawning species goes through many stages of its life cycle at different times than the flounder.

The spawning of arctic flounder takes place in January under ice (in the Kandalaksha bay it can be extended to April) at a depth of  $>5$ m near the shore with a water temperature of  $-1.0-1.5$  C°. The flounder and dab spawn in summer at a depth of  $>10$ m in waters with temperature ranges from 9 to 15C°. The peak of spawning of flounder takes place from the end of May until the beginning of June (in the Dvina delta it can be extended to July), of dab – in the middle of June-middle of July.

The arctic flounder has the longest pelagic phase, which lasts 4-5 months. The timing of settlement happens from the end of May until the beginning of June. In this study these young of the year predominated arctic flounder in catches from July on. All stations of the Kindo peninsula served the arctic flounder as a nursery area. The stations in the Dvina delta, where the arctic flounder was met, were important nursery areas for juvenile specimens as well.

The settlement of flounder happens in July, but these juveniles were met only occasionally in littoral areas in this study. In the next year, however, these fishes of age group I were the most numerous flounders in littoral areas. The nursery areas were the Kislaja, Kusokozki and Tschernaja Retschka stations. Other stations were feeding areas for adults. All stations in the Dvina delta played an important role as a feeding area for adults and also as a nursery area for juvenile flounder.

The methamorphosing dab settled in August-September. The juveniles were not met in catches, probably because they settled on the depth of  $>5$ m.

The young fishes remain in the nursery area till maturation. The species reach maturity at the end of the following age groups for males and females respectively: arctic flounder – I and II, flounder – III and IV, dab – II and III. Mature flatfishes leave their nursery area for spawning, which happens in Oktober-December for arctic flounder, in April-May for flounder, in May-June for dab.

The adults of the three species remain in deeper waters, but some specimens of arctic flounder, mainly females, can come back to the shallow nursery area for feeding. Also flounders of both sexes can return to the shallow areas in September-October for overwintering. The estuaries with fresh water and deep holes, where the water temperatures are higher in winter than in open sea, are the main areas for flounder overwintering.

Inverse individuals of arctic flounder and dab were not caught. In contrast, 36% of the investigated flounder in the Kindo peninsula adjacent waters were inverse. In the Dvina delta only 4% of the caught flounders were inverse. In both study areas the differences between the stations were not significant. The catches at the Kusokozki station, where the procent of inverse flounder (27%) was significantly lower, than at the other stations of the Kindo peninsula area, have to be regarded as an exception.

The ambicoloration (pigmentation on the blind-side) of the studied flatfishes showed regional and local differences. It was observed that a higher percentage of the flatfishes from the shallow stations showed ambicoloration than from the deeper stations (as Kislaja and Kusokozki in the Kindo peninsula area and all stations of the Dvina delta). A possible reason was discussed to be the higher light intensity and higher water temperatures in the shallow areas, which the larvae of flatfishes were exposed to during their settlement. Differences in the distribution of ambicoloration among these three studied species were also found. The share of specimens of dab with ambicoloration was the lowest.

All three species showed only minimal variations in the investigated meristic and plastic characteristics at the stations of the Kandalaksha Bay. But the differences were observed to be bigger between populations from different parts of the White Sea. On average, the arctic flounder from the Kandalaksha bay has more fin rays in the dorsal and anal fins than the flounder from the Dvina and Onega bays. The flounder and dab from the Kandalaksha bay have on average more dorsal and fin rays than the fishes from the Dvina bay and fewer than those from the Onega bay. The plastic characteristics do not serve as useful tools for comparing populations, because of their strong dependence on the uniformity of the investigated material.

Morphometric variation, ambicoloration and inversion of the flounders are useful tools to differentiate flatfish populations from different parts of the White Sea.

All three studied species showed similar seasonal changes of the condition factors in both investigated areas. The condition factors increased continuously from April-May to September, and then decreased.

On average, the arctic flounder in both investigated areas had significantly higher values of condition factors than the other two species. This indicates that the arctic flounder as an arctic species is adapted to conditions of the White Sea in a better way than the boreal species flounder and dab.

The flatfishes from the Kindo peninsula area had significantly higher values of condition factors than those from the Dwina delta. It was discussed, that the food availability at the stations of the Kindo peninsula area was higher than at the stations of the Dwina delta, because they are protected from wind, waves and streams and predominantly have muddy-sandy substrates.

The growth of three studied species from both investigated areas was similar.

The growth of arctic flounder in the White Sea can be characterised as good in comparison with other regions of its distribution. In contrast, the growth of flounder and dab was considerably slower in the White Sea than in the southern regions of their distribution. The reason for this is a shorter vegetation period (up to 3-4 months shorter than, for example, on the Baltic Sea).

As a winter spawning species the arctic flounder has an advantage in growth in its first year of life in comparison with the other species because its growth period extends for 2-3 months. At the end of its second year of life the flounder reaches the arctic flounder in length, from the third year of life on the flounder grows faster than the arctic flounder and this advantage in length increases with age. The dab showed the slowest growth among these three investigated fish species.

All three species showed sexual dimorphism, which is typical for the flatfishes. After maturation the males grow significantly slower than the females.

Three main aspects of the ecological niche (1. the physical space, which they occupy; 2. their functional role in the community; 3. their position to the environmental gradients) of three investigated species in the White Sea were analysed with uni- and multivariate methods.

The arctic flounder and flounder used mainly coastal areas and estuaries as their living place. Both species were most abundant in mesohaline areas. They were observed to be more active at night. Their high spatial overlap can be reduced by the following points: (1) The arctic

flounder prefers muddy sediments with vegetation covering, the flounder prefers coarser sediment without vegetation. (2) The arctic flounder in contrast to flounder avoids the limnic zones of estuaries. (3) The flounder and arctic flounder because of their different spawning periods use the same habitat in some phases of their ontogenesis at different times of the year. The juvenile arctic flounder and flounder feed mainly on larval insects and polychaets, and besides polychaets the adults feed on molluscs. Both species showed a high diet niche overlap in the study areas. Their strong interspecific competition can be reduced by the following points: (1) Both species feed on the predominant benthic organisms in the investigated areas. (2) The arctic flounder, because of its earlier settlement, has a growth advantage in its first year of life, and therefore it can feed on larger food items, than the flounder. (3) The flounder in the age groups II-III reaches the arctic flounder in length, but their diet niche overlap is low, because the flounder and arctic flounder of these age groups have the widest food spectrum. (4) The mature arctic flounder and flounder use the feeding areas at different times of the year, because of their different spawning periods. (5) The adult flounders are larger than adult arctic flounders, and therefore they can feed on larger food organisms.

The dab showed low values of spatial and diet niche overlap with the arctic flounder and flounder. It prefers habitats with sandy sediments with depths of more than 5m, and it is absent in areas with low salinity. The adult dabs feed mainly on crustaceans and polychaets.

## 7. Literatur

**Aarnio, K & Bonsdorff, E.** (1997): Passing the gut of juvenile flounder, *Platichthys flesus*: differential survival of zoobenthic prey species. *Marine Biology*, 129: 11-14.

**Able, K.W., Neumann, M.J. & Wennhage, H.** (2005): Ecology of juvenile and adult stages of flatfishes: distribution and dynamics of habitat associations. In: Gibson, R.N. (ed.) *Flatfishes. Biology and exploitation*. Blackwell Publishing, Oxford: 164-184.

**Abookire, A.A. & Norcross, B.L.** (1998): Depth and substrate as determinants of juvenile flathead sole (*Hippoglossoides elassodon*) and rock sole (*Pleuronectes bilineatus*) in Kachemak Bay, Alaska. *Journal of Sea Research*, 39: 113-123.

**Allen, R.L. & Baltz, D.M.** (1997): Distribution and microhabitat use by flatfishes in a Louisiana Estuary. *Environmental Biology of Fishes*, 50: 85-103.

**Altukhov, K.A.** (1980). The reproduction of Pleuronectidae in the White Sea. *Journal of Ichthyology*, 20 (2): 74-85.

**Amezcuia, F. & Nash, R.D.M.** (2001): Distribution of the order Pleuronectiformers in relation to the sediment type in the North Irish Sea. *Journal of Sea Research* 45: 293-301.

**Andriyashev, A.P.** (1954): Fishes of the northern seas of the USSR. Izdatelstvo AN SSSR, Moskva-Leningrad: 566 S. [in russisch]

**Armstrong, M.P.** (1997): Seasonal and ontogenetic changes in distribution and abundance of smooth flounder, *Pleuronectes putnami*, and winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*, along estuarine depth and salinity gradients. *Fishery Bulletin*, 95: 414-430.

**Arndt, E.A. & Nehls H.W.** (1964): Nahrungsuntersuchung an Postlarvalstadien und Jungtieren von *Pleuronectes flesus* L. und *Pleuronectes platessa* L. in der äußeren Wismarer Bucht. *Zeitschrift für Fischerei*, 1: 45-73.

**Atkinson, E.G. & Percy, J.A.** (1992): Diet comparison among demersal marine fish from the Canadian Arctic. *Polar Biology*, 11: 567-573.

**Azarov, V.V.** (1963): Feeding of fishes on the littoral of the Ryashchkov and Lodeynyy islands in the White sea. *Trudy Kandalakshskogo Gosudarstvennogo Zapovednika*, 4: 35-53. [in russisch]

**Bagenal, T. & Tesch, F.W.** (1978): Age and growth. In: Bagenal, T. (ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Oxford and Edinburgh: Blackwell 3. Auflage: 101-136.

**Baranenkova, A.S.** (1952). Arctic flounder. In: Lagunov, I.I. (ed.) *Commercial fishes of the Barents and White seas*. PINRO, Leningrad: 238 S. [in russisch]

**Baumgart, F.** (2007): Hyperpigmentierung bei Klieschen (*Limanda limanda*) in Nord- und Ostsee: regionale und zeitliche Muster sowie mögliche Ursachen. Diplomarbeit Universität Rostock: 139 S.

**Beaumont, W.R.C. & Mann, R.H.K.** (1984): The age, growth and diet of a freshwater population of the flounder, *Platichthys flesus* (L.), in southern England. *Journal of Fish Biology*, 25: 607-616.

**Bek, T.A. & Kalyakina, N.M.** (1995): A common characteristic of the littoral. In: *White Sea. Biological resources and problems of their rational exploitations. Part II*. St. Petersburg, 42 (5): 197-212. [in russisch]

**Berger, V., Dahle, S., Galaktionov, K., Kosobokova, X., Naumov, A., Rat'kova, T., Savinov, V. & Savinova, T.** (2001): *White Sea, ecology and environment*. St. Petersburg –Tromsø: 158 S.

**Berger, V.Ya., Naumov, A.D., Lorents, G.K., Lukin, L.R. & Babkov, A.I.** (1995): The physico-geographic characteristic of the White Sea. In: Berger, V.Ja. (ed.) *The White Sea. Biological resources and problems of their rational exploitation. Part I*. Issledovania fauny morey, 42 (50). Zoological Institute of Russian Academy of Science publisher, St. Petersburg: 42-62. [in russisch]

**Berg, L.S.** (1933): Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Part II. (Familie XXVIII. Pleuronectidae. VNIRO, Leningrad: 726-738. [in russisch]

**Berg, L.S.** (1949): Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Vol. 1-3. AN SSSR, Moskva-Leningrad: 1381 S. [in russisch]

**Beyst, B., Cattrijssse, A. & Mees, J.** (1999): Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. *Journal of Fish Biology*, 55: 1171-1186.

**Bolker, J.A., Hakala, T.F. & Quist, J.E.** (2005): Pigmentation development, defects and patterning in summer flounder (*Paralichthys dentatus*). *Zoology*, 108: 183-193.

**Bolle, L.J., Rijnsdorp, A.D. & Veer van der, H.W.** (2001): Recruitment variability in dab (*Limanda limanda*) in the southeastern North Sea. *Journal of Sea Research*, 45: 255-270.

**Bolle, L.J., Dapper, R., Witte, J.I.J. & Veer van der, H.W.** (1994): Nursery grounds of dab (*Limanda limanda* L.) in the southern North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32 (3/4): 299-307.

**Bos, A.R.** (1999a): Aspects of the life history of the European flounder (*Pleuronectes flesus* L. 1758) in the tidal River Elbe. Dissertation, Universität Hamburg: 129 S.

**Bos, A. R.** (1999b): Tidal transport of flounder larvae (*Pleuronectes flesus*) in the Elbe River, Germany. *Archive of Fishery Marine Research*, 47 (1): 47-60.

**Bregnballe, F.** (1961). Plaice and flounder as consumers of the microscopic bottom fauna. *Meddelelser fra Danmarks Fiskeri- og Havundersogelser*, 3 (6): 133-182.

**Bulycheva, A.I.** (1948): Materials on feeding of flatfishes of the eastern Murman. *Trudy Murmanskoy Biologicheskoy Stantsii*: 261-275. [in russisch]

**Burykin, Yu.B. & Kublik, E.A.** (1991a): Ichthyoplankton of the Babye Morje (Kandalakshsky Bay, White Sea). *Voprosy Ikhtiologii*, 31 (6): 910-916. [in russisch]

**Burykin, Yu.B. & Kublik, E.A.** (1991b): Ichthyoplankton of the Kandalakhska Bay, White Sea; composition, abundance, seasonal changes. *Voprosy Ikhtiologii*, 31 (3): 459-466. [in russisch]

**Burykin, Yu.B. & Kublik, E.A.** (1989): Interyearly abundance and composition variations of ichthyoplankton in the strait Velikaya Salma of the White Sea. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seria 16, Biologiya* 4: 10-15. [in russisch]

**Burton, M.P. & Maddock, D.** (1995): Reproduction, muscle hydration and condition cycle variation in northern pleuronectids. In: *Proceedings of the International Symposium on North Pacific Flatfish*. Alaska Grant College Program Report No. 95-04. University of Alaska, Fairbanks, AK: 73-87.

**Cabral, H.N.** (2000): Distribution and abundance patterns of flatfishes in the Sado Estuary, Portugal. *Estuaries*, 23 (3): 351-358.

**Cabral, H. & Costa, M.J.** (1999): Differential use of nursery areas within the Tagus Estuary by sympatric soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*. *Environmental Biology of Fishes*, 56: 389-397.

**Cabral, H.N., Lopes, M. & Loeper, R.** (2002): Trophic niche overlap between flatfishes in a nursery area on the Portuguese coast. *Scientia Marina*, 66 (3): 293-300.

**Cabral, H.N., Vasconcelos, R., Vinagre, C., Franca, S., Fonesca, V., Maia, A., Reis-Santos, P., Lopes, M., Ruano, M., Campos, J., Freitas, V., Santos, P.T. & Costa, M.J.** (2007): Relative importance of estuarine flatfish nurseries along the Portuguese coast. *Journal of Sea Research*, 57: 209-217.

**Cadrin, S.X. & Silva, V.M.** (2005): Morphometric variation of yellowtail flounder. *ICES Journal of Marine Science*, 62 : 683-694.

**Campos, W.L., Kloppmann, M. & Westernhagen, H. von** (1994): Inferences from the horizontal distribution of dab *Limanda limanda* (L.) and flounder *Platichthys flesus* (L.) larvae in the southeastern North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32 (3/4): 277-286.

**Chertoprud, M.V.** (1998): Different scale-, spatial- and non-homogeneous distribution of littoral benthic communities of the White Sea. Ph.D. thesis, University of Moscow (MSU): 148 S. [in russisch]

**Colman, J.A.** (1972): Abnormal pigmentation in the sand flounder (Note). New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research, 6 (1&2): 208-213.

**Connolly, R.M.** (1994): A comparison of fish assemblages from seagrass and unvegetated areas of a southern Australian Estuary. Australian Journal of Marine & Freshwater Research, 45: 1033-1044.

**Costa, M.J., Cabral, H.N., Drake, P., Economou, A.N., Fernandez-Delgado, L., Gordo, J., Marchand, J. & Thiel, R.** (2002): Recruitment and production of commercial species in estuaries. In: Elliot, M. & Hemingway, K. (ed.): Fishes in estuaries. Blackwell Publishing, Oxford: 54-123.

**Darnaude, A.M., Harmelin-Vivien, M.L. & Salen-Picard, C.** (2001): Food partitioning among flatfish (Pisces: Pleuronectiformes) juveniles in a Mediterranean coastal shallow sandy area. Journal of the Marine Biological Association of the U.K., 81: 119-127.

**Debus, L. & Winkler, H.M.** (1996): Hinweise zur computergestützten Auswertung von Nahrungsanalysen. Rostocker Meeresbiologische Beiträge, 4: 97-110.

**Dietrich, R.** (2004): Untersuchungen zur Biologie der Flunder (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758) in der Unterwarnow, einem Ästuar der südwestlichen Ostsee. Verhandlungen der Gesellschaft für Ichthyologie, 4: 7-24.

**Dietrich, R.** (2003): Untersuchungen zur Biologie der Flunder (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758) und der Polarflunder (*Pleuronectes glacialis* Pallas, 1776) im Ästuarbereich der Ostsee und des Weißen Meeres. Diplomarbeit, Universität Rostock: 89 S.

**Doroshev, S.I. & Aronovich, T.M.** (1974): The effects of salinity on embryonic and larval development of *Eleginus navaga* (Pallas), *Boreogadus saida* (Lepechin) and *Liopsetta glacialis* (Pallas). Aquaculture, 4: 353-362.

**Draganik, B. & Kuczynski, J.** (1996): Seasonal changes in condition factor and gonadosomatic index of the Baltic flounder. ICES CM 1996/J:30: 8 S.

**Draganik, B. & Kuczynski, J.** (1993): A review of growth rate of the Baltic Flounder (*Platichthys flesus* (L.)) derived from otolith measurements. Bulletin of the Sea Fisheries Institute, 3 (130): 21-36.

**Drenkelfort, C.** (1994): Verbreitung und Nahrungsökologie der 0-Gruppen-Flundern (*Pleuronectes flesus* (L.)) in der Tide-Elbe. Diplomarbeit, Universität Hamburg: 73 S.

**Elliot, M., Hemingway, K.L., Marshall, S. & Duhamel, S.** (2002): Data quality analysis and interpretation. In: Elliot, M. & Hemingway, K. (ed.): Fishes in estuaries. Blackwell Publishing, Oxford: 510-554.

**Esipov, V.K.** (1949): Flatfishes (Pleuronectiformes) in: Commercial fishes of the USSR. VNIRO, Pishchepromisdat: 690-742. [in russisch]

**Esipov, V.K.** (1939): Systematic of the Arctic flounder (*Liopsetta glacialis*) of the Barents and Kara seas. Sbornik, posvyashchyonny nauchnoy deyatelnosti N.M. Knipovicha (1885-1939), Moskva: 167-176. [in russisch]

**Evseenko, S.A., Andriyanov, D.P., Mishin, A.V. & Naumov, A.P.** (2006): Species composition and distribution of ichthyoplankton in the White Sea in July 2003. Voprosy Ikhtiolozii, 46 (5): 672-685. [in russisch]

**Fadeev, N.C.** (1987): Northpacific flatfishes. Agropromisdat, Moskva: 175 S. [in russisch]

**Fedorov, V.V., Chereshnev, I.A., Nazarkin, M.V., Shestakov, A.V. & Volobuev, V.V.** (2003): Catalog of marine and freshwater fishes of the northern part of the sea of Okhotsk. Vladivostok, Dalnauka: 204 S. [in russisch]

**Florin, A.-B.** (2005): Flatfishes in the Baltic Sea. – a review of biology and fishery with a focus on Swedish conditions. Fiskeriverket Informerar 2005, 14: 56 S.

**Fornbacke, M., Gombrii, M. & Lundberg, A.** (2002): Sidedness frequencies in the flounder *Platichthys flesus* (Pleuronectiformes) along a biogeographical cline. *Sarsia*, 87 (5): 392-395.

**Gayevskaya, N.S. (ed.)** (1948): Key of fauna and flora of the northern seas of the USSR. Gosudarstvennoye izdatelstvo Sovetskaya nauka, Moskva: 739 S. [in russisch]

**Gartner, J.V.** (1986): Observations on anomalous conditions in some flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes), with a new record of partial albinism. *Environmental Biology of Fishes*, 17 (2): 141-152.

**Gibson, R. N.** (1994): Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32 (2): 191-206.

**Gibson, R.N. & Robb, L.** (1992): The relationship between body size, sediment grain size and the burying ability of juvenile plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology*, 40: 771-778.

**Gibson, R.N., Pihl, L., Burrows, M.T., Modin, J., Wennhage, H. & Nickell, L.A.** (1998): Diel movements of juvenile plaice *Pleuronectes platessa* in relation to predators, competitors, food availability and abiotic factors on a microtidal nursery ground. *Marine Ecology Progress Series*, 165: 145-159.

**Girsa, I.I. & Zhuravel, V.N.** (1983): Behaviour rhythm of some fishes in the coastal area of the White Sea. *Voprosy Ikhtiolozii*, 23 (5): 854-857. [in russisch]

**Girsa, I.I., Gorin, A.N. & Krishans, K.** (1981): Influence of tidal currents and illumination degree on distribution and behaviour of fishes in the coastal areas of the White Sea. In: Pavlov, D.S. (ed.): *Fishes behaviour*. AN SSSR, Moskva: 5-28. [in russisch]

**Gluchovsky, B.H. (ed.)** (1991): Hydrometeorology and hydrochemistry of seas of the USSR. Part II White Sea. Vol. 1 Hydrometeorological conditions. Leningrad, Gidrometeoizdat: 240 S. [in russisch]

**Goldberg, R., Phelan, B., Pereira, J., Hagan, S., Clark, P., Bejda, A., Calabrese, A., Studholme, A. & Able, K.W.** (2002): Variability in habitat use by young-of-the year winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*, in three northeastern U.S. estuaries. *Estuaries*, 25 (2): 215-226.

**Gröhsler, T.** (1986): Zur Ernährungsbiologie der Kliesche (*Limanda limanda* L.) in der Kieler Bucht. Diplomarbeit, Universität Kiel: 87 S.

**Groot, S.J. de** (1971): On the interrelationships between morphology of the alimentary tract, food and feeding behaviour in flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes). *Netherlands Journal of Sea Research*, 5 (2): 121-196.

**Hampel, H., Cattrijse, A. & Mees, J.** (2004): Changes in marsh nekton communities along the salinity gradient of the Schelde River, Belgium an the Netherlands. *Hydrobiologia*, 515: 137-146.

**Hinz, H., Kröncke, I. & Ehrich, S.** (2005): The feeding strategy of dab *Limanda limanda* in the southern North Sea: linking stomach contents to prey availability in the environment. *Journal of Fish Biology*, 67 (Supplement B): 125-145.

**Howell, P.T., Molnar, D.R. & Harris, R.B.** (1999): Juvenile winter flounder distribution by habitat type. *Estuaries*, 22 (4): 1090-1095.

**Ivankova, Z.G. & Ivankov, V.N.** (2006): Peculiarities of external morphology of starry flounder *Platichthys flesus* by manifestation of atavism of body colour. *Voprosy Ikhtiolozii*, 46 (4): 460-464. [in russisch]

**Jager, Z.** (1999): Selective tidal stream transport of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 347-362.

**Jager, Z.** (1998): Accumulation of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). *Journal of Sea Research*, 40: 43-57.

**Jager, Z. & Mulder, H.P.J.** (1999): Transport velocity of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 327-346.

**Kalyakina, N.M. & Tsvetkov, V.I.** (1984): Feeding of fishes in the White Sea littoral. *Vestnik Moskovskogo Universiteta*, 16 (4): 14-20. [in russisch]

**Karamushko, O.V. & Yunacheva, O.Yu.** (2005): European flounder of coastal waters of Murman. *Rybnoye khosyaystvo*, 6: 57-59. [in russisch]

**Kerstan, M.** (1991): The importance of rivers as nursery grounds for 0- and I-group flounder (*Platichthys flesus* L.) in comparison to the Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 27 (3/4): 353-366.

**Knust, R.** (1989): Ernährung der Kliesche (*Limanda limanda* (L.)) in der zentralen und südlichen Nordsee und die Bedeutung des Ernährungszustandes für Erkrankungen dieses Fisches. Dissertation, Universität Hamburg: 184 S.

**Knust, R.** (1990): Food and condition of dab *Limanda limanda* (L.) from the Dogger Bank and the German Bight. *ICES, C.M. 1990/G:62*: 7 S.

**Kobelev, E.A.** (1989): Some biological characteristics of the Arctic flounder, *Liopsetta glacialis*, in the southeastern area. *Journal of Ichthyology*, 29 (4): 550-554.

**Kobelev, E.A.** (1995): Flatfishes. In: *White Sea. Biological resources and problems of their rational exploitations. Part II*. St. Petersburg, 42 (5): 62-67. [in russisch]

**Kobelev, E.A.** (2001): Biological principles of fishery of fish stocks from south-eastern part of the Barents sea (on the example of navaga, arctic flounder and smelt). Ph.D. Thesis, VNIRO, Moscow: 135 S. [in russisch]

**Krasnova, E.D. & Voyevodin, D.N.** (1998): Feeding of juvenile Arctic flounder in the littoral fish ponds and its influence on the meiobenthos in the coastal area of the White Sea (strait Velikaya Salma). *Problemy izuchenia, ratsionalnogo ispolzovania i okhrany prirodykh resursov Belogo morya. Materialy 7 Mezhdunarodnoy Konferentsii*: 162-163. [in russisch]

**Krasnova, E.D.** (2003): Ecology of the marine free-living nematod *Metachromadora (Chromadoropsis) vivipara* (De Man 1907) in the White Sea. Ph.D. thesis. University of Moscow (MSU): 186 S. [in russisch]

**Krebs, C.J.** (1999): Ecological methodology. 2<sup>nd</sup> ed., New York, Benjamin/Cummings: 620 S.

**Kudersky, L.A. & Rusanova, M.H.** (1963): Feeding of bottom fishes of the western part of the White Sea. *Uchyonye sapiski Karelskogo pedagogicheskogo instituta, Biologicheskie nauki*, 15: 221-300. [in russisch]

**Lasiak, T. & McLachlan, A.** (1987): Opportunistic utilization of mysid shoals by surf-zone teleosts. *Marine Ecology Progress Series*, 37: 1-7.

**Le Pape, O., Baulier, L., Cloarec, A., Martin, J., Le Loc'h, F. & Desaunay, Y.** (2007): Habitat suitability for juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France): A quantitative description using indicators based on epibenthic fauna. *Journal of Sea Research*, 57: 126-136.

**Leps, J. & Smilauer, P.** (2003): Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. University press, Cambridge: 269 S.

**Leyer, I. & Wesche, K.** (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg: 221 S.

**Lizinska, A.** (2002): Seasonal and daily distribution of commercial and non-commercial fish in shallow inshore waters of the gulf of Gdansk. *Oceanological studies*, 31 (1-2): 31-42.

**Lozan, J.L.** (1989a): Autökologische Untersuchung über die Kliesche (*Limanda limanda*, Linnaeus 1758) der Nordsee. Dissertation, Universität Hamburg: 199 S.

**Lozan, J.L.** (1989b): Investigation on the growth dab (*Limanda limanda* L.) in eight areas of the North Sea and comparisons with earlier findings. *Archiv für Fischereiwissenschaft*, 39 (2): 111-146.

**Lozan, J.L. & Kausch, H.** (2007): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. 4. Aufl. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg: 301 S.

**Lübert, H. & Ehrenbaum, E.** (1936): Handbuch der Seefischerei Nordeuropas. Band II: Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefische Nordeuropas. Stuttgart Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung: 337 S.

**Lukanin, V.V., Naumov, A.D. & Fedyakov, V.V.** (1995): Peculiarities of benthos distribution in the Dwina Bay. In: White Sea. Biological resources and problems of their rational exploitations. Part II. St. Petersburg, 42 (5): 232-236. [in russisch]

**Machotin, V.V. & Soin, S.G.** (1971): Comparative peculiarities of development of European flounder and dab of the White Sea. Ekologiya morskikh organizmov, Materialy konferentsii molodykh uchonykh MGU, Moskva: 54-55. [in russisch]

**Makhov, A.E., Petrovskaya, L.I., Smolkin, V.M. & Sholle, V.D. (ed.)** (2005): New encyclopaedia. Bolshaya Rossyskai Entsiklopedia, RIPOL klassik, Moskva: 1456 S.

**Marfenin, N.N. (ed.)** (2006): Illustrated atlas of invertebrates of the White Sea. Tovarishchestvo nauchnykh isdaniy KMK, Moskva: 312 S. [in russisch]

**Mattila, J., Chaplin, G., Eilers, M.R., Heck, K.L., O'Neal, J.P. & Valentine, J.F.** (1999): Spatial and diurnal distribution of invertebrate and fish fauna of a *Zostera marina* bed and nearby unvegetated sediments in Damariscotta River, Maine (USA). Journal of Sea Research, 41: 321-332.

**Methratta, E.T. & Link, J.S.** (2007): Ontogenetic variation in habitat associations for four flatfish species in the Gulf of Maine-Georges Bank region. Journal of Fish Biology, 70: 1669-1688.

**Moles, A. & B. L. Norcross** (1995): Sediment preference in juvenile Pacific flatfishes. Neth. Journal of Sea Research, 34 (1-3): 177-182.

**Morais da Cunha, M. M.** (1984): Seasonal changes in the flounder (*Platichthys flesus flesus* L., 1758) population of Ria de Aveiro (Vouga Estuary)-Portugal. ICES C.M. 1984/G: 71 Demersal Fish Committee: 1-19.

**Muchachyova, V.A.** (1957): Eggs and larvae of fishes in the Onega Bay of the White Sea. Materialy po kompleksnomu izucheniyu Belogo morya 1, Izdatelstvo AN SSSR: 222-229. [in russisch]

**Muchomediyarov, F.B.** (1963a): Ichthyofauna of the Chupa Bay. Materialy po kompleksnomu izucheniyu Belogo morya, 2: 90-99. [in russisch]

**Muchomediyarov, F.B.** (1963b): Biology and fishery of non-commercial fishes of the Karelian coast. Materialy po kompleksnomu izucheniyu Belogo morya, 2: 131-143. [in russisch]

**Nasarov, V.M** (1965): On some peculiarities of biology of european flounder *Pleuronectes flesus luscus* Pallas. Sbornik: materialy zoologicheskogo soveshchaniya po problemam biologicheskikh osnov rekonstruktsii, ratsionalnogo ispolzovaniya i okhrany fauny yuzhnoy zony Evropy: 221-223. [in russisch]

**Nash, R.D.M. & Geffen, A.J.** (2005): Age and growth. In: Gibson, R.N. (ed.) Flatfishes. Biology and exploitation. Blackwell Publishing, Oxford: 138-163.

**Naumov, A.D.** (2004): Mussels of the White Sea. Ecologo-faunistical analysis. Dissertatsiya na soiskanie uchyonoy stepeni doktora biologicheskikh nauk, RAN Zoologichesky Institut. St. Petersburg: 562 S. [in russisch]

**Nielsen, E., Bagge, O. & McKenzie, B.R.** (1998): Wind-induced transport of plaice (*Pleuronectes platessa*) early life-history stages in the Skagerrak-Kattegat. Journal of Sea Research, 39: 11-28.

**Nikolaev, A.P.** (1949): Materials on biology of the European flounder in the Kus Bay of the White Sea. Izvestia Karelo-finskogo filiala, AN SSSR 4: 43-51. [in russisch]

**Nikolaev, A.P.** (1955a): Arctic flounder in the Onega Bay of the White Sea. Voprosy Ikhtiolozii, 5: 85-94.

**Nikolaev, A.P.** (1955b): Materials on systematics and biology of dab *Limanda limanda* (Linne) of the White Sea. Voprosy Ikhtiolozii, 4: 57-62. [in russisch]

**Nikol'skaya, N.G. & Verigina, I.A.** (1974): Structural characteristics of the organs of feeding and digestion in three White Sea flounder species in relation to food consumed. *Journal of Ichthyology*, 14 (1): 99-107.

**Norman, J.R.** (1934): A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata). 1. Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae. British Museum of Natural History, London, I-VIII: 460 S.

**Odum, E. P.** (1999): Ökologie: Grundlagen-Standorte-Anwendung. Georg Thieme Verlag. Stuttgart-New York: 471 S.

**Pantyulin, A.N.** (2002): The White Sea as an estuary ecological system. *Proceedings of the Pertsov White Sea Biological Station*, 10: 165-167. [in russisch]

**Parker, G.H.** (1903): The optic chiasma in teleosts and its bearing on the asymmetry of the Heterostomata (flatfishes). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University*, 40: 221-242.

**Pihl, L.** (1982): Food intake of young cod and flounder in a shallow bay on the Swedish west coast. *Netherlands Journal of Sea Research*, 15 (3/4): 419-432.

**Pirwitz, W.** (1955). Über die Fruchtbarkeit und das Wachstum der Plattfische im Nordsee-Ostsee-Raum. Dissertation, Universität Kiel: 79 S.

**Podoskina, T.A.** (1994): Skull development during ontogeny of the polar dab, *Liopsetta glacialis*. *Journal of Ichthyology*, 34 (3): 1-8.

**Policansky, D.** (1982): The asymmetry of flounders. *Scientific American*, 246 (5): 116-122.

**Poloskin, A.V., Polozov, Yu.S. & Goltsev, N.A.** (1997): On the feeding selectivity in flatfish (*Platichthys flesus*) in the Kandalaksha Bay intertidal (White Sea). *Anichkovsky vestnik, Biologiya Belogo morya*, 1: 9-22. [in russisch]

**Ponomarev, S.A.** (2004): Feeding and feeding relationships of fishes in the coastal ecosystems in the Kandalaksha Bay of the White Sea. Ph.D. thesis, University of Moscow (MSU): 156 S. [in russisch]

**Ponomarev, S.A., Novikov, G.G., Burkovsky, I.V. & Stolyarov, A.P.** (2001): Feeding of the Arctic flounder *Liopsetta glacialis* in the estuary of the Chernaya River (Kandalaksha Bay, White Sea). *Journal of Ichthyology*, 41 (3): 347-352.

**Ponomarev, V.I., Sacharov, A.B. & Shalev, S.N.** (1998): About findings of European flounder *Platichthys flesus* in the Pechora River. *Voprosy Ikhtiolozii*, 38 (2): 278-279. [in russisch]

**Power, M., Attrill, M.J. & Thomas, R.M.** (2000): Environmental factors and interactions affecting the temporal abundance of juvenile flatfish in the Thames Estuary. *Journal of Sea Research*, 43: 135-149.

**Probatov, A.N.** (1940): The Arctic flounder (*Liopsetta glacialis* Pallas) of the Kara Bay. *Trudy Novorossiyskoy Biologicheskoy Stantsii*, 2 (3): 3-20. [in russisch]

**Reshetnikov, Yu.S., Bogutskaya, N.G., Vasil'eva, E.D., Naseka, A.M., Popova, O.A., Savvaitova, K.A., Sideleva, V.G. & Sokolov, L.I.** (1997): An annotated check-list of the freshwater fishes of Russia. *Journal of Ichthyology*, 37 (9): 687-736.

**Rijnsdorp, A.D. & Witham, P.R.** (2005): Ecology of reproduction. In: Gibson, R.N. (ed.) *Flatfishes. Biology and exploitation*. Blackwell Publishing, Oxford: 68-93.

**Rogers, S.I.** (1992): Environmental factors affecting the distribution of sole (*Solea solea* (L.)) within a nursery area. *Netherlands Journal of Sea Research*, 29 (1-3): 153-161.

**Rooper, C.N., Gunderson, D.R. & Armstrong, D.A.** (2003): Patterns in use estuarine habitat by juvenile English sole (*Pleuronectes vetulus*) in four eastern North Pacific estuaries. *Estuaries*, 26 (4B): 1142-1154.

**Saborowski, R. & Buchholz, F.** (1997): Some observations on the seasonal distribution of dab, *Limanda limanda*, in the southern North Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 51: 41-51.

**Saeger, H-M.** (1973): Längengewichtskoeffizient und Wasserhaushalt bei Dorschen, Schollen und Flundern (*Gadus morhua* L., *Pleuronectes platessa* L., *Platichthys flesus* L.) der Ostsee. Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung, 23: 33-46.

**Sakr, F.A.A.** (1981): Microdistribution of the most frequent species of zoobenthos on the littoral of the White Sea. Ph.D. thesis, University of Moscow (MSU), avtoreferat: 20 S. [in russisch]

**Sakun, O.F. & Butskaya, N.A.** (1968): Determination of ripeness stages and investigation of sexual cycles of fishes. PINRO, Murmansk, 2-nd Edition: 47 S. [in russisch]

**Shatunovsky, M.I. & Chestnova, L.G.** (1970): Some biological characteristics of the flounder from the Gulf of Kandalaksha in the White Sea. Trudy Belomorskoy Biologicheskoy Stantsii, 3: 166-188. [in russisch]

**Shatunovsky, M.I.** (1964): Materials on systematic of European flounder *Pleuronectes flesus* L. of the White Sea. Vestnik MGU, Seria Biologiya, 1: 32-38. [in russisch]

**Sherstkov, A.S.** (2005): Biological characteristic and perspectives of fisheries of flatfishes in the Onega Bay of the White Sea. Ph.D. thesis, Technical University of Kaliningrad (KSTU): 216 S. [in russisch]

**Sherstkov, A.S. & Skovorodko, A.A.** (2005). The influence of abiotic factors on the overwintering migration of the European flounder *Platichthys flesus* of the Onega Bay in years 2002-2004. Povedeniye ryb. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii, Borok: 570-572. [in russisch]

**Shubnikov D.A., Pshenichny, B.P. & Chestnova L.G.** (1970): Materials on the ecology of the Arctic flounder from the Gulf of Kandalaksha in the White Sea. Trudy Belomorskoy Biologicheskoy Stantsii, 3: 189-207. [in russisch]

**Shubnikov, D.A., Pshenichny, B.P., Chestnova, L.G. & Kalashnikova, E.G.** (1963): Materials on biology of Arctic flounder and dab in the Kandalaksha Bay of the White Sea. Sessia uchyonogo soveta po problemam teoreticheskikh osnov ratsionalnogo ispolzovaniya, vosprievodstva i povyshenia rybnykh i nerybnykh resursov Belogo morya i vnutrennikh vodoyomov Karelii: 34-35. [in russisch]

**Soin, S.G.** (1964): Spawning and development of the dab *Limanda limanda* (L.) of the White Sea. Voprosy Ikhtiolozii, 4 (3/32): 495-511. [in russisch]

**Soin, S.G.** (1970): Embryonal-larval development of the White Sea European flounder (*Pleuronectes flesus bogdanovi* Sandeberg). Voprosy Ikhtiolozii, 10 (4/63): 678-693. [in russisch]

**Soin, S.G.** (1971): Peculiarities of osmoregulation during the development of some fishes of the White Sea. Ekologia morskikh organizmov, Materialy konferentsii molodykh uchyonych MGU, Moskva: 80-81. [in russisch]

**Sytsch-Awerinzeva, N.** (1930a): Über *Pleuronectes flesus* L. des Barentsmeeres und des Weißen Meeres. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen Abt. Helgoland, 17 (5): 1-23.

**Sytsch-Awerinzeva, N.** (1930b): Über *Pleuronectes glacialis* aus dem Weißen Meer. Zoologischer Anzeiger, 91 (5/8): 156-167.

**Stolyarov, A.P.** (1994): The zonal pattern of distribution of macrobenthos in the estuary of the Black River (Kandalaksha Bay, White Sea). Zoologichesky Zhurnal, 73 (4): 65-71. [in russisch]

**Stolyarov, A.P. & Burkovsky, I.V.** (1996): The seasonal changes in macrobenthos structure of the White Sea estuary. Zhurnal Obshchey Biologii, 57 (2): 95-111. [in russisch]

**Stoner, A.W., Spencer, M.L. & Ryer, C.H.** (2007): Flatfish-habitat associations in Alaska nursery grounds: Use of continuous video records for multi-scale spatial analysis. Journal of Sea Research, 57: 137-150.

**Summers, R. W.** (1980): The diet and feeding behaviour of the flounder *Platichthys flesus* (L.) in the Ythan Estuary, Aberdeenshire, Scotland. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 2: 217-232.

**Summers, R.W.** (1979): Life cycle and population ecology of the flounder *Platichthys flesus* (L.) in the Ythan Estuary, Scotland. *Journal of Natural History*, 13: 703-723.

**Suvorov, E.K.** (1929): Ichthyofauna of the Cheskaya Bay. *Trudy instituta po izucheniyu Severa*, 43: 101-132. [in russisch]

**Temming, A.** (1989): Biologie und Populationsdynamik der Kliesche (*Limanda limanda* (L.)) in der Ostsee. *Berichte des Instituts für Meereskunde, Kiel*, 189: 197 S.

**Thiel, R., Sepulveda, A., Kafemann, R. & Nellen, W.** (1995): Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe Estuary. *Journal of Fish Biology*, 46: 47-69.

**Thiel, R., Mehner, T., Köpcke, B. & Kafemann, R.** (1996): Diet niche relationships among early life stages of fish in German Estuaries. *Marine & Freshwater Research*, 47: 123-136.

**Tokranov, A.M. & Maksimenkov, V.V.** (1993): Peculiarities of feeding of starry flounder *Platichthys stellatus* in the Bolshaya River Estuary (Western Kamchatka). *Voprosy Ikhtiologii* 33 (4): 561-565. [in russisch]

**Tokranov, A.M. & Maksimenkov, V.V.** (1995): Some features of biology of the banded flounder, *Liopsetta pinnifasciata* (Pleuronectidae), in the Bolshaya River Estuary (Western Kamchatka). *Journal of Ichthyology* 35 (3): 22-28.

**Tokranov, A.M.** (1996): Size-sex structure of *Platichthys stellatus* in estuary of the Bol'shaya River (Western Kamchatka). *Journal of Ichthyology* 36 (3): 274-276.

**Try, I.** (2000): Mollusc species in the diets of dab (*Limanda limanda*), flounder (*Platichthys flesus*) and plaice (*Pleuronectes platessa*) in Aarhus Bay, Denmark. *Phuket Marine Biological Center Special Publication*, 21 (2): 39-46.

**Ubisch, L. von** (1951): Untersuchungen über Pleuronektiden. II und III (Ambikoloration, Inversion und Bilateralität.). *Roux` Archiv für Entwicklungsmechanik*, 145: 1-61 und 528-548.

**Van der Veer, H.W.** (1986): Immigration, settlement and density-dependent mortality of a newly-settled 0-group plaice (*Pleuronectes platessa* L.) population in the western Wadden Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 29: 223-236.

**Van der Veer, H.W. & Witte, J.I.J.** (1999): Year-class strength of plaice *Pleuronectes platessa* in the Southern Bight of the North Sea: a validation and analysis of the inverse relationship with seawater temperature. *Marine Ecology Progress Series*, 184: 245-257.

**Van der Veer, H.W., Berghahn, R., Miller, J.M. & Rijnsdorp, A.D.** (2000): Recruitment in flatfish, with special emphasis on North Atlantic species: Progress made by the Flatfish Symposia. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 202-215.

**Van der Veer, H.W. & Legett, W.C.** (2005): Recruitment. In: Gibson, R.N. (ed.) *Flatfishes. Biology and exploitation*. Blackwell Publishing, Oxford: 120-137.

**Vasilyeva, E.D.** (2004): Popular atlas-key. Fishes. Moskwa: Drofa: 400 S. [in russisch]

**Veen, J.F. de** (1969): Abnormal pigmentation as a possible tool in the study of the populations of the plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *Conseil Permanent International pour L'Exploration de la Mer*, 32 (3): 344-383.

**Venizelos, A. & Benetti, D.D.** (1999): Pigment abnormalities in flatfish. *Aquaculture*, 176: 181-188.

**Vinagre, C., Franca, S., Costa, M.J. & Cabral, H.N.** (2005): Niche overlap between juvenile flatfishes, *Platichthys flesus* and *Solea solea*, in a southern European estuary and adjacent coastal waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 114-120.

**Vinagre, C., Franca, S. & Cabral, H.N.** (2006): Diel and semi-lunar patterns in the use of Senegal sole, *Solea senegalensis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69: 246-254.

**Voyevodin, D.N.** (1996): Feeding of juvenile fishes on the different littoral types in the Kandalaksha Bay of the White Sea. Diploma thesis, University of Moscow (MSU): 100 S. [in russisch]

**Walsh, H.J., Peters, D.S. & Cyrus, D.P.** (1999): Habitat utilization by small flatfishes in a North Carolina estuary. *Estuaries*, 22 (3B): 803-813.

**Yusupov, R.R. & Basov, I.D.** (2005): Morphobiological characteristics of *Liopsetta glacialis* (Pleuronectidae, Pleuronectiformes), Tauisk Bay, the northern sea of Okhotsk. *Vestnik SWNZ DWO RAN*, 2: 48-55. [in russisch]

**Zshitnii, B.G.** (2005): The role of the „accessory species” in fishery potential in the White Sea. The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceeding of the IXth International Conference, October 11-14, 2004, Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk: 114-119. [in russisch]

## 8. Anhang

**Tab. I:** Mittlere Längen (TL) und mittlere Massen (FM) der verschiedenen Altersgruppen der Polarflunder in beiden Fanggebieten im Zeitraum August 2004 bis September 2007. x- Mittlerwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum, n- Anzahl.

| AG/Parameter | Halbinsel Kindo |               |               |               |                |               | Dwina-Delta    |               |              |               |               |
|--------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
|              | Wade            |               | Stellnetz     |               | Reuse          |               | Wade           |               | Stellnetz    |               |               |
|              | TL [mm]         | FM [g]        | TL [mm]       | FM [g]        | TL [mm]        | FM [g]        | TL [mm]        | FM [g]        | TL [mm]      | FM [g]        |               |
| 0            | x±s             | <b>63±14</b>  | <b>4±2</b>    | <b>85±8</b>   | <b>8±2</b>     | <b>72±18</b>  | <b>5±3</b>     | -             | -            | -             |               |
|              | min.max.        | 20-98         | 0,1-12        | 69-94         | 4-10           | 39-98         | 1-11           |               |              |               |               |
|              | n               | 462           | 462           | 9             | 9              | 21            | 21             |               |              |               |               |
| I            | x±s             | <b>98±19</b>  | <b>14±10</b>  | <b>127±11</b> | <b>30±9</b>    | <b>113±14</b> | <b>21±8</b>    | <b>89±7,3</b> | <b>10±3</b>  | <b>132±24</b> | <b>28±17</b>  |
|              | min.max.        | 53-155        | 1-59          | 94-162        | 9-62           | 70-138        | 4-39           | 80-98         | 6-15         | 115-149       | 16-40         |
|              | n               | 768           | 768           | 434           | 434            | 128           | 128            | 5             | 5            | 2             | 2             |
| II           | x±s             | <b>143±19</b> | <b>44±21</b>  | <b>145±16</b> | <b>46±18</b>   | <b>136±11</b> | <b>38±12</b>   | <b>142±10</b> | <b>40±12</b> | <b>151±17</b> | <b>45±17</b>  |
|              | min.max.        | 90-194        | 10-123        | 106-190       | 14-116         | 117-168       | 20-68          | 132-152       | 29-53        | 115-183       | 18-84         |
|              | n               | 232           | 232           | 869           | 869            | 59            | 59             | 3             | 3            | 36            | 36            |
| III          | x±s             | <b>176±23</b> | <b>89±40</b>  | <b>167±19</b> | <b>73±30</b>   | <b>172±22</b> | <b>80±37</b>   | <b>182±9</b>  | <b>89±15</b> | <b>180±18</b> | <b>82±26</b>  |
|              | min.max.        | 125-218       | 27-182        | 122-224       | 23-174         | 137-212       | 31-160         | 169-190       | 65-107       | 144-207       | 36-133        |
|              | n               | 120           | 120           | 524           | 524            | 19            | 19             | 5             | 5            | 32            | 32            |
| IV           | x±s             | <b>187±27</b> | <b>108±58</b> | <b>184±19</b> | <b>98±38</b>   | <b>189±20</b> | <b>109±39</b>  | <b>183±11</b> | <b>90±18</b> | <b>206±13</b> | <b>125±26</b> |
|              | min.max.        | 135-248       | 29-255        | 138-240       | 38-280         | 151-230       | 53-220         | 160-197       | 51-111       | 160-233       | 49-181        |
|              | n               | 40            | 40            | 232           | 232            | 18            | 18             | 11            | 11           | 100           | 100           |
| V            | x±s             | <b>204±22</b> | <b>133±51</b> | <b>207±25</b> | <b>147±63</b>  | <b>217±22</b> | <b>156±52</b>  | <b>189</b>    | <b>107</b>   | <b>217±19</b> | <b>147±39</b> |
|              | min.max.        | 163-233       | 61-232        | 154-259       | 52-320         | 184-245       | 82-211         | -             | -            | 157-251       | 48-252        |
|              | n               | 12            | 12            | 82            | 82             | 8             | 8              | 1             | 1            | 73            | 73            |
| VI           | x±s             | <b>223±36</b> | <b>165±86</b> | <b>221±28</b> | <b>178±66</b>  | <b>208±32</b> | <b>135±65</b>  | -             | -            | <b>219±26</b> | <b>151±49</b> |
|              | min.max.        | 172-262       | 62-297        | 165-274       | 61-272         | 180-243       | 69-200         |               |              | 166-252       | 50-216        |
|              | n               | 5             | 5             | 31            | 31             | 3             | 3              |               |              | 27            | 27            |
| VII          | x±s             | -             | -             | <b>237±27</b> | <b>218±89</b>  | <b>233±71</b> | <b>202±174</b> | <b>181</b>    | <b>96</b>    | <b>215±37</b> | <b>142±79</b> |
|              | min.max.        |               |               | 182-275       | 83-370         | 183-283       | 79-326         | -             | -            | 163-280       | 49-279        |
|              | n               |               |               | 11            | 11             | 2             | 2              | 1             | 1            | 22            | 22            |
| VIII         | x±s             | -             | -             | <b>227±40</b> | <b>180±115</b> | <b>288</b>    | <b>406</b>     | -             | -            | <b>177±8</b>  | <b>66±8</b>   |
|              | min.max.        |               |               | 189-275       | 76-340         | -             | -              |               |              | 168-188       | 59-80         |
|              | n               |               |               | 7             | 7              | 1             | 1              |               |              | 6             | 6             |
| IX           | x±s             | -             | -             | <b>286±13</b> | <b>373±59</b>  | -             | -              | -             | -            | <b>264±2</b>  | <b>279±9</b>  |
|              | min.max.        |               |               | 277-301       | 329-440        |               |                |               |              | 262-265       | 273-285       |
|              | n               |               |               | 3             | 3              |               |                |               |              | 2             | 2             |
| X            | x±s             | <b>293</b>    | <b>309</b>    | <b>294</b>    | <b>262</b>     | -             | -              | -             | -            | -             | -             |
|              | min.max.        | -             | -             | -             | -              |               |                |               |              |               |               |
|              | n               | 1             | 1             | 1             | 1              |               |                |               |              |               |               |
| XI           | x±s             | -             | -             | <b>188</b>    | <b>89</b>      | -             | -              | -             | -            | -             | -             |
|              | min.max.        |               |               | -             | -              |               |                |               |              |               |               |
|              | n               |               |               | 1             | 1              |               |                |               |              |               |               |

**Tab. II:** Mittlere Längen (TL) und mittlere Massen (FM) der verschiedenen Altersgruppen der Flunder in beiden Fanggebieten im Zeitraum Mai 2005 bis September 2007. x- Mittlerwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum, n- Anzahl.

| AG/Parameter | Halbinsel Kindo |               |                |               |                 |               | Dwina-Delta   |               |               |                |
|--------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|              | Wade            |               | Stellnetz      |               | Reuse           |               | Wade          |               | Stellnetz     |                |
|              | TL [mm]         | FM [g]        | TL [mm]        | FM [g]        | TL [mm]         | FM [g]        | TL [mm]       | FM [g]        | TL [mm]       | FM [g]         |
| 0            | x±s             | <b>35±5</b>   | <b>0,6±0,2</b> |               |                 |               |               |               |               |                |
|              | min.max.        | 31-42         | 0,3-1          | -             | -               | -             | -             | -             | -             | -              |
|              | n               | 4             | 4              |               |                 |               |               |               |               |                |
| I            | x±s             | <b>72±29</b>  | <b>7±8</b>     | <b>114±13</b> | <b>20±9</b>     | <b>100±13</b> | <b>14±6</b>   | <b>111±14</b> | <b>16±5</b>   | <b>131±16</b>  |
|              | min.max.        | 27-129        | 0,1-30         | 88-152        | 9-56            | 74-125        | 5-28          | 88-131        | 8-23          | 108-157        |
|              | n               | 56            | 56             | 98            | 98              | 23            | 23            | 7             | 7             | 6              |
| II           | x±s             | <b>139±24</b> | <b>39±19</b>   | <b>141±15</b> | <b>37±13</b>    | 118           | <b>17</b>     | <b>139±15</b> | <b>30±11</b>  | <b>155±23</b>  |
|              | min.max.        | 76-172        | 6-72           | 100-179       | 11-70           | -             | -             | 116-162       | 16-51         | 93-191         |
|              | n               | 26            | 26             | 72            | 72              | 1             | 1             | 21            | 21            | 32             |
| III          | x±s             | <b>172±28</b> | <b>74±40</b>   | <b>182±20</b> | <b>89±33</b>    | <b>203±10</b> | <b>146±26</b> | <b>163±14</b> | <b>47±14</b>  | <b>185±21</b>  |
|              | min.max.        | 132-227       | 26-169         | 135-234       | 33-211          | 192-209       | 116-166       | 142-209       | 28-95         | 141-235        |
|              | n               | 14            | 14             | 75            | 75              | 3             | 3             | 22            | 22            | 113            |
| IV           | x±s             | <b>231±24</b> | <b>184±64</b>  | <b>221±18</b> | <b>161±46</b>   |               |               | <b>181±16</b> | <b>64±18</b>  | <b>208±21</b>  |
|              | min.max.        | 203-259       | 110-263        | 188-262       | 82-290          | -             | -             | 150-218       | 36-105        | 157-271        |
|              | n               | 8             | 8              | 38            | 38              |               |               | 24            | 24            | 195            |
| V            | x±s             | <b>258±20</b> | <b>273±71</b>  | <b>250±18</b> | <b>226±47</b>   |               |               | <b>205±26</b> | <b>97±32</b>  | <b>231±26</b>  |
|              | min.max.        | 240-278       | 214-360        | 224-287       | 155-308         | -             | -             | 166-246       | 52-143        | 164-287        |
|              | n               | 4             | 4              | 11            | 11              |               |               | 13            | 13            | 201            |
| VI           | x±s             | <b>292</b>    | <b>410</b>     | <b>302±22</b> | <b>407±103</b>  |               |               | <b>212±32</b> | <b>114±50</b> | <b>248±27</b>  |
|              | min.max.        | -             | -              | 268-332       | 292-555         | -             | -             | 178-243       | 55-169        | 192-323        |
|              | n               | 1             | 1              | 7             | 7               |               |               | 5             | 5             | 118            |
| VII          | x±s             |               |                | <b>334±22</b> | <b>587±183</b>  | <b>327</b>    | <b>510</b>    | <b>246</b>    | <b>155</b>    | <b>272±26</b>  |
|              | min.max.        | -             | -              | 315-369       | 361-860         | -             | -             | -             | -             | 208-324        |
|              | n               |               |                | 5             | 5               | 1             | 1             | 1             | 1             | 72             |
| VIII         | x±s             |               |                | <b>366</b>    | 553             |               |               |               |               | <b>294±23</b>  |
|              | min.max.        | -             | -              | -             | -               | -             | -             | -             | -             | 251-340        |
|              | n               |               |                | 1             | 1               |               |               |               |               | 30             |
| IX           | x±s             |               |                | <b>360±4</b>  | <b>524±37</b>   |               |               |               |               | <b>321±38</b>  |
|              | min.max.        | -             | -              | 357-362       | 497-550         | -             | -             | -             | -             | 251-417        |
|              | n               |               |                | 2             | 2               |               |               |               |               | 30             |
| X            | x±s             |               |                | -             | -               | -             | -             | -             | -             | <b>328±38</b>  |
|              | min.max.        | -             | -              | -             | -               | -             | -             | -             | -             | 297-370        |
|              | n               |               |                |               |                 |               |               |               |               | 3              |
| XII          | x±s             |               |                | -             | -               | -             | -             | -             | -             | <b>393±126</b> |
|              | min.max.        | -             | -              | -             | -               | -             | -             | -             | -             | 304-485        |
|              | n               |               |                |               |                 |               |               |               |               | 2              |
| XIII         | x±s             |               |                | <b>443±32</b> | <b>1295±374</b> |               |               |               |               | <b>821±730</b> |
|              | min.max.        | -             | -              | 420-465       | 1031-1560       | -             | -             | -             | -             | -              |
|              | n               |               |                | 2             | 2               |               |               |               |               |                |
| XIV          | x±s             |               |                | -             | -               | -             | -             | -             | -             | <b>383±5</b>   |
|              | min.max.        | -             | -              | -             | -               | -             | -             | -             | -             | 379-386        |
|              | n               |               |                |               |                 |               |               |               |               | 2              |

**Tab. III:** Mittlere Längen (TL) und mittlere Massen (FM) der verschiedenen Altersgruppen der Kliesche in beiden Fanggebieten im Zeitraum August 2004 bis September 2007. x- Mittlerwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum, n- Anzahl.

| AG/Parameter |          | Halbinsel Kindo |                |               |               | Dwina-Delta   |              |
|--------------|----------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
|              |          | Wade            |                | Stellnetz     |               | Stellnetz     |              |
|              |          | TL [mm]         | FM [g]         | TL [mm]       | FM [g]        | TL [mm]       | FM [g]       |
| <b>I</b>     | x±s      | <b>53±4</b>     | <b>1,5±0,4</b> | <b>97±10</b>  | <b>10±3</b>   | -             | -            |
|              | min.max. | 50-55           | 1,2-1,8        | 80-107        | 5-13          |               |              |
|              | n        | 2               | 2              | 5             | 5             |               |              |
| <b>II</b>    | x±s      | <b>92±13</b>    | <b>8±4</b>     | <b>112±14</b> | <b>16±7</b>   | -             | -            |
|              | min.max. | 80-106          | 5-13           | 85-153        | 6-46          |               |              |
|              | n        | 3               | 3              | 291           | 291           |               |              |
| <b>III</b>   | x±s      | <b>142±11</b>   | <b>32±4</b>    | <b>136±14</b> | <b>30±11</b>  | -             | -            |
|              | min.max. | 134-149         | 29-35          | 111-174       | 14-61         |               |              |
|              | n        | 2               | 2              | 98            | 98            |               |              |
| <b>IV</b>    | x±s      | <b>183</b>      | <b>70</b>      | <b>162±21</b> | <b>50±19</b>  | <b>173±2</b>  | <b>54±7</b>  |
|              | min.max. | -               | -              | 127-212       | 20-104        | 171-174       | 48-59        |
|              | n        | 1               | 1              | 68            | 68            | 2             | 2            |
| <b>V</b>     | x±s      |                 |                | <b>179±19</b> | <b>67±27</b>  | <b>186±13</b> | <b>65±10</b> |
|              | min.max. | -               | -              | 149-212       | 34-121        | 173-199       | 55-75        |
|              | n        |                 |                | 15            | 15            | 3             | 3            |
| <b>VI</b>    | x±s      | <b>218</b>      | <b>119</b>     | <b>213±15</b> | <b>115±26</b> | <b>180±8</b>  | <b>64±17</b> |
|              | min.max. | -               | -              | 189-237       | 69-157        | 175-190       | 50-82        |
|              | n        | 1               | 1              | 11            | 11            | 3             | 3            |
| <b>VII</b>   | x±s      |                 |                | <b>248±19</b> | <b>170±39</b> | -             | -            |
|              | min.max. | -               | -              | 208-270       | 99-244        |               |              |
|              | n        |                 |                | 9             | 9             |               |              |
| <b>VIII</b>  | x±s      |                 |                | <b>253±18</b> | <b>202±58</b> | <b>262</b>    | <b>129</b>   |
|              | min.max. | -               | -              | 240-265       | 161-243       | -             | -            |
|              | n        |                 |                | 2             | 2             | 1             | 1            |

**Tab. IV:** Statistischer Vergleich der morphometrischen Parameter der Polarflunder in der Kandalakschabucht. Einfache Varianzanalyse (Tukey-Test,  $p<0,05$ ). n.s.- nicht signifikant; []- signifikant.

| Parameter             | Fangstation        |               |                 |                         |
|-----------------------|--------------------|---------------|-----------------|-------------------------|
|                       | Keret-Archipel [1] | Kusokozki [2] | Pekkelinski [3] | Tschernaja Retschka [4] |
| Körperbreite          | n.s.               | n.s.          | n.s.            | n.s.                    |
| Körperdicke           | n.s.               | n.s.          | n.s.            | n.s.                    |
| Kopflänge             | n.s.               | [3], [4]      | [2]             | [2]                     |
| anteanale Abstand     | [2], [3], [4]      | [1]           | [1]             | [1]                     |
| anteventrale Abstand  | n.s.               | n.s.          | n.s.            | n.s.                    |
| Analflossenstrahlen   | n.s.               | n.s.          | n.s.            | n.s.                    |
| Dorsalflossenstrahlen | [2], [3], [4]      | [1]           | [1]             | [1]                     |

**Tab. V:** Statistischer Vergleich der morphometrischen Parameter der Flunder in der Kandalakschabucht. t-Test ( $p<0,05$ , kritischer t-Wert 1,997). \*signifikant.

| Parameter             | Fangstation    |           |
|-----------------------|----------------|-----------|
|                       | Keret-Archipel | Kusokozki |
| Körperbreite          | 2,994*         |           |
| Körperdicke           | 1,364          |           |
| Kopflänge             | 1,9634         |           |
| anteanale Abstand     | 3,974*         |           |
| anteventrale Abstand  | 3,339*         |           |
| Analflossenstrahlen   | 0,659          |           |
| Dorsalflossenstrahlen | 1,503          |           |

**Tab. VI:** Statistischer Vergleich der morphometrischen Parameter der Kliesche in der Kandalakschabucht. Einfache Varianzanalyse (Tukey-Test,  $p<0,05$ ). n.s.- nicht signifikant; []- signifikant.

| Parameter             | Fangstation        |             |               |
|-----------------------|--------------------|-------------|---------------|
|                       | Keret-Archipel [1] | Kislaja [2] | Kusokozki [3] |
| Körperbreite          | n.s.               | n.s.        | n.s.          |
| Körperdicke           | [3]                | n.s.        | [1]           |
| Kopflänge             | [2]                | [1], [3]    | [2]           |
| anteanale Abstand     | n.s.               | n.s.        | n.s.          |
| anteventrale Abstand  | [3]                | n.s.        | [1]           |
| Analflossenstrahlen   | [2]                | [1], [3]    | [2]           |
| Dorsalflossenstrahlen | [2]                | [1], [3]    | [2]           |

**Tab. VII:** Morphometrische Parameter der Plattfische aus verschiedenen Regionen des Weißen Meeres. \* diese Arbeit, <sup>+</sup> Shatunovsky 1964, <sup>°</sup> Nikolaev 1955a,b, <sup>“</sup> Ssytsch-Awerinzeva 1930b.

| Art                 | meristische/<br>plastische Merkmale | Kandalakschabucht               | Onegabucht            | Dwinabucht            |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <i>L. glacialis</i> | Anzahl Analflossenstrahlen          | 40,4±1,4*                       | 37,7±0,3°             | 39,0±0,1“             |
|                     | Anzahl Dorsalflossenstrahlen        | 56,4±1,6*                       | 53,6±0,2°             | 54,8±0,2“             |
|                     | Körperbreite/TL (%)                 | 37,8±2,1*                       | 43,5±0,4°             |                       |
|                     | Kopflänge/TL (%)                    | 23,1±1,2*                       | 29,4±0,2°             |                       |
|                     | anteanale Abstand/TL (%)            | 31,9±1,6*                       | 39,4±0,5°             |                       |
|                     | anteiventrale/TL (%)                | 20,8±5,1*                       | 30,6±0,3°             |                       |
| <i>P. flesus</i>    | Anzahl Analflossenstrahlen          | 38,5±1,3*/38,6±0,1 <sup>+</sup> | 39,2±0,2 <sup>+</sup> | 37,6±0,1 <sup>+</sup> |
|                     | Anzahl Dorsalflossenstrahlen        | 54,1±1,7*/55,2±0,1 <sup>+</sup> | 55,9±0,2 <sup>+</sup> | 54,2±0,2 <sup>+</sup> |
|                     | Körperbreite/TL (%)                 | 39,4±1,9*/46,4±0,1 <sup>+</sup> | 45,4±0,4 <sup>+</sup> |                       |
|                     | Kopflänge/TL (%)                    | 25,2±1,7*/27,1±0,1 <sup>+</sup> | 28,5±0,2 <sup>+</sup> |                       |
|                     | anteanale Abstand/TL (%)            | 33,0±1,7*/38,9±0,1 <sup>+</sup> | 39,1±0,3 <sup>+</sup> |                       |
|                     | anteiventrale/TL (%)                | 20,3±7,1*/28,7±0,1 <sup>+</sup> | 30,2±0,3 <sup>+</sup> |                       |
| <i>L. limanda</i>   | Anzahl Analflossenstrahlen          | 51,5±1,6*                       | 53,5±0,4°             |                       |
|                     | Anzahl Dorsalflossenstrahlen        | 65,9±2,8*                       | 68,7±0,5°             |                       |
|                     | Körperbreite/TL (%)                 | 37,3±1,5*                       | 45,7±0,3°             |                       |
|                     | Kopflänge/TL (%)                    | 21,4±1,0*                       | 25,9±0,2°             |                       |
|                     | anteanale Abstand/TL (%)            | 30,0±1,8*                       | 39,2±0,6°             |                       |
|                     | anteiventrale/TL (%)                | 22,7±3,7*                       | 26,7±0,3°             |                       |

**Tab. VIII:** Saisonaler Verlauf der mittleren Wassertemperatur [°C] an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo (Zeitraum August 2004-September 2007). x- Mittelwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max. – Maximum, n- Anzahl.

| Monat     | Pojakonda | Berowaja | Nikolskaja | Pekkelinski | Ermolinskaja | BBS      | Kislaja  |          |          |          | Tschernejaja R. |          |          | Kusokozki |          |          |          |
|-----------|-----------|----------|------------|-------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|           |           |          |            |             |              |          | Stn. 1   | Stn. 2   | Stn. 3   | Stn. 4   | Stn. 1          | Stn. 2   | Stn. 3   | Stn. 1    | Stn. 2   | Stn. 3   |          |
| April     | x±s       |          |            |             | -1,0         | 1,7±1,2  |          |          |          |          |                 |          |          |           |          |          |          |
|           | min.-max. | -        | -          | -           | -            | -        | 0,3-3,6  | -        | -        | -        | -               | -        | -        | -         | -        | -        |          |
|           | n         |          |            |             | 1            | 5        |          |          |          |          |                 |          |          |           |          |          |          |
| Mai       | x±s       |          |            |             | 4,7±2,4      | 3,0±1,2  | 5,8±1,7  |          |          |          | 5,7±0,6         | 9,2      | 9,2      |           |          |          |          |
|           | min.-max. | -        | -          | -           | 0,4-8,1      | 0,5-5,4  | 5-8      | -        | 5-6      | -        | -               | -        | -        | -         | -        | -        |          |
|           | n         |          |            |             | 11           | 24       | 4        |          | 3        |          | 1               | 1        |          |           |          |          |          |
| Juni      | x±s       |          |            |             | 10,8±0,4     | 14,1±2,5 | 8,3±2,1  | 9,7±4,9  | 11,7±3,2 | 9,0±4,4  | 12,2±2,0        | 18,2±1,1 | 16,8±0,5 | 16,9±1,6  | 18,3±1,3 | 18,1±0,9 |          |
|           | min.-max. | -        | -          | -           | 10,5-11      | 10-17    | 5,6-12   | 4-16     | 7-15     | 4,5-14   | 11-14           | 17-21    | 16-17    | 14-18     | 17-20    | 17-18,7  |          |
|           | n         |          |            |             | 2            | 5        | 13       | 5        | 4        | 4        | 2               | 8        | 5        | 8         | 3        | 2        |          |
| Juli      | x±s       | 15±1,1   | 14,8±1,6   | 15,2±0,4    | 14,5±1,4     | 17,2±3,0 | 13,7±2,0 | 17,4±3,1 | 15,9±2,1 | 15,0±2,3 | 12,4±0,6        | 20,0±2,4 | 17,4±2,0 | 17,3±2,0  | 14,8±2,4 | 14,4±0,2 | 12,4     |
|           | min.-max. | 14-17    | 14-18      | 15-16       | 13,5-15      | 13-22    | 11-16    | 13-21    | 14-17    | 13-17    | 12-13           | 17-24,6  | 15-20    | 14-22     | 12,5-18  | 14-14,5  | -        |
|           | n         | 5        | 6          | 7           | 2            | 10       | 10       | 7        | 3        | 4        | 2               | 33       | 8        | 9         | 4        | 2        | 1        |
| August    | x±s       | 19       |            | 18,1±2,2    |              |          | 17,2±1,8 | 14,6±1,6 | 17,5±0,6 | 16,5     | 16,5            | 15,4     | 14,2±5,3 | 15,9±1,6  | 15,2±1,1 | 11,9±0,5 | 12,5±0,4 |
|           | min.-max. | -        | -          | 17-20       | -            |          | 15-20    | 12-16    | 17-18    | -        | -               | 6-18,3   | 14,6-18  | 14-17     | 11-12,2  | 12-12,8  | -        |
|           | n         | 1        | 2          |             | 9            | 9        | 2        | 1        | 1        | 1        | 1               | 8        | 6        | 9         | 4        | 3        |          |
| September | x±s       | 9,0±2,5  | 11,4±2,3   | 12,9±1,1    | 9,1±0,2      | 10,5±2,2 | 8,6±3,1  | 10,1±1,4 | 9,8±2,3  | 10,9±1,8 | 10,2±1,2        | 9,1±2,5  | 10,9±2,6 | 10,5±2,3  | 11,8±0,8 | 12,7     | 12,3±0,1 |
|           | min.-max. | 6,7-12   | 8-13       | 12-14       | 8,9-9,3      | 8-13     | 5,6-13   | 8-12     | 8-11     | 10-12    | 10-12           | 3-15     | 8,6-16   | 7,8-17    | 11-12,7  | -        | 12-12,4  |
|           | n         | 3        | 4          | 2           | 3            | 4        | 18       | 5        | 2        | 2        | 3               | 30       | 11       | 11        | 4        | 1        | 2        |
| Oktober   | x±s       |          |            |             | 0,2±1,6      | 2,2±0,3  | 2,7      | 2,6±0,4  | 3,0      | 3,2      | 3,0±0,3         | 3,1±0,1  | 3,4±0,3  |           |          |          |          |
|           | min.-max. | -        | -          | -           | -1,3-1,9     | 1,6-2,6  | -        | 2,0-3,0  | -        | -        | 2,8-3,2         | 3-3,1    | 3,2-3,6  | -         | -        | -        | -        |
|           | n         |          |            |             | 3            | 7        | 1        | 2        | 1        | 1        | 2               | 2        | 2        | -         | -        | -        |          |
| November  | x±s       |          |            |             |              | 2,8±0,2  | 3,1      | 3,2      | 3,2      | 0,8      |                 |          |          |           |          |          |          |
|           | min.-max. | -        | -          | -           | -            | 2,6-3,2  | -        | -        | -        | -        | -               | -        | -        | -         | -        | -        |          |
|           | n         |          |            |             |              | 5        | 1        | 1        | 1        | -        |                 |          |          |           |          |          |          |

**Tab. IX:** Saisonaler Verlauf des mittleren Salzgehaltes [PSU] an den Fangstationen im Bereich der Halbinsel Kindo (Zeitraum August 2004-September 2007). x- Mittelwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum, n- Anzahl.

| Monat     | Pojakonda | Berosowaia | Nikolskaja | Pekkelinski | Ermolinskaja | BBS      | Kislaja  |          |          |          | Tschernaja R. |          |          | Kusokozki |          |          |          |
|-----------|-----------|------------|------------|-------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|           |           |            |            |             |              |          | Stn. 1   | Stn. 2   | Stn. 3   | Stn. 4   | Stn. 1        | Stn. 2   | Stn. 3   | Stn. 1    | Stn. 2   | Stn. 3   |          |
| April     | x±s       |            |            |             | 25,9         | 26,2±0,3 |          |          |          |          |               |          |          |           |          |          |          |
|           | min.-max. | -          | -          | -           | -            | 26-26,5  | -        | -        | -        | -        | -             | -        | -        | -         | -        | -        |          |
|           | n         |            |            |             | 1            | 5        |          |          |          |          |               |          |          |           |          |          |          |
| Mai       | x±s       |            |            |             | 23,1±2,3     | 24,5±1,8 | 24,1±1,0 |          |          | 24,3±1,2 |               | 1,0      | 8,0      |           |          |          |          |
|           | min.-max. | -          | -          | -           | 17-25,2      | 17-25,9  | 22,8-25  | -        | 23-25,4  | -        | -             | -        | -        | -         | -        | -        | -        |
|           | n         |            |            |             | 12           | 24       | 4        |          | 3        |          | 1             | 1        |          |           |          |          |          |
| Juni      | x±s       |            |            |             | 22,4±3,4     | 25,1±0,5 | 24,9±0,6 | 25,1±1,7 | 24,8±1,4 | 24,7±1,6 | 24,7±0,3      | 11,1±7,4 | 19,1±1,6 | 21,2±3,9  | 23,5±0,1 | 23,1±0,7 |          |
|           | min.-max. | -          | -          | -           | 20-24,8      | 24-25,4  | 24-25,6  | 22-26,3  | 22,9-26  | 22,5-26  | 24,5-25       | 0,4-19,1 | 17-21,0  | 16-24,8   | 23-23,6  | 23-23,6  | -        |
|           | n         |            |            |             | 2            | 5        | 13       | 5        | 4        | 4        | 2             | 8        | 5        | 8         | 3        | 2        |          |
| Juli      | x±s       | 16,7±8     | 23,4±2,2   | 21,4±4,0    | 15,0±13      | 24,2±2,8 | 24,9±1,1 | 24,7±0,8 | 24,3±0,4 | 24,7±0,6 | 25,2±1,3      | 10,2±6,7 | 18,4±6,6 | 23,6±0,9  | 14,8±8,2 | 15,9±10  | 24,2     |
|           | min.-max. | 8-25,3     | 20-25,8    | 14-25,5     | 5,5-24,5     | 17-26    | 22-26,2  | 23-26,1  | 24-24,7  | 24-25,4  | 24,2-26       | 0-21,5   | 7-24,6   | 22-25,0   | 5-21,5   | 9-23,2   | -        |
|           | n         | 5          | 6          | 7           | 2            | 10       | 10       | 7        | 3        | 4        | 2             | 33       | 8        | 9         | 4        | 2        | 1        |
| August    | x±s       | 22,0       |            | 24,8±0,3    |              | 25,1±0,5 | 25,7±0,9 | 24,0±1,9 | 22,6     | 22,8     | 22,4          | 11,4±4,5 | 20,1±1,1 | 23,3±1,6  | 25,9±1,6 | 25,5±1,7 |          |
|           | min.-max. | -          | -          | 24,6-25     | -            | 24-25,7  | 24-26,5  | 22,6-25  | -        | -        | 4-18,7        | 18-21,2  | 19-24,5  | 23,5-27   | 24-26,5  | -        | -        |
|           | n         | 1          |            | 2           |              | 9        | 9        | 2        | 1        | 1        | 1             | 8        | 6        | 9         | 4        | 3        |          |
| September | x±s       | 23,9±3     | 24,8±2,0   | 25,3±1,2    | 20,1±7,0     | 24,5±1,0 | 25,8±0,9 | 25,0±1,3 | 24,9±1,8 | 25,0±1,9 | 24,5±1,7      | 8,9±5,8  | 15,2±5,2 | 24,1±1,3  | 23,1±0,4 | 23,4     | 24,9±2,3 |
|           | min.-max. | 21-26,1    | 22-26,5    | 24-26,1     | 12-24,2      | 24-25,8  | 23-26,5  | 23,5-26  | 23,6-26  | 23,6-26  | 24-26,4       | 0,1-19,0 | 8,7-22   | 22-25,5   | 22,6-24  | -        | 23-26,5  |
|           | n         | 4          | 4          | 2           | 3            | 4        | 18       | 5        | 2        | 2        | 3             | 30       | 12       | 11        | 4        | 1        | 2        |
| Oktober   | x±s       |            |            |             |              | 24,8±0,8 | 26,4±0,5 | 26,6     | 26,1±0,1 | 26,1     | 26,1          | 8,8±3,7  | 16,4±0,8 | 26,0±0,1  |          |          |          |
|           | min.-max. | -          | -          | -           | -            | 24-25,5  | 26-27,2  | -        | 26-26,1  | -        | -             | 6,2-11,4 | 15,8-17  | 25,9-26   | -        | -        | -        |
|           | n         |            |            |             |              | 3        | 7        | 1        | 2        | 1        | 1             | 2        | 2        | 2         | -        | -        | -        |
| November  | x±s       |            |            |             |              | 26,8±0,1 | 26,9     | 26,7     | 26,7     | 26,3     |               |          |          |           |          |          |          |
|           | min.-max. | -          | -          | -           | -            | 26,7-27  | -        | -        | -        | -        | -             | -        | -        | -         | -        | -        | -        |
|           | n         |            |            |             |              | 5        | 1        | 1        | 1        | 1        |               |          |          |           |          |          |          |

**Tab. X:** Saisonaler Verlauf der mittleren Wassertemperatur (T) und des mittleren Salzgehaltes (S) an den Fangstationen im Dwina-Delta (Zeitraum August 2005-Oktober 2006). x- Mittelwert, s- Standardabweichung, min.- Minimum, max.- Maximum, n- Anzahl.

| Monat   | Gnewaschowo |          | Tschajtschi |         | Rasbojnik |          | Suchoje morje |          | Kuiza   |                   |
|---------|-------------|----------|-------------|---------|-----------|----------|---------------|----------|---------|-------------------|
|         | T [°C]      | S [PSU]  | T [°C]      | S [PSU] | T [°C]    | S [PSU]  | T [°C]        | S [PSU]  | T [°C]  | S [PSU]           |
| Mai     | x±s         | 11,4     | 0,0±0       | 10,0    | 0,0       |          | 16,8          | 8,5      |         |                   |
|         | min.-max.   | -        | -           | -       | -         | -        | -             | -        | -       | -                 |
|         | n           | 1        | 1           | 1       | 1         |          | 1             | 1        |         |                   |
| Juni    | x±s         | 12,6     | 0,0±0       | 12,6±0  | 0,0±0     | 11,1±0,1 | 4,7±0,8       | 11,7     | 6,5     |                   |
|         | min.-max.   | -        | -           | -       | -         | 11-11,2  | 4,1-5,3       | -        | -       | -                 |
|         | n           | 1        | 1           | 2       | 2         | 2        | 2             | 1        | 1       |                   |
| August  | x±s         | 17,8±2,7 | 0,0±0       | 18,0    | 5,6       | 17,1     | 8,7           | 15,6     | 19,1    | 12,7±2,5 21,4±6,2 |
|         | min.-max.   | 15-21,1  | -           | -       | -         | -        | -             | -        | 11-14,5 | 17-25,8           |
|         | n           | 5        | 1           | 1       | 1         | 1        | 1             | 1        | 2       | 3                 |
| Oktober | x±s         | 5,5±3,3  | 0,0±0       | 9,4     | 0,0       |          | 6,9±1,8       | 18,3±3,6 |         |                   |
|         | min.-max.   | 3,3-9,3  | -           | -       | -         | -        | 4,3-8,7       | 14-23,2  | -       | -                 |
|         | n           | 3        | 1           | 1       |           |          | 5             | 5        |         |                   |

**Tab. XI:** Statistischer Vergleich (Einfache Varianzanalyse, Student-Newman-Keuls-Test,  $p<0,05$ ) der mittleren Konditionsfaktoren der Plattfische im Bereich der Halbinsel Kindo und im Dwina-Delta (Zeitraum August 2004-September 2007). AG- Altersgruppe, w-Weibchen, m-Männchen, n.s.- nicht signifikant, sig.- signifikant.

|        | Halbinsel Kindo     |       |                  |       |                   | Dwina-Delta         |       |                  |       |        |
|--------|---------------------|-------|------------------|-------|-------------------|---------------------|-------|------------------|-------|--------|
|        | <i>L. glacialis</i> |       | <i>P. flesus</i> |       | <i>L. limanda</i> | <i>L. glacialis</i> |       | <i>P. flesus</i> |       |        |
|        | [1] w               | [2] m | [3] w            | [4] m | [5] w             | [6] m               | [7] w | [8] m            | [9] w | [10] m |
| AG I   | [1]                 | -     |                  |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [2]                 | n.s.  | -                |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [3]                 | n.s.  | n.s.             | -     |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [4]                 | n.s.  | n.s.             | n.s.  | -                 |                     |       |                  |       |        |
|        | [5]                 | n.s.  | n.s.             | n.s.  | n.s.              | -                   |       |                  |       |        |
|        | [6]                 | -     | -                | -     | -                 | -                   | -     |                  |       |        |
|        | [7]                 | n.s.  | n.s.             | n.s.  | n.s.              | -                   | -     | -                |       |        |
|        | [8]                 | -     | -                | -     | -                 | -                   | -     | -                |       |        |
|        | [9]                 | n.s.  | n.s.             | n.s.  | n.s.              | -                   | n.s.  | -                | -     |        |
|        | [10]                | -     | -                | -     | -                 | -                   | -     | -                | -     |        |
| AG II  | [1]                 | -     |                  |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [2]                 | sig.  | -                |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [3]                 | sig.  | sig.             | -     |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [4]                 | sig.  | sig.             | n.s.  | -                 |                     |       |                  |       |        |
|        | [5]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | -                   |       |                  |       |        |
|        | [6]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | -     |                  |       |        |
|        | [7]                 | sig.  | sig.             | n.s.  | n.s.              | sig.                | sig.  | -                |       |        |
|        | [8]                 | sig.  | n.s.             | n.s.  | n.s.              | sig.                | sig.  | sig.             | -     |        |
|        | [9]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | sig.  | -      |
|        | [10]                | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | sig.  | n.s.   |
| AG III | [1]                 | -     |                  |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [2]                 | sig.  | -                |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [3]                 | sig.  | n.s.             | -     |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [4]                 | sig.  | n.s.             | n.s.  | -                 |                     |       |                  |       |        |
|        | [5]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | -                   |       |                  |       |        |
|        | [6]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | -     |                  |       |        |
|        | [7]                 | sig.  | n.s.             | n.s.  | sig.              | sig.                | -     |                  |       |        |
|        | [8]                 | -     | -                | -     | -                 | -                   | -     | -                |       |        |
|        | [9]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | sig.  | -                | -     |        |
|        | [10]                | -     | -                | -     | -                 | -                   | -     | -                | -     |        |
| AG IV  | [1]                 | -     |                  |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [2]                 | sig.  | -                |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [3]                 | sig.  | sig.             | -     |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [4]                 | sig.  | sig.             | n.s.  | -                 |                     |       |                  |       |        |
|        | [5]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | -                   |       |                  |       |        |
|        | [6]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | -     |                  |       |        |
|        | [7]                 | sig.  | n.s.             | n.s.  | sig.              | sig.                | -     |                  |       |        |
|        | [8]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | -     |        |
|        | [9]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | n.s.  | -      |
|        | [10]                | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | n.s.  | n.s.   |
| AG V   | [1]                 | -     |                  |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [2]                 | sig.  | -                |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [3]                 | sig.  | sig.             | -     |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [4]                 | sig.  | sig.             | n.s.  | -                 |                     |       |                  |       |        |
|        | [5]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | -                   |       |                  |       |        |
|        | [6]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | -     |                  |       |        |
|        | [7]                 | sig.  | n.s.             | n.s.  | sig.              | sig.                | -     |                  |       |        |
|        | [8]                 | sig.  | sig.             | n.s.  | n.s.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | -     |        |
|        | [9]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | n.s.  | -      |
|        | [10]                | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | n.s.  | sig.             | n.s.  | n.s.   |
| AG >VI | [1]                 | -     |                  |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [2]                 | sig.  | -                |       |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [3]                 | sig.  | n.s.             | -     |                   |                     |       |                  |       |        |
|        | [4]                 | n.s.  | n.s.             | n.s.  | -                 |                     |       |                  |       |        |
|        | [5]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | -                   |       |                  |       |        |
|        | [6]                 | -     | -                | -     | -                 | -                   | -     |                  |       |        |
|        | [7]                 | sig.  | n.s.             | n.s.  | sig.              | -                   | -     |                  |       |        |
|        | [8]                 | sig.  | n.s.             | sig.  | sig.              | -                   | sig.  | -                |       |        |
|        | [9]                 | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | -     | sig.             | n.s.  | -      |
|        | [10]                | sig.  | sig.             | sig.  | sig.              | n.s.                | -     | sig.             | n.s.  | n.s.   |

**Tab. XII:** Mittleres Längenwachstum (mm) von Polarflunder (*Liopsetta glacialis*), Flunder (*Platichthys flesus*) und Kliesche (*Limanda limanda*) aus verschiedenen Regionen des Weißen Meeres sowie aus ihren anderen Verbreitungsgebieten. \*mittlere rückberechnete Längen (mm); () in Klammer mittlere rückberechnete Standardlängen. w-Weibchen, m- Männchen.

| Region                     | Sex | Altersgruppe |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              | Autor |                      |
|----------------------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|----------------------|
|                            |     | I            | II           | III          | IV           | V            | VI           | VII          | VIII         | IX           | X            | XI           | XII          | XIII         | XIV   |                      |
| <i>Liopsetta glacialis</i> |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Weiße Meer</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Kandalakschabucht</b>   |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Halbinsel Kindo            | w   | 82<br>(70)   | 130<br>(111) | 159<br>(135) | 181<br>(154) | 205<br>(177) | 224<br>(188) | 247<br>(201) | 266<br>(216) | 277<br>(228) | 286<br>(239) |              |              |              |       | diese Arbeit*        |
|                            | m   | 78<br>(65)   | 116<br>(97)  | 136<br>(113) | 152<br>(123) | 165<br>(134) | 172<br>(136) | 180<br>(137) | 185<br>(136) |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Onegabucht</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Solovetskii                | w   | (69)         | (113)        | (140)        | (158)        | (175)        | (184)        | (193)        | (200)        | (205)        |              |              |              |              |       | Sherstkov 2005*      |
| <b>Dwinabucht</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Dwina-Delta                | w   | 81<br>(65)   | 137<br>(111) | 166<br>(137) | 190<br>(158) | 206<br>(174) | 221<br>(185) | 234<br>(194) | 249<br>(212) | 258<br>(217) |              |              |              |              |       | diese Arbeit*        |
|                            | m   | 74<br>(59)   | 121<br>(98)  | 138<br>(111) | 149<br>(120) | 156<br>(126) | 164<br>(132) | 169<br>(136) | 171<br>(136) |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Barentssee</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Tscheskajabucht            | w+m | 65           | 101          | 142          | 164          | 180          | 195          | 201          | 227          | 237          | 244          |              |              |              |       | Suvorov 1929         |
| <b>Karasee</b>             |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       | Probatov 1940        |
| <b>Ochotskisches Meer</b>  |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Tauiskajabucht             | w   | 106          | 143          | 179          | 203          | 216          | 233          | 246          | 257          | 264          | 279          | 297          |              |              |       | Yusupov & Basov 2005 |
|                            | m   | 101          | 131          | 151          | 167          | 183          | 193          | 208          | 220          | 228          |              |              |              |              |       |                      |
| <i>Platichthys flesus</i>  |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Weiße Meer</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Kandalakschabucht</b>   |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Halbinsel Kindo            | w   | 51<br>(43)   | 133<br>(110) | 175<br>(145) | 215<br>(179) | 258<br>(218) | 293<br>(253) | 321<br>(287) | 352<br>(298) | 369<br>(328) | 388<br>(352) | 404<br>(388) | 419<br>(404) | 435<br>(419) |       | diese Arbeit*        |
|                            | m   | 49<br>(41)   | 127<br>(105) | 169<br>(140) | 210<br>(174) | 240<br>(196) | 282<br>(221) | 317<br>(221) | 338<br>(221) |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Onegabucht</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Podporosche                | w   | (49)         | (107)        | (149)        | (190)        | (223)        | (249)        | (265)        | (300)        | (312)        | (321)        | (325)        |              |              |       | Sherstkov 2005*      |
|                            | m   | (49)         | (105)        | (144)        | (177)        | (197)        | (213)        | (221)        | (234)        | (244)        | (248)        | (253)        |              |              |       |                      |
| <b>Dwinabucht</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Dwina-Delta                | w   | 57<br>(48)   | 138<br>(115) | 170<br>(142) | 197<br>(165) | 221<br>(185) | 242<br>(201) | 265<br>(221) | 288<br>(246) | 311<br>(265) | 332<br>(297) | 357<br>(321) | 370<br>(333) |              |       | diese Arbeit*        |
|                            | m   | 53<br>(45)   | 128<br>(109) | 157<br>(134) | 178<br>(151) | 194<br>(164) | 204<br>(172) | 205<br>(170) |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Ostsee</b>              |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Mecklenburger Bucht</b> |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Unterwarnow                | w+m | 75           | 156          | 245          | 308          | 363          | 384          |              |              |              |              |              |              |              |       | Dietrich 2004*       |
| <b>Nordsee</b>             |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Fluss Frome                | w+m | 89           | 151          | 225          | 304          | 323          |              |              |              |              |              |              |              |              |       | Beaumont & Mann 1984 |
| <i>Limanda limanda</i>     |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Weiße Meer</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Kandalakschabucht</b>   |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Halbinsel Kindo            | w   | 43<br>(35)   | 99<br>(81)   | 132<br>(108) | 161<br>(132) | 190<br>(154) | 214<br>(175) | 246<br>(204) |              |              |              |              |              |              |       | diese Arbeit*        |
|                            | m   | 41<br>(34)   | 95<br>(78)   | 119<br>(98)  | 136<br>(112) | 149<br>(123) |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Onegabucht</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Solovetskii                | w   | (32)         | (80)         | (115)        | (139)        | (153)        | (170)        | (186)        | (189)        | (200)        | (198)        | (193)        | (200)        |              |       | Sherstkov 2005*      |
|                            | m   | (32)         | (77)         | (113)        | (133)        | (145)        | (157)        | (160)        | (175)        | (180)        |              |              |              |              |       |                      |
| <b>Dwinabucht</b>          |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
| Dwina-Delta                | w   | 46<br>(38)   | 112<br>(92)  | 140<br>(115) | 162<br>(133) | 179<br>(147) | 229<br>(190) | 249<br>(206) |              |              |              |              |              |              |       | diese Arbeit*        |
| <b>Ostsee</b>              |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
|                            | w   | 157          | 219          | 268          | 303          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       | Temming 1989         |
| <b>Nordsee</b>             |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |
|                            | w   | 130          | 164          | 192          | 215          | 234          | 250          |              |              |              |              |              |              |              |       | Lozan 1989           |
|                            | m   | 130          | 157          | 178          | 195          | 209          |              |              |              |              |              |              |              |              |       |                      |

## Danksagung

Herrn Prof. Dr. Ragnar Kinzelbach (em.) danke ich für die Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeit am Institut für Biowissenschaften, Abteilung Allgemeine & Spezielle Zoologie, der Universität Rostock und für das kritische Lesen meiner Arbeit.

Herrn Dr. Helmut Winkler danke ich für die fachliche Betreuung sowie für die Unterstützung bei der Organisation der Arbeit und natürlich für das kritische Lesen des Manuskripts und dessen vorläufigen Fassungen.

Ich danke Herrn Dr. Mirko Dreßler (Universität Rostock) für die Einführung in die Handhabung des Statistikprogramms CANOCO 4.5.

Dem DAAD und seinen Mitarbeitern danke ich für die finanzielle Unterstützung bei den Auslandstätigkeiten.

Bei Herrn Prof. Dr. Georgi Novikov (†) und Herrn Dr. Andrey Stroganov (Universität Moskau, Biologische Fakultät) möchte ich mich für die Aufnahme an den Lehrstuhl für Ichthyologie der Moskauer Universität und für die Unterstützung bei der Organisation der Arbeiten an der Biologischen Weißeerstation (BBS) der Moskauer Universität bedanken.

Dr. Anna Semyonova, Dipl. Biol. Tatyana Morosova und Dr. Sergey Ponomarev (wissenschaftliche Mitarbeiter der Biologischen Fakultät der Moskauer Universität) danke ich für die Hilfe bei der Erledigung der unabdingbaren Formalitäten für Visa, Registrierung u.a. sowie für die praktische Hilfe bei den Arbeiten an der Station (BBS).

Herrn Prof. Dr. Alexander Zetlin (Universität Moskau, Direktor der Biologischen Weißeerstation) danke ich für die Möglichkeit zur Durchführung meiner Arbeiten an der Station BBS.

Allen Mitarbeitern der Biologischen Station am Weißen Meer danke ich für die Aufnahme, die vielfältigen Hilfeleistungen und den Einblick in das russische Leben weitab von den Ballungszentren Russlands.

Herrn Prof. Dr. Igor Burkovsky (Universität Moskau, Biologische Fakultät) danke ich für seine Gastfreundschaft während den Arbeiten an der Fangstation Tschernaja Retschka in den Jahren 2004-2005.

Mein besonderer Dank gilt Alexander Soborsky (ehemals leitender Ingenieur für die „Schiffssflotte“ der Station BBS), ohne den die Fangsaison 2005 nicht zustande gekommen wäre.

Igor Matveyev (†), (Arktispilot, Fischer, Förster, Pferdezüchter, Imker und vieles mehr) und seiner Familie danke ich für die Gastfreundschaft und praktische Hilfe bei den Arbeiten im Dwina-Delta.

Dipl. Biol. Nikolay Matveyev, Dr. Alexander Sherstkov, Dipl. Biol. Vladimir Sherstkov und Dr. Andrey Semushin (wissenschaftliche Mitarbeiter SevPINRO Archangelsk) danke ich für die angenehmen Fänge im Delta.

Besonders möchte ich mich bei meiner Familie für die vielfältige Unterstützung während meines Studiums und meines bisherigen Lebens bedanken.

Mein größter Dank gilt meiner Frau Anna für die Unterstützung bei den Übersetzungen und der Anfertigung der Zeichnungen und ich danke ihr und unseren beiden kleinen „Mäuschen“ dafür, dass es sie gibt.