

Ökomorphologie nototheniider Fische aus dem Weddellmeer, Antarktis

Ecomorphology of nototheniid fish from the Weddell Sea, Antarctica

Werner Ekau

Inhalt

Zusammenfassung	3
Summary	5
1. Grundlagen	7
1.1. Einleitung und Fragestellung	7
1.2. Topographie des Untersuchungsgebietes	10
1.3. Hydrographie und Eisverhältnisse	11
2. Material und Methoden	13
2.1. Stationsübersicht der Reisen PS-06 und PS-10	13
2.2. Fanggeräte	13
2.2.1. GSN-Grundsleppnetz	13
2.2.2. AGT-Agassiz-Trawl	15
2.2.3. REU-Reusen	15
2.3. Probenbearbeitung an Bord	16
2.4. Biomasseabschätzungen	16
2.5. Morphologische Meßwerte	19
2.6. Altersbestimmung und Wachstum	23
2.7. Reifeuntersuchungen	25
3. Ergebnisse	26
3.1. Verbreitung	26
3.1.1. Fangzusammensetzung	26
3.1.2. Großräumige und tiefenabhängige Verbreitung der Notothenioidei im Weddellmeer	26
3.1.2.1. Artedidraconidae	28
3.1.2.2. Bathydraconidae	29
3.1.2.3. Channichthyidae	31
3.1.2.4. Nototheniidae	31
3.1.3. Biomasseabschätzungen	33
3.1.4. Diskussion zur Verbreitung	34
3.2. Morphologie	38
3.2.1. Beschreibung der bearbeiteten Arten, Meristik und Morphometrie	38
3.2.1.1. <i>Aethotaxis mitopteryx</i> DEWITT, 1962	38
3.2.1.2. <i>Pagothenia bernacchii</i> (BOULENGER, 1902)	40
3.2.1.3. <i>Pagothenia borchgrevinki</i> (BOULENGER, 1902)	42
3.2.1.4. <i>Pagothenia hansonii</i> (BOULENGER, 1902)	44
3.2.1.5. <i>Trematomus centronotus</i> REGAN, 1914	46
3.2.1.6. <i>Trematomus eulepidotus</i> REGAN, 1914	49
3.2.1.7. <i>Trematomus lepidorhinus</i> (PAPPENHEIM, 1911)	52
3.2.1.8. <i>Trematomus loennbergii</i> REGAN, 1913	54
3.2.1.9. <i>Trematomus nicolai</i> (BOULENGER, 1902)	57
3.2.1.10. <i>Trematomus scotti</i> (BOULENGER, 1907)	59
3.2.2. Ökologische Klassifizierung der Arten nach ausgewählten Meßgrößen	64
3.2.2.1. Die Merkmale im Einzelnen	64
3.2.2.2. Die Klassifizierung der Arten	72
3.2.3. Diskussion zur Morphologie	74

3.3.	Reife und Wachstum	82
3.3.1.	Untersuchungen zur Reife	82
3.3.2.	Beziehung Länge-Gewicht	85
3.3.3.	Otolithenwachstum und Längenrückberechnung	87
3.3.4.	Längenwachstum	89
3.3.4.1.	<i>Aethotaxis mitopteryx</i> DEWITT, 1962	89
3.3.4.2.	<i>Pagothenia bernacchii</i> (BOULENGER, 1902)	90
3.3.4.3.	<i>Pagothenia borchgrevinki</i> (BOULENGER, 1902)	91
3.3.4.4.	<i>Pagothenia hansonii</i> (BOULENGER, 1902)	93
3.3.4.5.	<i>Trematomus centronotus</i> REGAN, 1914	93
3.3.4.6.	<i>Trematomus eulepidotus</i> REGAN, 1914	94
3.3.4.7.	<i>Trematomus lepidorhinus</i> (PAPPENHEIM, 1911)	96
3.3.4.8.	<i>Trematomus loennbergii</i> REGAN, 1913	97
3.3.4.9.	<i>Trematomus nicolai</i> (BOULENGER, 1902)	99
3.3.4.10.	<i>Trematomus scotti</i> (BOULENGER, 1907)	100
3.3.5.	Diskussion zu Reife und Wachstum	101
4.	Ausblick	108
5.	Literatur	110
6.	Danksagung	118
7.	Anhang	119

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit Verbreitung, Morphologie und Wachstum von zehn nototheniiden Fischarten aus dem Weddellmeer. Das Material zu diesen Untersuchungen wurde während zwei Expeditionen des FS *Polarstern* im Januar/Februar 1985 und Oktober/November 1986 (Reisen ANT III/3 und ANT V/3) gesammelt. Hauptfangerät war ein 140-Fuß-Grundschieppnetz, das während der beiden Reisen insgesamt sechzehnmal eingesetzt wurde. Außerdem wurde Material mit einem Agassiz-Trawl und Reusen gefangen.

Im Kapitel Verbreitung wird die tiefenabhängige und horizontale Verbreitung der notothenioiden Arten auf dem relativ kleinen (ca. 120 x 25 sm) Schelfgebiet südlich Vestkapp dargestellt. Die häufigsten Arten in den Fängen waren *Chionodraco myersi* (20% Anteil am Gesamtfang), *Trematomus lepidorhinus* (15%), *T. scotti* (12%), *T. eulepidotus* (10%), *Pleuragramma antarcticum* (10%) und *Dolloidraco longedorsalis* (10%) während ANT III/3. Diese Arten waren auch in den Fängen der Reise ANT V/3 dominant, hinzu kam noch *Pagetopsis maculatus* (11%).

Es konnte eine tiefenabhängige Verbreitung aufgezeigt werden. Der Schwerpunkt in Individuendichte und Biomasse lag zwischen 400 und 650m Tiefe. Hier werden die größten Mengen an *Ch. myersi*, *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* angetroffen. Auf dem flachen Schelfbereich herrschen kleinere Arten wie *T. scotti*, *T. centronotus*, *P. maculatus*, *Artefidraco skottsbergi*, *A. shackletoni* und *Prionodraco evansii* vor. Außerdem findet man hier Jungfische <10cm vor allem von *T. lepidorhinus* und von *T. eulepidotus*.

Die Untersuchungsgebiete Vestkapp-Schelf und Gould Bay unterscheiden sich deutlich in ihrer Faunenzusammensetzung. Im Süden sind *Akarotaxis nudiceps*, *Dolloidraco longedorsalis*, *Gerlachea australis*, *Pleuragramma antarcticum* und *T. loennbergii* dominant. Channichthyiden kommen nur vereinzelt vor, dabei handelt es sich meist um *Dacodraco hunteri*.

Eine Abschätzung der Biomasse für die demersalen Fischarten erbrachte vergleichsweise geringe Werte. Für den Vestkapp-Schelf wurden 0,3 bis 1,6 t/km² berechnet, für die Gould Bay 0,1 bis 0,4 t/km². Hohe Biomassewerte >1,0 t/km² findet man an der Schelfkante, niedrige auf dem Schelf.

Das Kapitel Morphologie bietet eine ausführliche morphologische Beschreibung der zehn im Weddellmeer vorkommenden, demersalen Nototheniidenarten: *Aethotaxis mitopteryx*, *Pagothenia bernacchii*, *P. borchgrevinki*, *P. hansonii*, *Trematomus centronotus*, *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii*, *T. nicolai* und *T. scotti*.

Anhand von zwölf Merkmalen werden die genannten Arten in eine Entwicklungsreihe von benthischer zu pelagischer Lebensweise eingeordnet. Innerhalb der Merkmale werden den Arten Ränge zugewiesen. Der niedrigste Rang (1) steht für pelagisch, der höchste (10) für benthisch. Aus den durchschnittlichen Rängen läßt sich die relative Stellung der einzelnen Arten zwischen Benthos und Pelagial ablesen. Folgende durchschnittliche Ränge wurden ermittelt: *A. mitopteryx* (2,4), *P. borchgrevinki* (3,9), *T. lepidorhinus* (3,9), *T. eulepidotus* (4,0), *T. loennbergii* (4,7), *P. hansonii* (6,5), *P. bernacchii* (6,7), *T. nicolai* (6,8), *T. scotti* (7,3) und *T. centronotus* (7,8).

Durch diese Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß einzelne Arten in verschiedenen Merkmalen an eine pelagische Lebensweise angepaßt sind. Spezielle Nahrungs- und Fortpflanzungsgewohnheiten können jedoch den hydrodynamischen Anforderungen bei den morphologischen Entwicklungen überlagert sein, sodaß man nicht von einer einheitlichen "Strategie" der Arten in ihrer Anpassung sprechen kann. Innerhalb der Arten zeigt sich häufig in der Ontogenie eine Entwicklungsrichtung der Merkmale zur demersalen Lebensweise, die bei einigen Arten mit einer Umstellung in der Nahrung korrelierbar ist.

Das dritte Kapitel, Reife und Wachstum, beschreibt das Wachstumspotential dieser hochantarktischen Arten, das mit dem subantarktischer Arten verglichen wird. Für einige Arten ergeben sich neue Ergebnisse über ihre Laichzeiten.

Anhand von Reifegraden und dem Gonado-Somatischen Index (GSI) konnten für die zehn nototheniiden Arten des Weddellmeeres die Laichzeiten bestimmt oder zumindest geschätzt werden. Danach sind *Pagothenia bernacchii*, *P. hansonii*, *Trematomus centro-notus* und *T. eulepidotus* Sommerlaicher. *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* können als Herbstlaicher angesehen werden, *T. nicolai* und *T. scotti* ähnlich wie *P. borchgrevinkii* als Winterlaicher. Die Laichzeit von *Aethotaxis mitopteryx* dürfte im Spätwinter oder Frühjahr liegen.

Das Wachstumspotential der hier untersuchten Arten ist wesentlich geringer als bei Arten aus der Subantarktis. Es wurden Theoretische Endlängen L_{∞} zwischen 120 und 410mm berechnet bei ebenfalls sehr niedrigen Wachstumskoeffizienten k zwischen 0,04 und 0,16. Die Werte des Index of Growth Performance P ($P = \log(k \cdot W_{\infty})$) liegen alle unter 2,0, für Arten der Antarktischen Halbinsel findet man Werte zwischen 2,3 und 3,2.

Otolithenstrukturen und Magenuntersuchungen von im Frühjahr gefangenen Tieren zeigen, daß die Wachstumsphase bei den Weddellmeer-Arten nach einer winterlichen Wachstumspause, die in ihrer Dauer noch nicht abzuschätzen ist, bereits im September/Okttober wieder beginnt.

Summary

The paper deals with the distribution, morphology and growth of ten nototheniid fish species from the Weddell Sea. The material for these studies was collected during two cruises of the RV *Polarstern* in January/February 1985 and in October/November 1986 (cruises ANT III/3 and ANT V/3). The main gear was a 140 feet bottom trawl, that was trawled a total of sixteen times during the two expeditions. Material was also collected with an Agassiz-trawl and fish traps.

In the chapter on distribution, the depth dependant and horizontal distribution of the nototheniid species on the relatively small (approx. 120 x 25 nm) shelf area south of Vestkapp is presented. The most common species in the catches during ANT III/3 were *Chionodraco myersi* (20% of the total catch), *Trematomus lepidorhinus* (15%), *T. scotti* (12%), *T. eulepidotus* (10%), *Pleuragramma antarcticum* (10%) and *Dolloidraco longedorsalis* (10%). These species were also dominant in the catches during the ANT V/3 cruise, in addition to *Pagetopsis maculatus* (11%).

A depth dependant distribution could be shown. The greatest density of individuals and highest biomass was between 400 and 650 m depth. Here the greatest numbers of *Ch. myersi*, *T. eulepidotus* and *T. lepidorhinus* are found. The shallow shelf area is dominated by smaller species such as, *T. scotti*, *T. centronotus*, *P. maculatus*, *Artedidraco skottsbergii*, *A. shackletoni*, and *Prionodraco evansii*. Apart from these, juvenile fish <10 cm, especially those of *T. lepidorhinus* and *T. eulepidotus* are found here.

The study area Vestkapp shelf and Gould Bay showed a marked difference in their faunal composition. In the south, *Akarotaxis nudiceps*, *Dolloidraco longedorsalis*, *Gerlachea australis*, *Pleuragramma antarcticum* and *Trematomus loennbergii* are dominant. Channichthyidae are only found occasionally, most of these are *Dacodraco hunteri*.

An estimate of the biomass of the demersal fish species resulted in comparatively low values. For the Vestkapp shelf 0.3 to 1.6 t/km² were calculated, for Gould Bay 0.1 to 0.4 t/km². High biomass values, >1.0 t/km², are found on the shelf edge, low values on the shelf.

The chapter on morphology contains an extensive morphological description of the demersal nototheniid species occurring in the Weddell Sea: *Aethotaxis mitopteryx*, *Pagothenia bernacchii*, *P. borchgrevinki*, *P. hansonii*, *Trematomus centronotus*, *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii*, *T. nicolai* and *T. scotti*.

With the aid of twelve characteristics, the named species are ordered into an evolutionary series from benthic to pelagic life styles. Within the framework of these characteristics the species are ranked, the lowest rank (1) stands for pelagic, the highest (10) for benthic. From the average ranks, the relative position of the single species between benthic and pelagic can be read. The following average ranks were determined: *A. mitopteryx* (2.4), *P. borchgrevinki* (3.9), *T. lepidorhinus* (3.9), *T. eulepidotus* (4.0), *T. loennbergii* (4.7), *P. hansonii* (6.5), *P. bernacchii* (6.7), *T. nicolai* (6.8), *T. scotti* (7.3) and *T. centronotus* (7.8).

Through these investigations it could be shown, that single species with different characteristics are adapted to a pelagic mode of life. Special feeding and reproduction habits could have been eclipsed by the hydrodynamic requirements during the

morphological development, so that one cannot talk of a uniform "strategy" for the species in their adaptations. Within the species, a developmental direction of the characteristics towards a demersal mode of life often shows itself during ontogeny, which can be correlated to a change of diet with some species.

The third chapter, maturity and growth, describes the growth potential of these high antarctic species, compared to that of the subantarctic species. For some species new results about their spawning seasons were obtained.

With the aid of maturity stages and the Gonado Somatic Index (GSI), the spawning seasons for the ten nototheniid species from the Weddell Sea were determined or at least estimated. Accordingly *P. bernacchii*, *P. hansonii*, *T. centronotus* and *T. eulepidotus* are summer spawners. *T. lepidorhinus* and *T. loennbergii* can be seen as autumn spawners, *T. nicolai* and *T. scotti*, similarly with *P. borchgrevinkii*, as winter spawners. The spawning season of *A. mitopteryx* could lie in late winter or early spring.

The growth potential of these studied species is substantially less than that of the subantarctic species. Asymptotic length L_{∞} of between 120 and 410 mm were calculated as well as very low growth coefficients k of between 0.04 and 0.16. The values for the Index of Growth Performance, $P (= \log(k \cdot W_{\infty}))$, all lie under 2.0; for species from the Antarctic Peninsula, one finds values of between 2.3 and 3.2.

Otolith structure and stomach content investigations of animals caught in early spring show, that the growth phase of the Weddell Sea species already starts, after a winter pause, the length of which cannot be estimated yet, in September/October.

1. Grundlagen

1.1. Einleitung und Fragestellung

Der Antarktische Ozean zeichnet sich durch mehrere circumpolare, küstenparallele Fronten und Strömungen aus, die einen starken Austausch und Transport von Wassermassen in West-Ost-Richtung bewirken, den Austausch in Nord-Süd-Richtung jedoch in den oberen 1000m entscheidend verringern. Die Antarktische Konvergenz bildet dabei wohl die größte hydrographische Barriere für pelagische Organismen. Lediglich Wale, Vögel und einige Fische haben die Möglichkeit sie zu überqueren. Für benthische Arten bilden die Tiefseebecken rund um die Antarktis, die den Kontinent von den südafrikanischen und südamerikanischen Festlandssockeln trennen, die Verbreitungsgrenzen. Die Auswirkungen dieser Isolierung auf die Faunenzusammensetzung sind nicht zu übersehen. In allen Bereichen finden sich viele Endemismen. Bei den Bodenfischen sind 88% der Arten und immerhin noch 76% der Gattungen endemisch (ANDRIASHEV, 1987), bei anderen benthischen Gruppen liegen die Werte zwischen 60 und 90 % (HEMPEL, 1985a).

Insgesamt sind heute etwa 200 Bodenfischarten für die Antarktis bekannt (ANDRIASHEV, 1987), doppelt so viele wie vor 20 Jahren (ANDRIASHEV, 1965) und immerhin 60% mehr als von DEWITT (1971) genannt wurden. Dieser hohe Anstieg in der Artenzahl ist einerseits auf einzelne Funde aus bisher für die Antarktis unbekanntem Familien zurückzuführen, hauptsächlich jedoch auf die immer weitergehende Aufspaltung von bekannten Familien und Gattungen in neue Arten (ANDRIASHEV, 1987). Es entsteht das Bild einer relativ diversen Artengemeinschaft, die sich aus wenigen Familien rekrutiert. Eine besondere Rolle fällt dabei der perciformen Unterordnung Notothenioidei zu, die mit sechs Familien und ca 100 Arten die Bodenfischfauna der Antarktis beherrscht.

Mehrere Autoren haben sich mit der Systematik und Entwicklungsgeschichte dieser Fischgruppe beschäftigt. Die Ursprünge der Notothenioidei lassen sich jedoch nur schwer nachvollziehen. Der einzige paläontologische Fund, der Wirbelkörper eines notothenioiden Fisches, stammt von Seymour Island aus dem unteren Tertiär (SMITH-WOODWARD, 1908, zit. nach ANDERSEN, 1984). Im Übrigen sind Diskussionen um Entwicklungsrichtungen und -bedingungen eng an die geologische Geschichte des Antarktischen Kontinents gebunden. Ursprünglich war die Antarktis neben Südafrika, Südamerika, Indien und Australien Teil des Urkontinents Gondwana. Mit ausgehendem Mesozoikum, vor etwa 120 Mill. Jahren, brach dieser Urkontinent auseinander und die Antarktisplatte driftete südwärts bis in ihre heutige Lage (MURAWSKI, 1972). Mit der Lageverschiebung war auch eine klimatische Abkühlung verbunden. Wichtige Einschnitte sind die Lösung von Australien und Südamerika und damit die Entstehung eines Ringozeans vor ca. 30 Mill. Jahren. Von nun an wird die Antarktis zunehmend isoliert und kühlt sich noch stärker ab (ELLIOT, 1985). Die Fischfauna des Antarktischen Kontinent mußte sich an abnehmende Wassertemperaturen und zunehmende Vereisungen anpassen. Diesem Selektionsdruck konnten nur wenige Fischgruppen standhalten. Die Notothenioidei haben es am besten geschafft und hatten nach einer gewissen Stabilisierung des Klimas nun die Möglichkeit, freigewordene oder neu entstandene ökologische Nischen zu besetzen. Das wiederum führte zu einer Vielgestaltigkeit, wie es sie in so eng verwandten Fischgruppen sonst selten gibt. Vom heringsähnlichen *Pleuragramma antarcticum* bis hin zu den groppenähnlichen Artedidraconiden sind eine Vielzahl von Fischformen verwirklicht. Die Entwicklung blieb dabei nicht auf Formen am Boden beschränkt. Das Pelagial stellte einen großen Freiraum dar und

bot an vielen Stellen reiche Nahrungsvorräte in Form von Copepoden und Euphausiiden.

Das Pelagial läßt sich in drei Zonen einteilen, die jeweils typische Planktongemeinschaften enthalten: 1.) die nördliche, eisfreie Zone, 2.) die mittlere, saisonale Packeis-Zone, 3.) die südliche, permanente Packeiszone (HART, 1942; VORONINA, 1971; HEMPEL, 1985a). Die nördliche Zone ist ozeanisch. Sie ist nährstoffreich, hat aber nur eine geringe Primärproduktion und wird durch die Dominanz von Copepoden im Zooplankton gekennzeichnet. Die mittlere Zone, ebenfalls ozeanisch, ist die produktivste der drei. Hier liegt das Hauptvorkommen des Krills *Euphausia superba*. Die südliche Zone im Einfluß des Küstenstroms ist durch kürzere Vegetationsperioden charakterisiert. Hier hat sich *Pleuragramma antarcticum* zu einem dominierenden Element im Pelagial entwickelt (DEWITT, 1970; HUBOLD & EKAU, 1987). Mehrere Autoren gehen davon aus, daß *P. antarcticum* von demersalen Nototheniiden abstammt (DEWITT, 1970; ANDRIASHEV, 1987) und daß sich die Entwicklung des pelagischen Systems noch im Anfangsstadium befindet. Schon DEWITT (1970) und später EASTMAN & DEVRIES (1982), VOSKOBOINIKOVA (1982), ANDERSEN (1984), ANDRIASHEV (1987) und MILLER (1987) diskutierten Entwicklungen von der demersalen zur pelagischen Lebensweise bei einigen Nototheniiden-Arten und als allgemeinen Trend bei den antarktischen Bodenfischen.

Die Ursachen für solch eine Umorientierung in der Lebensweise sieht ANDRIASHEV (1987) hauptsächlich in nahrungsökologischen Anpassungen. Eine Nahrungskonkurrenz zwischen den demersalen Arten veranlaßt das Ausdehnen der Nahrungssuche ins Pelagial. Die Schwierigkeiten, die sich diesem Übergang zur pelagischen Lebensweise dabei entgegenstellen, sind jedoch vielfältig. Die Eisbedingungen in der Antarktis schwanken im Laufe der Jahrtausende. Eine extrem kalte Periode gab es vor 650000 bis 300000 Jahren. Für diesen Zeitraum werden 6 warme und 5 kalte Stadien genannt (ANDERSON, 1972 und ERICSON & WOLLIN, 1968; zit. nach GROBE, 1986). In Kaltzeiten entsprach die sommerliche Vereisung bzw. Packeisgrenze etwa der heutigen winterlichen Vereisung (GROBE, 1986). Einige Autoren (HUGHES, 1981; MILLER, 1987; HUBOLD & EKAU, 1987) gehen davon aus, daß es in diesen Zeiten maximaler Vereisung fast keine pelagische Fischfauna gab, da die notothenioiden Arten wie *Pleuragramma antarcticum* für die Reproduktion und die Postlarvalphase an den Kontinentalschelf gebunden sind (HUBOLD, 1985). Vorhandene pelagische Arten mußten in Rückzugsgebieten überdauern oder haben vielleicht sogar wieder eine demersale Lebensweise angenommen. Erst mit dem Rückgang des Eises während der Warmzeiten konnten demersale und bereits pelagisch ausgerichtete Arten der Notothenioidei wieder in die freien Nischen vorstoßen. Aufgrund ihrer guten Anpassung an die niedrigen Temperaturen waren sie bei der Wiederbesiedlung des Pelagials des Südpolarmeeres Arten der gemäßigten Zonen überlegen. Dabei tauchten jedoch morphologische Schwierigkeiten auf. Notothenioide Fische haben keine Schwimmblase. Die Fische mußten daher andere Möglichkeiten nutzen, ihren Auftrieb zu erhöhen. Bei einigen Arten lassen sich Lipideinlagerungen nachweisen (EASTMAN & DEVRIES, 1981), Kalkeinlagerungen werden so weit wie möglich reduziert (EASTMAN & DEVRIES, 1982, 1985; VOSKOBOINIKOVA, 1980, 1982) und hydrodynamische Anpassungen können den Auftrieb während des Schwimmens erhöhen.

Erste detaillierte Daten über die pelagische Fauna der Hochantarktis gab DEWITT (1970) aus der Ross-See. Eine Analyse der pelagischen Fauna des Weddellmeeres bringen HUBOLD & EKAU (1987). Aus der Prydz Bay gibt es Daten von WILLIAMS (1985). Alle drei Gebiete haben eines gemeinsam: die überwältigende Dominanz durch *Pleuragramma antarcticum*, aber auch das Auftreten von *Trematomus*- und *Channichthyiden*-Larven im Pelagial. Im Weddellmeer ist im Schelfbereich *Trematomus eulepidotus* die zweithäufigste Art nach *P. antarcticum*. Außerdem treten hier Larven von

Aethotaxis mitopteryx, *T. lepidorhinus*, *T. scotti*, *P. bernacchii* und *P. hansonii* in den Fängen auf (HUBOLD & KELLERMANN, pers. Mittlg.). Das zeigt, daß viele Arten zumindest einen Teil ihrer Larvalentwicklung ins Pelagial verlegt haben. Nahrungsökologische Beziehungen zum Pelagial haben PERMITIN & TAVERDIYEVA (1978), KOCK *et al.*, (1984), TARGETT (1981), TAKAHASHI & NEMOTO (1984) und SCHWARZBACH (1987) nachgewiesen, vor allem für die Antarktische Halbinsel, aber auch für das Weddellmeer.

Weitere Anforderungen stellen die niedrigen Wassertemperaturen. Sie liegen konstant unter 2°C (HELLMER *et al.*, 1985), auf den Kontinentalschelfen unter 0°C und im Weddellmeer und in der Ross-See vielfach in der Nähe des Gefrierpunktes, um -1,8°C. Diese Bedingungen erfordern eine hohe Gefrierresistenz bei den Fischen. DEVRIES & LIN (1977) geben Gefrierpunkte des Blutserums bis -2,75°C bei antarktischen Fischen an. Für Fische aus temperierten Gewässern nennen die Autoren Werte von -0,8°C. Anpassungen des Stoffwechsels werden ausführlich von CLARKE (1983) diskutiert. Die Adaptation liegt dabei im enzymatischen Bereich. Die im Laufe der Evolution entwickelten Enzyme dieser Fische haben ihr Temperaturoptimum um oder unter 0°C. Insgesamt jedoch haben die Organismen einen stark herabgesetzten Stoffwechsel gegenüber temperierten Arten. Grundumsatz und Reproduktion machen nach CLARKE (1983) einen großen Teil des Stoffwechsels bei polaren Invertebraten und Fischen aus. Daraus folgert er, daß für Fortbewegung und Wachstum nur sehr wenig übrigbleibt. Die Wachstumsraten sind also gering.

Mit den Reisen von FS *Polarstern* ins Weddellmeer war es erstmals möglich, in diesem Gebiet mit örtlich und zeitlich ausgedehnter Packeisbedeckung die Bodenfisch-Fauna zu untersuchen. Die ersten zoogeographisch ausgerichteten Arbeiten fußten hauptsächlich auf Agassiz-Trawl-Fängen, lieferten aber schon Angaben über die tiefenabhängige Verbreitung und die Nahrungsökologie einiger Arten (KOCK *et al.*, 1984; SCHWARZBACH, 1987). Während der *Polarstern*-Reisen ANT III und ANT V wurde in diesem Gebiet auch mit Grundschleppnetz und Schwimmschleppnetz gefischt. Besonders das Grundschleppnetz erbrachte umfangreiches Material.

Ziel dieser Arbeit ist es nun, anhand dieses Materials morphologische und physiologische Anpassungen einer eng verwandten Gruppe von Fischarten und deren interspezifische Unterschiede zu untersuchen und zu quantifizieren. Dabei handelt es sich um zehn Arten der Gattungen *Aethotaxis*, *Pagothenia* und *Trematomus* aus der Familie Nototheniidae:

- In einem ersten Schwerpunkt der Auswertung sollen die Grundschleppnetzfüge nähere Aufschlüsse über die horizontale und Tiefenverteilung im eng gefaßten Untersuchungsgebiet geben. Eine Verbindung mit hydrographischen Daten soll Abhängigkeiten der Verbreitung von abiotischen Faktoren aufzeigen. Außerdem soll die Fischbiomasse anhand der Schleppnetzfüge abgeschätzt werden, um im Zusammenhang mit Wachstumsdaten eine erste Vorstellung über die Produktionskapazität des Fischbestandes zu gewinnen.
- Den zweiten Schwerpunkt bilden morphologische Untersuchungen:
- - Eine ausführliche morphometrische Bearbeitung der Proben soll Aussagen zur morphologischen Anpassung ermöglichen. Die meristische und morphologische Datenbasis aus der Literatur ist für die meisten Arten sehr gering. Für die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten der Familie Nototheniidae sollen daher die für taxonomische und ökologische Fragestellungen relevanten Parameter gezählt und gemessen werden, um so die Artbeschreibung zu erweitern und abzusichern.

- - Aufgrund der so gewonnenen Daten über die Körperproportionen bei den verschiedenen Arten soll versucht werden, eine Klassifizierung in pelagische und demersale Lebensformen nach allgemeingültigen Beziehungen zwischen Körperform und Lebensweise bei Fischen durchzuführen. Die erhaltene Klassifizierung soll im Vergleich zur Nahrungsökologie der Arten diskutiert werden. Es ist außerdem zu erörtern, ob es bei dieser Entwicklung eine einheitliche "Strategie" aller Arten gibt oder ob die Anpassung eher artspezifisch verläuft.
- Einen dritten Schwerpunkt dieser Arbeit bilden Reife- und Wachstumsuntersuchungen. Anhand der Reifedaten soll die Laichzeit für die nototheniiden Arten des Weddellmeeres abgeschätzt werden. Als Grundlage für eine Quantifizierung des Wachstums wird eine Altersbestimmung an Otolithen durchgeführt. Das Wachstumspotential dieser hochantarktischen Arten soll anhand der Wachstumskoeffizienten k , der Theoretischen Endlängen L_{∞} und des 'Index of Growth Performance' P mit dem subantarktischer verglichen werden. Es soll außerdem geprüft werden, ob sich die ökologische Ausrichtung einzelner Arten zum Pelagial oder Benthos in Wachstum und Laichgewohnheiten bemerkbar macht. Die Entwicklung zur pelagischen Lebensweise ließe eine Verschiebung in der Nahrungszusammensetzung erwarten. Damit wiederum könnten Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit, Verbreitung, dem Wanderverhalten und Laichzyklus entstehen.

1.2. Topographie des Untersuchungsgebietes

Die Schelfgebiete des Weddellmeeres umfassen ca. 500000 km² (HELLMER & BERSCH, 1983). Durch die Last des Eisschildes ist der Kontinentalschelf auf Tiefen zwischen 200 und 600 m abgesenkt. Flachere Bereiche sind von Schelfeis bedeckt, das an vielen Stellen des Schelfes auf dem Boden aufliegt. Die Breite des Kontinentalschelfs variiert sehr stark, maximal beträgt sie 500 km im südlichen Weddellmeer, im östlichen dagegen ca. 90 km oder weniger (HELLMER *et al.*, 1985). In der Bucht südlich von Vestkapp, in dem der größte Teil der Probennahme erfolgte, beträgt die Schelfbreite bis zu 60 km (Abb. 1.1). Der Schelf ist dort 200 bis 400 m tief, die minimale Tiefe im mittleren Bereich der Bucht südlich Vestkapp, dicht vor der Schelfeiskante, betrug 188 m.

Wir finden überwiegend Weichboden, wenig Sandboden, fast immer mehr oder weniger große Steine (HEMPEL, 1985b; GUTT, 1988). Das Sediment besteht hauptsächlich aus Schwammnadeln und Bryozoenschill (VOSS, 1988).

Im südlichen Weddellmeer ist der Schelf im Probennahmegebiet minimal 350 m tief und nicht so steil abfallend wie im Vestkapp-Gebiet. Der Grund ist relativ glatter Weichboden ohne Steine, mit wenig Schwämmen und Bryozoen (GUTT 1988).

Eine ausführliche Diskussion der Bodenbeschaffenheit findet man bei GUTT (1988) und VOSS (1988).

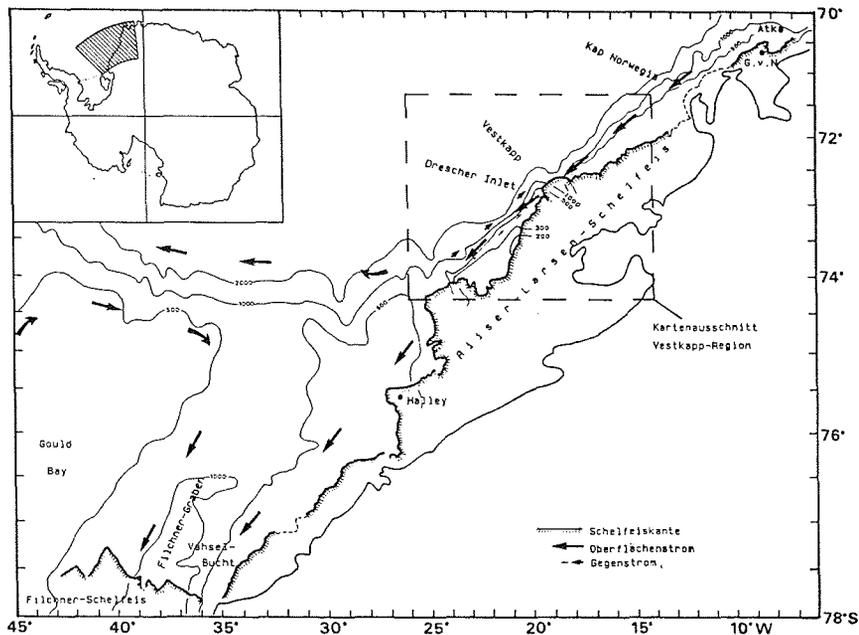


Abb. 1.1 : Bathymetrie und großräumige Strömungsverhältnisse in der südöstlichen Weddell-See. Strömungsverhältnisse nach CARMACK & FOSTER (1977).

1.3. Hydrographie und Eisbedeckung

HELLMER & BERSCH (1983) sowie HELLMER *et al.*, (1985) geben eine umfassende Analyse der Hydrographie des Weddellmeeres. Im folgenden soll daher nur auf einige spezielle Punkte der Hydrographie vor dem Riiser-Larsen-Eisschelf und in der Vahsel-Bucht und Gould Bay eingegangen werden.

Im Untersuchungsgebiet haben wir es mit drei Wassermassen zu tun: dem Warmen Tiefenwasser (WDW), dem östlichen Schelfwasser (ESW) und dem Eisschelfwasser (ISW). Das WDW ist Teil des in allen Ozeanen vorkommenden Tiefenwassers (DIETRICH *et al.*, 1975). Die Temperaturen liegen in einem Bereich von 0 bis 0,8°C, die Sauerstoffkonzentrationen um 4,5 ml O₂/l. Die Temperaturen des auf dem Schelf vorkommenden Wassers (ESW) liegen zwischen -2 und -1,6°C bei Sauerstoffgehalten von 7,3 ml O₂/l. Das ISW ist eine Abwandlung des ESW und unterscheidet sich von diesem hauptsächlich durch tiefere Temperaturen (potentielle Temperatur -2,4 bis -2°C). Es kommt an den Flanken beiderseits des Filchner-Grabens vor und fließt unter dem Schelfeis hervor.

Das für die Bodenfauna wichtige Schelfwasser (ESW) ist also kälter und sauerstoffreicher als das Tiefenwasser (WDW). Die Grenze zwischen diesen beiden Wasserkörpern, die zwischen 600 und 800 m schwankt, sollte also auch Auswirkungen auf die dort lebende Fauna haben.

Die großräumigen Strömungsverhältnisse sind in Abb. 1.1 wiedergegeben. Als Teil des großen zyklonischen Weddell-Wirbels setzt sich die Ostwinddrift in Form eines Küstenstroms fort. Er führt entlang der östlichen Schelfeiskante nach Süden, verzweigt sich

etwa in Höhe der britischen Station Halley und fließt zum einen als südlicher Randstrom des Weddell-Wirbels nach Westen, zum anderen als Küstenstrom weiter nach Südwesten. Auf dem südlichen Schelf befindet sich ein weiteres zyklonales Wirbelsystem, das Wassermassen teilweise auch unter die Filchner- und Ronne- Eisschelfe transportiert.

Nach vorläufigen Ergebnissen der *Polarstern*-Reisen ANT III und ANT V gibt es im Vestkapp-Gebiet zum Küstenstrom einen Gegenstrom am Kontinentalhang in ca. 1000 m Tiefe und eventuell einen zweiten, schwächeren in geringeren Tiefen (FAHRBACH, pers. Mittlg.).

Das Weddellmeer ist im Winter fast vollständig (maximale Ausdehnung im August) mit Eis bedeckt. Dabei wechselt die Eissituation besonders entlang der östlichen Küste oft sehr rasch. Abhängig von der Stärke, Richtung und Konstanz der Winde öffnen sich an der Küste günstigenfalls mehrere Seemeilen breite (während ANT V maximal 24 km, STONEHOUSE *et al.*, 1987) Polynyen, die sich meist sehr schnell mit einer Neueisdecke überziehen. Im Sommer ist nur der zentrale und südwestliche Teil permanent mit Eis bedeckt (minimale Ausdehnung im Februar, HELLMER *et al.*, 1985). Entlang der östlichen und südlichen Schelfeiskante gibt es breite eisfreie Zonen.

2. Material und Methoden

2.1. Stationsübersicht der Reisen ANT III/3 und ANT V/3

Das Material für diese Arbeit wurde während zweier Reisen des deutschen Forschungsschiffes *FS Polarstern* ins Weddellmeer gesammelt. Während des dritten Abschnittes der Reise ANT III/3 wurden im Januar und Februar 1985 entlang des östlichen Schelfes von ca 8°W bis 45°W Proben gesammelt. Schwerpunktmäßig wurden die Gebiete um Vestkapp und in der Gould Bay befischt (siehe Abb. 2.1). Während des dritten Abschnitts der Reise ANT V/3 im Oktober und November 1986 wurde hauptsächlich im Gebiet um Vestkapp gefischt (Abb. 2.2). Nicht auf der Karte in Abb. 2.2. eingetragen sind 4 Agassiz-Trawl-Fänge, die in Höhe der Station Halley durchgeführt wurden. Eine Zusammenstellung der Stationsdaten gibt die Tab. 7.0. Ausführliche Informationen über die Reiseverläufe finden sich in den Fahrtberichten von HEMPEL (Hg., 1985) und SCHNACK-SCHIEL (Hg., 1987).

2.2. Fanggeräte

Während beider Reisen kamen vier Gerätetypen für den Fischfang zum Einsatz: Grundschieppnetz und Agassiz-Trawl zum Fang von Bodenfischen, das Krillschwimm-schieppnetz zum Fang von Jugendstadien und pelagischen bis benthopelagischen Arten und Reusen zum schonenden Fang von Exemplaren für die Hälterung. Die Krillnetz-fänge werden im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

2.2.1. GSN-Grundschieppnetz

Auf beiden Reisen wurde ein kommerzielles 140 Fuß Grundschieppnetz mit Rollenge-schirr benutzt. Die Maschenweite dieses Netzes beträgt 150 mm im vorderen Ober- und Unterblatt und 135 mm im Steert. Der Steert ist mit einem Beutel der Maschenweite 20 mm ausgelegt. Die Öffnungsbreite des Netzes wird mit ca. 22 m, die Stauhöhe mit ca. 5 m angesetzt (KOCK, pers. Mittlg.). Das Netz wurde mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 sm/h über Grund geschleppt. Die Schleppezeit betrug während der Sommer-fahrt ANT III/3 in 6 Fällen -wie angestrebt- 30 min. In drei Fällen mußte sie wegen schwerer Eisverhältnisse auf 46 bzw. 60 min angehoben werden. Während der Früh-jahrsfahrt ANT V/3 lagen die Schleppezeiten wegen des sehr rauhen Grundes zwischen 9 und 23 min. Von den 7 Hols mußten 4 Hols wegen Hakern vorzeitig abgebrochen werden. Die angestrebte Schleppezeit von 30 min wurde daher auf 15 min gesenkt. Die Einsatztiefe lag zwischen 203 und 667 m während ANT III/3, zwischen 228 und 570m während ANT V/3. Die Grundschieppnetz-fänge verteilten sich wie folgt auf das Untersuchungsgebiet:

	ANT III/3	ANT V/3
Atka Bucht/Kap Norwegia	0	0
Vestkapp-Gebiet	6	7
Halley Bay	0	0
Gould Bay/Vahsel Bucht	3	0

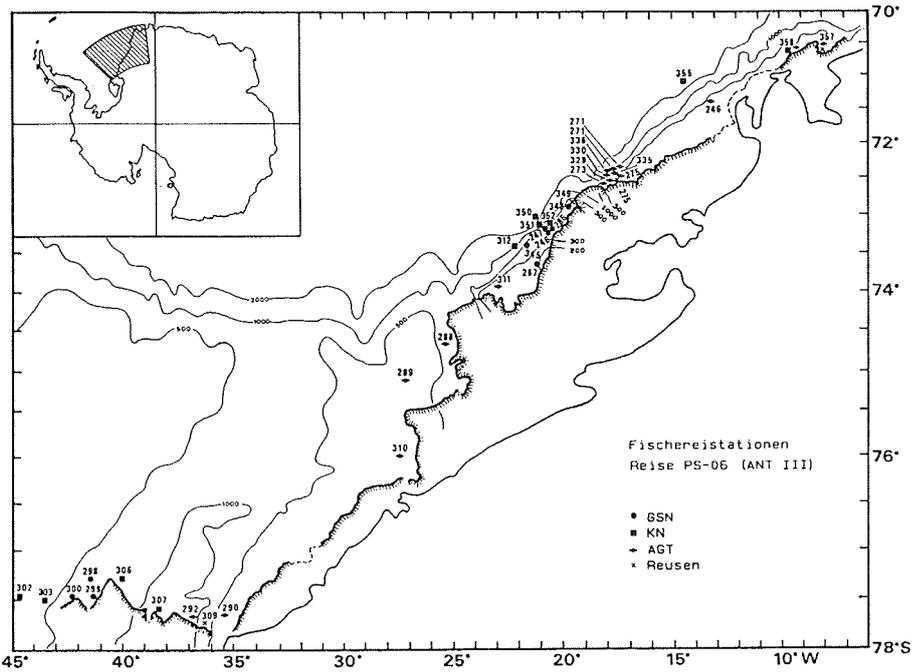


Abb. 2.1 : Untersuchungsgebiet und Lage der Fischereistationen während des dritten Abschnitts der *Polarstern*-Reise PS-06 (ANT III/3).

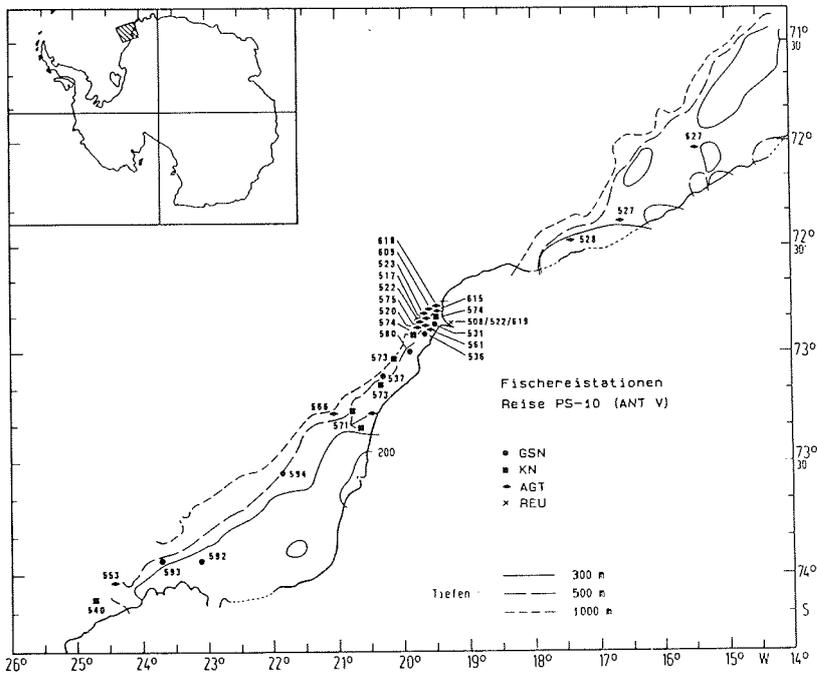


Abb. 2.2 : Untersuchungsgebiet und Lage der Fischereistationen während des dritten Abschnitts der *Polarstern*-Reise PS-10 (ANT V/3).

2.2.2. AGT-Agassiz-Trawl

Das auf *FS Polarstern* benutzte Agassiz-Trawl wird bei VOSS (1987) ausführlich beschrieben. Der Rahmen hat eine Öffnungsbreite von 3 m und eine Öffnungshöhe von 1 m. Der Netzbeutel ist 5 m lang. Etwa 1 m vor dem Grundtau ist eine Scheuchkette zwischen die Kufen gespannt. Die Maschenweite der vorderen Ober- und Unterblätter beträgt 20 mm, im Steert 10 mm. GUTT (1987) und VOSS (1987) geben Schleppgeschwindigkeiten von durchschnittlich 0,7 sm/h an. Die Sollsleppzeiten von 15 min wurden von GUTT (1987) nach einem Schema von VOSS (1987) in wahre Schleppzeiten (Gerät am Grund) umgerechnet und schwanken zwischen 15 und 30 min. Die Verteilung der Hols im Untersuchungsgebiet ist wie folgt:

	ANT III/3	ANT V/3
Atka Bucht/Kap Norwegia	2	0
Vestkapp-Gebiet	10	15
Halley Bay	3	4
Gould Bay/Vahsel Bucht	2	0

2.2.3. REU-Reusen

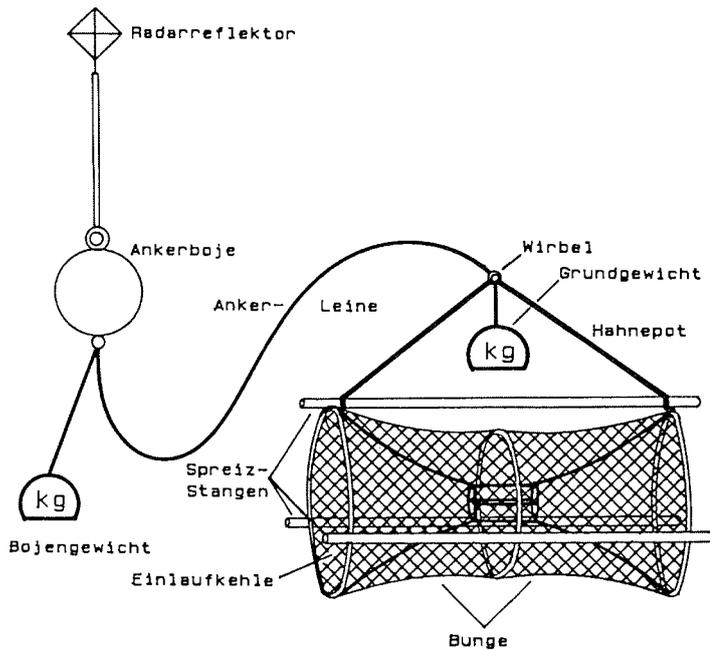


Abb. 2.3 : Schema für den Aufbau der Bungen. Dieser Reusentyp besitzt zwei Einlaufkehlen und wird mit 3 Holzstangen gespreizt. Nähere Beschreibung über verwendete Größen und Maschenweiten im Text.

Zum schonenden Fang von Fischen zur Halterung und Lebendbeobachtung wurden auf beiden Reisen insgesamt 8 mal beköderte Reusen ausgesetzt. Es wurden dabei handels-

übliche Bungen mit verschiedenen Reifendurchmessern, Maschenweiten und Netztuchmaterialien verwendet:

- Bungen mit Reifendurchmesser 50 cm, Netztuch braun, # 5 mm
- Bungen mit Reifendurchmesser 60 cm, Netztuch weiß, # 10 mm
- Bungen mit Reifendurchmesser 75 cm, Netztuch braun, # 10 mm
oder grün

Die Bungen wurden entweder an einer Eisscholle direkt unter das Meereis gehängt und mittels einer Leine an einem Pflock befestigt, oder paarweise an einem Gewicht befestigt und mit einer 6 mm Nylon-Leine auf den Grund abgesenkt. Als Markierung dienten rote Ankerbojen, auf die noch ca 2 m lange Stäbe mit je einem Radarreflektor aufgesetzt wurden (Abb. 2.3). Die Aussetzzeiten betragen maximal 29 h, die Aussetztiefen für die Bodenreusen 100 bis 400 m. Je eine Reuse wurde in der Atka-Bucht und in der Gould-Bay ausgesetzt, die anderen im Vestkapp-Gebiet.

2.3. Probenbearbeitung an Bord

Die Fänge wurden an Bord sofort nach Arten sortiert, soweit zeitlich möglich, gemessen und gewogen, dann bei -30°C eingefroren und gelagert. Als Bestimmungsschlüssel dienten die FAO Species Identification Sheets (FISCHER & HUREAU, (eds.), 1985) und ein von KOCK (unpubl.) zusammengestellter Schlüssel nach NORMAN (1938) und diversen neueren Autoren. Die Lipariden und Zoarciden wurden nur bis zur Familie, *Pogonophryne* nur bis zur Gattung bestimmt. Von insgesamt 360 Exemplaren wurden an Bord Gonaden und Mägen genommen, die sofort in 4 bzw. 10%-igem Borax-gepufferten Formaldehyd fixiert wurden. Die ausgeschlachteten Fische wurden einzeln eingefroren. Die Standardlänge der Tiere wurde für die Längenverteilungen auf den nächsten unteren cm bestimmt. Total- und Schlachtgewicht wurden auf 1 g genau bestimmt, bei kleinen Exemplaren <10 g auf 1/10 g.

2.4. Biomasseabschätzungen

Als erster Anhaltspunkt für die Biomasse im Untersuchungsgebiet werden die GSN-Fänge von ANT III/3 und ANT V/3 genutzt. Bei der 'swept-area'-Methode, die dafür angewandt wird, errechnet sich die überstrichene Fläche F aus der Schiffsgeschwindigkeit v_s , der Schleppdauer t_s und der Öffnungsbreite des Netzes B_N :

$$F = v_s \cdot t_s \cdot B_N \text{ /m}^2$$

Dabei wird die Schleppgeschwindigkeit in der Regel als konstant 4 sm/h angenommen, die Schleppdauer als Zeit vom Ende des Fierens bis Anfang des Hievens definiert. Die Netzöffnung beträgt bei dem hier verwendeten 140'-Netz 22 m (KOCK, pers. Mittlg.).

Während ANT V war an Bord von *FS Polarstern* eine GPS-Anlage (Global Positioning System) installiert. Fünf der sieben GSN-Fänge fielen in Zeiten, in denen eine GPS-Navigierung möglich war. Über die Positionen und die ausgesteckten Kurrleinenlängen zu den Zeitpunkten 'Netz am Grund' und 'Netz vom Grund' wurden die Schleppstrecken für diese fünf Stationen noch einmal berechnet, als Vergleich zu den aus Geschwindigkeit und Zeit errechneten Werten. Die Zeiten 'Netz am Grund' und 'Netz vom Grund' wurden mit Hilfe der Kurrleinen-Zuganzeige bestimmt. Folgendes Rechenschema wurde benutzt (Strecken siehe Abb. 2.4):

Position 1 : Schiffposition zum Zeitpunkt 'Netz am Grund'
 Position 2 : Schiffposition zum Zeitpunkt 'Netz vom Grund'
 dp : Entfernung zwischen den Positionen 1 und 2
 d1,2 : Entfernung des Netzes vom Schiff über Grund,
 zum Zeitpunkt 1 bzw. 2
 KL1,2 : Kurrleinenlänge zum Zeitpunkt 1 bzw. 2
 LT : Lottiefe
 $d1 = \sqrt{(KL1^2 - LT^2)}$
 $d2 = \sqrt{(KL2^2 - LT^2)}$
 Schleppstrecke = $dp + d1 - d2$

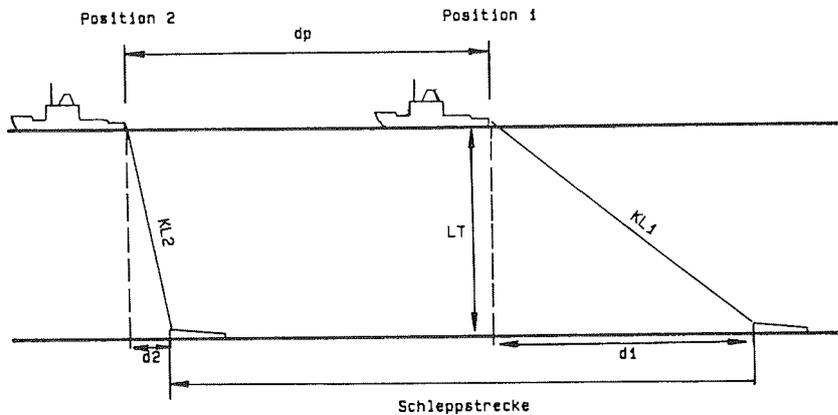


Abb. 2.4 : Schema für die Berechnung der Schleppstrecke mit GPS-Positionen. Position 1: Schiffposition zum Zeitpunkt "Netz am Grund", Position 2: Schiffposition zum Zeitpunkt "Netz vom Grund", dp: Entfernung zwischen Position 1 und 2, d1: Entfernung des Netzes vom Schiff über Grund bei Position 1, d2: dto für Position 2, KL1: Kurrleinenlänge bei Position 1, KL2: dto für Position 2, LT: Lottiefe.

Tab. 2.2. : Liste der Schleppdaten für die Grundsleppnetzänge während ANT III und ANT V. Links die Daten nach der Schleppzeit, rechts die nach GPS.

Stat	Zeit min	Schlepp- Weg m	bef. Fläche m ²	Schlepp- Weg-GPS m	bef. Fläche m ²
06247	30	3 704	81 488		
06248	46	5 679	124 948		
06286	30	3 704	81 488		
06287	30	3 704	81 488		
06345	60	7 408	162 976		
06348	59	7 285	160 260		

10531	23	2 840	62 474		
10536	13	1 605	35 311		
10537	16	1 975	43 460	4 279	94 138
10580	14	1 729	38 028	2 873	63 206
10592	15	1 852	40 744	2 770	60 940
10593	9	1 111	24 446	4 267	93 874
10594	10	1 235	27 163	3 217	70 774

06298	30	3 704	81 488		
06299	30	3 704	81 488		
06300	30	3 704	81 488		

Die befischte Fläche, für beide Reisen nach der Schleppzeit berechnet, lag für ANT III bei sechs von neun Hols bei 81000 m², 3 Hols lagen höher: bei 120000 bzw. 160000 m². Während ANT V lagen die Schleppzeiten und damit auch die befischeten Flächen deutlich niedriger und schwankten zwischen 24000 und 62000 m². Für die fünf Hols, für die während ANT V GPS-Positionen vorlagen, waren die hieraus berechneten Schleppstrecken bzw. die befischten Flächen um 50 bis 290 % höher als die nach der Schleppzeit berechneten. Die Besiedlungsdichten sind entsprechend niedriger. Schleppstrecken und -flächen sind in Tab. 2.2 zusammengestellt.

Tab. 2.3 : Längenverteilungen der morphologisch bearbeiteten Fische

SL cm	Aeth. mit.	Pag. bor.	Pag. bern.	Pag. hans	Trem. .cent.	Trem. eul.	Trem. lepi.	Trem. loenn.	Trem. nicolai	Trem. scotti
4					1	6	25			9
5							7			6
6							3			12
7							2			12
8					1		2			13
9					3	4	1	1		14
10				2	4	1	1	3		13
11					3	1	3	6		19
12		1	1		4	2	12	1		11
13		1		1	5	11	12	4	1	12
14				1	7	19	11	3		1
15					2	15	17	5	1	
16	1	1			3	11	17	3		
17					5	12	11	6		
18	2		1		5	11	13	10		
19	1				2	12	13	3		
20	1		1	1	3	10	24	8	2	
21			3	2		8	17	2		
22	1			2	2	6	15	4		
23	1		4	3	1	7	6	7	2	
24	1		1	1	1	7	4	3	3	
25	2		1			1	2	12	5	
26	2		1	2		1	1	2	1	
27	2		1							2
28				2				1	1	
29				1		1	1		1	
30	1									
31										
32	3									
33	1									
34	1									
35										
36										
37										
38	1									
Σ	21	3	14	18	52	166	220	84	19	122

2.5. Morphologische Meßwerte

Morphometrische und meristische Meßwerte wurden von insgesamt 693 Individuen aus 10 Arten genommen. Da die Messungen an einem Einzelfisch recht lange dauerten, wurde zur Standardisierung der Methode generell an frisch aufgetautem Material gemessen. Dabei wurden von den Arten *Aethotaxis mitopteryx*, *Pagothenia borchgrevinki*, *P. bernacchii*, *P. hansonii*, *Trematomus centronotus* und *T. nicolai* alle gefangenen Exemplare verarbeitet. Bei den Arten *Trematomus eulepidotus*, *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii* und *T. scotti* wurden so viele Individuen bearbeitet, daß jede auftretende cm-Längengruppe möglichst mit 10 Exemplaren besetzt war. Die Längenverteilungen der bearbeiteten Fische aus den 10 Arten gibt Tab. 2.3 wieder.

Um die Körperformen der 10 Arten möglichst gut erfassen zu können, wurden insgesamt 38 morphometrische Parameter erfaßt. Alle Meßwerte wurden auf der linken Körperseite genommen. Zusätzlich wurden 10 meristische Merkmale bearbeitet und das Frisch-, Schlacht-, Magen-, Gonaden- und Otolithengewicht bestimmt. Die morphometrischen Maße sind, bis auf Körperhöhen und -breiten, als Distanz zwischen zwei Hartstrukturen aufzufassen und damit gut reproduzierbar. Die Abnahme der Maße erfolgte mit einem Stechzirkel auf den unteren *mm* genau. Die geometrischen Otolithenmaße wurden mit einem Bildanalysegerät des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven bestimmt. Die Genauigkeit dieser Messungen beträgt $9 \mu\text{m}$ bzw. $85 \mu\text{m}^2$, entsprechend einem Bildpunkt. Die Flossenflächen sind abgeleitete Größen aus Länge und Höhe der Flossen.

Die Definitionen der einzelnen Meßgrößen sind in Tab. 2.4 wiedergegeben. Sie sind in Anlehnung an MCCUNE's (1981) und FRICKE's (1982) Meßsystem gewählt, gehen aber über deren Meßpunktzahl hinaus. FRICKE (1982) konstruiert die Mittelachse als Sehne durch die Mittelpunkte der Strecken Anus-1.Flossenstr.DI und Anus-1.Flossenstr.DII. Sowohl für Vergleiche einiger Körperproportionen als auch für die zeichnerische Reproduktion der Maße erschien es besser, die Mittelachse als Verbindung zwischen Maulspitze und vertikaler Mitte des Schwanzstiels zu definieren, was noch eine gute Übereinstimmung mit der von FRICKE (1982) für Nototheniidae konstruierten Mittelachse ergibt. Abb. 2.5 zeigt die Lage der Meßgrößen am Fischkörper. Für den Vergleich der Körperformen zwischen den Arten wurden die einzelnen Merkmale prozentual zur Standardlänge in Beziehung gesetzt. Aus diesen prozentualen Werten von insgesamt 27 Meßgrößen wurden dann 'Einheitsfische' für jede Art konstruiert. Die Verbindung der sich aus den morphometrischen Werten ergebenden Fixpunkte erfolgte in der Regel linear. Für die Kopfform, lateral und sagittal, wurden Teilellipsen und Kreissegmente konstruiert, die wegen des 'natürlicheren' Aussehens benutzt wurden und nicht unbedingt real sind. Für den Vergleich der Anpassungsgrade der einzelnen Arten an die pelagische Lebensweise wurden folgende Merkmale benutzt (Auswahl der Merkmale aufgrund der Arbeiten von ALEEV (1963, 1969, 1977), ALEXANDER (1967), ANDRIASHEV (1945), BAREL (1984), DEWITT & HOPKINS (1977), GOSLINE (1971), HARDER (1960a/b), MAHON (1984), OJEDA (1986), VOSKOBOINIKOVA (1980, 1982), WATSON & BALON (1984):

Kompressionsfaktor (KHDI/KB)(Abb. 2.5): das Verhältnis KHDI zu KB ist nach MAHON (1984) negativ korreliert mit der Strömungsgeschwindigkeit und der Manövrierfähigkeit

Relative Körperhöhe (KH/SL): das Verhältnis KH zu SL ist nach MAHON (1984) negativ mit der Strömungsgeschwindigkeit korreliert

- Maulstellung: nach MAHON (1984) gibt die Maulstellung an, wo die Fische in der Wassersäule ihre Nahrung finden. Nach SIEWING (1980) findet man oberständige Mäuler bei Räubern und oberflächennahen Fressern, end- und unterständige Mäuler bei benthischen Arten
- Augengröße,-form,-position; Interorbitalabstand (OL;IOB): benthische Formen haben nach oben gerichtete Augen, pelagische mehr seitlich sitzende (MAHON, 1984). Größere Augen findet man bei räuberischen und tiefstehenden Arten ANDRIASHEV (1945; aus VOSKOBOINIKOVA, 1980). BAREL (1984) gibt kleine elliptische Augen für eine fischfressende Art an
- Schwanzstieldicke (KS/SL): die Schwanzstieldicke ist nach GATZ (1979, aus MAHON 1984) bei langsamen Schwimmern größer als bei schnellen
- Otolithengewicht (OTG): pelagische Arten reduzieren ihr Gewicht durch weniger Kalkeinlagerung in Knochen und Otolithen; dies ist besonders in der Antarktis eine verbreitete Entwicklung bei Fischen (EASTMAN, 1976; EASTMAN & DEVRIES, 1982 & 1985)
- Pectoralflossenfläche (PFF): die Fläche der Pectoralflosse ist nach ALEXANDER (1967, aus MAHON 1984) bei langsamen Schwimmern relativ hoch und dient als Paddel und Bremse, bei Schnellschwimmern ist die Fläche kleiner und dient als Auftrieb
- Dorsal- und Analflossen (D;A): die unpaaren Flossen dienen bei langsamen Arten als Ruder und Kiel und haben daher große Flächen. Bei schnelleren Arten dienen sie zur Geradeausstabilisierung und haben kleine Flächen (GOSLINE, 1971 und MOYLE & CECH, 1982). Die Analflosse sollte bei benthischen Arten kleiner sein als die Dorsale, da sie als Stützorgan dient und oft auch kräftiger ausgebildet ist
- Ventralflossen (V): sie dienen als Stützen bei benthischen Arten und sind hier stärker ausgebildet. Bei pelagischen dienen sie als Höhenruder und sind leichter und strömungsgünstig gebaut (GOSLINE, 1971)
- Seitenlinien : nach GOSLINE (1971) finden sich bei langsamen und nachtaktiven Arten längere Seitenlinien oder vertiefte Kanäle am Kopf. Die Kanäle am Kopf sind wichtig für das Erkennen nach allen Seiten, die Seitenlinien eher während des Schwimmens zum Abstandhalten im Schwarm oder gegenüber Hindernissen
- Kiemenreusendornen (KRD): räuberische Arten haben sehr kurze Reusendornen, pelagische Filtrierer haben sehr lange
- Darmtrakt : OJEDA (1986) gibt für räuberische Arten Darmlängen von 60-150 % der Körperlänge an, für pflanzenfressende 200% und mehr
- Färbung : die Farbgebung der Fische ist abhängig von der Tiefe und Substratbindung der Art. Pelagische Formen sind in der Regel heller (silbrig) und monotoner gefärbt als benthische
- Für die Klassifizierung der Arten wurden bei den morphometrischen Merkmalen die mittleren prozentualen Werte nach Größe geordnet und entsprechende Ränge von 1 bis 10 zugewiesen, bei Färbung und Seitenlinienausbildung wurden die Ränge subjektiv

Tab. 2.4 : Definition der morphometrischen und meristischen Meßgrößen

TL	<u>Totallänge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem (den) längsten Flossenstrahl(en) der Caudalflosse
SL	<u>Standardlänge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem Ende der Hypuralplatte
HL	<u>Kopflänge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem Ende des längste Hypuraldorns
POL	<u>Präorbitallänge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem Vorderrand der Orbita
OL	<u>Orbitallänge</u> : Abstand zwischen den gegenüberliegenden Rändern der Orbita auf Höhe des Pupillenmittelpunkts
ML	<u>Maxillarlänge</u> : Länge von Maxillare und Prämaxillare
PPL	<u>Präpectorallänge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem Ansatz der Pectoralflosse
PDIL	<u>Prädorsale-I-Länge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem Ansatz des ersten Flossenstrahls der ersten Dorsalflosse
PDII	<u>Prädorsale-II-Länge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem Ansatz des ersten Flossenstrahls der zweiten Dorsalflosse
PAL	<u>Präanallänge</u> : Abstand zwischen der Schnauzenspitze und dem Ansatz des ersten Flossenstrahls der Analflosse
BLA	<u>Basislänge-Analflosse</u> : Abstand zwischen dem ersten und letzten Flossenstrahl der Analflosse
BLDI	<u>Basislänge-Dorsale-I-Flosse</u> : Abstand zwischen dem ersten und letzten Flossenstrahl der ersten Dorsalflosse
BLDII	<u>Basislänge-Dorsale-II-Flosse</u> : Abstand zwischen dem ersten und letzten Flossenstrahl der zweiten Dorsalflosse
IOB	<u>Interorbitalbreite</u> : Abstand zwischen den oberen Rändern beider Orbitae auf Höhe der Pupillenmitte
KB	<u>Kopfbreite</u> : Sagittaler Abstand zwischen den Operculae
KHDI	<u>Körperhöhe-Dorsale-I-Flosse</u> : Größte vertikale Ausdehnung des Körpers in Höhe der ersten Dorsalflosse
KHA	<u>Körperhöhe-Anus</u> : Vertikale Ausdehnung des Körpers in Höhe des ersten Flossenstrahls der Analflosse
KHS	<u>Körperhöhe-Schwanzstiel</u> : Kleinste vertikale Ausdehnung des Schwanzstiels
M	<u>Mittellinie</u> : Gedachte Verbindungslinie zwischen der Schnauzenspitze und der vertikalen Mitte des Schwanzstiels
KHoM	<u>Körperhöhe-obenhalb-Mittellinie</u> : Vertikale Ausdehnung des Körpers in Höhe der ersten Dorsalflosse oberhalb der Mittellinie
KHuM	<u>Körperhöhe-unterhalb-Mittellinie</u> : Vertikale Ausdehnung des Körpers in Höhe der ersten Dorsalflosse unterhalb der Mittellinie
BBP	<u>Basisbreite-Pectorale</u> : Vertikale Ausdehnung der Pectoralflossenbasis
HDI	<u>Höhe-Dorsale-I</u> : Länge des längsten Flossenstrahls der ersten Dorsalflosse
HDIIv	<u>Höhe-Dorsale-II-vorn</u> : Länge des fünften Flossenstrahls der zweiten Dorsalflosse
HDIIh	<u>Höhe-Dorsale-II-hinten</u> : Länge des fünftletzten Flossenstrahls der zweiten Dorsalflosse
HAV	<u>Höhe-Anale-vorn</u> : Länge des fünften Flossenstrahls der Analflosse
HAh	<u>Höhe-Anale-hinten</u> : Länge des fünftletzten Flossenstrahls der Analflosse
PFL	<u>Pectoralflossenlänge</u> : Abstand zwischen dem Ansatz der Pectoralflossenbasis und dem Ende des längsten Flossenstrahls
VFL	<u>Ventralflossenlänge</u> : Abstand zwischen dem Ansatz der Ventralflossenbasis und dem Ende des längsten Flossenstrahls
OTL	<u>Otolithenlänge</u> : Größte horizontale Ausdehnung des Otolithen in natürlicher Lage
OTH	<u>Otolithenhöhe</u> : Größte vertikale Ausdehnung des Otolithen in natürlicher Lage
OTF	<u>Otolithenfläche</u> : planimetrisch bestimmte Fläche des Otolithen bei lateraler Sicht
D I	<u>Dorsale-I</u> : Anzahl der Flossenstrahlen der 1. Dorsalflosse
D II	<u>Dorsale-II</u> : Anzahl der Flossenstrahlen der 2. Dorsalflosse
A	<u>Anale</u> : Anzahl der Flossenstrahlen der Analflosse
P	<u>Pectorale</u> : Anzahl der Flossenstrahlen der Pectoralflosse
SLPo	<u>Seitenlinienporen-oben</u> : Anzahl der Poren in der oberen Seitenlinie

SLPg	<u>Seitenlinienschuppen-gesamt</u> : Anzahl der Schuppen in einer Reihe
SLPu	<u>Seitenlinienporen-unten</u> : Anzahl der Poren in der mittleren Seitenlinie
KRDo	<u>Kiemenreusendornen-oben</u> : Anzahl der Kiemenreusenfortsätze auf dem oberen Ast des ersten linken Kiemenbogens
KRDu	<u>Kiemenreusendornen-unten</u> : Anzahl der Kiemenreusenfortsätze auf dem unteren Ast des ersten linken Kiemenbogens
KRDL	<u>Kiemenreusendornen-Länge</u> : Länge der längsten Kiemenreusenfortsätze auf dem unteren Ast
VERT	<u>Vertebrae</u> : Anzahl der Wirbel, das Urostyl wurde nicht mitgezählt

Abgeleitete Meßgrößen:

KH/KB	Verhältnis der Körperhöhe KHDI zur Kopfbreite KB
KHo/LM	Verhältnis der Körperhöhe oberhalb der Mittellinie KHOM zur Körperhöhe unterhalb der Mittellinie KHUM
FDII	<u>Fläche-Dorsale-II</u> : Fläche der 2. Dorsalflosse als Funktion von HDIIv, HDIIh und BLDII $FDII = (HDIIv + HDIIh) * BLDII / 2$
FA	<u>Fläche-Anale</u> : Fläche der Analflosse als Funktion von HAV, HAH und BLA $FA = (HAV + HAH) * BLA / 2$
FDII+FA	Summe der Flächen der 2. Dorsalflosse und der Analflosse
FDII/FA	Verhältnis der Fläche der 2. Dorsalflosse zur Fläche der Analflosse

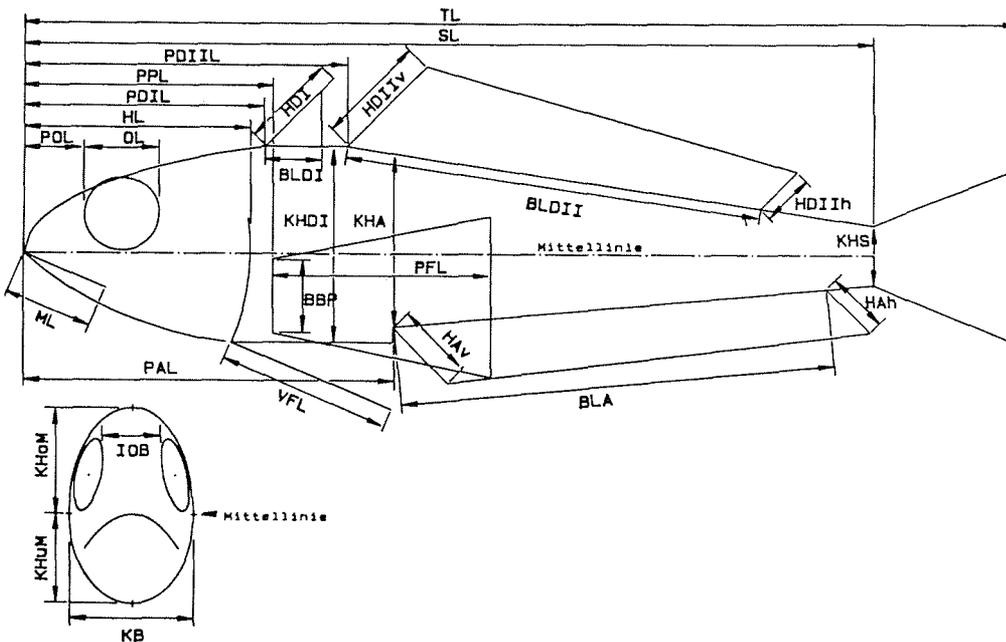


Abb. 2.5 : Lage der morphometrischen Meßgrößen. Abkürzungen siehe Tab. 2.4.

verteilt: 1 für pelagisch, 10 für benthisch. Mit Hilfe eines t-Tests wurden die Mittelwerte auf Übereinstimmung geprüft. Konnten zwei oder mehr Mittelwerte nicht signifikant ($\alpha=0.05$) getrennt werden, so wurde ihnen ein mittlerer Rang zugewiesen. Eine Ausnahme bildet dabei die Art *P. borchgrevinki*, von der insgesamt nur drei Exemplare bearbeitet wurden. Ihr wurde jeweils von Hand der Rang der nächstgelegenen Fischart zugewiesen. Die Art mit dem niedrigsten durchschnittlichen Rang wird als "typisch pelagisch" angesprochen, die mit dem höchsten Durchschnittsrang als "typisch benthisch". Das Ergebnis wird in einem Dendrogramm dargestellt, berechnet mit Hilfe eines Clusteranalyse-Programms von Dipl.-Biol. D. Piepenburg, Institut für Polarökologie, Kiel.

2.6. Altersbestimmung und Wachstum

Es wurden bei allen bearbeiteten Fischen nach Möglichkeit beide Sagittae genommen. Nach einer Reinigung in Wasser wurden sie sofort in Glycerin überführt und darin gelagert. Zum Vermessen konnten die Otolithen im Glycerin verbleiben. Zum Wägen wurden die jeweils linken Otolithen kurz in einer Chloroformmethanol-Mischung und Äthanol gewaschen, im Trockenschrank bei 60°C 10 Stunden lang getrocknet und anschließend auf 0,1 mg genau gewogen. Diese Otolithen wurden für die weitere Bearbeitung mit dem Raster-Elektronen-Mikroskop (siehe Abschn. 2.6.2.) trocken gelagert. Bei den untersuchten Fischarten ließen sich unter dem Stereomikroskop bei Auflicht und schwarzem Untergrund schmale, hyaline und in der Regel breitere, opake Ringe erkennen, die als Winter- bzw. Sommerringe interpretiert wurden. Große Otolithen, die aufgrund ihrer Mächtigkeit kein Licht mehr durchließen, wurden auf Aluminiumblöcke geklebt und median-sagittal bis zum Nucleus abgeschliffen (EVERSON, 1980; BEDFORD & WILLIAMS, 1974). Mit dieser Methode wurde das Gesamalter der Fische bestimmt.

Für alle Fischarten außer *Pagothenia borchgrevinki* (zu wenig Exemplare) wurde eine gute Korrelation zwischen Standardlänge SL und Otolithenlänge OTL gefunden. Um einem allometrischen Wachstum der Otolithen im Verhältnis zur Standardlänge Rechnung zu tragen, wurden potentielle Regressionskurven nach der Formel:

$$OTL = a \cdot SL^b \text{ mm ; (SL in mm)}$$

berechnet, wobei b der Regressionskoeffizient und a der Achsenabschnitt der potentiellen Regressionskurve ist.

Mittels dieser Beziehungen lassen sich aus den Otolithenlängen die Standardlängen hochrechnen. Unter der Annahme, daß, zumindest im cranialen Bereich des Otolithen, der Otolithenradius linear im Verhältnis zur Otolithenlänge wächst, wurden für die einzelnen Sommerringe in diesem Bereich die Radien, gemessen vom Mittelpunkt des Nucleus bis zum äußeren Rand des opaken Ringes, bestimmt. Aus dem Verhältnis des jeweiligen Sommerringradius zum Gesamtradius läßt sich aus der Fanglänge des Fisches unter Berücksichtigung des allometrischen Wachstums die Länge in den verschiedenen Altersgruppen rückrechnen. Man erhält so für jeden einzelnen Fisch einen individuellen Wachstumsverlauf.

Die Otolithenlänge OTL des Fisches j errechnet sich aus dessen Standardlänge SL nach der Formel

$$1.) \text{ OTL}_j = a \cdot \text{SL}_j^b .$$

Aus den Radien der einzelnen Sommerringe R_{ij} und dem Gesamtradius R_j lassen sich die Otolithenlängen der für die einzelnen Jahre rückrechnen:

$$2.) \text{OTL}_{ij} = R_{ij}/R_j \cdot \text{OTL}_j .$$

Durch die Kombination von Gleichung 1.) und 2.) läßt sich aus dem Radius des i -ten Sommerringes, dem Gesamtotolithenradius und der Fanglänge für jeden Fisch j die jeweilige Länge in den einzelnen Altersstufen rückrechnen:

$$3.) \text{SL}_{ij} = (R_{ij} / R_j)^{1/b} \cdot \text{SL}_j .$$

Die Standardlänge des Fisches im Alter i wird also nicht linear nach dem Verhältnis der Otolithenradien aus der Fanglänge interpoliert, sondern es wird dem allometrischen Wachstum in Form des Exponenten $1/b$ Rechnung getragen.

Um das Wachstum mathematisch zu beschreiben, wurden die Daten an eine von-Bertalanffy-Wachstumsgleichung angepaßt:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (\text{n. BEVERTON \& HOLT, 1957}),$$

wobei L_t die Länge des Fisches (hier Standardlänge) zum Zeitpunkt t ist. Die Parameter L_∞ (asymptotische Endlänge), k (Wachstumskoeffizient) und t_0 (Zeitpunkt der Länge 0) werden mit Hilfe zweier Verfahren bestimmt.

1. Verfahren nach FORD und WALFORD (FORD 1933; WALFORD, 1946)
Die Parameter werden aus dem Verhältnis der Längen zweier aufeinanderfolgender Jahrgänge bestimmt

$$L_{t+1} = a + b \cdot L_t .$$

Daraus ergeben sich die Parameter

$$L_\infty = a / (1-b) ; k = - \ln(b)$$

Das t_0 ergibt sich nach BÜCKMANN (1963) aus der Regressionsgeraden

$$\ln(L_\infty - L_t) = a + b \cdot t.$$

t_0 ist dann

$$t_0 = (\ln(L_\infty) - a) / b$$

Ausführliche Diskussionen dieses Verfahrens finden sich bei HOHENDORF (1966), PAULY (1984), RICKER (1975) und SAGER (1985). Das Verfahren nach FORD und WALFORD wurde sowohl für jeden Einzelfisch angewandt und anschließend die mittleren L_∞, k und t_0 berechnet als auch für die mittleren Längen pro Altersklasse.

2. Verfahren mit Vorgabe von L_∞ nach PAULY

Nach TAYLOR (1958) und BEVERTON (1963) gibt es eine gute Übereinstimmung zwischen L_∞ und der maximal auftretenden Länge L_{\max} . Auf dieser Annahme stützt sich die Bestimmung der Parameter k und t_0 bei Vorgabe von L_∞ , wobei TAYLOR von der Beziehung

$$L_{\max} = 0.95 \cdot L_{\infty}$$

ausgang. Gibt man L_{∞} vor, so läßt sich die von-Bertalanffy-Gleichung zu einer linearen Regressionsgleichung umformen:

$$\ln(1 - L_t/L_{\infty}) = k \cdot t_0 - k \cdot t$$

$$\left(\begin{array}{l} y \\ x \end{array} = a + b \cdot t \right)$$

Damit ergibt sich k aus der Steigung b
und t_0 aus dem Achsenabschnitt a

$$: k = -b$$

$$: t_0 = a/k$$

Der Vorteil dieser Anpassungsmethode liegt darin, daß man mit dem Korrelationskoeffizienten r ein direktes Maß für die Anpassung der Punkte an die gesamte Wachstumskurve bekommt. Bei der FORD-WALFORD-Methode erhält man das r nur für einzelne Parameter. PAULY (1984) hat dieses Verfahren erweitert, indem er nicht von einer festen Beziehung zwischen L_{\max} und L_{∞} ausgeht, sondern das vorgegebene L_{∞} so lange variiert, bis der Korrelationskoeffizient maximal ist. Ausführlich wird dieses Verfahren von ihm diskutiert in PAULY (1979, 1980, 1981, 1984) und in PAULY & DAVID (1981).

2.7. Reifeuntersuchungen

Für die Reifegradbestimmung wurde die fünfteilige Skala nach EVERSON (1977) benutzt, die von der 'Working Party on Antarctic Biology' (SAHRHAGE 1980) empfohlen wird. Außerdem wurde für die Weibchen der zehn nototheniiden Arten, getrennt für die Frühjahrs- und Sommerreise, der Gonadosomatische Index (GSI) bestimmt. Dieser Index gibt das Gonadengewicht in % des Frischgewichts an. Von insgesamt 30 weiblichen Exemplaren der Nototheniidae wurden Anzahl und Durchmesser der Oocyten bestimmt. Dabei wurden jeweils Unterproben ausgezählt und vermessen und die Ergebnisse über das Gewicht hochgerechnet. Die Bestimmung des Oocyten-durchmessers erfolgte unter einem Stereomikroskop auf den unteren Skalenteil genau, 1 Skalenteil entspricht 0,156 mm.

3. Ergebnisse

3.1. Verbreitung

Die Untersuchung zur Verbreitung der demersalen Fischarten im Weddellmeer stützt sich hauptsächlich auf die neun bzw. sieben Grundschieppnetzfüge während der Reisen ANT III und ANT V von FS *Polarstern*. Die Agassiz-Trawl- und Reusen-Fänge werden nur als zusätzliche Information für das Vorkommen herangezogen. Die Aussagen gelten für die beiden enger abgegrenzten Gebiete Vestkapp-Schelf und östliche Gould Bay.

3.1.1. Fangzusammensetzung

Eine genaue Aufstellung der gefangenen Fische in den einzelnen Hols ist im Anhang (Tab. 7.1 und 7.2) gegeben. Insgesamt wurden 8329 Bodenfische während ANT III und 3882 Bodenfische während ANT V gefangen. Dieser Unterschied ist auf die geringere Zahl der GSN-Hols und auf die durchweg kürzere Schleppzeit während ANT V (100 min) zurückzuführen. Während ANT III betrug die Schleppzeit insgesamt 345 min, davon 90 min in der Gould Bay. Allein 8123 bzw. 3812 Individuen gehörten den vier Familien Artedidraconidae, Bathydraconidae, Channichthyidae und Nototheniidae der Unterordnung Notothenioidei an, das entspricht 97,5 bzw. 98,2 % des Gesamtfanges. In diesen vier Familien wurden für ANT III 38 Arten und die Gattung Pogonophryne mit 12 Morphotypen differenziert (Abb. 3.1.1). Zoarcidae, Macrouridae und Liparidae wurden nur bis zur Familie bestimmt. Bei den Myctophiden konnte bis zur Gattung *Gymnoscopelus* klassifiziert werden. Die Rochen waren mit drei Arten vertreten: *Bathyraja eatoni*, *B. maccaini* und *B. spec.2* (nach FAO-Liste; die Rochen wurden freundlicherweise von Herrn Dr. Stehmann, Institut für Seefischerei, Hamburg bestimmt). Während ANT V war das Untersuchungsgebiet kleiner (siehe Abschn. 2.1), und dies spiegelte sich auch in der Zahl der aufgetretenen Arten wider. 30 Arten und die Gattung *Pogonophryne* waren vertreten (Abb. 3.1.1). Hinzu kamen Liparidae, Zoarcidae und mehrere *Bathyraja*-Arten.

Die am häufigsten gefangenen Arten während ANT III waren *Chionodraco myersi* (1627 Individuen = 19,5 %) und *Trematomus lepidorhinus* (1239 Ind. = 14,9%), gefolgt von *T. scotti* (1020 Ind. = 12,3 %) und den drei um 10 % Anteil liegenden Arten *Pleuragramma antarcticum*, *Dolloidraco longedorsalis* und *T. eulepidotus*. Alle anderen Arten traten mit 3 und weniger Prozent in den Fängen auf.

Auch während ANT V waren die genannten sechs Arten am häufigsten, allerdings mit vertauschter Reihenfolge (Abb. 3.1.1). *T. scotti* wurde individuenmäßig genauso häufig gefangen wie *Ch. myersi* (je ≈ 800 Ind. = ≈ 20 %). Zu den häufigen Arten kann noch *Pagetopsis maculatus* mit 442 gefangenen Individuen (entsprechend 11,4 % vom Gesamtfang) gezählt werden. Die anderen Arten liegen bei weniger als 2%.

3.1.2. Großräumige und tiefenabhängige Verbreitung der Notothenioidei im Weddellmeer

In den beiden Abbildungen 3.1.2 und 3.1.3 ist das Vorkommen der vier Familien Artedidraconidae, Bathydraconidae, Channichthyidae und Nototheniidae dargestellt. Fast überall sind die Nototheniidae zahlenmäßig am stärksten vertreten. Ihr Anteil liegt fast

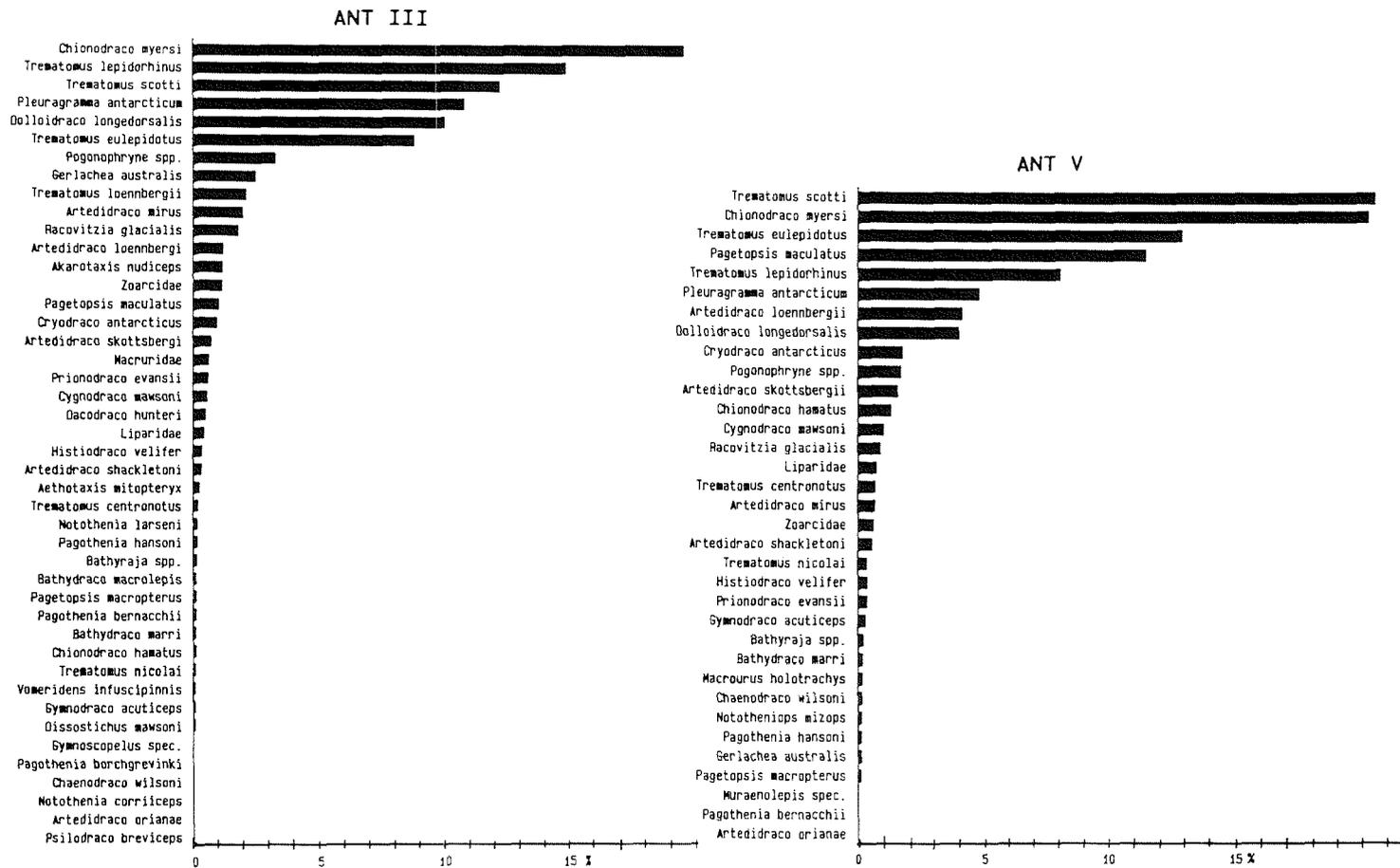


Abb. 3.1.1 : Prozentuale Zusammensetzung des Gesamtfanges für die *Polarstern*-Reisen ANT III/3 und ANT V/3.

auf allen Stationen bei 40 bis 75 %. Die zweitwichtigste Gruppe sind die Channichthyidae (Eisfische). Während des Frühjahrs liegt ihr Anteil auf dem Schelfgebiet südlich Vestkapp zwischen 15 und 30 %, auf der tiefsten Station sogar einmal bei 90 %. Für die Sommerreise schwankt der Anteil zwischen 10 und 40 %. Zumindest im Sommer scheint es eine positive Korrelation mit der Tiefe zu geben. Bei nur 2 bis 5% liegt der Anteil der Channichthyidae in der Gould Bay.

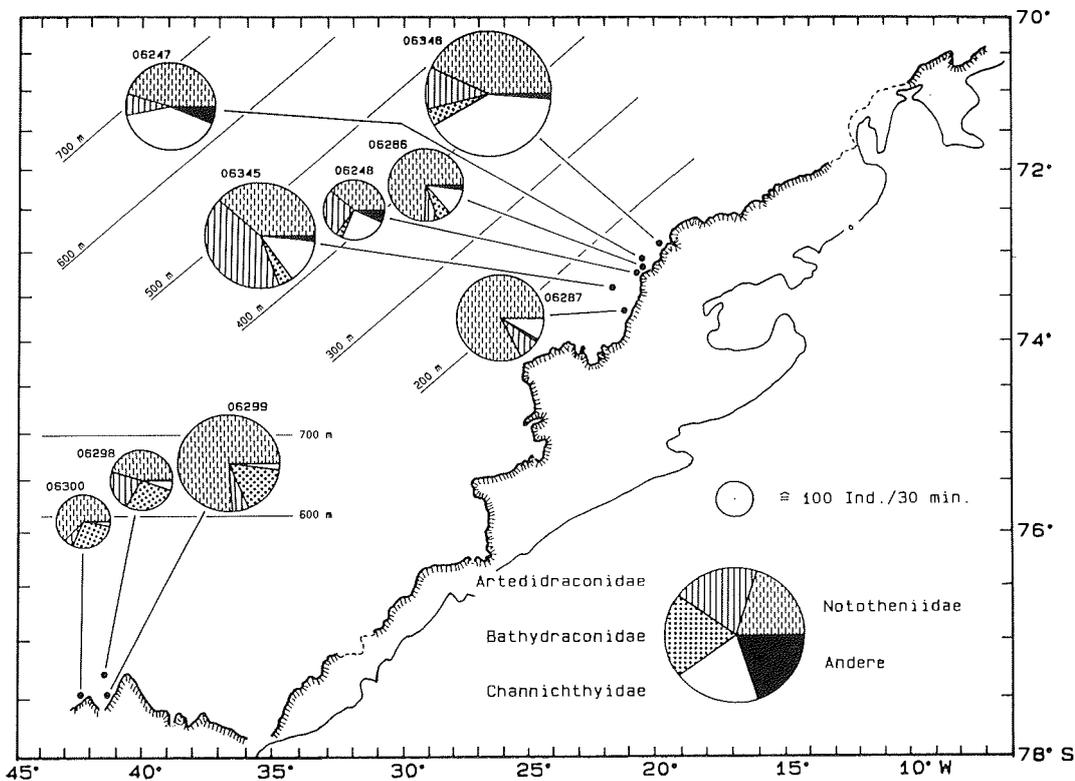


Abb. 3.1.2 : Zusammensetzung und Größe der GSN-Fänge von ANT III/3 in Abhängigkeit vom Fanggebiet und von der Tiefe, aufgeschlüsselt nach Familien und auf Einheitsfänge von 30 min umgerechnet.

Dafür haben hier die Bathydraconiden einen recht hohen Anteil von 16 bis 29 %. Vor Vestkapp sind sie nur mit bis zu 6 % vertreten. Sehr variabel sind die Anteile der Artedidraconidae (3 bis 40%). Dabei sind auf dem Familienniveau kaum regionale Schwerpunkte festzustellen.

Die Familien im Einzelnen:

Artedidraconidae (Abb. 3.1.4)

Ihr Vorkommen reicht von der flachsten befischten Station bei 203 m bis in 1145 m (AGT-Hol). Die Hauptverbreitung dieser Familie lag zwischen 420 und 470 m zu liegen, ziemlich genau an der Kante des Kontinentalschelfs. Dabei sind jedoch Unterschiede bei den einzelnen Arten festzustellen. *Dolloidraco longedorsalis* kam in allen

Tiefen mit einem Maximum bei 470 m vor und wurde sowohl vor Vestkapp als auch in der Gould Bay gefangen. Ähnliches läßt sich für die Gattung *Pogonophryne* sagen, das maximale Vorkommen scheint hier jedoch tiefer zu liegen. *Histiodraco velifer* ist insgesamt selten, kommt aber in beiden Gebieten in mittleren Tiefen vor. Die *Artedidraco*-Arten haben ihre Verbreitungsgrenze bei etwa 500 m. Das Maximum liegt zwischen 400 und 500 m. In der Gould Bay wurden sie nicht angetroffen.

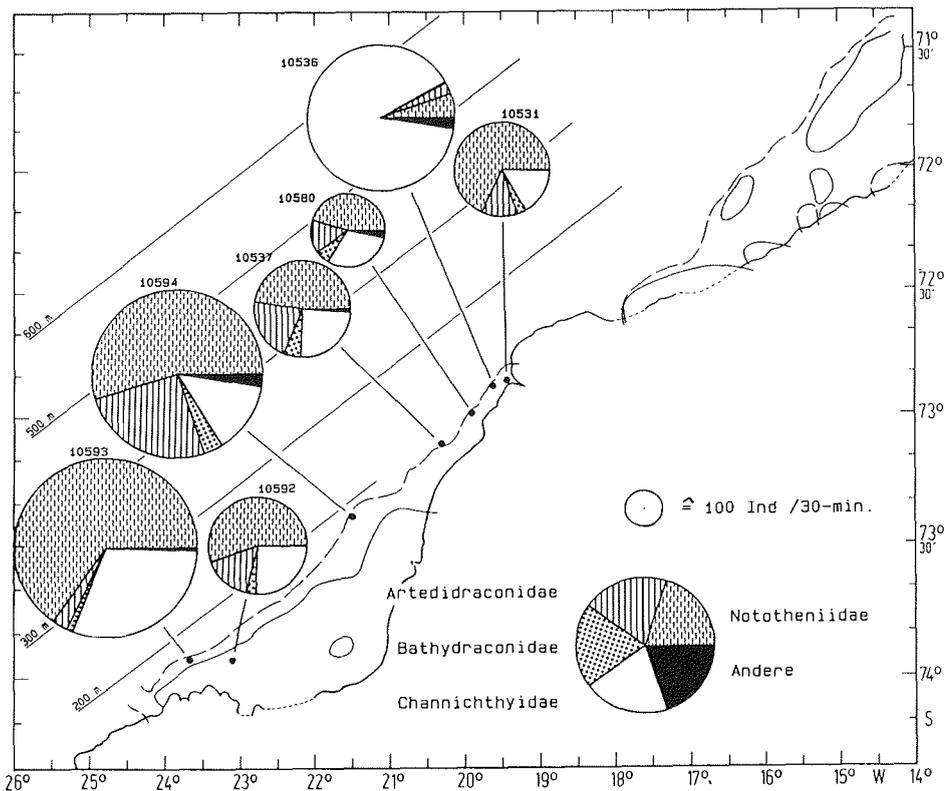


Abb. 3.1.3 : Zusammensetzung und Größe der GSN-Fänge von ANT V/3 in Abhängigkeit vom Fanggebiet und von der Tiefe, aufgeschlüsselt nach Familien und auf Einheitsfänge von 30 min umgerechnet.

Bathydraconidae (Abb. 3.1.5)

Die Hauptverbreitung der Bathydraconidae liegt zwischen 400 und 500 m, in der Gould Bay bei 670 m. Insgesamt wurden sie wie die Artedidraconidae von 203 bis 1145 m gefunden. Dabei zeigen die einzelnen Arten verschiedene regionale und tiefenabhängige Verbreitungsmuster. *Akarotaxis nudiceps* wurde ausschließlich in der Gould Bay in Tiefen zwischen 600 und 700 m gefangen, ebenso *Psilodraco breviceps*. *Cygnodraco mawsoni*, *Gymnodraco acuticeps* und *Prionodraco evansii* kamen nur vor Vestkapp in Tiefen bis etwa 460 m vor. Die anderen Arten sind in beiden Gebieten vertreten.

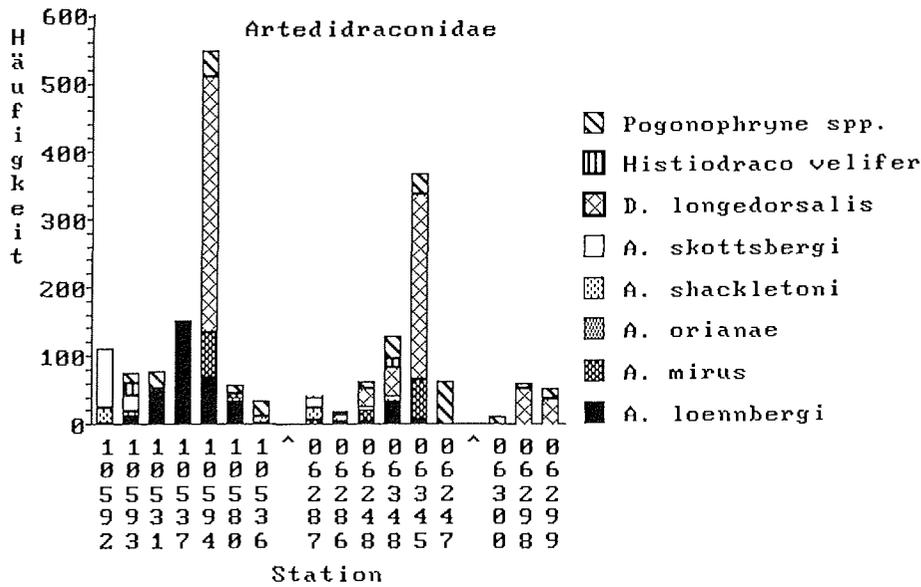


Abb. 3.1.4 : Fangzusammensetzung der Artedidraconidae auf den einzelnen GSN-Stationen. Die Stationen sind von links nach rechts nach Tiefe, Fanggebiet und Reise geordnet. Stationen 10592 bis 10536 stammen von ANT V, Vestkapp-Schelf; 06287 bis 06247 von ANT III, Vestkapp-Schelf und 06300 bis 06299 aus der Gould Bay. 10592, 06287 und 06300 sind jeweils die flachsten Stationen.

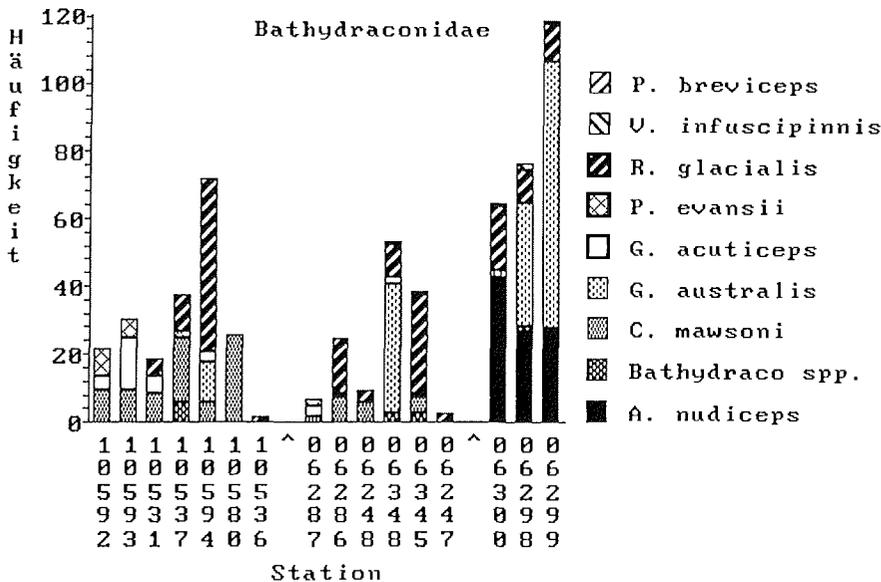


Abb. 3.1.5 : Fangzusammensetzung der Bathydraconidae auf den einzelnen GSN-Stationen. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 3.1.4.

Bathyrdraco macrolepis und *B. marri* besiedeln Tiefen ab 400 m und sind bis in 1145 m anzutreffen. Große Tiefen ab 420 bis 1145 m werden auch von *Vomeridens infuscipinnis* bevorzugt. *Racovitzia glacialis* kommt in Tiefen von 390 bis 670 m vor, einen ähnlichen Bereich hat *Gerlachea australis*, 420 bis 670 m.

Channichthyidae (Abb. 3.1.6)

Die Channichthyidae fanden wir vor allem auf dem Vestkapp-Schelf. In der Gould Bay treten nur vier Arten mit insgesamt 38 Individuen (davon 25 *Dacodraco hunteri*) in den drei Hols auf. Die größte Menge -fast ausschließlich um *Chionodraco myersi*- wurde vor Vestkapp in der Nähe des Schelfabhanges in 550 m gefangen. Die Art hat ihr Hauptvorkommen zwischen 400 und 700 m, kommt aber auch auf dem flacheren Schelf noch vereinzelt vor. *Cryodraco antarcticus* und *Pagetopsis maculatus* treten ebenfalls sehr gleichmäßig über denselben Tiefenbereich auf, *C. antarcticus* jedoch in wesentlich kleineren Mengen. Der größte Fang von *Pagetopsis maculatus* kam aus 330 m und betrug immerhin 730 Ind./30min. Die Arten *Chionodraco hamatus* und *Pagetopsis macropterus* kommen nur sehr vereinzelt und nur vor Vestkapp bis in Tiefen von 470 bzw. 420 m vor, *Chaenodraco wilsoni* bis 670 m(?). Eine ausgesprochene Tiefwasserart ist *Dacodraco hunteri*. Sie kommt in den Fängen ab 470 m vor und wurde in der Gould Bay und vor Vestkapp, dort bis in 1145 m Tiefe, gefangen.

Nototheniidae (Abb. 3.1.7)

Insgesamt wurden 15 verschiedene Arten dieser Familie in den genannten Gebieten gefangen, davon sind 10 in der Abb. 3.1.7 dargestellt. Sie wurden in allen Tiefen von 203 bis in 1145 m angetroffen. Die Grundschleppnetzfüge aus dem Sommer zeigen

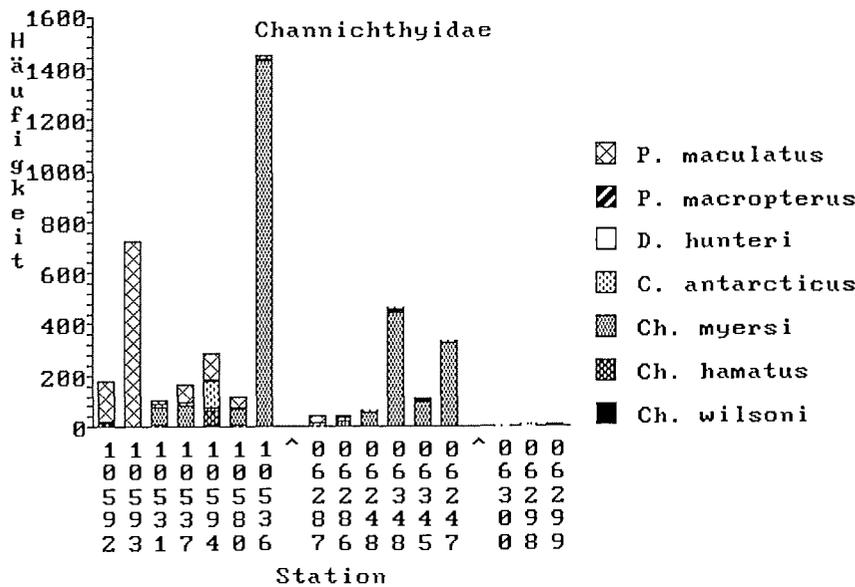


Abb. 3.1.6 : Fangzusammensetzung der Channichthyidae auf den einzelnen GSN-Stationen. Weitere Erklärungen siehe Abb. 3.1.4.

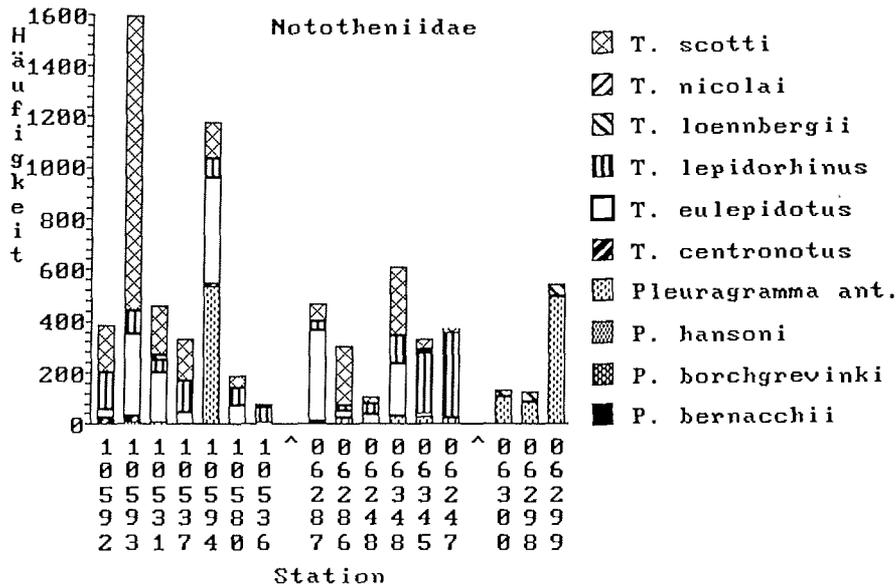


Abb. 3.1.7 : Fangzusammensetzung der Nototheniidae auf den einzelnen GSN-Stationen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.1.4.

eine relativ gleichmäßige Konzentration von 300 bis 500 Ind. pro 30-min-Hol vor Vestkapp, die Frühjahrsfänge sind wesentlich heterogener mit 80 bis 1600 Ind. pro 30-min-Hol. Mit Ausnahme der Station 10594 nehmen die Individuendichten mit der Tiefe ab. Bei diesem Hol wurde ca 15 min pelagisch gefischt, was sich in der Dominanz von *Pleuragramma antarcticum* und eventuell auch von *T. eulepidotus* im Fang bemerkbar macht. In der Gould Bay war im Sommer der tiefste Hol am ergiebigsten.

Die Fänge werden im wesentlichen von fünf Arten dominiert: *Pleuragramma antarcticum*, *Trematomus eulepidotus*, *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii* und *T. scotti*. Vor Vestkapp bestimmen drei davon die Fänge. *T. scotti* hat seine Hauptverbreitung im Flachwasser, mit einem Maximum bei 300 bis 400 m, kommt aber bis in Tiefen von 670 m vor. Der größte Fang war 1153 Ind. pro 30-min-Hol in 330 m Tiefe. *T. eulepidotus* lebt ebenfalls hauptsächlich im flacheren Bereich, bis ca. 400m. *T. lepidorhinus* nimmt dagegen in den Fängen ab ca. 400m mit der Tiefe stark zu und wird dann zumindest im Sommer zur dominierenden Nototheniiden-Art auf dem Vestkapp-Schelf. *P. antarcticum* ist vor Vestkapp von zweitrangiger Bedeutung und stellt dort 3 bis 10 % Anteil an den Nototheniiden.

Die anderen Arten dieser Familie treten vor Vestkapp und in der Gould Bay nur vereinzelt auf, lassen aber Präferenzen in der Tiefenverteilung erkennen. *Aethotaxis mitopteryx* kommt ab 420 m Tiefe vor, die meisten (18) Exemplare wurden in Tiefen ab 1000 m gefangen (AGT-Hols). *Dissostichus mawsoni* wurde nur im Sommer zwischen 420 und 670 m angetroffen. Im Frühjahr waren weder *A. mitopteryx* noch *D. mawsoni* vertreten. In Tiefenfängen von 620 (AGT) und 670 m wurden die einzigen Exemplare von Notothenia-Arten (*N. larseni*, *N. corriiceps*, *N. mizops*) vor Vestkapp gefunden. Die *Pagothenia*-Arten *P. bernacchii* und *P. hansonii* sind in ihrem Vorkom-

men auf den Schelf beschränkt. In Netzen und Reusen wurden sie bis in 470 m Tiefe angetroffen, hauptsächlich auf Stationen nahe der Schelfeiskante. Das Auftreten von *P. borchgrevinki* im Fang der Station 06299 in der Gould Bay ist wahrscheinlich ein Artefakt. Die Art lebt cryopelagisch und kommt normalerweise in der oberen freien Wassersäule vor, das Exemplar dürfte beim Hieven oder Fieren ins Netz geraten sein. *T. centronotus* kommt hauptsächlich von 200 bis 350 m Tiefe auf dem südlichen Teil des Vestkapp-Schelfs vor, mit Einzelfängen bis 460 m. *T. nicolai* ist sehr eng an den Bereich 410 bis 420 m auf dem nördlichen Teil des Schelfs (vor dem Drescher Inlet) gebunden. *T. loennbergii* tritt im Sommer in den tieferen Fängen in geringen Stückzahlen auf, im Frühjahr gar nicht.

In der Gould Bay ergibt sich eine deutlich andere Faunenzusammensetzung als vor Vestkapp, obwohl die absoluten Fangzahlen mit 129 bis 553 Ind. pro 30-min-Hol durchaus mit Werten vom Vestkapp-Schelf vergleichbar sind. In den Grundschieppnetzfangen herrschte *P. antarcticum* mit 67 bis 91 % Anteil an den Nototheniiden vor. Die zweite wichtige Art ist *T. loennbergii* mit Anteilen von 9 bis 29 %. In den beiden tieferen Fängen traten einzelne *A. mitopteryx*, *T. centronotus* und *T. lepidorhinus* auf.

3.1.3. Biomasseabschätzungen

Die Besiedlungsdichte in Ind. pro km² schwankt vor Vestkapp zwischen 3500 und 14700 im Sommer und zwischen 5100 und 30000 im Frühjahr, in der Gould Bay lag sie etwas niedriger, zwischen 2800 und 8900. Bei der Biomasse pro Fläche gibt es ebenfalls ähnliche Wertebereiche für die Sommer- und die Frühjahrsreise. Auf dem Vestkapp-Schelf schwankt die Biomasse im Sommer zwischen 260 und 1590 kg/km², im Frühjahr in der Regel zwischen 390 und 1390 kg/km². Ein Hol lag mit 3700 kg/km² extrem hoch. Hohe Werte zwischen 800 und 3700 kg/km² gab es vor allem in Tiefen von 500 bis 700 m, an der Schelfkante. Auf dem Schelf selbst lagen sie bei 300 bis 400 kg/km². In der Gould Bay wurden Biomassewerte von 130 bis 430 kg/km² gefunden.

Tab. 3.1.1 : Liste der Schleppflächen, der Individuendichten und der Biomasse pro Fläche für die Grundschieppnetzfangen während ANT III und ANT V.

Stat	Fang		nach Schleppzeit			nach Positionen		
	Ind	kg	bef. Fläche m ²	Fang pro km ² Ind	kg	bef. Fläche m ²	Fang pro km ² Ind	kg
06247	858	77,0	81488	10529	945			
06248	432	32,5	124948	3457	260			
06286	413	30,0	81488	5068	368			
06287	576	27,5	81488	7068	337			
06345	1738	93,0	162976	10664	571			
06348	2348	255,0	160260	14651	1591			
10531	519	24,5	62474	8307	392			
10536	702	131,0	35311	19880	3710			
10537	377	34,3	43460	8675	789	94138	4005	364
10580	194	20,7	38028	5102	544	63206	3069	328
10592	363	16,0	40744	8909	393	60940	5957	263
10593	737	33,1	24446	30148	1354	93874	7851	353
10594	718	37,7	27163	26433	1388	70774	10145	533
06298	284	10,6	81488	3485	130			
06299	728	34,7	81488	8934	426			
06300	226	19,8	81488	2773	243			

Die nach den Aussetzpositionen berechneten Individuendichten liegen zwischen 3000 und 10100 pro km² und sind zwei bis drei Mal kleiner als die über die Schleppzeit bestimmten. Bei der Biomasse erhalten wir Werte von 260 bis 530 kg/km². Überstrichene Schleppflächen und Biomassewerte sind in Tab. 3.1.1 für beide Methoden der Schleppstreckenberechnung zusammengestellt.

3.1.4. Diskussion zur Verbreitung

Das Schelfgebiet südlich von Vestkapp ist relativ klein. Etwa 120 sm lang und maximal 25 sm breit hat es eine Fläche von ca. 1500 sm². Trotzdem bietet es aufgrund der hydrographischen und topographischen Gegebenheiten sehr unterschiedliche Lebensräume.

Der im südlichen Teil in einer Einbuchtung des Schelfeises gelegene flache Bereich wird von kleineren Arten der Gattung *Trematomus* besiedelt. *T. scotti* und *T. centronotus*, nach SCHWARZBACH (1987) zwei hochantarktische Arten, sowie Jungfische bis 10 cm von *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* sind hier hauptsächlich anzutreffen. Aus den anderen Familien sind es ebenfalls hauptsächlich kleine Arten, die hier vorkommen: z.B. *Pagetopsis maculatus*, *Artedidraco skottsbergi*, *A. shackletoni*, *Histiodraco velifer* und *Prionodraco evansii*. Die Bodenbeschaffenheit scheint das Vorkommen dieser Arten zu begünstigen. Relativ viele Schwämme und Weichboden mit Bryozoenschill und Schwammnadelfilz (GUTT, 1987; VOSS, 1987) bieten kleinen Individuen Schutz und Nahrung. Daneben wird dieses Gebiet auch von großwüchsigen, aber nicht so zahlreichen Arten wie *P. bernacchii* und *P. hansonii* besiedelt. Für *Pagothenia bernacchii* ist auch ein Brutpflegeverhalten nachgewiesen (MORENO, 1980), das an das Vorhandensein von Schwämmen gekoppelt ist. Beide Arten wurden dabei, im Gegensatz zu den anderen, fast ausschließlich in Reusen gefangen. Diese Fangmethode wurde auch von anderen Autoren vielfach angewandt (BOULENGER, 1902; NAITO, 1982; WOHLSCHLAG, 1961), und erlaubte, daß *P. bernacchii* in vielen physiologischen Untersuchungen verwendet wurde (DEVRIES & EASTMAN, 1981; EASTMAN & DEVRIES, 1982; 1985; WOHLSCHLAG, 1961; 1964). Nach eigenen Aquarienbeobachtungen sind beide Arten recht aktiv. Es ist anzunehmen, daß sie zur Nahrungssuche umherschwimmen und damit größere Entfernungen bewältigen. So wäre auch zu erklären, daß die zwei in der Atka-Bucht durchgeführten AGT-Hols insgesamt nur drei Fische erbrachten, zwei dort in 90 m Tiefe ausgelegte, beköderte Reusen jedoch neun *P. bernacchii* und *P. hansonii* (Tab. 7.1).

Insgesamt sind die Konzentrationen an Fisch auf dem Schelf nicht sehr hoch. Die Biomassewerte gehören mit 300 bis 400 kg/km² zu den niedrigsten, die während der beiden Reisen gefundenen wurden. Dies mag an den konstant tiefen Temperaturen (-1,7 bis -1,8°C, FAHRBACH, pers. Mittlg.) liegen, denen die Fische hier ausgesetzt sind. Eine ähnliche Artengemeinschaft, sowohl in der Gesamtzusammensetzung als auch in der Tiefenverteilung, fand SCHWARZBACH (1987) für das von ihr als "östlicher Schelf" zusammengefaßte Gebiet, das von Kap Norvegia bis südlich Halley reicht. Verschiebungen in der Dominanz einzelner Arten sind dabei auf die unterschiedlichen Fanggeräte zurückzuführen.

Am fischreichsten scheint, wie auch vielfach in anderen Meeresgebieten, die Schelfkante zu sein, die in diesem Gebiet in einem Tiefenbereich von 500 bis 600 m liegt. In diesen Bereich fallen entlang des gesamten Schelfs Biomassewerte von 0,8 bis 1,4 t/km² und der, für das Weddellmeer, extrem hohe Wert von 3,7 t/km² in der Nähe des Drescher Inlets. Hier dominieren die größeren Arten der Nototheniiden, *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*, gewichtsmäßig die Fänge. *T. scotti* ist zwar

zahlenmäßig gut vertreten, erbringt aber weniger Biomasse, genauso wie einige Artedidraconiden, die hier ebenfalls recht häufig sind. Die Temperaturen in diesem Tiefenbereich liegen, für antarktische Verhältnisse, wesentlich höher. Während ANT V nahm unterhalb 400 bis 600 m die Temperatur so stark zu, daß teilweise schon in 500 bis 700 m Tiefe 0°C erreicht wurden. Der Boden des Schelfs ist in dieser Region außerordentlich rauh. Canyons verlaufen quer zum Küstenstrom und verursachen Verwirbelungen. Der tiefste Canyon liegt genau unter der vorspringenden Nase des Schelfeises, dem Vestkapp. Dadurch schiebt sich das warme Tiefenwasser (WDW) an einigen Stellen weiter den Schelfabhang hinauf als üblich. Dieses Tiefenwasser bzw. die Durchmischungszone kurz darüber scheint für einige Fischarten besonders attraktiv zu sein. Die größten Fänge wurden am südlichen Ausgang des Vestkapp-Canyons gemacht, wo die Temperaturen am Boden um 0°C lagen. In diesen Bereich fallen auch die Hols mit den *Notothenia*-Fängen. Auf der Station 06247 (660m) wurden 15 *Notothenia larseni* und 1 *N. corriiceps* gefangen, auf Station 10575 (620m) waren es 5 *Nototheniops mizops*. An beiden Stationen lagen die Wassertemperaturen bei 0 bis 0,5°C.

Sprach man bisher bei den hochantarktischen Arten im Unterschied zu den subantarktischen von einer Anpassung an die konstanten Extremtemperaturen nahe dem Gefrierpunkt, $\approx -1,8^\circ\text{C}$, so kann man nach den vorliegenden Verbreitungs- und Temperaturdaten davon ausgehen, daß zumindest einige Arten größere Temperaturbereiche von +0,5 bis $-1,8^\circ\text{C}$ tolerieren. Nur die kleinen Schelfarten (s.o.) und die Arten *Pagothenia bernacchii* und *P.hansoni* halten sich ausschließlich in dem konstant $-1,8^\circ\text{C}$ kalten Wasser auf dem Schelf auf.

Die Temperaturen an den Stationen in der Gould Bay lagen bei $-2,0$ bis $-2,2^\circ\text{C}$ (HELLMER, pers. Mittlg.). Dies könnte mit ein Grund dafür sein, daß wir dort eine vollkommen andere Artenzusammensetzung vorfinden, in denen Channichthyidae fast gänzlich fehlen. SCHWARZBACH (1987) gibt für dieses Gebiet als vorherrschende Arten *Akarotaxis nudiceps*, *Dolloidraco longedorsalis*, *Gerlachea australis* und *Trematomus loennbergii* an. Dies stimmt mit den vorliegenden Verbreitungsdaten überein. Hinzu kommt jedoch *Pleuragramma antarcticum*, die erhebliche Anteile an den GSN-Fängen stellt.

Großräumig fügt sich der Vestkapp-Schelf und die Gould-Bay mit seiner Artenzusammensetzung in die Ostantarktische Faunenprovinz ein. Eine Einteilung in verschiedene Provinzen geht zurück bis REGAN (1914b), NORMAN (1938) und NYBELIN (1947). Nach ANDRIASHEV (1965, 1987) wird das Antarktische Schelfgebiet heute in drei Provinzen eingeteilt: 1. die Südgeorgien-Provinz mit Südgeorgien und Bouvet Insel; 2. die Westantarktische Provinz, die von der westlichen Grenze der Bellinghausen See (ca. 100° westl. Länge) entlang der antarktischen Halbinsel bis zu den Orkney-Inseln reicht; und 3. die Ostantarktische Provinz, die von der Ross-See um die Antarktis herum bis in das südliche Weddellmeer geht. DEWITT (1971) weist auf die fehlenden Informationen aus dem Weddellmeer hin, vermutet aber schon für dieses Gebiet eine Zugehörigkeit zur Ostantarktischen Provinz. Erst KOCK *et al.*, (1984) und SCHWARZBACH (1987) belegen dies durch AGT-Fänge für viele Arten. Die in dieser Arbeit zusammengestellten Daten lassen auch einen umfangreichen Vergleich in der tiefenabhängigen Verteilung zu. Die meisten Arten gehören zu den bei DEWITT (1971) aufgeführten Klassen der küstennahen und Kontinentalschelf-Arten und sollen hier nicht einzeln aufgeführt werden. Zu den am Schelfhang lebenden Arten zählen nach DEWITT (1971) *Aethotaxis mitopteryx*, *Bathydraco macrolepis*, *Akarotaxis nudiceps*, *Gerlaches australis*, *Racovitzia glacialis*, *Vomeridens infuscipinnis*, *Pagetopsis maculatus*, *Neopagetopsis ionah*, *Dacodraco hunteri*, *Cryodraco antarcticus*, *Chionodraco hamatus*, *Ch. myersi* und die Gattung *Pogonophryne*. Für diese Arten wurde vor Vestkapp und in der Gould Bay ebenfalls eine deutliche Bevorzugung tieferer Zonen festgestellt, auch wenn vereinzelte Exemplare in flacherem Wasser vorkamen. Zusätzlich zu den von KOCK *et al.*, (1984)

und SCHWARZBACH (1987) gefundenen Arten werden hier folgende Arten erstmals für das Weddellmeer nachgewiesen: *Aethotaxis mitopteryx*, *Arteidraco mirus*, *Bathyraja eatoni*, *B. maccaini*, *Bathyraco marri*, *Dissostichus mawsoni*, *Macrourus holotrachys*, *Notothenia corriiceps*, *Notothenia larseni*, *Nototheniops mizops*, *Psilodraco breviceps* und *Trematomus nicolai*.

Von der Antarktischen Halbinsel, der Westantarktischen Provinz, unterscheidet sich das Untersuchungsgebiet sehr tiefgreifend. Während im Weddellmeer *Trematomus* die deutlich vorherrschende Gattung der Nototheniidae ist, ist es an der Halbinsel die Gattung *Notothenia* (TARGETT, 1981). Von den Channichthyidae fand ich als vorherrschende Arten *Chionodraco myersi*, *Cryodraco antarcticus*, *Dacodraco hunteri* und *Pagetopsis spp.*, an der Halbinsel sind es die Arten *Chaenocephalus aceratus*, *Champscephalus gunnari* und *Pseudochaenichthys georgianus* (KOCK, 1981; KOCK *et al.*, 1985).

Solch große Unterschiede sind auch bei den Biomassewerten zu finden. Bezieht man die in Tab. 3.1.1 dargestellten Fänge auf einen Einheitsfang von 60 min, so erhält man für den Vestkapp-Schelf CPUE-Werte von 45 bis 250 kg/h (Stat. 10536 mit 605 kg/h), für die Gould Bay erhalten wir 21 bis 69 kg/h. KOCK *et al.*, (1985) geben für die Antarktische Halbinsel, Elephant Island und Südgeorgien CPUE-Werte von 600 bis 2000 kg/h allein für *Notothenia gibberifrons* an, andere Arten liegen in ähnlichen Bereichen. Ertragreiche Fischereigebiete in gemäßigten Zonen liegen noch weit höher. Nur drei Zahlen sollen hier zum Vergleich der Größenordnungen angegeben werden. EHRICH (1980) berechnete für den gesamten Patagonischen Schelf eine mittlere Fischbiomasse von 9,3 t/km². URSIN (1979) schätzte den Fischbestand in der Nordsee auf etwa 17 t/km² und LOHMEIER (1987) gibt für einen tropischen Flachwasserbereich in Indonesien Werte von 6 t/km² als Durchschnitt an. Der Vestkapp-Schelf hingegen weist Biomasse-Werte von 0,3 bis 1,6 t/km² auf (Stat. 10536 hatte 3,7 t/km²), für die Gould Bay berechnete ich 0,1 bis 0,4 t/km².

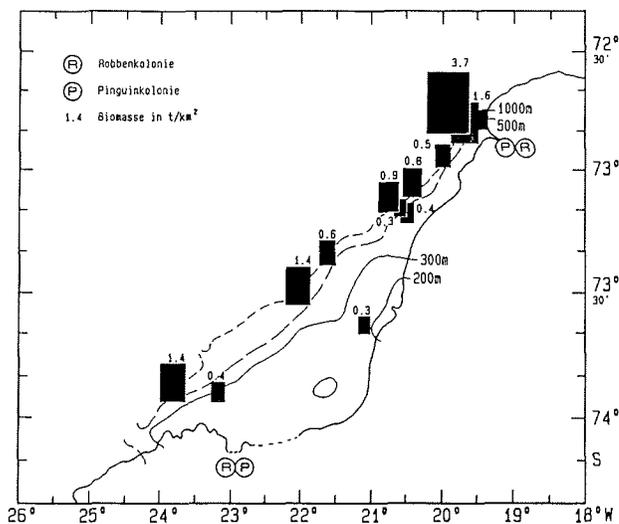


Abb. 3.1.8: Biomasse in t/km² auf dem Schelfgebiet südlich Vestkapp, berechnet nach 13 Grundschieppnetzfangen während ANT III/3 und ANT V/3. Die Flächen der Rechtecke repräsentieren die Biomasse. Die rechte untere Ecke des Rechtecks gibt die Position der Station wieder.

Die angegebenen Werte sind alle nach Schleppzeiten berechnet. Das Netz bleibt aber zum Teil wesentlich länger am Grund, als nach den Schleppzeiten berechnet wird. Dies deutet sich aus den nach Positionen und Kurrleinenlänge berechneten Schleppstrecken an (Tab. 2.2). Der hierbei auftretende Fehler ist abhängig von der ausgesteckten Kurrleinenlänge bzw. der Fangtiefe und der Schleppzeit, die besonders während der Reise ANT V sehr stark schwankte (siehe Tab. 2.2). Es ist im Weddellmeer wegen des oft sehr rauhen Bodens schwer, die Hols zu standardisieren. Auf Grund der wenigen Vergleichswerte ist es an dieser Stelle nicht möglich, den Fehler zu quantifizieren. Auch ist es möglich, daß der Fehler zum Teil durch andere Effekte wie verlangsamtes Schleppen beim Hieven, dadurch größere Fluchtmöglichkeiten oder teilweises Schließen des Netzes, wieder ausgeglichen wird. Für weiterführende Verwertungen der Biomassedaten ist daher zu beachten, daß die ausgewiesenen Biomassewerte überschätzt sein können.

Geographische und tiefenabhängige Unterschiede lassen sich an den wenigen Daten bereits ablesen. Auffallend ist eine Korrelation der Biomassewerte mit der Lage von Robben- und Pinguinkolonien. Im Gebiet des Vestkapp-Schelfs existieren zwei Kolonien, eine im Drescher-Inlet und eine im Süden der Bucht in einem Inlet bei etwa 23°W (PLÖTZ, pers. Mittlg.). Für das Brüten und Aufziehen der Jungen brauchen die Tiere relativ stabile Eisverhältnisse, wie sie in solchen Inlets gegeben sind (PLÖTZ, pers. Mittlg.). Genauso wichtig ist jedoch eine nahegelegene Futterquelle, und die findet sich an der Schelfkante, von den genannten Inlets nur 5 bzw. 15 sm entfernt. Es wäre zu prüfen, inwieweit die lokalen Fischpopulationen ausreichen, um die Kolonien zu ernähren, oder ob großräumige Wanderungen der Fische stattfinden, sodaß die Warmblüter den Überfluß aus einer wesentlich größeren Produktionsfläche abschöpfen können, indem sie die je nach Jahreszeit vorbeischwimmenden Fischschwärme bejagen? Für *P. antarcticum*, die im Sommer vor Vestkapp gefangen wurden, im Spätwinter und Frühling jedoch kaum, könnte man sich solch einen Wanderungszyklus vorstellen.

3.2. Morphologie

Unterschiedliche Aufenthaltsorte, Nahrung und Lebensweisen gehen bei Fischen sehr oft mit spezifischen morphologischen Anpassungen einher (ALEEV 1969, EASTMAN & DEVRIES 1982, GOSLINE 1971, OJEDA 1986), sodaß man aus der Morphologie auf die Ökologie und das Freßverhalten der Art schließen kann. Es soll anhand einiger morphologischer Merkmale versucht werden, die im Weddellmeer vorkommenden demersalen Nototheniiden ökologisch zu klassifizieren, sie in eine von verschiedenen Autoren (ANDRIASHEV 1987; DEWITT 1970; MILLER, 1987) diskutierte Entwicklungsreihe von der demersalen zur pelagischen Lebensweise einzuordnen und diese Ergebnisse in Verbindung mit Nahrungsanalysen anderer Autoren zu diskutieren.

Der Analyse der Ökotypen ist eine Aufstellung der aus Literatur und eigenen Daten gewonnenen Wertebereiche der für diese Frage relevanten Merkmale vorangestellt.

3.2.1. Beschreibung der bearbeiteten Arten

3.2.1.1. *Aethotaxis mitopteryx* DEWITT, 1962 (Abb. 3.2.3)

Beschrieben von DEWITT (1962) anhand eines Einzelexemplars aus dem McMurdo Sound taucht die Art nur sehr vereinzelt in der Literatur auf. PERMITTIN (1966 und 1969, nach KOTLYAR 1978) berichtet ebenfalls über zwei Einzelfänge bei den Süd Orkney und den Süd Sandwich Inseln. KOTLYAR (1978) selbst fing ein Exemplar bei den Süd Shetland Inseln und GERASIMCHUK & PIOTROVSKIJ (1980) fanden eins in der Prydz Bay. Während der Reise ANT III von *FS Polarstern* wurden sowohl mit dem Agassiztrawl als auch mit dem Grund- und Schwimmschleppnetz insgesamt 25 Exemplare gefangen. 21 Fische wurden morphologisch aufgearbeitet. Ein Vergleich der gefundenen Messungen mit Literaturdaten ist in Tab. 7.3 gegeben. Bis auf die Präanal-länge PAL bei KOTLYAR (1978) passen alle früheren Werte in die Bereiche der eigenen Messungen.

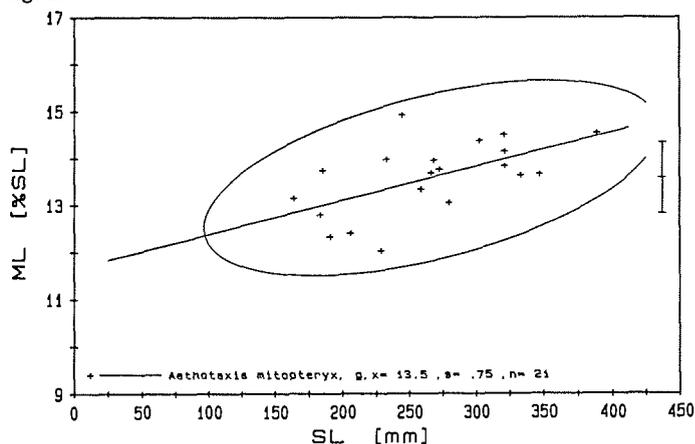


Abb. 3.2.1 : Abhängigkeit der relativen Maxillarlänge von der Standardlänge bei *Aethotaxis mitopteryx*. Dargestellt sind die einzelnen Meßwerte mit der dazugehörigen Vertrauensellipse ($\alpha=0,05$), die Regressionsgerade, der arithmetische Mittelwert \bar{x} und die Standardabweichung s (\bar{x} und $\pm s$ rechts als Balken eingezeichnet.).

Die Färbung ist in frischem Zustand einheitlich dunkelgrau. Die Haut zwischen den Branchiostegalstrahlen leuchtet stahlblau, Mund- und Bauchhöhle sind schwarz.

Der Körper ist sehr schlank, die Körperhöhe beträgt nur 18-21% der Standardlänge (im Mittel 19,2%). Der Schwanzstiel ist relativ dick, etwa 7% der SL oder 40% der Körperhöhe. Der Kompressionsfaktor KH/KB beträgt 1,46. Die Kopflänge liegt zwischen 26 und 31% der SL (im Mittel 27,9%) und ist positiv mit der Größe korreliert. Der Kopf ist relativ spitz mit einem oberständigen Maul. Die Maxillarlänge beträgt 13,6% der SL ($\approx 48,7\%$ der HL) und ist ebenfalls positiv mit der Größe des Fisches korreliert (Abb.

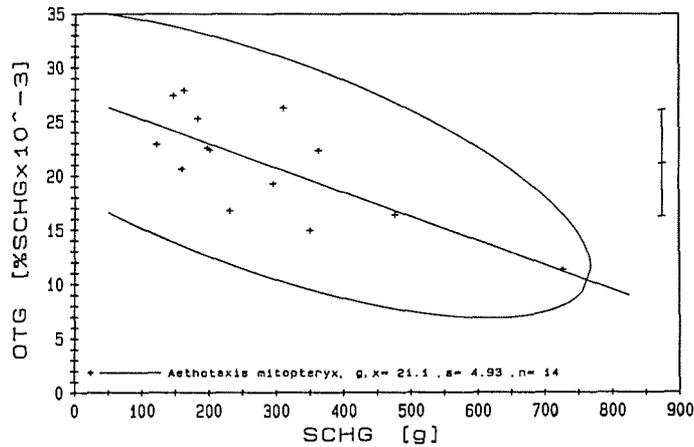


Abb. 3.2.2 : Abhängigkeit des relativen Otolithengewichts vom Schlachtgewicht bei *Aethotaxis mitopteryx*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

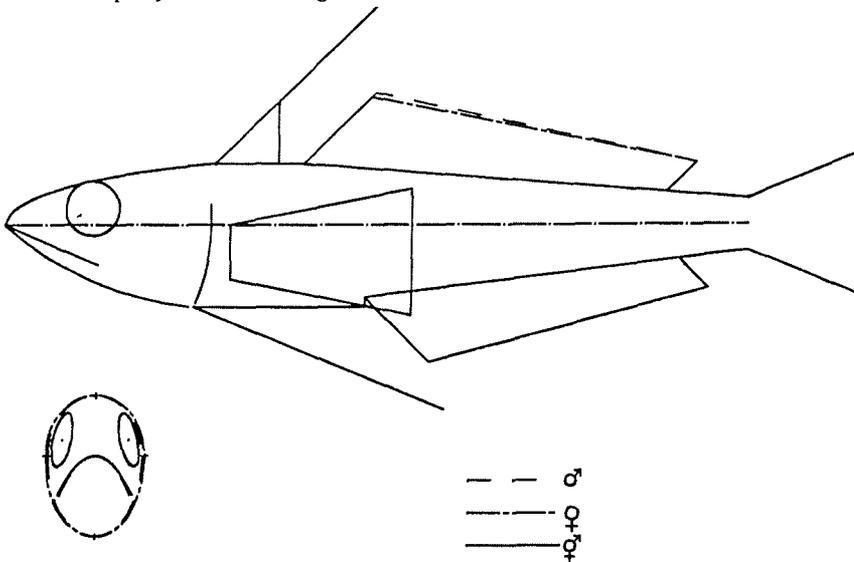


Abb. 3.2.3 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Aethotaxis mitopteryx*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.3. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Soweit sich geschlechtsspezifische Unterschiede feststellen ließen, sind für oo und ++ getrennte Umrisse gezeichnet worden.

3.2.1). Ober- und Unterkiefer sind mit einer Reihe konischer Zähne besetzt. Die Augen sind seitlich ausgerichtet, die Interorbitalbreite ist mit 6,6% der SL ($\approx 23,7\%$ der HL) relativ hoch, das sind 50% der Kopfbreite. Der Augendurchmesser beträgt 7,3% der SL ($\approx 26,3\%$ der HL). Die Schnauzenlänge ist mit 29% HL etwas größer als der Augendurchmesser. Die sensorischen Kanäle am Kopf sind außerordentlich tief ausgebildet. Die Poren sind zu Gruben erweitert, die mehrere Millimeter Durchmesser erreichen können. Die an den Temporalkanal anschließende obere Seitenlinie verläuft sehr dicht neben der Basis der DII und besitzt bis zu 60 Tubulärschuppen, in der unteren Seitenlinie befinden sich bis zu 30. Die Anzahl ist von der Größe des Tieres abhängig. Die Knochen von *A. mitopteryx* sind knorpelartig und kaum verkalkt. DEVRIES & EASTMAN (1981) beschreiben für die Art reduzierte oder weniger kompakte Wirbelkörper mit großem Chordakanal und ein Aschegewicht des Skeletts von 0,44% des Körpergewichts (EASTMAN & DEVRIES, 1982). Das relative Otolithengewicht beträgt im Schnitt $21,1 \cdot 10^{-3}\%$ vom Schlachtgewicht und ist mit diesem invers korreliert (Abb. 3.2.2). Es liegt, bezogen auf die zehn untersuchten Nototheniiden-Arten, im mittleren Bereich. Die Darmlänge beträgt ca. 43% der SL.

Die Flossen sind recht empfindlich. Die Flossenhaut war durch den Fang bei allen Exemplaren sehr zerrissen. Die Ränder der DII, A und P sind leicht konkav eingebuchtet, die Caudale ist leicht konvex gerundet. Die Flächen von DII und A sind mit 470 und 380 mm² für einen 100mm-Einheitsfisch relativ gering. An der 1. Dorsalflosse und den Ventralen sind die ersten Flossenstrahlen stark verlängert und erreichen bis zu 46 und 44% der SL (im Mittel 33,4 und 36,7%). Beide sind abhängig von der Fischlänge.

Zahl und Länge der Kiemenreusendornen sind gegenüber den übrigen Nototheniiden deutlich erhöht. Mit 12-17 auf dem oberen Ast und 31-37 auf dem unteren Ast bei einer Länge von bis zu 5,8% SL (im Mittel 4,8%) im Bereich des Kiemenbogengelenks weisen sie die Art als Filtrierer aus.

3.2.1.2. *Pagothenia bernacchii* (BOULENGER, 1902) (Abb. 3.2.6)

BOULENGER fand diese Art erstmals im Material der "Southern Cross"-Expedition und beschrieb sie unter dem Gattungsnamen *Trematomus*. Die Artbeschreibung basiert auf insgesamt 44 Exemplaren. In neuerer Zeit wurde sie von ANDERSEN(1984) in die Gattung *Pagothenia* aufgenommen. *P. bernacchii* ist vor allem physiologisch recht gut untersucht (EASTMAN & DEVRIES, 1982; WOHLSCHLAG, 1964), da sie mit Reusen gut zu fangen ist und sich schnell an Hälterungsbedingungen gewöhnt. Morphologiedaten sind bei ANDRIASHEV (1959), DEWITT & TYLER (1960), EASTMAN (1983), HUREAU (1967, 1970), NORMAN (1938) und WROBLEWSKI (1982) zu finden. Während ANT III und ANT V wurden in Schleppnetzen und Reusen zusammen 14 Exemplare dieser Art gefangen und morphologisch aufgearbeitet. Beim Vergleich der Morphologiedaten von HUREAU (1970), WROBLEWSKI (1982), BOULENGER (1902) und NORMAN (1938) mit unseren Daten (Tab. 7.4) ist zu beachten, daß die beiden letzteren die Totallänge als Bezugsgröße nehmen. Ihre Daten fallen daher etwas niedriger aus. Das ANT-III/V-Material liegt in den Flossenlängen von C, P und V und in der Körperhöhe etwas höher als WROBLEWSKI's Daten; beim Augendurchmesser und der Maxillarlänge sind die neuen Werte etwas niedriger.

Die Färbung bei *P. bernacchii* ist rötlich- bis hellbraun mit mehr oder weniger dunklen Bändern am Körper. Über die Kopfoberseite verläuft bei einigen Exemplaren ein breiter weißer Querstreifen. Die Flossen sind in der Regel etwas dunkler gefärbt. Die DI hat einen schwarzen Fleck.

Die Körperform wird durch den bulligen Kopf geprägt. Die Kopflänge liegt bei 30% SL. Der Kopf ist sehr rund geformt mit einem endständigen Maul. Die Maxillarlänge

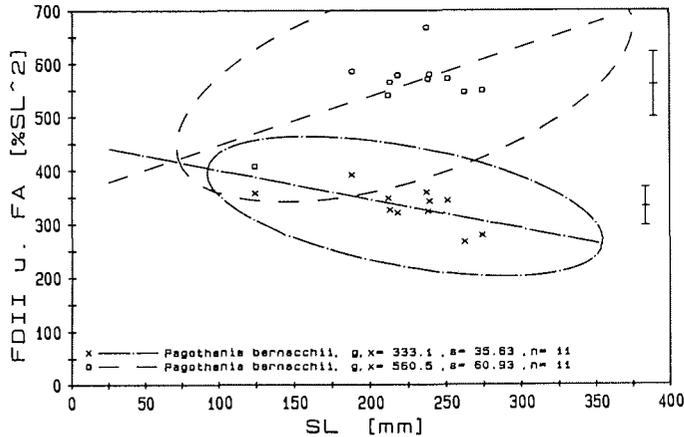


Abb. 3.2.4 : Abhängigkeit der relativen Flossenflächen FDII (o) und FA (x) von der Standardlänge bei *Pagothenia bernacchii*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

beträgt 13,4% SL ($\approx 44,5\%$ HL) und ist positiv mit der Größe korreliert. Die Zähne sind, etwas größer als bei den anderen Arten, in einer Reihe auf Ober- und Unterkiefer verteilt. Die Augen schauen leicht nach oben, ihr relativer Durchmesser nimmt mit zunehmender Fischlänge ab; er liegt im Mittel bei 8,1% SL ($\approx 26,8\%$ HL). Der Interorbitalabstand wiederum nimmt mit der Fischlänge zu, im Mittel beträgt er 4,9% SL, das ist etwa 22% der Kopfbreite. Die Präorbitallänge ist mit 28,4% HL nur wenig größer als der Augendurchmesser. Die Körperhöhe wurde mit 26,9% bestimmt, die Kopf

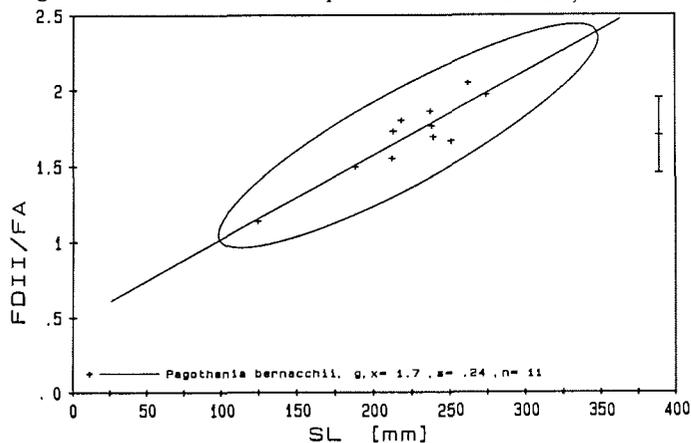


Abb. 3.2.5 : Abhängigkeit des Verhältnisses FDII/FA von der Standardlänge bei *Pagothenia bernacchii*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

breite mit 22,4% der SL. Beide Parameter sind positiv mit der Fischlänge korreliert. Daraus resultiert ein Kompressionsfaktor von 1,2. Die Stärke des Schwanzstiels beträgt 7% der SL und 30% der Körperhöhe. Die Poren der sensorischen Kanäle am Kopf sind verhältnismäßig klein. Nur in der oberen Seitenlinie finden sich 28-42 Tubulärschuppen. Die Knochen sind stark verkalkt. Das Aschegewicht des Skeletts beträgt nach EASTMAN & DEVRIES (1982) 1,08% vom Körpergewicht. Das Otolithengewicht ist

mit $15,9 \cdot 10^{-3}\%$ vom Schlachtgewicht recht gering. Für die Darmlänge wurde ein Wert von 70%SL bestimmt.

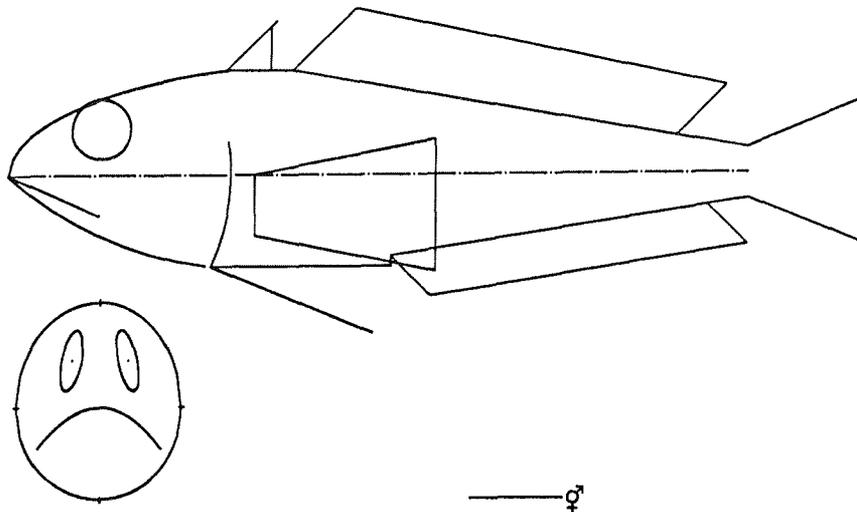


Abb. 3.2.6 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Pagothernia bernacchii*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.4. Die Mittel­linie (=SL) entspricht 100%.

Die Flossen sind außerordentlich dick und robust gebaut. Auf Ventralen und Anale steht der Fisch regelrecht wie auf einem Dreibein. Die Pectoralen sind stark abgerundet und werden, wie im Aquarium zu beobachten war, für langsames Manövrieren benutzt. Ihre Länge beträgt im Mittel 24% der SL, ihre Basis macht 11,3% der SL aus. Die Fläche der DII ist mit einem Mittelwert von 560 mm^2 (bezogen auf eine SL von 100mm) relativ hoch, sie ist positiv mit der Fischlänge korreliert. Die Fläche der A ist mit 333 mm^2 dagegen recht niedrig, sie ist dabei auch invers von der SL abhängig (Abb. 3.2.4). Das Verhältnis der Flächen von DII und A zueinander ist im Mittel 1,7 und steigt ebenfalls mit der SL (Abb. 3.2.5). Die Flossenstrahlen sind im vorderen Teil der DII länger als im hinteren (11,9 und 9,5% SL), in der A sind sie gleichmäßig lang mit 7,7% SL. Alle Flossen sind in ihrer Form stark abgerundet. Die Kiemenreusendornen sind sehr kurz, auf dem oberen Kiemenbogenast findet man 6-11, auf dem unteren 13-15.

3.2.1.3. *Pagothernia borchgrevinki* (BOULENGER, 1902) (Abb. 3.2.7)

Auch *P. borchgrevinki* wurde nach 'Southern Cross'-Material beschrieben. Insgesamt standen BOULENGER dafür 12 Exemplare zur Verfügung. Neben Beiträgen von ANDRIASHEV (1959), DEWITT & TYLER (1960), EASTMAN (1983), JAKUBOWSKI (1970), NORMAN (1938), PAPPENHEIM (1912) und YOSKOBOINIKOVA (1980) über die Morphologie befassen sich eine Reihe von Artikeln mit physiologischen Anpassungen dieser cryopelagischen Art (CLARKE *et al.*, 1984; DEVRIES & EASTMAN, 1981; EASTMAN, 1985a und EASTMAN & DEVRIES, 1982 und 1985). Wäh-

rend ANT III wurden drei Exemplare dieser Art gefangen und bearbeitet. Die gefundenen Meßwerte fügen sich gut in die Literaturdaten (Tab. 7.5) ein und dienen deshalb trotz der geringen Anzahl als Grundlage für die Klassifizierung der Art und die Konstruktion des Phantombildes.

P. borchgrevinki hat eine bläulich-silberne schimmernde Färbung mit unregelmäßigen hell- bis dunkelbraunen Flecken. Kopfoberseite und Rücken sind einheitlich dunkelbraun. Die Flossen sind hellgrau, die Mundhöhle ist hell gefärbt.

Der Körper ist relativ schlank mit einer Körperhöhe von 23,4%SL. Der Schwanzstiel ist dafür recht kräftig ausgebildet mit 8,4%SL, etwa einem Drittel der Körperhöhe. Der Kompressionsfaktor beträgt 1,5 und liegt damit recht hoch gegenüber den anderen Arten. Der Kopf macht im Durchschnitt 27,8% der Standardlänge aus und endet in einem oberständigen Maul, deren Maxillaren 10,5%SL (37,7%HL) lang sind. Ober- und Unterkiefer sind mit vielen sehr kleinen Zähnen besetzt. Die Augen sind seitlich ausgerichtet und haben einen Durchmesser von 7,5%SL oder 26,9%HL. Etwas größer ist die Präorbitallänge mit 8,0%SL (28,5%HL). Der Interorbitalabstand ist mit 7,5%SL (26,9%HL) außerordentlich hoch. Der Wert entspricht 46% der Kopfbreite. Die Poren

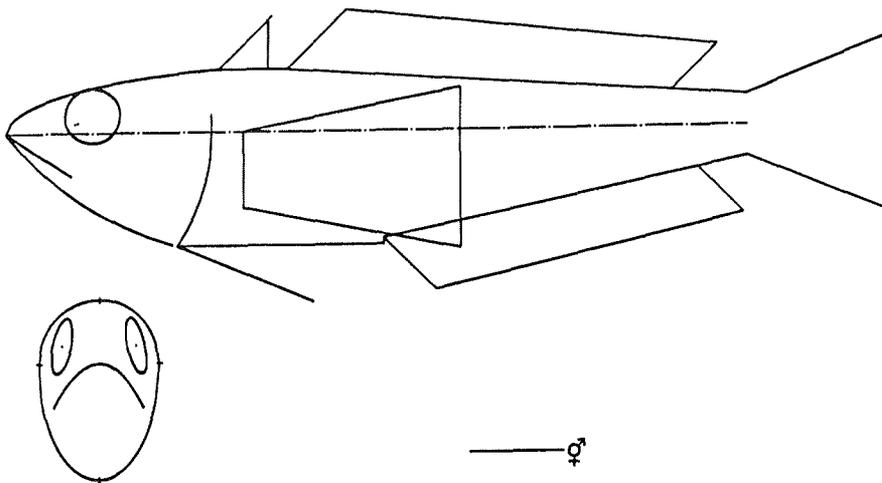


Abb. 3.2.7 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Pagothenia borchgrevinki*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.4. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%.

der sensorischen Kanäle sind nur auf der Kopfoberseite gut ausgeprägt, und von den Seitenlinien besitzt nur die obere ein paar Tubulärschuppen, bei den von mir untersuchten Fischen zwei. Das Skelett ist relativ wenig verkalkt, das Aschegewicht beträgt 0,7% des Gesamtgewichts (EASTMAN & DEVRIES, 1982). Die Otolithen sind außerordentlich leicht. Sie machen nur $7,5 \cdot 10^{-3}$ % des Schlachtgewichts aus. Für den Darm wurde eine Länge von 65%SL berechnet.

Die Flossen von *P. borchgrevinki* sind im Gegensatz zu den anderen gefangenen *Pagothenia*-Arten sehr leicht und dünn gebaut. Alle Flossen sind konvex abgerundet. Die Flächen von DII und A betragen 522 und 413 mm² (bezogen auf eine SL von 100mm)

und liegen im mittleren Bereich der untersuchten Arten. Die Strahlen dieser beiden Flossen sind im vorderen Bereich länger als im hinteren, die Messungen ergaben für die DII vorn 11,5 und hinten 8,9%SL, für die A 10,0 und 8,9%SL. Die Pectoralflosse ist mit 29,2%SL überdurchschnittlich lang, die Ventrale dagegen mit 20,0%SL ausgesprochen kurz.

Die Kiemenreusendornen sind nur etwa 1,5%SL lang. Ihre Zahl liegt mit 6-9 für den oberen Ast und 16-20 (kombiniert mit Literaturdaten aus Tab. 7.5) auf dem unteren Ast im Bereich der anderen *Trematomus*- und *Pagothenia*-Arten.

3.2.1.4. *Pagothenia hansonii* (BOULENGER, 1902) (Abb. 3.2.9)

Dies ist die dritte Art, die BOULENGER aus 'Southern Cross'-Material unter dem Gattungsnamen *Trematomus* beschrieben hat. Insgesamt standen ihm 18 Exemplare zur Verfügung. Die Art ist im Flachwasser regelmäßig anzutreffen. Sie taucht daher in vielen Forschungsfängen auf und wurde morphologisch und physiologisch vielfach bearbeitet (ANDRIASHEV, 1959; DEVRIES & EASTMAN, 1981; DEWITT & TYLER, 1960; EASTMAN, 1985; EVERSON, 1969; HUREAU, 1970; JAKUBOWSKI, 1970; NORMAN, 1938; REGAN, 1914b). Während ANT III und ANT V wurden in Schleppnetzen und Reusen insgesamt 18 Exemplare gefangen und morphologisch aufgearbeitet. Die gefundenen Wertebereiche stimmen gut mit den Literaturdaten (Tab. 7.6) überein, in einigen Fällen wurde der bekannte Meßwertbereich etwas erweitert.

Der Körper von *P. hansonii* ist grünlich bis grau gefärbt. Besonders die größeren Exemplare erscheinen sehr dunkel mit mehreren Bändern und unregelmäßigen Flecken. Kleine Fische sind dagegen sehr hell gefärbt, teilweise sind sie hellbeige mit nur wenigen, etwas dunkleren bräunlichen Flecken. Die Flossenhaut der Dorsalen, der Analen und Ventralen ist schwarz, die der Pectoralen und Caudale sind gelblich mit dunklen Bändern.

Das Aussehen von *P. hansonii* wird durch den sehr bullig wirkenden Kopf bestimmt. Die Kopflänge ist zwar mit 28,2%SL nicht besonders groß, der Kompressionsfaktor beträgt jedoch bei einer Körperhöhe von 23,8%SL und einer Kopfbreite von 21,6%SL nur 1,1. Der Körperquerschnitt wirkt daher fast kreisrund. Der Kopf ist auch im

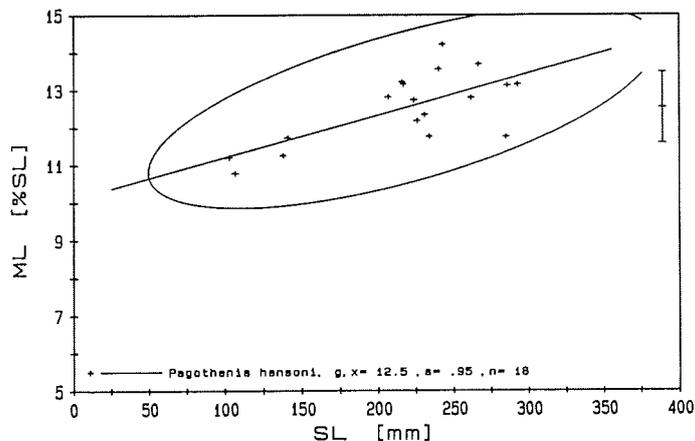


Abb. 3.2.8 : Abhängigkeit der relativen Maxillarlänge von der Standardlänge bei *Pagothenia hansonii*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

Längsschnitt sehr rund geformt und besitzt ein endständiges Maul, das leicht nach unten zeigt. Die Maxillarlänge beträgt 12,5%SL oder 44,5%HL. Sie ist positiv mit der Fischlänge korreliert (Abb. 3.2.8). Ober- und Unterkiefer sind mit relativ großen Zähnen gleichmäßig besetzt. Ein 223mm langes Exemplar hatte ca 2,5 mm lange Zähne. Die Augen sind schräg nach oben ausgerichtet, ihr horizontaler Durchmesser wurde mit 7,3%SL oder 25,8%HL berechnet und ist abhängig von der SL. Die Augenform nähert sich bei einigen Exemplaren einer horizontal ausgerichteten Ellipse. Die Schnauzenlänge ist etwas größer als der Augendurchmesser, 7,6%SL oder 27,1%HL. Der Augenabstand IOB ist mit 5,1%SL (18,0%HL) relativ niedrig. Von der Kopfbreite macht er nur 24 %

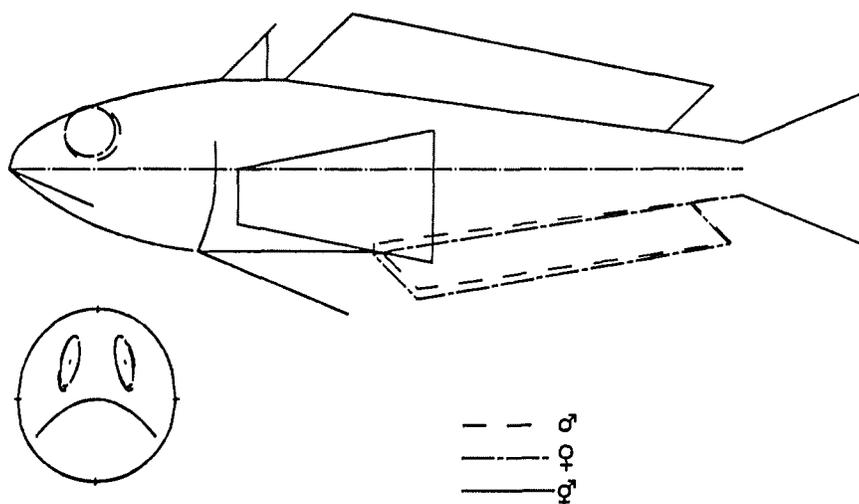


Abb. 3.2.9 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Pagothernia hansonii*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.6. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Soweit sich geschlechtsspezifische Unterschiede feststellen ließen, sind für oo und ++ getrennte Umrisse gezeichnet worden.

aus. Die Poren der sensorischen Kanäle am Kopf sind gut ausgebildet. Besonders am Unterkiefer sind sie sehr groß. Von den Seitenlinien besitzt nur die obere 34 bis 46 Tubulärschuppen. Die Knochen sind gut verkalkt. Das Aschegewicht beträgt etwa 0,95% des Frischgewichts (EASTMAN & DEVRIES, 1982). Das Otolithengewicht macht $16,2 \cdot 10^{-3}$ % vom Schlachtgewicht aus. Die Darmlänge beträgt ca 57% der SL.

Die Flossen sind relativ dick und widerstandsfähig, da der Fisch in der Regel, auf den Ventralen und der Anale ruhend, am Boden sitzt. Die Ventralen werden jedoch nicht wie Stelzen benutzt. Die Strahlen der Analen sind besonders kräftig ausgebildet. Caudale und Pectoralflossen sind sehr stark abgerundet. Die Pectoralen haben eine Länge von 26,7%SL, die Basisbreite ist mit 11,9%SL die stärkste unter den 10 untersuchten Arten. Damit bietet dieses Flossenpaar gute Voraussetzungen für langsames Manövrieren am Boden, wie es im Aquarium beobachtet wurde. Die Fläche der DII ist mit 571 mm^2 (bezogen auf eine SL von 100mm) relativ hoch. Die Anale hat dagegen nur eine Fläche von 353 mm^2 . Dies ergibt ein Verhältnis der Flossenflächen zueinander von 1,6. In der DII sind die Flossenstrahlen im cranialen Bereich erheblich länger als im caudalen, 13,0%SL im Gegensatz zu 8,9%SL. In der Analen sind sie gleichmäßig lang, 8,9% vorn und 8,8% hinten. *P. hansonii* besitzt 7 bis 10 Kiemenreusendornen auf dem obe-

ren, 13 bis 20 auf dem unteren Kiemenbogenast. Sie erreichen im Bereich des Kiemenbogengelenks eine Länge von 1,3%SL.

3.2.1.5. *Trematomus centronotus* REGAN, 1914 (Abb. 3.2.14)

REGAN (1914a) fand während der britischen Antarktis-Expedition 1910 zwei Exemplare dieser *Trematomus*-Art im McMurdo Sound. Darauf folgende Zitate in der Literatur beziehen sich häufig auf diese Fische (NORMAN, 1937; REGAN, 1914b; WAITE, 1916). Erst in neuerer Zeit wird die Art wieder bei morphologischen Untersuchungen mit einbezogen. Bei DEWITT & TYLER (1960) für Morphometrie und Meristik, bei JAKUBOWSKI (1970) für eine Untersuchung des Seitenlinienorgans, bei EASTMAN & DEVRIES (1982) für Schwebfähigkeitsuntersuchungen. Während ANT III und ANT V wurden insgesamt 55 Fische dieser Art gefangen, 52 davon wurden morphologisch bearbeitet. Bei den meisten Merkmalen fügen sich die gefundenen Daten gut

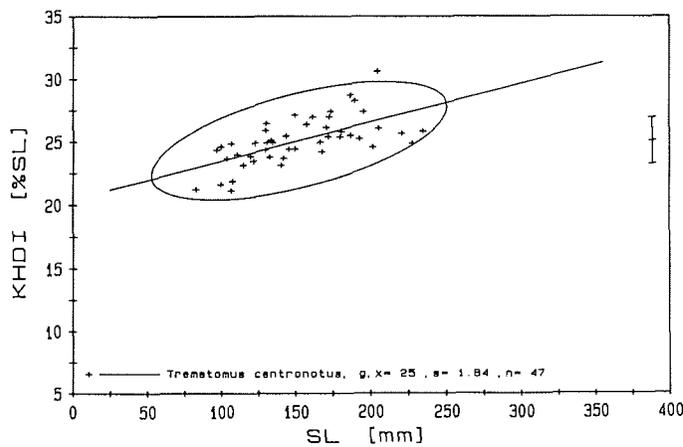


Abb. 3.2.10 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Standardlänge bei *Trematomus centronotus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

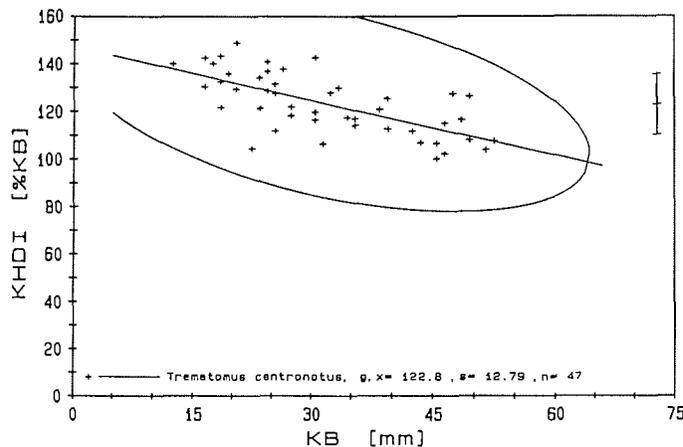


Abb. 3.2.11 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Kopfbreite bei *Trematomus centronotus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

in die in der Literatur gezeigten Bereiche ein (Tab. 7.7). Die oft größeren Spannweiten im vorliegenden Material sind wohl durch den größeren Umfang im Längenbereich der bearbeiteten Fische begründet.

T. centronotus ist die am auffälligsten gefärbte *Trematomus*-Art. Der Körper ist grünlich-braun mit vier bis fünf dunklen Querstreifen und vereinzelt weißen Tupfen. Die Dorsal- und Analflossen sind etwas dunkler als der Körper, die DI hat einen schwarzen Fleck im distalen Teil. Die Ventralen sind intensiv gelb gefärbt, die Caudale ist weiß und gelbbraun gebändert. Am Kopf gibt es besonders auffällige weiße Punkte und senkrecht verlaufende, kurze Streifen.

Die Körperform ist relativ gedrungen. Der Kopf nimmt etwa 30% der Standardlänge ein, die Werte sind invers mit dieser korreliert. Die Kopfbreite beträgt 20,6%SL und nimmt mit der Fischlänge zu. Auch die Körperhöhe (25,1%SL) ist mit der SL positiv korreliert (Abb. 3.2.10), jedoch nicht so stark wie die Kopfbreite. Der Kompressionsfaktor (im Mittel 1,2) nimmt daher mit der Länge ab (Abb. 3.2.11). Der Kopf wird also bei größeren Fischen fülliger und kürzer. Insgesamt wirkt der Kopf etwas eckig. Die relativ großen Augen (9,6%SL oder 32,4%HL) liegen in einem Winkel, der vom Schädeldach und von der Schnauze gebildet wird. Die Präorbitallänge ist dadurch verhältnismäßig klein (7,5%SL). Das Maul ist endständig. Die Maxillaren sind 11,3%SL (38%HL) lang und mit einer Reihe starker, konischer Zähne besetzt. Die Augen liegen eng zusammen (IOB=2,8%SL oder 9,4%HL) und sind nach oben ausgerichtet. Von der

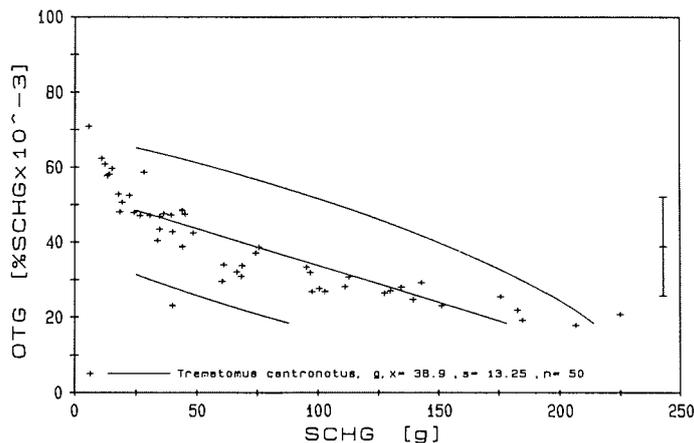


Abb. 3.2.12 : Abhängigkeit des relativen Otolithengewichts vom Schlachtgewicht bei *Trematomus centronotus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

Kopfbreite macht der Augenabstand nur 13,6% aus. Der Schwanzstiel ist mit 6,8%SL nicht sehr kräftig ausgebildet. In Bezug zur Körperhöhe macht er 27,3% aus. Die Poren der sensorischen Kanäle am Kopf sind recht klein. Nur in der oberen Seitenlinie finden sich 28 bis 37 Tubulärschuppen, die untere ist frei davon. Die Schuppen am Körper sind relativ groß und robust und wurden durch die Fangprozeduren nur wenig beschädigt. Auch die Knochen sind stark ausgebildet und verkalkt. EASTMAN & DEVRIES (1982) geben ein Aschegewicht von 1,28% des Frischgewichts für das Skelett an. Die Otolithen sind außerordentlich groß (OTL=3,0%SL) und schwer. Das OTG beträgt $39,0 \cdot 10^{-3}$ % vom Schlachtgewicht und ist negativ mit diesem korreliert (Abb. 3.2.12). Die Darmlänge beträgt 50% der SL.

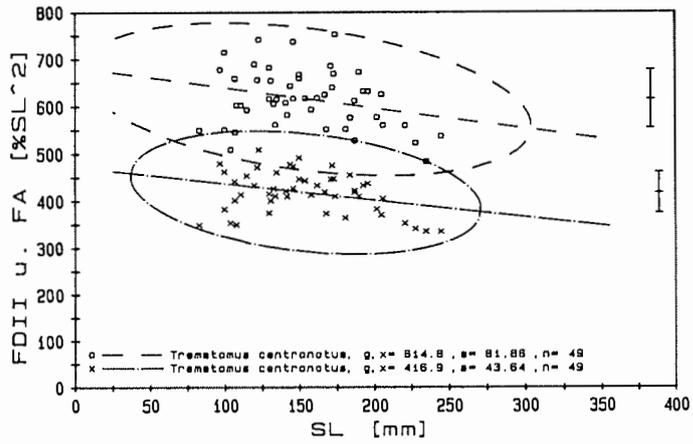


Abb. 3.2.13 : Abhängigkeit der relativen Flossenflächen FDII (o) und FA (x) von der Standardlänge bei *Trematomus centronotus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

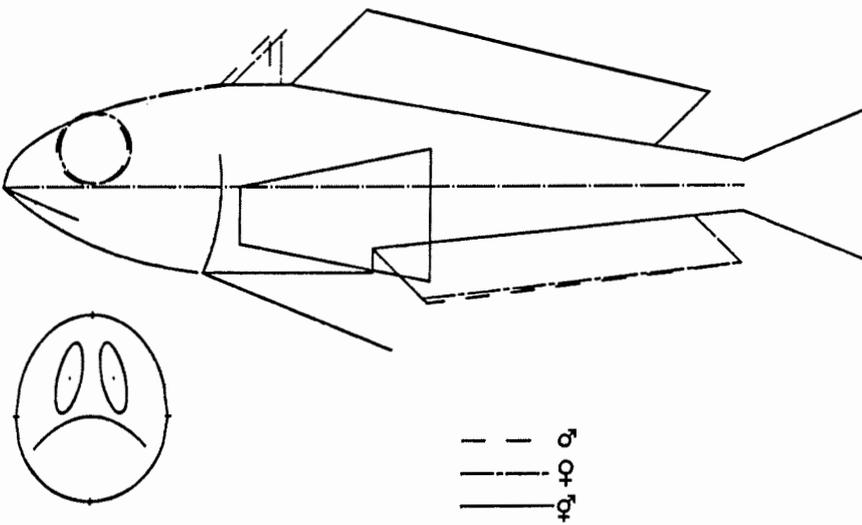


Abb. 3.2.14 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Trematomus centronotus*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.7. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Soweit sich geschlechtsspezifische Unterschiede feststellen ließen, sind für oo und ++ getrennte Umrise gezeichnet worden.

T. centronotus besitzt sehr robuste Flossen. Die Strahlen der DI sind sehr solide Stacheln (Länge 10,4%SL), die von Anale und Ventrale sind zwar Weichstrahlen, aber sehr dick und fest und dienen dem Fisch als Stelzen, auf denen er sehr hoch über dem Boden steht (Aquarienbeobachtung). Die Länge der Ventralen beträgt 27,7%SL, negativ korreliert mit der Größe. Die Höhe der Analen ist 10,1%SL im vorderen und 9,1 im hinteren Bereich. DII und C sind nicht so kräftig ausgebildet. Die Länge der Dorsalen ist 14,4%SL im cranialen und 10,2% im caudalen Bereich. Bei einer Länge von 25,9%SL und einer Basisbreite von 10,7%SL fällt die Pectoralflosse relativ klein aus. Der Wert nimmt jedoch mit der Fischlänge zu. Besonders hoch ist die Fläche der DII mit 615 mm² für einen 100mm Fisch. Die Fläche der Analen liegt mit 417 mm² im mittleren Bereich der zehn untersuchten Arten. Beide Größen sind invers mit der SL korreliert (Abb. 3.2.13). Dadurch ist auch das Verhältnis der Flossenflächen zueinander mit 1,5 relativ hoch. Alle Flossen sind in ihrer Form mehr oder weniger stark abgerundet. Die Kiemenreusendornen sind mit einer Länge von 1,3%SL eher kurz zu nennen. Auf dem oberen Ast findet man 6 bis 10, auf dem unteren 12 bis 17 von ihnen.

3.2.1.6. *Trematomus eulepidotus* REGAN, 1914 (Abb. 3.2.19)

Vier Exemplare aus dem Material der Britischen Antarktis-Expedition "Terra Nova" bildeten die Grundlage für die Artbeschreibung durch REGAN (1914a). Die Art taucht weiterhin im Bericht von WAITE (1916) über die Australische Antarktis-Expedition und bei NORMAN (1938) auf. Neuere Arbeiten sind die von GOSSE (1961) über die Belgische Expedition von 1961, JAKUBOWSKI (1970), der das Seitenlinienorgan beschreibt, und OJEDA (1986) mit Angaben über den Verdauungstrakt. Während ANT III und ANT V wurden insgesamt 1231 Exemplare in den Bodenschleppnetzen gefangen. Davon gingen 172 in die morphologischen Untersuchungen ein. Tab. 7.8 gibt einen Vergleich zwischen den Literaturdaten von REGAN (1914a) und NORMAN (1938) mit den eigenen Messungen und zeigt, daß sich die früheren Daten gut in die Bereiche der eigenen Werte einfügen. Die Schwankungen in den neu erstellten Messungen sind teilweise erheblich höher als bei REGAN und NORMAN. Das ist auf den wesentlich größeren Längenbereich zurückzuführen, der hier abgedeckt wurde.

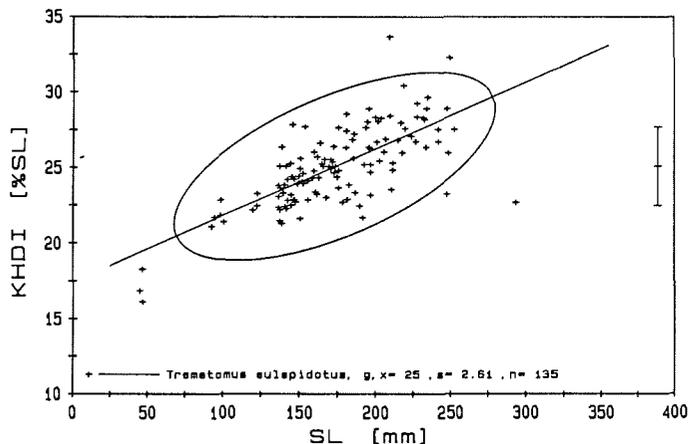


Abb. 3.2.15 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Standardlänge bei *Trematomus eulepidotus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

Die Färbung des Körpers ist blaß- bis dunkelbraun mit dunklen Flecken und Streifen, die teilweise netzartig oder schachbrettartig zusammenhängen. Die Bauchseite ist wesentlich heller als der Rücken bis hin zu einem leicht silbrigen Aussehen. Die Flossen sind einheitlich braungrau gefärbt. Die DII hat oft etwas dunklere, die Caudale helle Querstreifen. Das Maul ist innen hell.

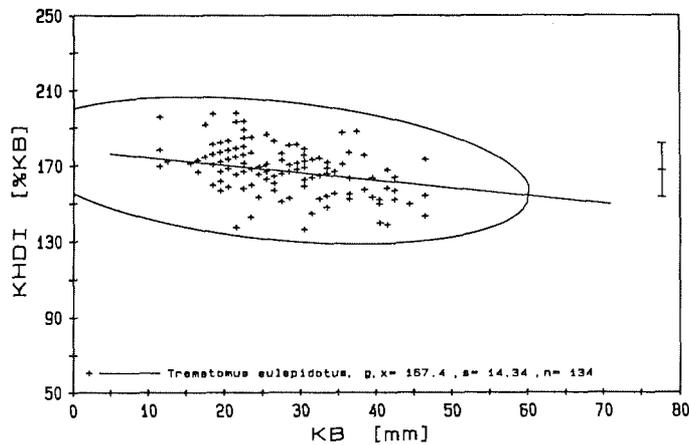


Abb. 3.2.16 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Kopfbreite bei *Trematomus eulepidotus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

In den Körperproportionen ist *T. eulepidotus* relativ schlank mit einer Körperhöhe von 25,1%SL (Abb. 3.2.15) und einer Stärke des Schwanzstiels von 7,2%SL. Die Kopfbreite ist jedoch sehr gering (15,1%SL), dadurch ergibt sich ein hoher Kompressionsfaktor von 1,67 (Abb. 3.2.16). Die Kopflänge liegt mit 27,7%SL wiederum im mittleren Bereich. Der Kopf ist etwas asymmetrisch durch ein oberständiges Maul, was sich im Verhältnis der Körperhöhe oberhalb und unterhalb der Mittellinie bemerkbar macht: KH_{om} zu KH_{um} beträgt im Mittel 0,72. Die Werte streuen sehr, da hier Magenfüllung und Gonadenreife bei den Weibchen mit eingehen. Die Maxillaren zeigen schräg nach

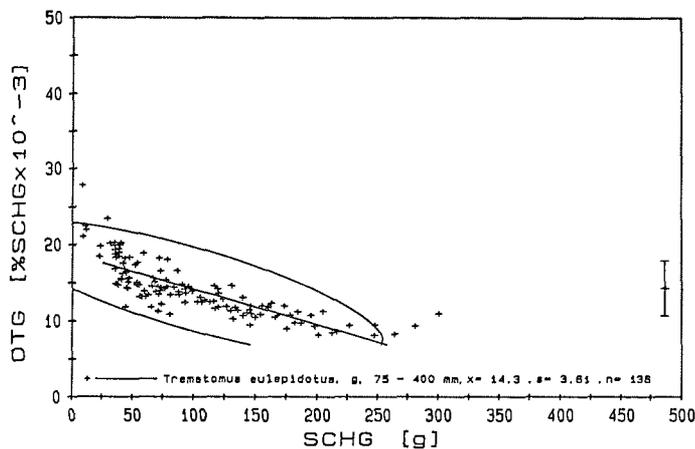


Abb. 3.2.17 : Abhängigkeit des relativen Otolithengewichts vom Schlachtgewicht bei *Trematomus eulepidotus*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

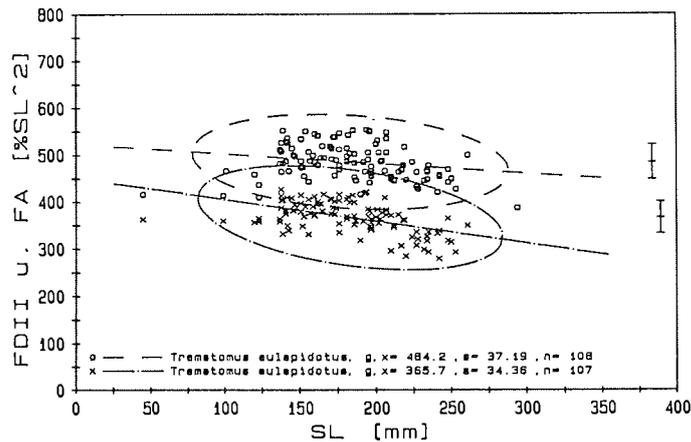


Abb. 3.2.18 : Abhängigkeit der relativen Flossenflächen FDII (o) und FA (x) von der Standardlänge bei *Trematomus eulepidotus*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

unten, ihre Länge beträgt 10,8%SL (39,1%HL) und ist positiv mit der SL korreliert. Ober- und Unterkiefer sind mit mehreren Reihen kleiner, villiformer Zähne besetzt. Die Augen sind seitlich ausgerichtet, ihr Durchmesser nimmt mit zunehmender Fischlänge ab, im Mittel beträgt er 9,6%SL (34,6%HL); ein relativ hoher Wert. Der Abstand der Augen ist 5,6%SL oder 20,1%HL, das sind 37,1% der Kopfbreite, ein mittlerer Wert innerhalb der untersuchten Arten. Die Präorbitallänge ist bei dieser Art wesentlich kürzer als der Augendurchmesser. Mit 6,5%SL beträgt er etwa zwei Drittel des letzteren. Die Poren der sensorischen Kanäle am Kopf sind relativ klein, aber deutlich ausgebildet. Beide Seitenlinien sind mit Tubulärschuppen besetzt. Die obere mit 41 bis 52,

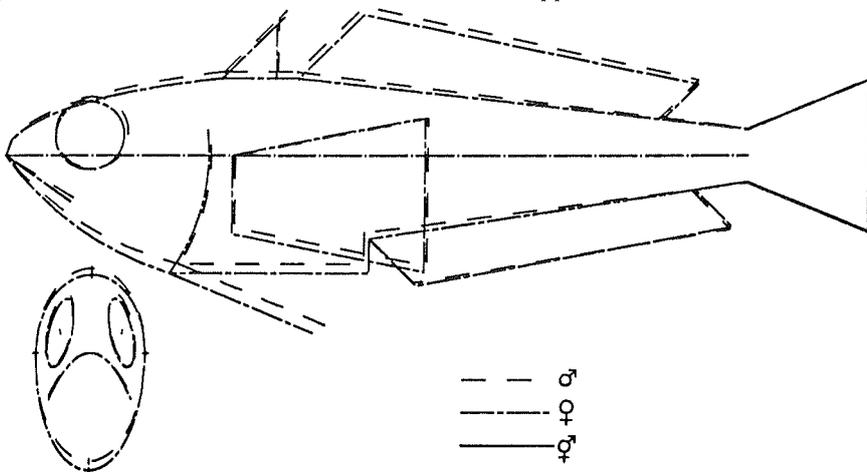


Abb. 3.2.19 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Trematomus eulepidotus*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.8. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Soweit sich geschlechtsspezifische Unterschiede bei den Merkmalen feststellen ließen, sind für oo und ++ getrennte Umrisse gezeichnet worden.

die untere mit 0 bis 24. Beidesmal ist die Anzahl positiv korreliert mit der Fischlänge. Auffallend ist die besonders dichte Beschuppung der Kopfoberseite, wo die Schuppen nicht glatt am Kopf anliegen, sondern schräg von der Haut abstehen. Das Otolithengewicht beträgt $14,4 \cdot 10^{-3}\%$ vom Schlachtgewicht und ist invers mit diesem korreliert (Abb. 3.2.17). Auch Otolithenlänge und -höhe sind negativ von der Größe abhängig, im Mittel betragen sie 2,0 und 1,5% der SL. Die Darmlänge wurde mit 50%SL bestimmt.

Die Flossen von *T. eulepidotus* sind sehr leicht gebaut. Es gibt keine Unterschiede im Aufbau von DII und A. Deren Flächen betragen 484 und 366 mm² (bezogen auf eine SL von 100mm (Abb. 3.2.18), das ergibt ein Verhältnis zueinander von 1,33, einem relativ niedrigen Wert. Die Ränder der beiden Flossen sind konkav eingebuchtet, die Flossenstrahlen sind besonders in der DII im cranialen Bereich mit 12,5%SL wesentlich länger als im caudalen mit 7,1%, in der Analen ist das Verhältnis 9,2% zu 7,3%. Die Pectoralflossen sind mit einer Länge von 26,6% und einer Basisbreite von 10,6% sehr groß, die Ventralen dagegen relativ kurz (21,7%SL) und schwach gebaut. Sie sind zum Abstützen am Boden nicht gut geeignet. Die Caudale ist gerade bis leicht konkav. Die Kiemenreusen sind mit einer Länge von 1,7%SL relativ lang, ihre Zahl schwankt zwischen 7 und 11 auf dem oberen und zwischen 11 und 19 auf dem unteren Ast.

3.2.1.7. *Trematomus lepidorhinus* (Pappenheim, 1911) (Abb. 3.2.24)

Das für die Beschreibung zugrunde liegende Material bestand aus 5 Exemplaren von der Gauss-Station aus dem Jahre 1902/03 (Kaiser Wilhelm II Land). Die Art taucht im weiteren nur noch bei KOROTKEVICH (1963), NORMAN (1938) und REGAN (1914b) auf. Die bisher gebräuchliche, morphologische Beschreibung beruht im Wesentlichen auf den acht Exemplaren, die in den Arbeiten bis einschließlich NORMAN (1938) beschrieben wurden. Während ANT III und ANT V wurden insgesamt 1549 Individuen dieser Art mit Bodennetzen im Weddellmeer gefangen, 188 davon wurden morphologisch bearbeitet. Die Literaturdaten fügen sich sehr gut in die eigenen Bereiche ein (Tab. 7.9). Bei einem der von PAPPENHEIM beschriebenen Exemplare (SL=161mm, DII=38) handelt es sich wahrscheinlich um *T. eulepidotus*. Damit würden auch alle DII-Daten in dem hier gefundenen Bereich liegen.

Die Färbung von *T. lepidorhinus* ist graubraun mit unregelmäßigen dunklen Querstreifen. Bauch- und Kehlbereich sind etwas heller, im Opercular- und Branchiostegalbereich oft mit einem blauschwarzen Schimmer. Die Flossen sind braun mit dunkelgrauen, schiefen Streifen. Die Mundhöhle ist schwarz. Die Poren der sensorischen Kanäle auf der Kopfoberseite sind bei einigen Exemplaren schwarz umrandet.

Die Körperform ist relativ schlank. Bei einer Körperhöhe von 22,1%SL (Abb. 3.2.20) beträgt die Höhe des Schwanzstiels 7,1%SL, das sind 30% der Körperhöhe. Der Körper ist seitlich zusammengereißt, das Verhältnis von Körperhöhe zu Kopfbreite (14,5%SL) ist mit 1,5 recht hoch (Abb. 3.2.21). Der Kopf ist mit 26,9%SL sehr kurz, er ist cranial leicht zugespitzt und hat ein endständiges Maul. Die Maxillaren stehen leicht schräg und sind mit einer Länge von 10,3%SL (38,2%HL) sehr kurz. Ober- und Unterkiefer sind mit vielen kleinen villiformen Zähnen besetzt. Die Augen sind seitlich ausgerichtet. Ihr Abstand beträgt 4,5%SL (32,9% der Kopfbreite). Ihr Durchmesser, im Mittel 8,9%SL (33,1%HL), nimmt mit zunehmender Länge ab und ist etwas größer als die Schnauzenlänge (7,0%SL oder 25,9%HL). Die Poren der sensorischen Kanäle sind an der Kopfoberseite gut ausgebildet, ebenso beide Seitenlinien. Die obere besitzt 36 bis 52 Tubulärschuppen, die untere 12 bis 35. Beide Werte sind positiv mit der Standardlänge korreliert. Der gesamte Kopf, sogar der Unterkiefer, ist dicht beschuppt. Die Otolithendimensionen sind negativ abhängig von der Fischlänge. Die Werte liegen im

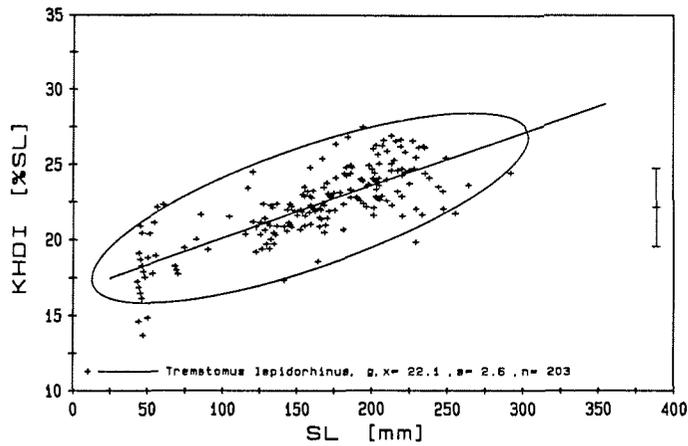


Abb. 3.2.20 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Standardlänge bei *Trematomus lepidorhinus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

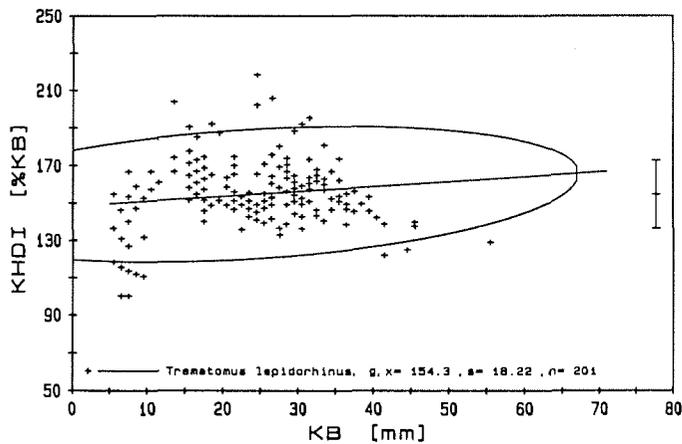


Abb. 3.2.21 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Kopfbreite bei *Trematomus lepidorhinus*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

mittleren Bereich der zehn untersuchten Arten (OTL=2,4%SL, OTH=1,6%SL). Ihr Gewicht macht $19,6 \cdot 10^{-3}$ % des Schlachtgewichts aus (Abb. 3.2.22).

T. lepidorhinus hat leicht gebaute Flossen. Die Ventralen sind relativ kurz (20,6%SL) und kaum verdickt. DII und A sind konkav ausgebuchtet und haben eine sehr ähnliche Flächenausdehnung, die DII mit 490 mm^2 , die A mit 428 mm^2 für einen 100mm Fisch (Abb. 3.2.23), das ergibt ein Verhältnis DII/A von 1,2. Beide Flossen sind im vorderen Bereich höher als im hinteren (DII 13,3 zu 6,2%SL, A 9,3 zu 7,4%SL). Die Pectoralflossen fallen mit einer Basisbreite von 8,5%SL und einer Länge von 25,6%SL ebenfalls sehr klein aus. Die Caudale ist gerade bis eingebuchtet. Die Länge der Kiemenreusendornen ist über den Größenbereich konstant 1,8%SL, die Zahl schwankt zwischen 6 und 12 auf dem oberen und 13 und 18 auf dem unteren Ast.

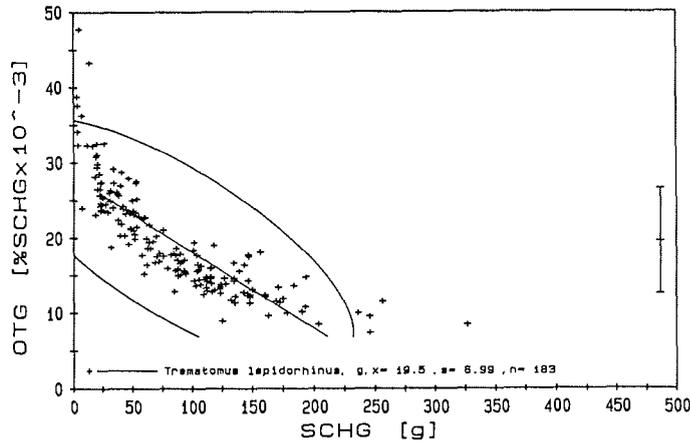


Abb. 3.2.22 : Abhängigkeit des relativen Otolithengewichts vom Schlachtgewicht bei *Trematomus lepidorhinus*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

3.2.1.8. *Trematomus loennbergii* REGAN, 1913 (Abb. 3.2.28)

Aus dem Material der Britischen Discovery Expedition (1901-04) und der Schwedischen Antarktis-Expedition beschrieb REGAN nach drei vorliegenden Exemplaren *T. loennbergii* als neue Art. Diese Erstbeschreibung konnte er mit Material der "Terra-Nova"-Expedition erweitern (REGAN, 1914b). Die Art taucht dann in der Literatur bei WAITE (1916) und schließlich bei NORMAN (1938) noch einmal auf, die jedoch keine zusätzlichen Informationen über die Morphologie bieten. Erst bei DEWITT & TYLER (1960) und EASTMAN (1983) sind zusätzliche Daten zu finden. Während ANT III

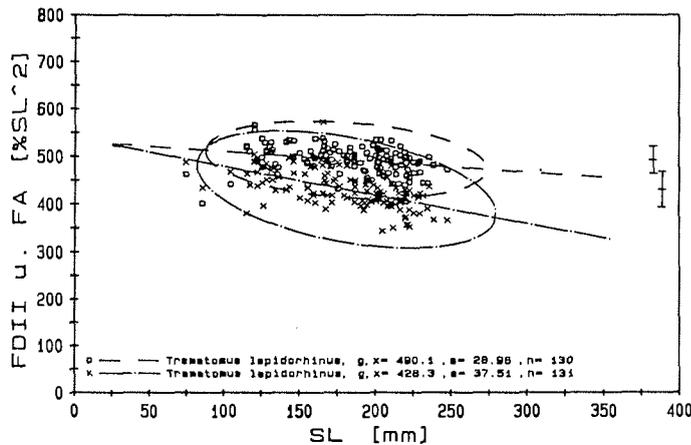


Abb. 3.2.23 : Abhängigkeit der relativen Flossenflächen FDII (o) und FA (x) von der Standardlänge bei *Trematomus lepidorhinus*. Nähere Hinweise siehe Abb. 3.2.1.

wurden insgesamt 177 Exemplare in Boden-Schleppnetzen gefangen, davon wurden 84 morphologisch bearbeitet. Die Wertebereiche meiner Fische aus dem Weddellmeer decken sich sehr gut mit den Literaturdaten aus der Ross-See (Tab. 7.10).

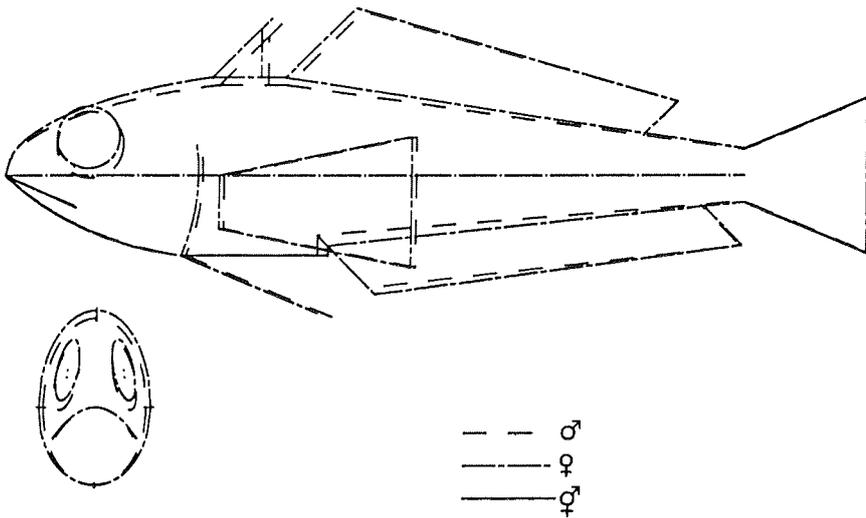


Abb. 3.2.24 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Trematomus lepidorhinus*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.9. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Soweit sich geschlechtsspezifische Unterschiede bei den Merkmalen feststellen ließen, sind für oo und ++ getrennte Umrise gezeichnet worden.

Der Körper ist braun gefärbt mit unregelmäßigen dunkelbraunen Querstreifen. Die Farbe der Flossen ist dunkelgrau bis blauschwarz. Operculum und Bran

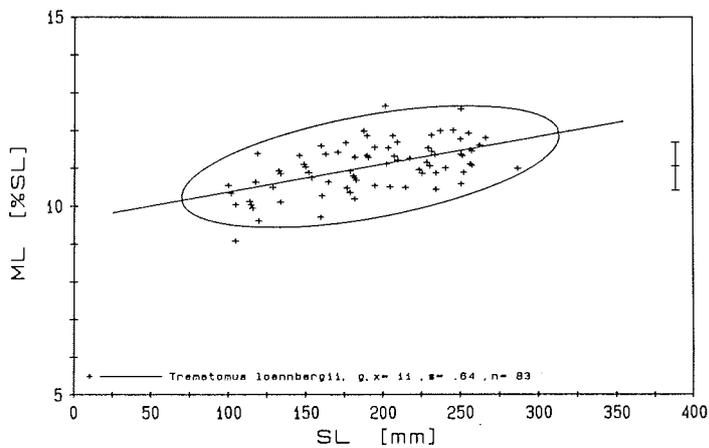


Abb. 3.2.25 : Abhängigkeit der relativen Maxillarlänge von der Standardlänge bei *Trematomus loennbergii*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

chiostegalbereich sind bei vielen Exemplaren leuchtend stahlblau gefärbt. Die Mundhöhle, die Innenseite des Kiemendeckels und die Leibeshöhle sind schwarz.

Durch die sehr kurze Schnauze (6,8%SL, 25,5%HL), die wesentlich kürzer als der Augendurchmesser (8,7%SL, 32,8%HL) ist, wirkt der Kopf mit 26,5%SL sehr gedrun-gen und rundlich. Die Maxillarlänge ist dagegen mit 11,1%SL (41,7%HL) sehr lang und nimmt mit der SL noch leicht zu (Abb. 3.2.25). Das Maul ist endständig, Ober- und Unterkiefer sind leicht schräg ausgerichtet und mit kleinen villiformen Zähnen gleich-mäßig besetzt. Die Augen sind seitlich bis leicht nach oben ausgerichtet. Die Interorbi-talbreite beträgt 5,1%SL, das entspricht 30,8% der Kopfbreite. Der Körper ist seitlich zusammengedrückt. Die Körperhöhe nimmt bei einem mittleren Wert von 23,2%SL mit der SL zu (Abb. 3.2.26) und ergibt mit einer Kopfbreite von 16,6% einen mittleren

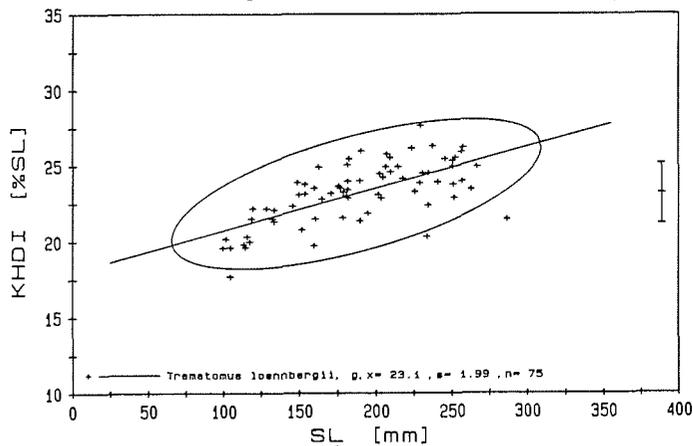


Abb. 3.2.26 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Standardlänge bei *Trematomus loennbergii*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

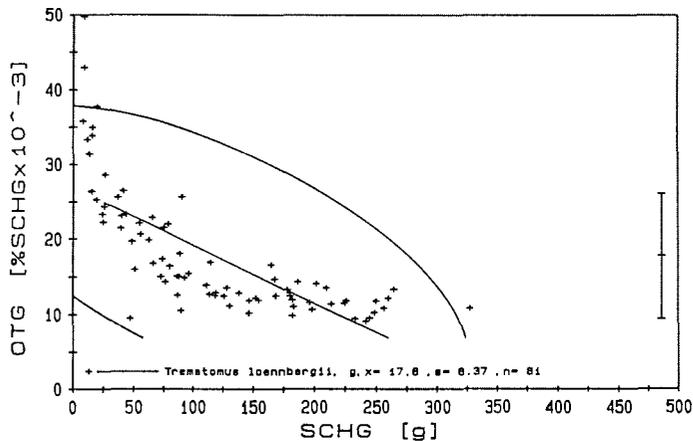


Abb. 3.2.27 : Abhängigkeit des relativen Otolithengewichts vom Schlachtgewicht bei *Trematomus loennbergii*. Erläuterung siehe Abb. 3.2.1.

Kompressionsfaktor von 1,4. Der Schwanzstiel ist mit 7,1%SL oder 30,5% der Körperhöhe ähnlich schlank wie bei *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*. Die Poren der sensorischen Kanäle am Kopf sind bei dieser Art besonders groß ausgebildet. Bei großen

Fischen können sie 2-3 mm Durchmesser erreichen. Beide Seitenlinien sind mit Tubulärschuppen besetzt. In der oberen befinden sich 36 bis 56, in der unteren 10 bis 27. Die Knochen sind nicht sehr stark verkalkt. Das Aschegewicht des Skeletts liegt nach EASTMAN & DEVRIES (1982) bei 0,76% des Frischgewichts. Das Otolithengewicht liegt mit $17,8 \cdot 10^{-3}$ % vom Schlachtgewicht im mittleren Bereich und ist invers mit dem SCHG korreliert (Abb. 3.2.27). Die Otolithen sind in ihrer Form relativ kompakt. Ihre Länge und Breite ist mit 2,1 und 1,4%SL für das Gewicht sehr kurz.

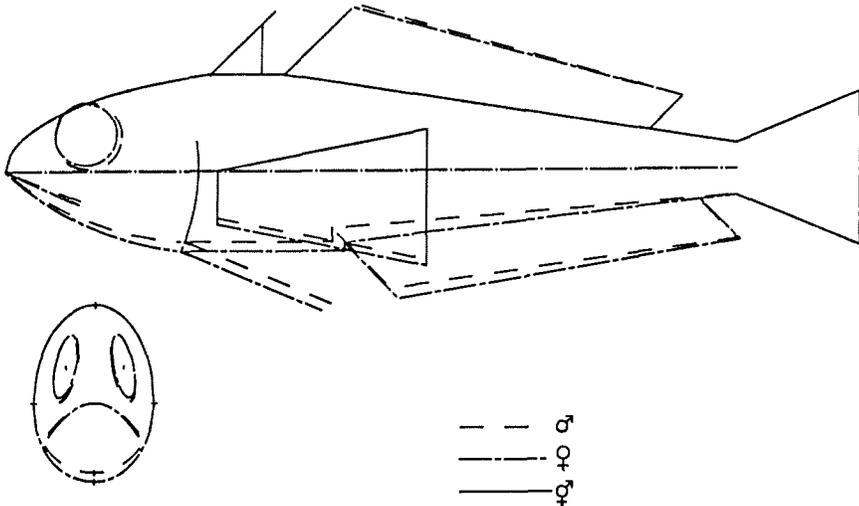


Abb. 3.2.28 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Trematomus loennbergii*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.10. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Soweit sich geschlechtsspezifische Unterschiede bei einzelnen Merkmalen feststellen ließen, sind für oo und ++ getrennte Umrisse gezeichnet worden.

Die Flossen sind dünn und von der Fläche her nicht sehr groß. DII (498 mm^2 , bezogen auf 100 mm SL) und A (456 mm^2) sind fast gleichgroß (Verhältnis $DII/A=1,1$) und liegen in ihrer Gesamtfläche im mittleren Bereich. Die Pectoralflossen sind relativ lang ausgezogen mit $28,5\%SL$, haben jedoch eine schmale Basis von nur $9,9\%SL$. Die Ventralen ($21,2\%SL$) sind relativ kurz und schmal. Die Caudale ist gerade bis konkav eingebuchtet. Auf dem ersten Kiemenbogen sitzen zwischen 6 und 9 Reusendornen auf dem oberen und 12 bis 16 auf dem unteren Ast. Ihre Länge liegt im Bereich des Kiemenbogengelenks bei $1,3\%SL$.

3.2.1.9. *Trematomus nicolai* (BOULENGER, 1902) (Abb. 3.2.30)

Die Art wurde von BOULENGER auf der Basis von fünf Exemplaren aus dem "Southern Cross" Material zuerst unter der Gattung *Notothenia* beschrieben. REGAN stellte sie 1913 in die Gattung *Trematomus*. In neuerer Zeit wurde die Art erst wieder von ANDRIASHEV (1959), DEWITT & TYLER (1960), EASTMAN (1983) und EVERSON (1969) morphologisch bearbeitet. Während ANT III und ANT V wurden insgesamt 22 Exemplare gefangen, 19 davon wurden morphologisch untersucht. In Tab. 7.11 sind die berechneten Körperproportionen aufgelistet und den Literaturangaben

gegenübergestellt. Die von BOULENGER ermittelten Körpermaße passen in die gefundenen Wertebereiche. Die Angaben von WAITE (1916) wurden nicht berücksichtigt, da es sich nach ANDRIASHEV (1978) dabei um *T. tokarevi* handelte. EVERSON's (1969)

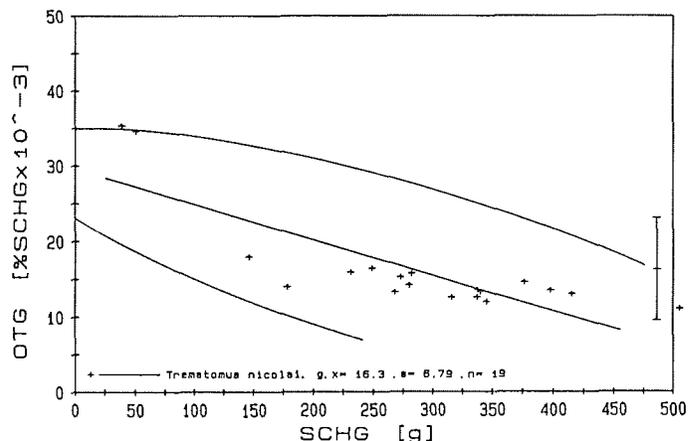


Abb. 3.2.29 : Abhängigkeit des relativen Otolithengewichts vom Schlachtgewicht bei *Trematomus nicolai*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

Werte liegen in oder knapp außerhalb der Grenzbereiche, was auf die mit 70mm sehr kleine SL des untersuchten Exemplars zurückführbar ist. Die meristischen Werte stimmen sehr gut überein.

T. nicolai ist braun bis rötlichbraun gefärbt mit etwas dunkleren Flecken und Streifen am Körper. Die Flossen sind dunkelgrau bis schwarz, an der Basis teilweise etwas heller. Am Kopf, besonders an der Kopfoberseite, und auf den hellen Flossenpartien befinden sich viele kleine schwarze Flecken. Die Mundhöhle ist leicht geschwärzt.

Der Körper ist plump und dick gebaut. Der Kopf ist lang (30,2%SL) und sehr breit (20,7%SL). Bei einer Körperhöhe von 26,0%SL beträgt der Kompressionsfaktor etwa 1,3. Der Schwanzstiel macht etwa 30% der Körperhöhe aus (7,7%SL). Der Kopf ist insgesamt sehr rund mit einem oberständigen Maul. Die Kiefer zeigen relativ steil nach oben. Ihre Länge beträgt 13,8%SL (45,7%HL) und ist positiv von der Fischlänge abhängig. Beide Kiefer sind mit relativ großen Zähnen besetzt. Die Augen sind schräg nach oben ausgerichtet. Ihr Durchmesser (9,4%SL, 31,1%HL) ist negativ mit der Fischlänge korreliert. Ihr Abstand ist mit 3,3%SL sehr gering, das entspricht etwa 16% der Kopfbreite, ein ausgesprochen niedriger Wert. Die Schnauze ist um einiges kürzer als der Augendurchmesser (7,9%SL). Die Art hat gut ausgebildete Seitenlinien mit 33 bis 43 Tubulärschuppen in der oberen und 3 bis 22 in der unteren. Die Poren der sensorischen Kanäle am Kopf sind jedoch recht klein. Die Knochen sind stark verkalkt. Nach EASTMAN & DEVRIES (1982) beträgt das Aschegewicht des Skeletts 1,85% des Frischgewichts. Die Otolithen sind mittelmäßig groß. Mit einer Länge von 2,2%SL und einer Höhe von 1,6%SL beträgt ihr Gewicht $16,3 \cdot 10^{-3}$ % vom Schlachtgewicht (Abb. 3.2.29).

Mit einer Fläche von 700 mm^2 (bezogen auf 100mm SL) besitzt die Art die größte DII unter den zehn untersuchten Arten. Gleichzeitig ist die A mit 390 mm^2 sehr klein, woraus sich wiederum das höchste Flossenverhältnis DII/A von 1,8 ergibt. Während die

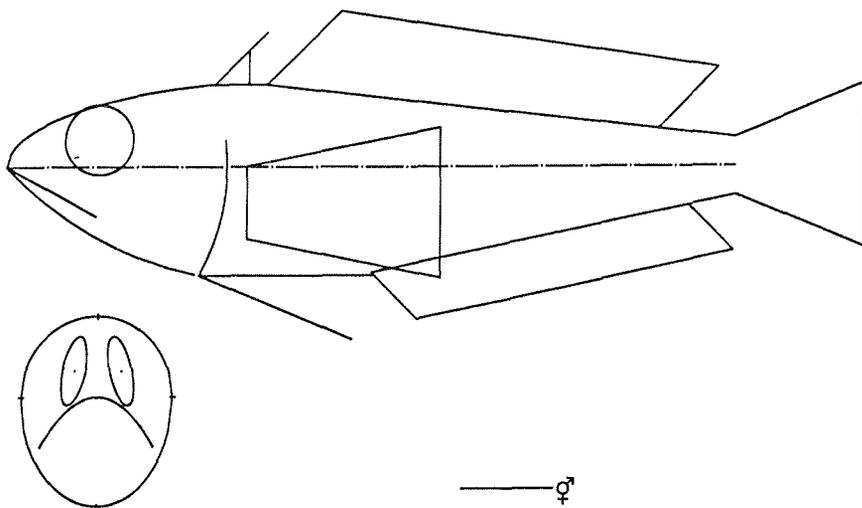


Abb. 3.2.30 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Trematomus nicolai*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.11. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Nur bei einem Merkmal (HDIIh) wurden geschlechtsspezifische Unterschiede festgestellt. Die Umrisse wurden daher nur für die Gesamtmittelwerte gezeichnet.

Flossenstrahlen in der DII zum Schwanz hin etwas kürzer werden (von 14,3 nach 11,8%SL), ist die A sehr gerade geschnitten (9,0 und 8,8%SL). Sowohl die Pectoralen als auch die Ventralen sind sehr kräftig gebaut mit breiten Basen. Die P haben eine Länge von 26,5%SL und eine Basisbreite von 11,3%SL, die Ventralen sind 22,7%SL lang und an der Basis etwa 4,4%SL breit. Die letzteren dienen dem Fisch, zusammen mit der Analen, als Stützen am Boden. Alle Flossen sind sehr stark gerundet. Die Kiemenreusen sind im Vergleich zu den anderen Arten mit 1,9%SL recht lang. Auf dem oberen Kiemenbogenast findet man 7 bis 10, auf dem unteren 14 bis 18.

3.2.1.10. *Trematomus scotti* (BOULENGER, 1907) (Abb. 3.2.38)

Von BOULENGER (1907) anhand von einem Exemplar als *Notothenia scotti* beschrieben, wurde die Art später von REGAN (1914b) anhand eines größeren Materialumfangs ausführlicher bearbeitet und zur Gattung *Trematomus* gestellt. Die Art taucht in neuerer Zeit regelmäßig in der Literatur auf (ANDRIASHEV, 1959; DEWITT & TYLER, 1960; NORMAN, 1938; TARGETT, 1981) und gehört zu den besser untersuchten dieser Gruppe. Während ANT III und ANT V wurden insgesamt 1816 Exemplare gefangen, 122 davon wurden morphologisch bearbeitet. Die mittleren Körperproportionen und die Spannweiten sind in Tab. 3.2.12 den aus der Literatur bekannten Werten gegenübergestellt. Die Übereinstimmung ist sehr gut.

Der Fisch ist am ganzen Körper grünlich bis braun gefärbt mit unregelmäßigen dunklen Querstreifen. Die Flossen sind hell mit gelber Grundfarbe und hellbraunen Flecken und Querstreifen. Die DI hat einen schwarzen Fleck, die caudalen Bereiche von DII und A sind ebenfalls schwarz. Die Mundhöhle ist hell.

T. scotti ist eine sehr kleine Art, es wurden Standardlängen von maximal 145mm gefunden. Der Fisch wirkt recht zierlich. Die Körperhöhe beträgt nur 21,7%SL (Abb. 3.2.31). Bei einer Kopfbreite von ebenfalls nur 15,3%SL ergibt sich ein Kompressionsfaktor von 1,4, der mit der SL abnimmt. Der Schwanzstiel ist relativ stark gebaut. Er beträgt 7,8%SL oder 36% der Körperhöhe. Der Kopf ist mit 29,2%SL sehr lang. Er läuft nach vorne ziemlich spitz zu und endet in einem endständigen Maul. Die Maxillaren sind fast horizontal ausgerichtet und haben eine Länge von 9,8%SL (33,4%HL). Sie sind mit einer Reihe sehr kleiner, konischer Zähne besetzt. Die Schnauze ist wesentlich kürzer als der Augendurchmesser, 7,4 zu 10,0%SL. Die Augen sind schräg nach oben ausgerichtet. Mit 2,6%SL hat *T. scotti* die schmalste Interorbitalbreite der untersuchten Arten. Sie macht nur 17% der Kopfbreite aus. Die Poren der sensorischen

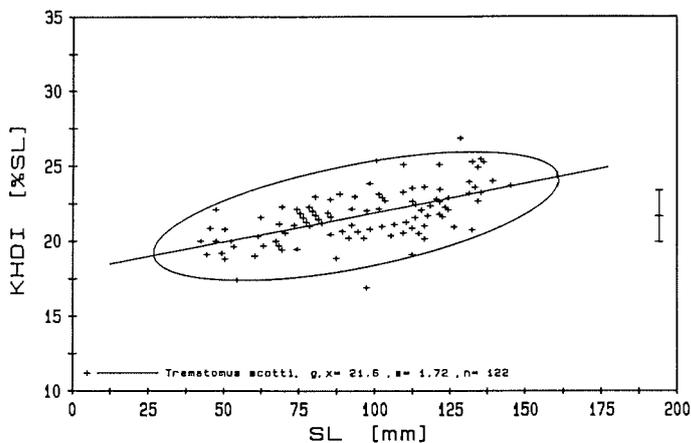


Abb. 3.2.31 : Abhängigkeit der relativen Körperhöhe von der Standardlänge bei *Trematomus scotti*. Nähere Erklärungen siehe Abb. 3.2.1.

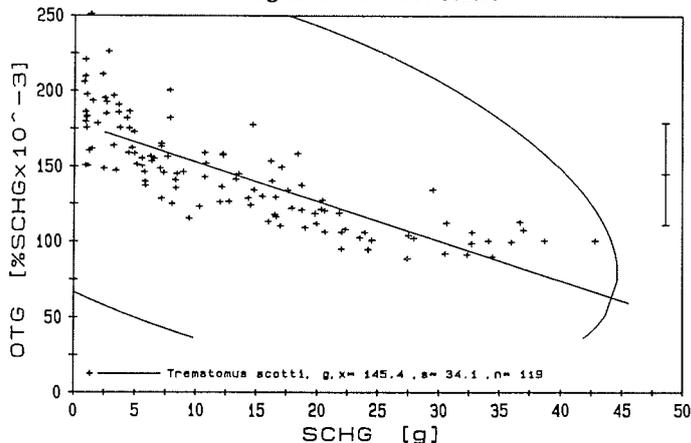


Abb. 3.2.32 : Abhängigkeit des relativen Otolithengewichts vom Schlachtgewicht bei *Trematomus scotti*. Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

Kanäle auf der Kopfoberseite sind sehr klein, nur am Unterkiefer sind sie groß und weit. Von den Seitenlinien ist nur die obere mit Tubulärschuppen besetzt (10 bis 18).

Bei dieser Art finden wir die stärkste Verkalkung von Knochen und Otolithen. Das Otolithengewicht beträgt $145,4 \cdot 10^{-3}\%$ vom Schlachtgewicht (Abb. 3.2.32). Die Otolithenlänge ist mit $4,0\%SL$ ebenfalls die höchste unter den zehn Arten und nimmt mit

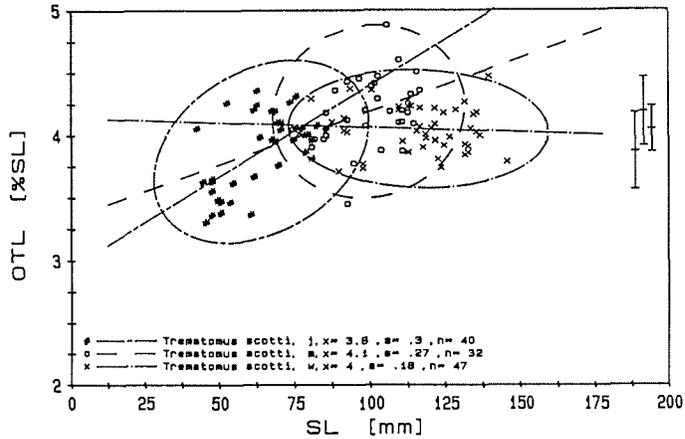


Abb. 3.2.33 : Abhängigkeit der relativen Otolithenlänge von der Standardlänge bei *Trematomus scotti*, getrennt dargestellt nach juv., oo und ++. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

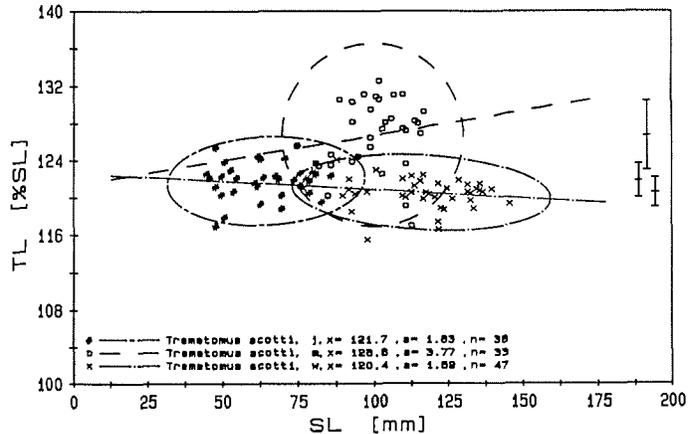


Abb. 3.2.34 : Abhängigkeit der relativen Totallänge von der Standardlänge bei *Trematomus scotti*, hier als Maß für die Caudalflossenlänge, getrennt dargestellt für juv., oo und ++. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

zunehmender Fischlänge sogar noch zu (Abb. 3.2.33). Die Darmlänge wurde mit 53% der Standardlänge berechnet.

Die Flossen sind insgesamt recht leicht gebaut. Nur die Ventralen sind etwas verstärkt und dienen dem Fisch als Stützen. Sie haben eine Länge von $25,0\%SL$ und sind invers mit der Fischlänge korreliert. Die Pectoralen sind sehr kurz ($23,5\%SL$) und haben eine relativ schmale Basis von $7,7\%SL$. Bei den anderen Flossen finden wir einen gut ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus. Während juvenile Tiere und Weibchen kurze Flossenstrahlen in C ($20,6\%SL$), DII (hinterer Bereich $11,0\%SL$) und A (hinterer Bereich $9,7\%SL$) haben, sind die Strahlen bei geschlechtsreifen Männchen wesentlich verlängert

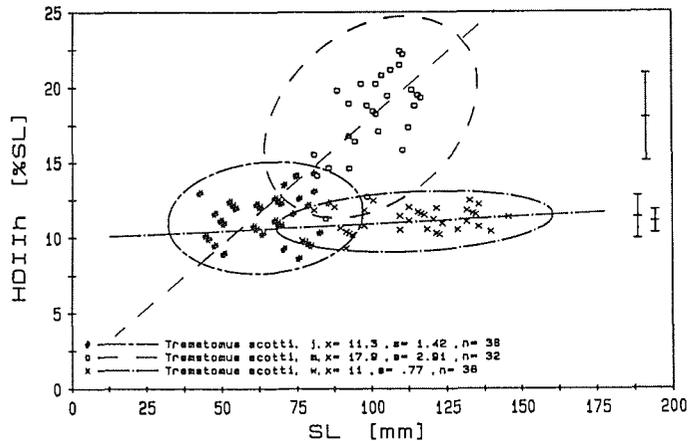


Abb. 3.2.35 : Abhängigkeit der relativen Länge der hinteren DII-Flossenstrahlen von der Standardlänge bei *Trematomus scotti*, getrennt dargestellt für juv., oo und ++. Zusätzliche Erklärungen siehe Abb. 3.2.1.

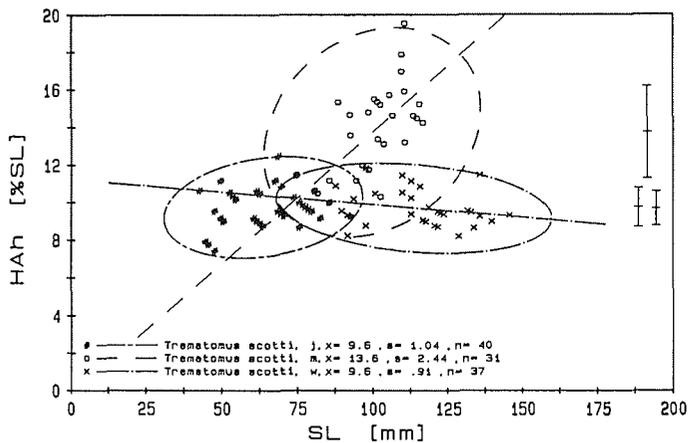


Abb. 3.2.36 : Abhängigkeit der relativen Länge der hinteren Anal-Flossenstrahlen von der Standardlänge bei *Trematomus scotti*, getrennt dargestellt nach juv., oo und ++. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 3.2.1.

(Abb. 3.2.34-36). Die Meßwerte betragen für die Caudale 26,6%SL und für die entsprechenden Bereiche der DII und A 18,0 und 13,7%SL. Bei der Dorsalen und Analen sind dabei die Strahlen nur im letzten Drittel so lang ausgezogen. Dies macht sich natürlich auch in der Flossenfläche bemerkbar. Die DII der Männchen hat eine Fläche von 768 mm² (für einen 100mm Fisch), die der Weibchen 595 mm². Bei der Analen verhält es sich ähnlich, 520 mm² bei den Männchen, 433 mm² bei den Weibchen. Das Verhältnis der Flossenflächen zueinander ist dann für die Männchen 1,5 und 1,4 für die Weibchen. Insgesamt nimmt es mit der Standardlänge zu (Abb. 3.2.37). Die Kiemenreusendornen sind sehr kurz (1,1%SL), man findet 5 bis 8 auf dem oberen und 11 bis 16 auf dem unteren Ast des Kiemenbogens.

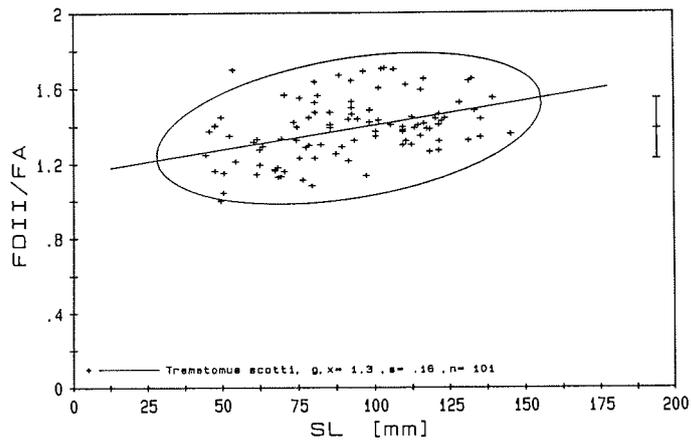


Abb. 3.2.37 : Abhängigkeit des Verhältnisses FDI/FA von der Standardlänge bei *Trematomus scotti*, dargestellt für das Gesamtmaterial. Weitere Erklärungen siehe Abb. 3.2.1.

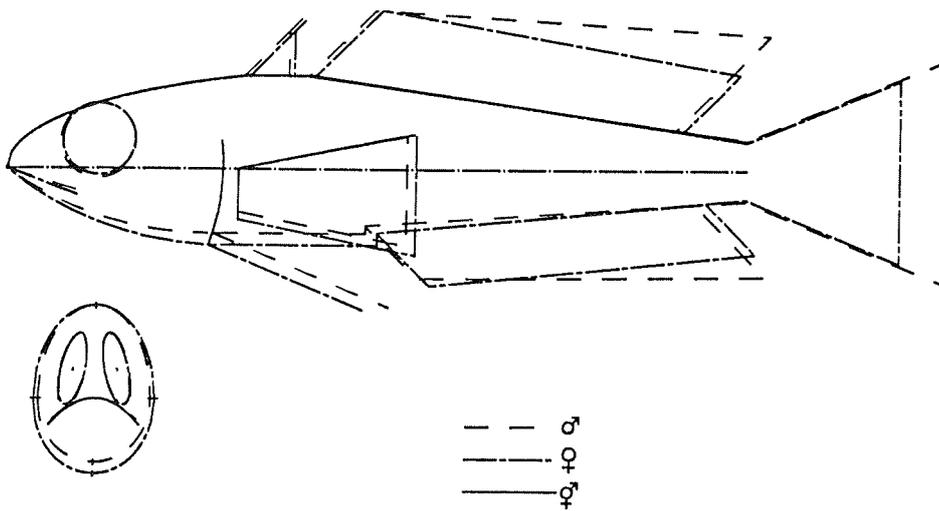


Abb. 3.2.38 : Darstellung der morphometrischen Proportionen bei *Trematomus scotti*, konstruiert nach den prozentualen Mittelwerten der Merkmale aus Tab. 7.12. Die Mittellinie (=SL) entspricht 100%. Für die geschlechtsspezifischen Merkmale wurden getrennte Umrisse gezeichnet.

3.2.2. Ökologische Klassifizierung der Arten nach ausgewählten Meßgrößen

Anhand der in Kapitel 3.2.1. dargestellten Ergebnisse der morphometrischen Messungen sollen die Arten nun nach den in 2.5. ausgewiesenen, ökologisch relevanten Merkmalen klassifiziert werden. Die Arten werden nach ihren mittleren Werten im jeweiligen Merkmal geordnet und es werden ihnen entsprechende Ränge zugewiesen, der niedrigste (1) für pelagisch, der höchste (10) für benthisch. In den Tabellen sind die Fischartnamen wie folgt abgekürzt: *Aethotaxis mitopteryx* (A.m.), *Pagothenia bernacchii* (P.b.), *P. borchgrevinki* (P.bo.), *P. hansonii* (P.h.), *Trematomus centronotus* (T.c.), *T. eulepidotus* (T.e.), *T. lepidorhinus* (T.l.), *T. loennbergii* (T.lo.), *T. nicolai* (T.n.), *T. scotti* (T.s.).

3.2.2.1. Die Merkmale im Einzelnen

- Kompressionsfaktor KH/KB

Hochrückige Fische haben nach ALEXANDER (1967) und MAHON (1984) einen höheren Strömungswiderstand und besitzen eine niedrigere Manövrierfähigkeit als spindelförmige. Den Einfluß des Strömungswiderstands können wir bei den hier untersuchten Arten vernachlässigen, da es sich um relativ langsame Schwimmer handelt. Die Manövrierfähigkeit spielt jedoch eine große Rolle. Benthische Arten benötigen eine größere Körperflexibilität als pelagische. Ein Verhältnis der Körperhöhe zur -breite, das gegen 1 geht, wird daher als benthisch betrachtet im Gegensatz zu einem Verhältnis »1.

Die mittleren Kompressionsfaktoren als KHDI/KB sind für die zehn Arten in Tab. 3.2.1 aufgeführt. Mit Hilfe des t-Tests lassen sie sich in vier signifikant unterschiedliche Gruppen trennen. Die höchsten Werte um 1,6 finden wir bei *T. eulepi*

Tab. 3.2.1: Mittlere Werte \bar{x} für den Kompressionsfaktor, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
10	P.h.	1,11	0,13	16	2,147	28
8	P.b.	1,21	0,11	14	=	
8	T.c.	1,21	0,12	39	=	
8	T.n.	1,24	0,12	18	6,211	91
4,5	T.lo.	1,41	0,10	75	=	
4,5	T.s.	1,43	0,12	121	=	
4,5	P.bo.	1,45	0,11	3	=	
4,5	A.m.	1,46	0,08	21	3,706	110
2	T.l.	1,54	0,18	201	7,056	333
1	T.e.	1,67	0,14	134		

dotus und *T. lepidorhinus*, denen damit die niedrigsten Rangzahlen zugeordnet werden. Den niedrigsten Wert mit 1,1 und damit die höchste Rangzahl finden wir bei *P. hansonii*. Niedrige Werte um 1,2 haben auch *P. bernacchii*, *T. centronotus* und *T. nicolai*. Die Arten *A. mitopteryx*, *P. borchgrevinki*, *T. loennbergii* und *T. scotti* liegen mit einem Wert von 1,4 genau dazwischen.

- Relative Körperhöhe KH

Ähnlich wie für den Kompressionsfaktor gilt auch für die relative Körperhöhe eine Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit, der der Fisch ausgesetzt ist. Freischwimmende Arten reduzieren die Körperhöhe und streben eine langgestreckte Körperform an. Wenn benthische Fische keinen großen Strömungen ausgesetzt sind, ist bei ihnen eine große Körperhöhe möglich. Diese wird daher an dieser Stelle als benthisch eingestuft.

Tab. 3.2.2: Mittlere Werte \bar{x} für die relative Körperhöhe, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. Weitere Erklärungen siehe Tab. 3.2.1.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
1	A.m.	19,20	0,91	21	9,766	71
2	T.s.	21,67	1,73	122	4,737	138
5	T.l.	22,73	2,12	176	=	
5	T.lo.	23,16	1,99	75	=	
5	P.bo.	23,45	0,72	3	=	
5	P.h.	23,78	1,47	17	=	
5	T.e.	23,95	3,57	164	2,861	105
9	T.c.	25,06	1,85	47	=	
9	T.n.	25,98	2,86	19	=	
9	P.b.	26,92	2,54	14	=	

Die mittleren Werte für KHDI sind in Tab. 3.2.2 aufgelistet. Es lassen sich vier Gruppen signifikant unterscheiden. Die höchsten Werte mit 25,1 bis 26,9 %SL haben die Arten *T. centronotus*, *T. nicolai* und *P. bernacchii*, denen damit die höchsten Ränge zukommen. Den niedrigsten Wert mit 19,2 % und damit den niedrigsten Rang hat *A. mitopteryx*. *T. scotti* hat ebenfalls einen recht niedrigen Wert mit 21,7 %SL.

- Maulstellung

Die Maulstellung gibt Aufschluß darüber, wo die Fische ihre Nahrung suchen und finden. Als Maß wird das Verhältnis der Körperhöhe oberhalb und unterhalb der Mittellinie herangezogen. Ein Verhältnis $KHoM / KHuM < 1$ zeigt ein oberständiges Maul an und weist auf Beutesuche im Pelagial oder an der Wasseroberfläche hin. Ein Verhältnis > 1 weist auf eine Nahrungssuche am Boden hin.

Tab. 3.2.3a gibt eine Übersicht über die gefundenen Mittelwerte. Es können nur drei Gruppen signifikant unterschieden werden. Da besonders die Körperhöhe unterhalb der Mittellinie vom Magenfüllungsgrad und der Reife abhängig ist, wird als unterstützendes Merkmal der Parameter $KHoM$ hinzugezogen. Diese Ergebnisse sind in Tab. 3.2.3b aufgeführt. Es lassen sich dabei vier Gruppen unterscheiden. *A. mitopteryx*, *P. borchgrevinki*, *T. eulepidotus* und *T. nicolai* haben in beiden Merkmalen die niedrigsten Werte und dementsprechend niedrige Ränge. Dabei lassen sich die vier Arten über das Merkmal $KHoM$ noch einmal in zwei Gruppen trennen. Die anderen sechs Arten liegen mit den $KHoM/KHuM$ -Werten über 1, *T. scotti* läßt sich hier mit einem Wert von 1,42 noch von den anderen trennen und hat den höchsten Rang. Bei der $KHoM$ -Bewertung ergibt sich eine etwas andere Gruppierung. Die höchsten Ränge fallen hier an *P. bernacchii* und *T. centronotus*.

Tab. 3.2.3a: Mittlere Werte \bar{x} für den das Verhältnis KHoM/KHuM, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
2,5	P.bo.	0,55	0,07	3	=	
2,5	T.e.	0,72	0,17	92	=	
2,5	T.n.	0,76	0,13	14	=	
2,5	A.m.	0,77	0,21	21	4,690	30
7	P.h.	1,12	0,18	11	=	
7	P.b.	1,15	0,15	7	=	
7	T.c.	1,21	0,20	45	=	
7	T.l.	1,23	0,32	127	=	
7	T.lo.	1,30	0,25	59	2,435	79
10	T.s.	1,42	0,37	100		

Tab. 3.2.3b: Mittlere Werte \bar{x} für das Merkmal KHoM, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
1,5	A.m.	8,26	1,46	21	=	
1,5	P.bo.	8,57	0,65	3	5,804	113
3,5	T.e.	10,80	1,86	94	=	
3,5	T.n.	11,03	1,21	15	2,666	24
6	P.h.	12,20	0,94	11	=	
6	T.l.	12,54	1,93	127	=	
6	T.s.	12,68	1,68	101	2,214	158
8	T.lo.	13,27	1,53	59	2,141	102
9,5	T.c.	13,89	1,37	45	=	
9,5	P.b.	14,10	1,12	7		

- Augengröße, -form und -position OL,IOB

Die Augengröße bei Fischen entspricht in erster Linie den Lichtverhältnissen in ihrem Lebensraum. Sekundär ist sie damit tiefenabhängig und läßt sich bis zu einem gewissen Grad für die Klassifizierung (benthisch/pelagisch) heranziehen. Tiefstehende und räuberische Arten haben nach ANDRIASHEV (1945, zit. nach VOSKOBOINIKOVA, 1980) größere Augen als Fische in der oberen photischen Zone. Ein weiteres Klassifizierungsmerkmal ist der Interorbitalabstand im Verhältnis zur Kopfbreite. Bei pelagischen Fischen sitzen die Augen so weit wie möglich seitlich, bei benthischen sind sie nach oben gerichtet.

Tab. 3.2.4a zeigt die mittleren Werte der Augendurchmesser, bei dem sich fünf Gruppen unterscheiden lassen. Die kleinsten Augen findet man bei *A. mitopteryx* und den *Pagothenia*-Arten mit 7,3 bis 8,11 %SL. *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* folgen mit 8,7%, dann kommen mit 9,4 bis 10,0 % die restlichen Arten *T. nicolai*, *T. centronotus*, *T. eulepidotus* und *T. scotti*, die damit in der Klassifizierung am tiefsten stehen.

Tab. 3.2.4a: Mittlere Werte \bar{x} für den Augendurchmesser OL, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
2	P.h.	7,25	0,58	17	=	
2	A.m.	7,34	0,58	21	=	
2	P.bo.	7,47	0,37	3	3,835	63
4	P.b.	8,11	0,55	13	2,861	95
5,5	T.lo.	8,70	0,71	84	=	
5,5	T.l.	8,94	1,16	216	3,918	101
8	T.n.	9,39	0,61	19	=	
8	T.e.	9,58	0,67	42	=	
8	T.c.	9,63	0,77	50	3,043	168
10	T.s.	10,01	0,73	120		

Tab. 3.2.4b: Mittlere Werte \bar{x} für den Interorbitalabstand IOB, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
10	T.c.	13,61	2,21	51	4,020	69
8,5	T.n.	15,97	2,11	19	=	
8,5	T.s.	16,99	3,63	121	5,113	133
6,5	P.b.	22,17	3,18	14	=	
6,5	P.h.	23,80	3,62	17	7,478	99
4,5	T.lo.	30,85	3,53	84	-	
4,5	T.l.	31,57	6,00	210	8,736	348
3	T.e.	37,10	5,49	140	14,67	80
1,5	P.bo.	46,48	6,93	3	=	
1,5	A.m.	50,02	3,43	21		

Bei der Interorbitalbreite lassen sich sieben Gruppen unterscheiden (Tab. 3.2.4b). *A. mitopteryx* und *P. borchgrevinki* haben die am weitesten auseinanderstehenden Augen mit 50,0 und 46,5 % KB und erhalten die niedrigsten Ränge. *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* liegen mit 34,8 bis 30,9 % ebenfalls noch recht hoch. Ausgesprochen niedrige Werte finden wir bei *T. scotti*, *T. nicolai* und *T. centronotus* mit 17,0 bis 13,6 %KB.

- Schwanzstieldicke KHS

Um aus dem Stand heraus beschleunigen zu können, brauchen Fische einen starken Schwanzstiel. Wir finden daher bei benthischen Fischen einen dickeren Schwanzstiel als bei pelagischen, die diesen aus hydrodynamischen Gründen so weit wie möglich reduzieren. Bei den hier untersuchten Arten sind die Unterschiede sehr gering. Für sieben von zehn Arten liegen die Werte bei 6,8 bis 7,3 %SL. Lediglich drei Arten lassen sich von dieser Gruppe trennen. *P. borchgrevinki* besitzt den stärksten Schwanzstiel mit 8,4%, für *T. nicolai* und *T. scotti* liegen die Werte bei 7,8%. Tab. 3.2.5 gibt eine Übersicht über die gefundenen Werte.

Tab. 3.2.5: Mittlere Werte \bar{x} für die Schwanzstielstärke, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
4	T.c.	6,83	0,39	50		
4	P.b.	6,88	0,40	13	=	
4	A.m.	6,97	0,23	21	=	
4	T.lo.	7,06	0,57	83	=	
4	T.l.	7,09	0,55	216	=	
4	P.h.	7,13	0,43	18	=	
4	T.e.	7,25	0,46	140	4,257	157
9	T.n.	7,72	0,38	19	=	
9	T.s.	7,79	0,54	122	=	
9	P.bo.	8,40	0,21	3	=	

- Otolithengewicht OTG

Die notothenioiden Fische besitzen keine Schwimmblase. Um sich im Pelagial über längere Zeit aufhalten zu können, müssen sie Strategien entwickeln ihren Auftrieb zu erhöhen. Eine Möglichkeit ist die Reduzierung von Kalkeinlagerungen in Knochen und Otolithen. Das Otolithengewicht in % des Schlachtgewichts dient hier als Klassifizierungsmerkmal für diese Anpassung. Den niedrigsten Wert und damit auch den niedrigsten Rang hat mit Abstand *P. borchgrevinki*. Sieben Arten liegen relativ dicht beieinander und lassen sich nicht signifikant voneinander trennen. *T. centronotus* hat mit $39,0 \cdot 10^{-3}\%$ recht schwere Otolithen und belegt Rang 9. Die mit großem Abstand schwersten Otolithen besitzt jedoch *T. scotti* mit $145,4 \cdot 10^{-3}\%$ SCHG. Gefundene Mittelwerte und Ränge sind in Tab. 3.2.6 aufgeführt.

Tab. 3.2.6: Mittlere Werte \bar{x} für das Otolithengewicht, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
1	P.bo.	8,91	0,40	3		
5	T.e.	14,40	3,60	136	-	
5	P.b.	15,90	7,30	11	=	
5	P.h.	16,20	9,20	16	=	
5	T.n.	16,30	6,80	19	=	
5	T.lo.	17,80	8,40	81	=	
5	T.l.	19,60	7,00	183	=	
5	A.m.	21,10	4,90	14	7,810	31
9	T.c.	39,00	13,30	50	29,16	84
10	T.s.	145,4	34,10	119		

- Pectoralflossenfläche PFL \times BBP

Die Fläche der Pectoralflosse wurde nicht direkt gemessen. Als Maß für die Größe diente hier das Produkt aus der Länge und der Breite der Basis. Eine breite, kräftige Basis deutet auf den Gebrauch als Paddel hin. Benthische Arten zeichnen sich durch

ein hohes Produkt der beiden Größen aus. Pelagische Arten nutzen die Pectoralflossen hydrodynamisch als Höhenruder. Dafür sind auch kurze, schmale Flossen ausreichend wirksam.

Tab. 3.2.7: Mittlere Werte \bar{x} für die Pectoralflossenfläche PFLxBBP, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
1,5	T.s.	182,8	21,64	83	=	
1,5	A.m.	191,7	13,09	8	13,44	121
3	T.l.	238,8	21,62	40	3,993	56
5	T.e.	266,3	51,52	74	=	
5	T.c.	278,0	21,08	37	=	
5	P.b.	278,3	-	1	2,693	65
8,5	T.lo.	293,7	25,51	30	=	
8,5	P.bo.	302,2	21,7	2	=	
8,5	T.n.	307,9	21,17	16	=	
8,5	P.h.	325,7	31,85	6	=	

Tab. 3.2.7 gibt die Mittelwerte der Messungen wieder. Es lassen sich vier Gruppen signifikant unterscheiden, wobei die Arten mit einem $n < 10$ nicht in den t-Test eingebracht wurden. *A. mitopteryx*, *P. bernacchii*, *P. borchgrevinki* und *P. hansonii* wurden subjektiv die Ränge zugeordnet. Die niedrigsten Werte $< 200 \text{ mm}^2$ finden wir bei *A. mitopteryx* und *T. scotti*. Im mittleren Bereich liegen *T. lepidorhinus* mit 240 mm^2 und *T. eulepidotus*, *T. centronotus* und *P. bernacchii* mit 265 bis 280 mm^2 . Die höchsten Werte mit z.T. weit über 300 mm^2 haben *T. loennbergii*, *P. borchgrevinki*, *T. nicolai* und *P. hansonii*.

- Dorsal- und Analflossen FDII, FA, FDII/FA

Bei freischwimmenden Arten findet man von der Fläche her möglichst kleine Flossen, da sie nur Stabilisierungsfunktion haben. Die Flächen der DII und A sind sich daher auch relativ ähnlich, um dem Körper eine dorsoventrale Symmetrie zu geben. Benthische Fische benutzen die DII häufig noch zur Fortbewegung. Mit undulierenden Bewegungen der DII erreichen sie eine sehr gute Manövrierfähigkeit. Als Klassifizierungsmerkmal dienen hier die Fläche der DII und das Verhältnis der Flächen von DII zu A, das für pelagische Arten möglichst gegen 1 gehen sollte.

Der Vergleich der DII-Flächen ist in Tab. 3.2.8a aufgeführt. Es lassen sich fünf Gruppen signifikant trennen. Die niedrigsten Werte und Ränge fallen an *A. mitopteryx*, *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii*. Die *Pagothenia*-Arten haben mit bis zu 570 mm^2 relativ große Dorsalflossen, ebenso *T. scotti* und *T. centronotus*. Die größte DII finden wir bei *T. nicolai* mit 700 mm^2 .

Beim Verhältnis der DII zu A haben wir eine leicht veränderte Reihenfolge (Tab. 3.2.8b). Die niedrigsten Werte gehen hier an *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* mit $\approx 1,1$. Es folgt *A. mitopteryx* mit 1,23, dem im Rang *P. borchgrevinki* zugeordnet wird. *T. eulepidotus*, *T. scotti* und *T. centonotus* belegen mit Werten von 1,3 bis 1,5 mittlere Ränge. Hohe Werte mit 1,6 bis 1,8 sind in der siebten Gruppe bei *P. hansonii*, *P. bernacchii* und *T. nicolai* zu finden, die damit die höchsten Ränge bekommen.

Tab. 3.2.8a: Mittlere Werte \bar{x} für die Dorsalflossenflächen, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
1	A.m.	467,7	25,5	21	2,494	63
3	T.e.	484,8	36,9	106	=	
3	T.l.	489,5	29,6	131	=	
3	T.lo.	498,1	29,4	76	3,347	43
5	P.bo.	522,3	27,3	2	=	
6,5	P.b.	560,6	60,9	11	=	
6,5	P.h.	570,8	39,4	15	2,042	49
8,5	T.s.	594,9	38,0	36	=	
8,5	T.c.	614,8	61,9	49	5,083	63
10	T.n.	700,0	44,4	16		

Tab. 3.2.8b: Mittlere Werte \bar{x} für das Flächenverhältnis DII/A , Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
1	T.lo.	1,10	0,08	74	3,959	201
2	T.l.	1,15	0,09	129	5,222	74
3,5	A.m.	1,23	0,06	21	=	
3,5	P.bo.	1,27	0,11	2	5,917	62
5	T.e.	1,33	0,10	104	2,608	102
6	T.s.	1,38	0,16	101	4,274	74
7	T.c.	1,48	0,12	49	4,165	62
9	P.h.	1,62	0,09	15	=	
9	P.b.	1,70	0,25	11	=	
9	T.n.	1,80	0,15	16		

- Ventralflossen VFL

Kräftig entwickelte Ventralflossen, sowohl von der Länge als auch von der Stärke her, dienen benthischen Fischen als Stützen am Boden. Pelagische Arten haben dagegen relativ kurze und leicht gebaute Ventralen, die sie als Höhenruder einsetzen (GOSLINE, 1971).

Als meßbares Kriterium wurde hier die Flossenlänge benutzt (Tab. 3.2.9). Fünf Gruppen konnten unterschieden werden. Die kürzesten Flossen besitzen *P. borchgrevinki* und *T. lepidorhinus* mit etwa 20 %SL, gefolgt von *T. loennbergii* mit 21 %. Nur wenig höher liegen die Arten *T. eulepidotus*, *P. hansonii*, *T. nicolai* und *P. bernacchii* mit 22 bis 23,5 %. Etwas abgesetzt sind dann *T. scotti* mit 25 % und *T. centronotus* mit 27,7 %. *A. mitopteryx* mit seinen extrem langen Ventralen wurde hier nicht berücksichtigt. ANDRIASHEV (pers.Mittlg., zit. nach VOSKOBOINIKOVA, 1980) sieht in den langen Flossenstrahlen bei dieser Art eine Verbesserung des Strömungsprofils und damit eine Anpassung an die pelagische Lebensweise.

Tab. 3.2.9: Mittlere Werte \bar{x} für die Ventralflossenlänge, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
2	P.bo.	20,03	0,85	3	=	
2	T.l.	21,00	1,99	213	-	
2	T.lo.	21,18	1,60	83	2,555	221
5,5	T.e.	21,72	1,48	140	=	
5,5	P.h.	22,32	2,32	18	=	
5,5	T.n.	22,69	1,99	19	=	
5,5	P.b.	23,56	1,79	14	2,286	134
8	T.s.	24,95	2,19	122	8,818	86
9	T.c.	27,72	1,74	51		

- Seitenlinienorgan

Hier wurden die Ränge subjektiv vergeben. Kriterien waren die Lage und Ausbildung der sensorischen Poren am Kopf und die Ausbildung der Seitenlinien.

Sind die Poren am Unterkiefer wesentlich stärker ausgebildet als an der Kopfoberseite, so spricht dies für eine benthische Lebensweise. Eine gleichmäßige Ausbildung am ganzen Kopf deutet auf eine Lebensweise im freien Wasser hin. Die Ausbildung der Seitenlinien wurde anhand der Zahl der auftretenden Tubulärschuppen beurteilt.

Danach ergeben sich folgende Ränge bei der Beurteilung der sensorischen Poren am Kopf: *P. borchgrevinki* bekommt Rang 1, da die Poren an der Kopfoberseite wesentlich stärker ausgebildet sind als am Unterkiefer. Bei *A. mitopteryx*, *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* sind die Poren an Unterkiefer und Kopfoberseite gleich groß, das ergibt den mittleren Rang 3. Rang 6,5 geht an *P. bernacchii*, *T. centronotus*, *T. loennbergii* und *T. nicolai*, da die Poren am Unterkiefer etwas größer sind als am übrigen Kopf. Und *P. hansonii* und *T. scotti* belegen Rang 9,5, da diese Arten sehr große Poren am Unterkiefer besitzen.

Bei der Klassifizierung nach der Ausbildung der Seitenlinien ergeben sich folgende Ränge: *A. mitopteryx* (2), *T. lepidorhinus* (2), *T. loennbergii* (2), *T. eulepidotus* (4), *T. nicolai* (5), *P. hansonii* (6), *P. bernacchii* (7,5), *T. centronotus* (7,5), *T. scotti* (9) und *P. borchgrevinki* (10).

- Kiemenreusendornen KRDL

Die Länge der Kiemenreusendornen steht in Bezug zur Art der Nahrungsaufnahme. Findet man lange Reusendornen, so läßt dies auf eine filtrierende Nahrungssuche im freien Wasser schließen, bei Fisch- und Benthosfressern sind die Kiemenreusen wesentlich kürzer. *A. mitopteryx* hat mit 4,8%SL die längsten Reusenfortsätze und wird daher als pelagisch eingestuft. Die zweite Gruppe, *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. nicolai*, liegt mit Werten von 1,7 bis 1,9 % weit darunter. Die restlichen Arten liegen bei Werten von 1,1 bis 1,3 %. Die Mittelwerte und Ränge sind in Tab. 3.2.10 aufgeführt.

Tab. 3.2.10: Mittlere Werte \bar{x} für die Länge der Kiemenreusendornen, Standardabweichung s und Anzahl der untersuchten Tiere n für die zehn Arten und die entsprechenden Ränge. t und Freiheitsgrade f_t sind angegeben, wenn sich die Mittelwerte bei $\alpha=0,05$ signifikant unterscheiden.

Rang	Art	\bar{x}	s	n	t	f_t
6,5	T.s.	1,11	0,40	32	=	
6,5	T.c.	1,30	0,25	9	=	
6,5	P.h.	1,31	0,15	3	=	
6,5	T.lo.	1,34	0,32	29	5,479	24
3	T.e.	1,72	0,16	20	=	
3	T.l.	1,80	0,33	21	=	
3	T.n.	1,90	0,55	3	14,2	14
1	A.m.	4,84	0,57	8		

- Färbung

Hier muß die Rangfolge subjektiv festgelegt werden. Pelagische Arten sind monotoner und, abhängig von der Tiefe, in der Regel heller gefärbt als benthische, die in ihrer Farbgebung stark vom Substrat abhängen. *P. borchgrevinki* wird Rang 1 zugewiesen, da die Art hell silbern gefärbt ist mit nur sehr schwacher Fleckzeichnung. Ziemlich monoton, aber dunkler, folgen *T. loennbergii* und *A. mitopteryx*, die jeweils den Rang 2,5 erhalten. *T. eulepidotus* ist etwas mehr gefleckt, hat aber eine relativ helle Bauchseite und wird daher in Rang 4 eingestuft. Es folgt *T. lepidorhinus*, dessen Bauch dunkler ist, mit Rang 5. Rang 7,5 haben *P. bernacchii*, *P. hansonii*, *T. scottii* und *T. nicolai*, die zwar dunkel, aber doch auffälliger gefärbt sind als die vorherigen. Die am auffälligsten gefärbte Art ist *T. centronotus*. Ihr wird daher Rang 10 zugewiesen.

3.2.2.2. Die Klassifizierung der Arten

Die den Arten in den einzelnen Merkmalen zugeordneten Ränge sollen nun zusammenfassend ausgewertet werden. Zwei Methoden sollen dabei angewandt werden: 1. Das arithmetische Mittel aus den 16 Einzelrängen wird für jede Art gebildet; 2. Die Arten werden mit Hilfe einer Clusteranalyse geordnet und auf Gleichheit geprüft.

Nach der Berechnung des arithmetischen Mittels ergibt sich die in Tab. 3.2.11 aufgeführte Reihenfolge. Die Art mit dem niedrigsten Durchschnitts-Rang (von 2,4) ist *A. mitopteryx*. Sie hat alles in allem den für eine pelagische Lebensweise am besten angepaßten Körper. Niedrige Ränge besonders in der Körperhöhe, Kiemenreusenlänge, Fläche von DII und P, Interorbitalbreite und Körperhöhe-obenhalb-der-Mittellinie klassifizieren sie als pelagisch. Es folgen drei Arten, die in ihrem mittleren Rang sehr dicht zusammenliegen: *P. borchgrevinki* (3,9), *T. lepidorhinus* (3,9) und *T. eulepidotus* (4,0). Etwas abgesetzt von dieser Gruppe, jedoch noch recht ähnlich, ist *T. loennbergii* (4,7). Diese vier Arten sind deutlich an die pelagische Lebensweise angepaßt, was sich in den niedrigen Rängen beim Otolithengewicht, der Färbung, Kompressionsfaktor, Flossenfläche, Seitenlinienorgan und Interorbitalbreite zeigt. Sie sind aber mit gewissen benthischen Merkmalen behaftet, was man an sehr hohen Rängen in Merkmalen wie Schwanzstiel und Pectoralflossengröße ablesen kann. Auffällig ist dies besonders bei *P. borchgrevinki*, die in drei Merkmalen sogar Ränge von 8,5 bis 10 belegt. Zwischen *T. loennbergii* und der nächsten Gruppe gibt es einen größeren Abstand. *P. hansonii*, *P. bernacchii* und *T. nicolai* haben mittlere Ränge von 6,5 bis 6,8. Es überwiegen ganz

Tab. 3.2.11: Durchschnittliche Ränge der einzelnen Fischarten in Bezug auf ihre Lebensweise. Ein niedriger Rang weist auf Anpassungen ans Pelagial hin, ein hoher auf Anpassung ans Benthos.

<i>Aethotaxis mitopteryx</i>	2,43	pelagisch	
<i>Pagothenia borchgrevinki</i>	3,87	↑	
<i>Trematomus lepidorhinus</i>	3,88		
<i>Trematomus eulepidotus</i>	4,03		
<i>Trematomus loennbergii</i>	4,72		
<i>Pagothenia hansonii</i>	6,53		
<i>Pagothenia bernacchii</i>	6,70		
<i>Trematomus nicolai</i>	6,78		
<i>Trematomus scotti</i>	7,28		
<i>Trematomus centronotus</i>	7,78		benthisch

eindeutig die benthischen Merkmale. Nur in wenigen Fällen gibt es niedrige Ränge. *T. nicolai* fällt mit der oberständigen Maulstellung auf, die durch niedrige Werte bei den Merkmalen KHoM/KHuM und KHoM angezeigt werden. Die *Pagothenia*-Arten weisen niedrige Ränge in der Schwanzstielstärke und dem Augendurchmesser auf. An neunter Stelle in dieser Reihenfolge liegt *T. scotti* mit einem Durchschnittsrang von 7,3. Nur bei KHoM/KHuM und der Kiemenreusenlänge belegt die Art außergewöhnlich niedrige, ansonsten durchweg hohe Ränge. Ähnlich ist es bei *T. centronotus*, die mit einem Rang von 7,8 ebenfalls nur zwei außergewöhnlich niedrige Ränge (Körperhöhe und Pectoralflossengröße) hat. Die anderen Ränge liegen alle sehr hoch. Sie ist demnach am weitesten an die benthische Lebensweise angepaßt.

Bei einer Clusteranalyse werden die Arten auf Grund ihrer Rangbelegungen verglichen. Ähnliche Ränge ergeben eine geringe Distanz und führen zu einer engen Bindung im Dendrogramm (Abb. 3.2.49). Es kann jedoch keine zusätzlichen Wertungskriterien für

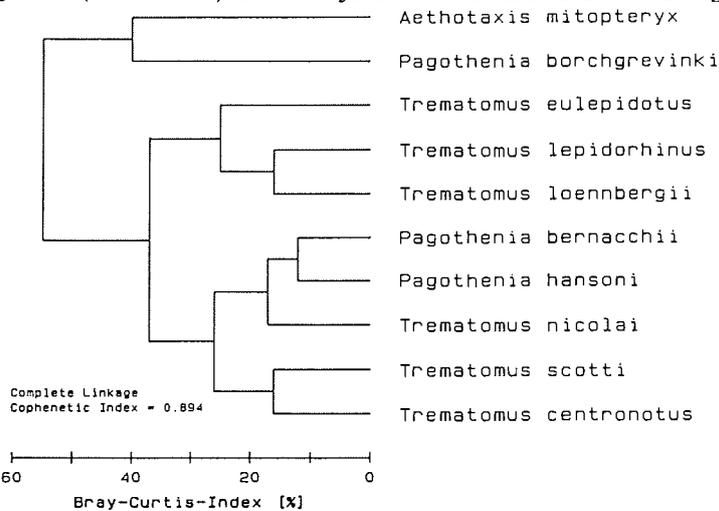


Abb. 3.2.49 : Gruppierung der untersuchten Fischarten nach der Ähnlichkeit in ihren Rangbelegungen. Dendrogramm der Clusteranalyse.

die Klassifizierung in benthisch oder pelagisch geben. Sie unterstützt die Gruppierungen, die sich aus der Berechnung der mittleren Ränge ergeben haben und hilft die gefundenen Ergebnisse zu interpretieren.

Deutlich abgesetzt von den anderen Arten sind *Aethotaxis mitopteryx* und *Pagothenia borchgrevinki*. Zwar hat *P. borchgrevinki* einen ähnlichen durchschnittlichen Rang wie *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*, die einzelnen Rangbelegungen scheinen jedoch sehr voneinander abzuweichen. Dadurch fällt *P. borchgrevinki* aus dieser Gruppe heraus und wird enger an *A. mitopteryx* gruppiert.

Bei der zweiten Gruppe verschieben sich die Abstände zwischen den Arten nur sehr wenig beim Vergleich der beiden Methoden. *T. loennbergii*, die bei den Mittelwerten etwas weiter von *T. lepidorhinus* entfernt ist als *T. eulepidotus*, bildet hier mit *T. lepidorhinus* ein sehr enges Cluster, belegt also in vielen Merkmalen gleiche oder ähnliche Ränge.

Das nächste Cluster mit fünf Arten spiegelt die Situation genauso wider wie in der Mittelwertberechnung. *P. bernacchii* und *P. hansonii* liegen sehr eng zusammen, hier finden wir die niedrigste Distanz zwischen zwei Arten. Dazu gruppiert sich noch *T. nicolai*. Die Arten *T. centronotus* und *T. scotti* sind hier ebenfalls sehr eng zusammen, wie es auch die Mittelwerte zeigen. Innerhalb der Fünfergruppe sind sie jedoch etwas abgesetzt.

3.2.3. Diskussion zur Morphologie

Eine Klassifizierung von Fischarten nach Ökotypen anhand von morphologischen Merkmalen wurde von verschiedenen Autoren diskutiert. Die meisten Arbeiten beziehen sich dabei auf Süßwasserfische. WATSON & BALON (1984) konnten für 30 Arten aus Flüssen in Nordborneo anhand einer Clusteranalyse eine Einteilung in benthisch, substratgebunden und pelagisch vornehmen. BAREL (1983, 1984) bezieht sich bei Cichliden hauptsächlich auf die Anatomie und Morphometrie des Kopfes, die er qualitativ diskutiert. MAHON (1984), der sich in der Wahl und Bewertung der Differenzierungsmerkmale an GATZ (1979) anlehnt, beschäftigte sich mit Fischgemeinschaften aus dem Grand-River, Kanada, und dem Nida-Fluß in Polen. Ihm gelang es, mit einer Hauptkomponentenanalyse einige ökomorphologisch wichtige Parameter herauszufiltern. Augenposition, Pectoralflossenfläche und -form, Caudalflossenform, Kompressionsfaktor, relative Körperhöhe und ventrale Abplattung wurden dabei als signifikante Merkmale für eine Klassifizierung der Arten aus langsam- und schnellfließenden Gewässern gefunden. Eine Arbeit aus dem marinen Bereich ist die von DAVIS & BIRDSONG (1973) über Korallenriff-Fische. In fünf Familien konnten sie anhand des Kieferapparates, Augenform und -position, Flossenform und Kiemenreusendornen Arten in Benthos- und Nektonfresser unterscheiden ("benthos-foragers" und "water-column-foragers").

Meist beschäftigen sich die Autoren mit Arten aus sehr verschiedenen taxonomischen Gruppen. Die Interpretation der Daten ist dann oft eindeutiger, weil zwischen den Familien oder Ordnungen auch die Unterschiede in den Merkmalen wesentlich deutlicher sind. Beim Vergleich eng verwandter Arten überdecken die intraspezifischen Variabilitäten oft die interspezifischen, sodaß eine Trennung der Arten nicht mehr möglich ist.

Das Merkmal "Caudalflossenform", nach dem KRAMER (1960) auf höherem taxonomischen Niveau sehr gut mehrere Schwimmtypen charakterisieren konnte, hat sich für

die zehn hier untersuchten Arten als unzureichend für eine Unterscheidung erwiesen. Alle haben gerade oder leicht konvex geformte Caudalen und gehören damit zur Kategorie der langsamen Schwimmer.

Die Darmlänge liegt ebenfalls für alle zehn Arten in einem relativ engen Bereich von 40 bis 70%SL und wurde daher nicht als Klassifizierungsmerkmal herangezogen. Die Werte fügen sich in die von OJEDA (1986) gefundene Größenordnung von 30 bis 90% für notothenioide Fische ein. Damit liegen sie im Bereich von carnivoren Fischen, für die Darmlängen bis 150% SL bestimmt wurden (KAPOOR *et al.*, 1975). HARDER (1960a) fand für Gadidae ähnliche Werte (30-80%) wie OJEDA (1986) für die Notothenioidei, für Clupeidae etwas höhere (85-120%; 1960b). DESILVA *et al.* (1980) gibt für pflanzenfressende Cyprinidae Darmlängen zwischen 130 und 160% an gegenüber 70 bis 80% für crustaceen- und insektenfressende. Die Werte streuen sehr weit und lassen keine enger gefaßten Interpretationen zu.

Die in dieser Arbeit für die Klassifizierung eingesetzten Merkmale sind in Anlehnung an MAHON (1984) ausgewählt worden. Die interspezifische Variabilität war groß genug, um einzelne Arten signifikant zu trennen. Da jedoch auch qualitative Merkmale wie die Färbung in die Klassifizierung eingehen sollten, wurde die Auswertung generell über Rangfolgen durchgeführt und nicht über die direkten Parameter, wie es MAHON (1984) und WATSON & BALON (1984) bei ihren Analysen getan haben.

Die Meßergebnisse der morphologischen Untersuchungen sind im Wesentlichen mit denen anderer Autoren vergleichbar (Tab. 7.3-12). Berücksichtigt man bei älteren Arbeiten, daß die Bezugsgröße oft die Totallänge ist, so fügen sich die Werte zum größten Teil sehr gut ein, obwohl das Vergleichsmaterial von sehr verschiedenen Stellen des Kontinents stammt.

Aus der Literatur liegen für einige der untersuchten Arten bereits Klassifizierungen in Ökotypen vor, die allerdings oft nur auf qualitativen Merkmalen beruhen. *Aethotaxis mitopteryx* wird von VOSKOBOINIKOVA (1982) und EASTMAN & DEVRIES (1982) aufgrund des Schädelaufbaus und der Skelettverkalkung als pelagische Art angesehen. Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse bestätigen diese Klassifizierung aus morphometrischer/hydrodynamischer Sicht. Mit einem durchschnittlichen Rang von 2,4 liegt die Art weit vor den anderen, und auch in der Clusteranalyse ist sie von anderen Arten sehr deutlich abgesetzt. Es konnten für *A. mitopteryx* relativ wenig allometrische Merkmale nachgewiesen werden. Hauptsächlich sind es Flossenstrahlängen (5 von 7 Parametern), die bei dieser Art teilweise extrem groß sind. Relative Kopflänge, Maullänge und Kopfbreite sind ebenfalls positiv mit der SL korreliert. Es ergibt sich dadurch eine größere Maulöffnungsfläche und eine erhöhte Filtrierleistung mit zunehmendem Alter. Die ausgeprägten sensorischen Poren am Kopf und die sehr lang ausgebildete Seitenlinie zeigen eine sehr gute Anpassung der Art an die Tiefe. Während der *Polarstern*-Reise ANTH/3 wurde sie hauptsächlich in Tiefen ab 900m gefangen. Die Art ist als bathypelagisch einzuordnen.

Die nächste Gruppe in der Rangfolge sind die Arten *P. borchgrevinki*, *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii*, wobei trotz der ähnlichen durchschnittlichen Ränge erhebliche Unterschiede zwischen diesen Arten bestehen.

Das zeigt sich in der unterschiedlichen Gruppierung bei der Clusteranalyse, wo *P. borchgrevinki* wesentlich näher an *A. mitopteryx* gruppiert wird. Wenngleich die Art in Merkmalen wie Färbung, Maulstellung, Otolithengewicht, Interorbitalabstand und anderen eindeutig pelagische Größen aufweist, und damit dicht an *A. mitopteryx* gruppiert wird, wurde die Art in zwei Merkmalen als sehr benthisch klassifiziert: in der Schwanzstielstärke und der Pectoralflossenfläche. In wenigen anderen Merkmalen

belegte die Art nur mittlere Ränge, wie etwa bei der Körperhöhe und der DII-Fläche. Sie besitzt also auch einige demersal ausgerichtete Merkmale.

P. borchgrevinki scheint eine Sonderstellung einzunehmen. Dies wird bei der Berücksichtigung ihrer Lebensweise verständlich. Als cryopelagische Art (ANDRIASHEV, 1970) ist sie ebenso substratgebunden wie eine demersale Art, jedoch befindet sich das Substrat oberhalb des Fisches. Neben den großen Flossen, die als Paddel dienen, und dem starken Schwanzstiel, der für Kurzstarts benötigt wird, weisen auch das nach oben gerichtete Maul, sonst ein pelagisches Merkmal, und die an der Kopfoberseite besonders ausgeprägten sensorischen Poren auf diese invers-demersale Lebensweise hin. Die Nahrung besteht hauptsächlich aus planktischen Organismen wie Copepoden, Amphipoden, Pteropoden, Mysidaceen und Fisch (EASTMAN & DEVRIES, 1985; FOSTER *et al.*, 1987), die die Tiere in Oberflächennähe oder unter dem Eis suchen. Aufgrund des geringen Materialumfangs kann für diese Art keine Längenabhängigkeit der relativen Merkmale diskutiert werden.

Die drei *Trematomus*-Arten dieser Gruppe, die auch in der Clusteranalyse eng beieinander liegen, schwanken in ihren Einzelrängen nicht so extrem wie *P. borchgrevinki*. *T. eulepidotus* belegt Ränge von 1,5 bis 5,5, einmal Rang 8 beim Augendurchmesser. *T. lepidorhinus* belegt ebenfalls Ränge von 1,5 bis 5,5, bei der Maulstellung Rang 6,5 und 7. *T. loennbergii* schwankt etwas stärker, zwischen 1 und 8,5, liegt aber vom durchschnittlichen Rang her mit 4,7 fast genau in der Skalenmitte. Insgesamt belegen die drei Arten Ränge im pelagischen Bereich.

Der große Augendurchmesser bei *T. eulepidotus* deutet an, daß sich die Art vornehmlich in tiefen Bereichen aufhält. Diese Klassifizierung stimmt jedoch mit den Ergebnissen der Verbreitung nicht überein (Kap. 3.1), wonach die Art ihr Hauptvorkommen bis ca 400m Tiefe hat. ALEEV (1969) und VOSKOBOINIKOVA (1980) geben andererseits an, daß räuberische, pelagische Arten größere Augen zum Fixieren der Beute brauchen. Dies würde mit den Ergebnissen der Nahrungsanalysen von SCHWARZBACH (1987) für das Weddellmeer und TAKAHASHI (1983) für die Antarktische Halbinsel übereinstimmen, die für *T. eulepidotus* hauptsächlich Euphausiaceen und andere pelagische Organismen als Nahrung angeben. Der Augenabstand im Verhältnis zur Kopfbreite ist positiv mit der SL korreliert, ebenso die Maxillarlänge. Dies bedeutet einen Vorteil beim Fixieren der Beute und ein sichereres Erfassen großer Organismen.

T. eulepidotus hebt sich nicht nur in der Nahrung und Morphologie von den anderen beiden Arten ab. Auch in der Larvenentwicklung gibt es Unterschiede. Larvenfänge aus dem Weddellmeer erbringen neben *Pleuragramma antarcticum* hauptsächlich *T. eulepidotus*-Larven, *T. lepidorhinus*-Larven kommen nur sehr vereinzelt vor, *T. loennbergii*-Larven gar nicht (HUBOLD & EKAU, 1987). Zwar sind dies noch Momentaufnahmen für das Weddellmeer, DEWITT (1970) und WILLIAMS (1985) fanden jedoch ähnliche Verhältnisse in der Ross-See und Prydz-Bay. Dagegen sind im Weddellmeer die Zahlenverhältnisse am Boden zwischen den adulten Fischen von *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* ausgewogen.

T. eulepidotus verbringt anscheinend einen großen Teil seiner Larvalphase, bis ca 50mm SL, im Pelagial. *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* haben keine ausgedehnte Larvalphase, zumindest, soweit man es bisher beurteilen kann, nicht in dem Maße wie *T. eulepidotus*.

T. lepidorhinus, von ihrem durchschnittlichen Rang her eher pelagisch einzuordnen als *T. eulepidotus*, ist vom Nahrungsspektrum her mehr benthisch ausgerichtet. Polychaeten und Amphipoden sind ein Hauptbestandteil ihrer Nahrung (SCHWARZBACH, 1987),

pelagische Copepoden und Mysidaceen machen etwa 25 % aus. Während sich die Art in den Merkmalen Interorbitalabstand und Pectoralflossenbasis zur benthischen Lebensweise hin entwickelt, wird sie mit zunehmender Körpergröße in den für die Hydrodynamik wichtigen Merkmalen der Flossenflächen und der Körperhöhe pelagischer.

Eine ähnliche Entwicklung finden wir bei *T. loennbergii*. Obwohl die Art einen deutlich höheren durchschnittlichen Rang belegt als *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*, steht sie in der Clusteranalyse sehr dicht bei *T. lepidorhinus*. Ähnlich wie diese wird sie in einigen Merkmalen benthischer. In hydrodynamisch wichtigen Merkmalen wie der Körperhöhe, Maulstellung und Länge der Flossenstrahlen wird sie ebenfalls pelagischer.

Beide Arten zeigen eine enge Verwandtschaft, sowohl im Habitus als auch in der Nahrung. SCHWARZBACH (1987) fand in den Mägen von *T. loennbergii* nur eine Euphausiacee, im Übrigen benthische Organismen wie Polychaeten, Echiuriden, Amphipoden und Decapoden. *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* fressen bei einer Standardlänge <8-10cm hauptsächlich Copepoden (Harpacticiden). Mit zunehmender Größe wechseln sie dann zu Amphipoden, Holothurien, Ophiuriden und Fisch.

Es fehlt jedoch ein Überblick über die jahreszeitlichen Schwankungen im Nahrungsspektrum. Das Material von SCHWARZBACH (1987) repräsentiert den Ernährungszustand in einem eng umgrenzten Zeitraum im Sommer (20. Januar bis 1. März). Vielleicht nehmen auch *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* zu einer anderen Zeit mehr Euphausiaceen auf?

Wir haben es bei diesen Arten offensichtlich mit Übergangsformen zu tun. Dabei verfolgen *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* eventuell eine ähnliche "Strategie". Sie sind morphologisch sehr eng verwandt, haben jedoch unterschiedliche Verbreitungsschwerpunkte: *T. lepidorhinus* hat sein Hauptvorkommen auf dem Schelf vor Vestkapp, *T. loennbergii* in der Gould Bay. Beide sind noch Benthosfresser, allerdings nimmt *T. lepidorhinus* auch pelagische Nahrung auf (SCHWARZBACH, 1987). Auch für *T. loennbergii* wäre ein jahreszeitlicher Wechsel in der Nahrung durchaus vorstellbar.

ANDRIASHEV (1987), DEWITT (1970) und EASTMAN & DEVRIES (1985) bezeichnen die drei Arten als benthopelagisch. Dabei scheint *T. eulepidotus* insgesamt schon weiter pelagisch ausgerichtet zu sein als die beiden anderen Arten.

Das dritte Cluster faßt die benthischen Arten zusammen. Zwei Untergruppen, wie sie auch in den Mittelwerten der Ränge deutlich werden, lassen sich unterscheiden.

Die beiden *Pagothenia*-Arten, zusammen mit *T. nicolai*, bilden die eine Gruppe, *T. centronotus* und *T. scotti* mit den niedrigsten durchschnittlichen Rängen bilden die zweite Gruppe innerhalb der benthischen Arten.

P. bernacchii und *P. hansonii* belegen sehr oft gleiche (8x) oder sehr ähnliche Ränge. Daraus ergibt sich die niedrigste interspezifische Distanz bei den zehn untersuchten Arten in der Clusteranalyse.

Für *P. hansonii* konnte nur in wenigen relativen Merkmalen (12) eine Längenabhängigkeit nachgewiesen werden. Die Kopfbreite nimmt zu, der Fisch wird dadurch runder, Das Maul wandert etwas nach oben und die Maulspalte wird länger, die Ventralflossen etwas kürzer. Dies können Anzeichen für eine Umstellung in der Nahrung und damit für eine Umorientierung vom Boden in Richtung Pelagial sein. SCHWARZBACH (1987) gibt für *P. hansonii* neben benthischen Organismen auch Fisch als Nahrung an. Im Aquarium gehältere Exemplare waren ebenfalls sehr gut mit großen Fischstücken

zu füttern. Da es keine längenabhängigen Nahrungsuntersuchungen für diese Art gibt, bleibt die Annahme, daß sie mit zunehmender Größe auf Fisch umsteigt, unsicher.

P. bernacchii wird in seinen Merkmalen eher benthischer. Das zeigt sich an der größeren werdenden Ventraalflossenlänge, Kopfbreite und Dorsalflosse. Kein Merkmal entwickelt sich in Richtung pelagisch. Dies stimmt zumindest mit den Nahrungsanalysen aus dem Weddellmeer, der Ross-See und Adelie-Land überein, wo SCHWARZBACH (1987), EASTMAN (1985a) und HUREAU (1970) nur benthische Nahrung für *P. bernacchii* beschreiben. An der Antarktischen Halbinsel dagegen nehmen die Fische neben benthischen Organismen (DANIELS, 1982) auch pelagische Euphausiden auf (MORENO, 1980; HEYWOOD & LIGHT, 1975), Befunde, die von der Morphologie her nicht gestützt werden.

Die dritte Art dieser Gruppe ist *T. nicolai*. Die geringfügige Abtrennung der Art von den beiden *Pagothenia*-Arten mag an dem oberständigen Maul und an den verhältnismäßig langen Kiemenreusendornen liegen. Hier belegt *T. nicolai* Ränge von 2,5 bis 3,5. Sonst belegt sie hohe Ränge zwischen 5 und 10.

Von den meisten Merkmalen her wie Körperhöhe, Schwanzstielstärke, Flossenfläche, Flossenform und -stärke, Färbung und Augenabstand ist sie sehr demersal ausgerichtet, von der Maulstellung her eher pelagisch. Nahrungsdaten für *T. nicolai* gibt es nicht. Die Art hat jedoch ein sehr großes, oberständiges Maul -mit 13,8%SL das größte der untersuchten Arten- und sehr lange Zähne. ALEEV (1969) gibt die größten Maxillarlängen für fischfressende Räuber an (12-26% SL). Diese Ernährungsweise wäre auch für *T. nicolai* aufgrund der gefundenen Merkmale denkbar. Eigene, stichpunktartige Magenuntersuchungen während der *Polarstern*-Reise ANT V/3 erbrachten stark verdaute Inhalte, die als Fischreste interpretiert werden können.

Zwei typische Benthosfresser (n. SCHWARZBACH, 1987) sind *T. scotti* und *T. centro-notus*. Das zeigt sich auch deutlich in der Klassifizierung nach der Morphologie. Sie sind nach den mittleren Rängen und in der Clusteranalyse noch einmal deutlich von den drei anderen, benthisch orientierten Arten abgesetzt. Dabei werden bei *T. centro-notus* die benthischen Merkmale mit zunehmender Größe stärker ausgeprägt. Die Basis der Pectoralen, die Kopfbreite und Körperhöhe werden größer, die Analflosse wird kleiner und auch der Kompressionsfaktor nimmt ab.

Bei *T. scotti* wird der Interorbitalabstand im Verhältnis zur Kopfbreite weiter reduziert. Die Kopfbreite selbst nimmt zu, die Körperhöhe und die Otolithenlänge ebenfalls. Das Verhältnis der Flossenflächen von DII zu A nimmt zu, ebenso die Pectoralflossenflächen. Dies sind Merkmale, die den Fisch ebenfalls noch stärker demersal ausrichten.

Auch bei den im Gesamtbild pelagisch ausgerichteten Arten deuten die meisten Merkmale, bei denen sich eine Längenabhängigkeit nachweisen läßt, in ihrer Tendenz auf eine mehr demersale Lebensweise der adulten Fische hin. Es kann sich daraus im Extremfall eine vertikal wohl abgestufte Verteilung bilden, in der die jüngsten Stadien in der obersten Wasserschicht, nahe der Oberfläche leben, und größere Fische immer weiter in die Tiefe abwandern. Dieses Verbreitungsmuster hat HUBOLD (1985b) für die hier nicht untersuchte Art *Pleuragramma antarcticum* beschrieben, bei der die großen Exemplare >20cm sehr dicht am Boden stehen und hauptsächlich mit dem Grundschieppnetz gefangen wurden (HUBOLD & EKAU, 1987). Sonst ist *P. antarcticum* die dominierende Fischart des Pelagials. Besonders EASTMAN & DVRIES (1981; 1982) haben für diese und die räuberische Art *Dissostichus mawsoni*, beide gehören zur Familie Nototheniidae, eine besondere Anpassung ans Pelagial nachgewiesen. Da es keine ausführlichen morphometrischen Untersuchungen über die Adulten dieser zwei

Arten gibt, die sich mit den in dieser Arbeit erhobenen Daten vergleichen lassen, ist eine Weiterführung der Klassifizierungsreihen nur über Merkmale wie Färbung, Skelettverkalkung und Auftrieb möglich. In diesen Merkmalen bilden sie die Endglieder einer ins Pelagial führenden Entwicklungsreihe (EASTMAN & DEVRIES, 1982; CLARKE *et al.*, 1984). Beide Arten haben fast neutralen Auftrieb, die Skelette sind wenig verkalkt oder, wie bei *D. mawsoni*, durch Verbesserung des statischen Aufbaus in ihrem Gewicht sehr stark reduziert (EASTMAN & DEVRIES, 1982; VOSKOBOINI-KOVA, 1982). Die Färbung bei *D. mawsoni* ist sehr monoton dunkelgrau mit dunkleren Querstreifen, vergleichbar der von *Aethotaxis mitopteryx*. Im Vergleich zu *Pagothenia bernacchii* und *P. borchgrevinki* hat *D. mawsoni* wesentlich mehr Fetteinlagerungen (CLARKE *et al.*, 1984) und dadurch einen größeren Auftrieb.

P. antarcticum besitzt einen dunklen Rücken und einen silbernen Bauch. Dieser silberne Bauch, bei vielen pelagischen Arten (Clupeiden) noch mit einem Kiel verbunden, reduziert nach ALEEY (1977) die von unten sichtbare Schattenbildung. Das gleiche Färbungsmuster -silberner Bauch, dunkler Rücken- finden wir bei *P. borchgrevinki*. Auch diese Art benötigt, wenn sie sich unter dem Eis aufhält, eine farblich geeignete, schattenfreie Tarnung als Schutz gegenüber Räubern (*Dissostichus* und Channichthyidae) von unten.

Bei fast allen Arten (Ausnahmen: *P. borchgrevinki* und *T. centronotus*) ließ sich eine signifikante Zunahme der relativen Maullänge mit der Standardlänge nachweisen. Dies könnte ihre Ursache in einer Umstellung der Nahrungsgewohnheiten haben. So konnte SCHWARZBACH (1987) aufgrund des ihr zur Verfügung stehenden Materials für vier Arten längenabhängige Nahrungszusammensetzungen nachweisen: *T. scotti*, *T. centronotus*, *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii*. Das würde bedeuten, daß die Nahrungsorganismen von adulten Tieren (Ophiuriden, Holothuriern, Echiuriden, Amphipoden und Fisch) im Verhältnis zur Fischlänge meistens wesentlich größer sind als die der juvenilen (Harpacticiden und andere Copepoden).

Welche Vorteile bietet nun das Pelagial, die die oben dargelegte Entwicklung bei den Arten rechtfertigen würde. ANDRIASHEV (1987) nennt als Grund die besseren Nahrungsbedingungen, die sich für die Arten im freien Wasser hauptsächlich in Form der Euphausiiden ergeben. Besonders für Gebiete mit hohen Krillvorkommen, wie es an der Antarktischen Halbinsel und in der Scotia-See der Fall ist, könnte dies zutreffen. Dort finden wir eine große Anzahl von Fischen wie *Notothenia rossii*, *T. newnesi* und Channichthyiden zeitweise im Pelagial.

Kurze Nahrungsketten haben einen Vorteil im geringen Energieverlust, der sich von der Produktionsstufe bis zum Endglied dieser Kette ergibt. Die klassische Nahrungskette in der Antarktis Phytoplankton-Krill-Wal ist ein oft genanntes Beispiel dafür. Der Weg ins Pelagial und die Nutzung niedrigerer Trophiestufen müßte also generell lohnend sein, auch in Gebieten mit geringerer Produktion als an der Antarktischen Halbinsel. Dann aber stellt sich die Frage, warum es im Weddellmeer und in der Ross-See bisher nur *Pleuragramma antarcticum* geschafft hat, ganz ins Pelagial vorzustoßen?

Dazu lassen sich zwei Hypothesen aufstellen:

1. Das System ist noch zu jung. Durch periodisch auftretende Kaltzeiten und damit verbundene ausgedehnte Vereisungen wurde die Entwicklung der pelagischen Fischfauna immer wieder unterbrochen (Hughes, 1981; Miller, 1987). Bereits erfolgte Anpassungen verschwanden eventuell wieder, da verbleibende Arten in Rückzugsgebieten zu einer mehr demersalen Lebensweise gezwungen wurden. DEWITT (1970) betrachtet das pelagische System der hochantarktischen Schelfgebiete gerade wegen der wenigen, wirklich pelagischen Arten als instabil und noch nicht sehr weit entwickelt.

2. Das Nahrungsangebot im Pelagial des Weddellmeeres ist nicht so groß wie beispielsweise an der Antarktischen Halbinsel mit den ausgedehnten Krill-Vorkommen. Die pelagischen Nahrungsquellen werden durch *P. antarcticum* weitgehend ausgeschöpft. Nachrückende Arten haben es daher sehr schwer. Zudem machen weiträumige, saisonale Vereisungen das Pelagial des Weddellmeeres über längere Abschnitte des Jahres sehr unattraktiv zum Besiedeln, da es dann weniger Nährtiere in der Wassersäule gibt. Dagegen ist das Benthos eine nicht so ergiebige, aber kontinuierliche Nahrungsquelle. DEVRIES & EASTMAN (1981) sehen darin den Grund, warum so viele Arten am Boden bleiben.

Dann hätten Arten mit sowohl benthischer als auch pelagischer Lebensweise einen Vorteil, da sie, jahreszeitlich oder örtlich abwechselnd, ihre Nahrungsaufnahme entsprechend ausrichten könnten. DEVRIES & EASTMAN (1981) diskutieren diese Lebensweise für einige Nototheniiden der Ross-See.

Zumindest *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* könnten solche gemischten, aus benthischen und pelagischen Organismen bestehenden Nahrungsspektren haben. Zusammen mit *T. loennbergii* würden sie auch entsprechend ihrer morphologischen Klassifizierung in diese ökologische Nische hineinpassen. Von der Biomasse her sind *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* die dominanten demersalen Nototheniiden-Arten auf dem Vestkapp-Schelf, *T. loennbergii* ist nach *P. antarcticum* die dominante demersale Nototheniiden-Art in der Gould Bay. Es wäre zu prüfen, inwieweit diese These durch das jahreszeitliche oder lokale Muster der Nahrungszusammensetzung bestätigt wird.

Die Nahrungsüberlappung von *T. eulepidotus* gegenüber *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* liegt nach SCHWARZBACH (1987) im Sommer bei 25 bzw. 13%, zwischen *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* jedoch bei 60%. Zwischen den örtlichen Konkurrenten vor Vestkapp, *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*, gibt es im Sommer also nur eine geringe Nahrungskonkurrenz. Die direkten Nahrungskonkurrenten *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* haben dagegen unterschiedliche Verbreitungsschwerpunkte. Da sie sich morphologisch sehr ähneln, könnte man postulieren, daß sie in unterschiedlichen Gebieten mit ähnlichen "Strategien" versuchen, ins Pelagial vorzudringen oder zumindest die Vorteile beider Systeme zu nutzen: im Sommer relativ hohe Produktion und damit Nahrung auch im Pelagial; weniger, aber kontinuierliche Nahrung im Winter am Boden.

Aethotaxis mitopteryx ist wesentlich besser ans Pelagial und an pelagische Nahrung angepaßt als die *Trematomus*-Arten und steht damit in direkter Nahrungskonkurrenz zu *Pleuragramma antarcticum*. Beide Arten weichen sich jedoch in ihrem tiefenabhängigen Verbreitungsschwerpunkt aus. Während *P. antarcticum* in Tiefen bis 850m (GERASIMCUK, 1986; HUBOLD & EKAU, 1987) vorkommt, treffen wir *A. mitopteryx* hauptsächlich in Tiefen ab 900 m an (Kap. 2). Es gibt keine detaillierten Nahrungsuntersuchungen an *A. mitopteryx*, eigene stichpunktartige Untersuchungen weisen die Art jedoch als Planktonfresser aus (planktische Polychaeten und Gastropoden), genauso wie *P. antarcticum* (HUBOLD, 1985a).

Ein erster Schritt zur Pelagisierung ist die Entwicklung pelagischer Larven. Während zumindest für einige Arten ein Brutpflegeverhalten angenommen wird -DANIELS (1978) beobachtete dies bei *Harpagifer bispinis* und MORENO (1980) bei *Pagothenia bernacchii*-, gibt es andererseits Arten mit ausgedehnten Larvalphasen im Pelagial. Am ausgeprägtesten ist dies für *P. antarcticum* nachgewiesen (HUBOLD, 1985; KELLER, 1983), aber es wurden im Weddellmeer auch Postlarven und Juvenile von *A. mitopteryx*, *P. hansonii*, *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* (30 - 50mm SL) gefangen (HUBOLD & EKAU, 1987; KELLER, 1982). Nach ihrer Größe zu urteilen, dauert die pelagische Phase bei einigen Arten mehr als ein Jahr (siehe Kap. 3.3).

Eine ausgedehnte Juvenilentwicklung im Pelagial könnte ihre Ursache in besseren Futterbedingungen in den oberen Wasserschichten oder einem hohen Feinddruck am Boden haben. Von *P. hansonii* (EASTMAN, 1985a; NAITO, 1982; SCHWARZBACH, 1987) und *P. bernacchii* (EASTMAN & DEVRIES, 1985) ist bekannt, daß sie Fischeier fressen. Dasselbe gilt für *T. centronotus* (HUBOLD in SCHNACK-SCHIEL, 1987). Um solchen Räubern die Brut nicht zum Opfer fallen zu lassen, werden die Gelege so lange wie möglich bewacht und/oder die Eier und geschlüpften Larven so bald wie möglich ins Pelagial entlassen. Einige antarktische Fischarten haben daher pelagische Jugendstadien entwickelt. So fand KELLERMANN (1986) an der Antarktischen Halbinsel -von den in dieser Arbeit untersuchten Arten- *T. scotti*- und *T. eulepidotus*-Larven im Ichthyoplankton. SLOSARCZYK (1983 & 1986) und CHLAPOWSKI & KRZEPTOWSKI (1978) fingen *P. bernacchii*- und *P. hansonii*-Jungfische zusammen mit Krill, und ANDRIASHEV (1970) berichtet von *T. nicolai*-Fingerlingen, die sich in der Nähe der Oberfläche an Eisschollen aufhielten. Sie benutzten dabei ihre Ventralflossen als Saugplatte. Pelagische Eier sind dagegen bisher von notothenioiden Fischen nicht bekannt.

Es hat sich gezeigt, daß ein Großteil der hier untersuchten Arten eine Anzahl von Merkmalen in Richtung pelagischer Lebensweise ausgebildet hat, dabei jedoch durchaus verschiedene "Strategien" verfolgte. Spezielle Nahrungs- und Fortpflanzungsgewohnheiten mögen unterschiedliche Grade der Anpassung in den einzelnen Merkmalen hervorgerufen haben. Damit stehen einer übergeordneten, evolutionären Entwicklung der Weddellmeerarten zur pelagischen Lebensweise artspezifische Kompromisse gegenüber, die einigen Arten benthische Merkmale und damit den weiteren Zugriff auf spezielle Nahrungsnischen am Boden belassen. Es bleibt diesen Arten damit die Möglichkeit erhalten, den saisonal und lokal schwankenden Konkurrenzdruck im Pelagial durch zeitweises Abwandern zum Boden abzuschwächen oder ihm in bestimmten Jahreszeiten ganz auszuweichen.

3.3. Reife und Wachstum

Im folgenden Kapitel soll versucht werden, für die zehn bereits morphologisch untersuchten Nototheniiden-Arten das Längen- und Gewichtswachstum zu quantifizieren. Reifeuntersuchungen können Aufschluß über Laichperioden geben und zusammen mit dem Wachstum im Hinblick auf eine ökologische Einnischung diskutiert werden.

3.3.1. Untersuchungen zur Reife

Die Bestimmung von Reifegraden (nach EVERSON, 1977) erwies sich wegen der meist sehr kleinen Gonaden als recht schwierig. Besonders bei den Männchen war eine exakte Unterscheidung der Reifegrade oft nicht möglich. Die Interpretation der gefundenen Daten bezieht sich daher nur auf die Weibchen. Sie wird für die Okt./Nov.- und Jan./Feb.-Reise getrennt durchgeführt (ANT V und ANT III).

Eine Übersicht über die gefundenen Werte gibt Abb. 3.3.1. Die meisten untersuchten Fische weisen die Reifegrade II oder III auf, sind also im Ruhestadium oder am Beginn der Reifung. Dies gilt besonders für die Okt./Nov.-Reise. Reifegrad IV wurde nur bei *Trematomus centronotus* und *T. eulepidotus* gefunden, Reifegrad V jeweils nur bei einem Exemplar von *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*. Bei *T. centronotus* machen die Tiere mit reifen Gonaden des Stadiums IV immerhin 40% aus, im reifenden Stadium III sind es noch 33%.

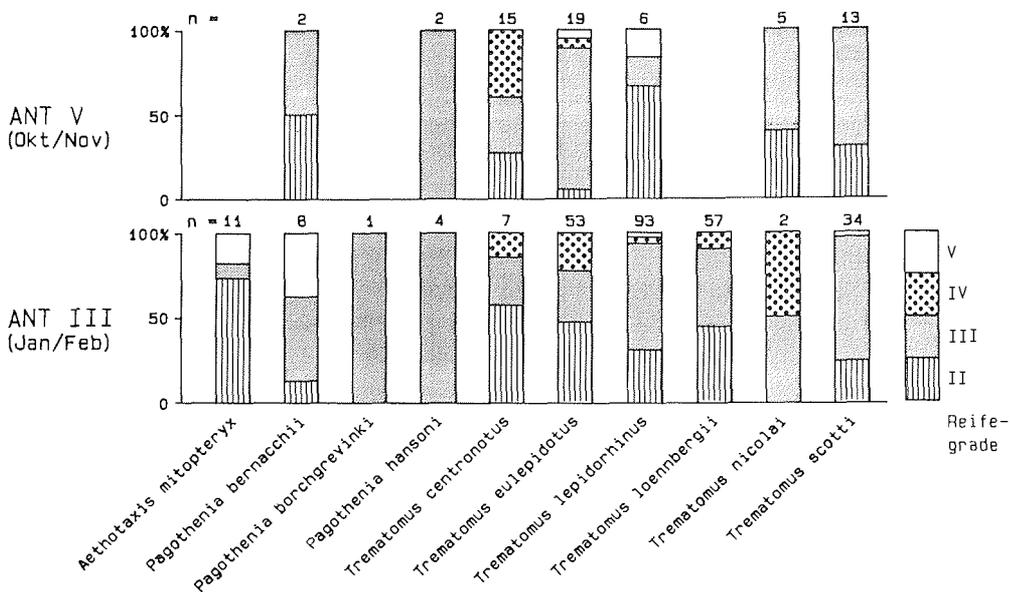


Abb. 3.3.1 : Verteilung der Reifegrade in den einzelnen Arten, getrennt nach Frühjahrs- und Sommerreise. Die Anzahl der untersuchten Weibchen ist jeweils oberhalb der Säulen angegeben.

In den Sommerfängen (Jan./Feb.) sind die höheren Reifegrade stärker vertreten. Bei den *Trematomus*-Arten finden wir (bis auf *T. scotti*) überall reife Gonaden des Stadi-

ums IV, bei einigen Arten auch das Stadium V (abgelaicht): *Aethotaxis mitopteryx*, *Pagothenia bernacchii*, *Trematomus lepidorhinus* und *T. scotti*.

Ein geeignetes Maß für die Bestimmung des Laichzeitpunktes ist die Berechnung des Gonadosomatischen Indexes, d.h. des Verhältnisses des Gonadengewichts zum Gesamtgewicht. Verschiedene Autoren (ANDRIASHEV *et al.*, 1979; DEARBORN, 1965; HUREAU, 1970) geben für den Beginn des Abblanchens bei *Trematomus* und *Pagothenia*-Arten untere Grenzwerte des Gonadengewichts von 15-20% des Körpergewichtes an. Diese Werte werden im vorliegenden Material nur von drei Arten erreicht: *T. centronotus*, *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*. *T. centronotus* zeigt im Frühjahr (○) und im Sommer (△) Maximalwerte von 13,5 und 14,5% (Abb. 3.3.2).

T. eulepidotus weist die höchsten gefundenen GSI-Werte auf, im Frühjahr bis zu 11,5 und im Sommer bis zu 22,6% (Abb. 3.3.3). Im Sommer liegen sie also über den in der Literatur genannten Grenzwerten. Faßt man dies mit den Reifegraddaten zusammen, bei denen im Sommer etwa 25% auf den Reifegrad IV entfallen, so deutet dies auf einen Sommerlaicher hin.

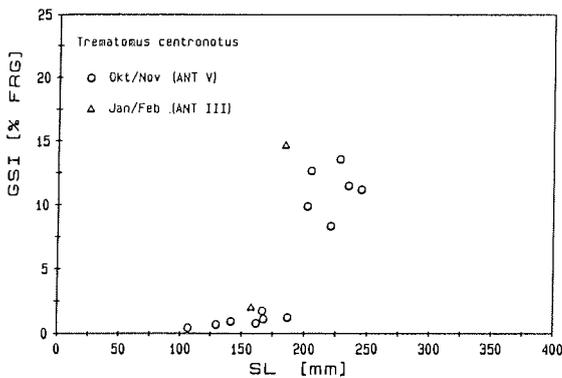


Abb. 3.3.2 : Der Gonadosomatische Index (Gonadengewicht in % des Frischgewichts) für *Trematomus centronotus* Weibchen in Abhängigkeit zur Standardlänge. Dargestellt sind die Werte für Frühjahr (○) und Sommer (△).

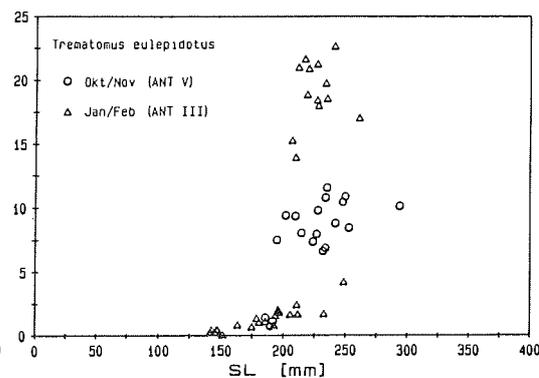


Abb. 3.3.3 : Der Gonadosomatische Index für *Trematomus eulepidotus* Weibchen in Abhängigkeit zur Standardlänge. Frühjahrswerte als (○), Sommerwerte als (△).

Bei *T. lepidorhinus* steigen die GSI-Werte (Abb. 3.3.4) vom Frühjahr (bis 2,6%) zum Sommer hin zwar an (bis 14,1%), sie liegen jedoch auch dann erst an der unteren Grenze der Literaturwerte für das Einsetzen der Laichaktivität.

Bei allen drei Arten zeigt sich eine gewisse Längenabhängigkeit in den GSI-Werten. Größere Fische haben etwas höhere Werte als kleine. Außerdem erreichen sie eher in der Saison hohe Werte, werden also früher im Jahr reif.

Die anderen sieben Arten liegen in den GSI-Werten alle unter 10%. Tab. 3.3.1 gibt eine Übersicht über die Bereiche und Mittelwerte der gefundenen GSI-Werte für alle zehn untersuchten Arten.

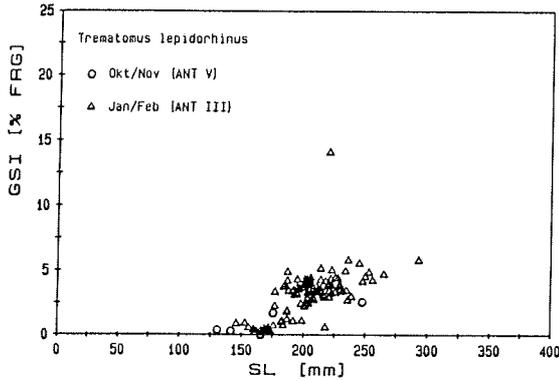


Abb. 3.3.4 : Der Gonadosomatische Index für *Trematomus lepidorhinus* Weibchen in Abhängigkeit zur Standardlänge. Frühjahrswerte als (○), Sommerwerte als (Δ).

Tab. 3.3.1: Gonadosomatischer Index (GSI = Gonadengewicht*100/Frischgewicht) von zehn demersalen Nototheniiden-Arten des Weddellmeeres. Angegeben sind die mittleren Werte \bar{x} , die minimal und maximal gefundenen Werte und die Anzahl der untersuchten Weibchen n , für die Frühjahrs- (ANT V/3) und Sommerreise (ANT III/3).

Art	Frühjahr				Sommer			
	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	n	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	n
<i>Aethotaxis mitopteryx</i>	-	-	-	0	0,46	0,19	1,53	7
<i>Pagothenia bernacchii</i>	0,70	0,31	1,09	2	2,35	1,33	3,36	5
<i>P. borchgrevinki</i>	-	-	-	0	5,70	-	-	1
<i>P. hansonii</i>	1,20	1,15	1,25	2	1,91	1,59	2,09	4
<i>Trematomus centronotus</i>	5,71	0,45	13,55	13	8,31	2,00	14,62	2
<i>T. eulepidotus</i>	7,75	0,75	11,54	19	8,00	0,00	22,57	34
<i>T. lepidorhinus</i>	0,89	0,00	2,59	6	3,10	0,14	14,06	108
<i>T. loembergii</i>	-	-	-	0	2,96	0,06	8,61	38
<i>T. nicolai</i>	1,24	0,52	1,88	4	3,41	-	-	1
<i>T. scotti</i>	1,45	1,02	1,65	5	3,22	0,82	5,38	26

Von den Arten mit hohem GSI wurden von einigen Exemplaren die Oocyten Durchmesser bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tab. 3.3.2 zusammengestellt. Die Daten bestätigen die Ergebnisse von GSI- und Reifegraduntersuchungen insofern, als wir bei einem hohen GSI auch hohe Oocyten Durchmesser finden. Bei *T. centronotus* haben die Oocyten 2,0 bis 3,2 mm Durchmesser und entsprechende GSI-Werte von 11,6 bis 14,6%. Die Eizahl schwankt bei dieser Art zwischen 14 und 23 Stück pro g Frischgewicht.

Bei *T. eulepidotus* finden wir ebenfalls Eidurchmesser von über 2 mm (1,8 bis 3,4mm), die Eizahl liegt mit 12 bis 36 Stück pro g in einem etwas höheren Bereich als bei *T. centronotus*. Auch hier sind die GSI-Werte bei Tieren mit großem Oocyten Durchmesser sehr hoch.

Tab. 3.3.2 : Anzahl und Durchmesser der Oocyten reifer Weibchen der Arten *Trematomus centronotus*, *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus*, *T. loenbergi* und *T. nicolai*. Gegeben sind außerdem Fischlänge und -gewicht, Reife, GSI, die Bearbeitungsnummer # und die Anzahl der gemessenen Oocyten.

Art	#	SL	FRG	Reife	GSI	Ooc./ Ooc.-			Ø _{min}	Ø _{max}	n gem.
						gFRG	Ø []	s			
<i>T. centronotus</i>	171	183,5	171	IV	14,6	13,9	2,74	0,15	2,42	3,20	113
	538	244,5	335	IV	11,3	18,1	2,22	0,11	1,95	2,42	109
	539	227,5	273	IV	13,6	23,0	2,28	0,12	1,95	2,57	107
	542	234,5	319	IV	11,6	18,9	2,23	0,12	1,95	2,42	116
<i>T. eulepidotus</i>	134	226,5	267	IV	18,4	21,2	2,79	0,16	2,41	3,04	127
	142	233,5	320	IV	19,7	17,8	2,55	0,19	2,11	3,04	124
	143	234,5	249	IV	18,5	17,0	2,45	0,18	1,95	2,89	119
	144	240,5	319	IV	22,6	16,2	2,57	0,17	2,26	3,20	134
	153	226,5	269	IV	21,2	25,8	2,58	0,17	1,95	2,89	137
	156	186,5	116	IV	19,0	12,3	2,88	0,20	2,42	3,35	112
	241	216,5	255	IV	21,6	23,5	2,35	0,13	1,95	2,73	108
	257	211,5	215	IV	20,9	35,5	2,15	0,13	1,79	2,41	107
<i>T. lepidorhinus</i>	76	219,5	256	IV	14,1	-	2,22	0,20	1,95	2,57	12
	188	292,5	433	III	5,8	12,0	1,37	0,14	1,01	1,64	129
	231	220,5	130	III	3,4	92,9	0,97	0,07	0,76	1,13	123
	233	191,5	95	III	3,5	49,3	0,96	0,09	0,64	1,13	117
	236	225,5	177	III	4,4	108,2	1,04	0,08	0,76	1,25	111
<i>T. loenbergi</i>	221	251,5	275	III	5,8	33,0	1,35	0,09	1,13	1,68	105
	226	250,5	290	III	3,7	64,9	1,12	0,10	0,88	1,31	159
	239	231,5	207	IV	5,8	52,3	1,32	0,12	1,01	1,86	122
	243	250,5	307	IV	4,2	36,2	1,54	0,07	1,37	1,74	112
	246	228,5	220	IV	6,4	59,8	1,25	0,08	1,07	1,49	114
<i>T. nicolai</i>	305	266,5	536	IV	6,5	16,7	1,89	0,23	1,01	2,26	120

Nur ein Exemplar von *T. lepidorhinus* hatte einen Oocytendurchmesser >2mm (2,4-3,0mm). Dieses Exemplar war auch das einzige dieser Art mit einem relativ hohen GSI (14,6%). Bei anderen Fischen waren die Oocyten wesentlich kleiner, zwischen 0,9 und 1,4 mm. Ähnliche Werte hatten auch Weibchen von *T. loenbergi* (1,1 bis 1,5mm).

Bei allen untersuchten Exemplaren war eine zweite Cohorte von Oocyten in den Gonaden vorhanden, deren Durchmesser etwa zwischen 0,4 und 0,7mm lag. Die Angaben über Durchmesser und Anzahl der Oocyten in Tab. 3.3.2 beziehen sich immer auf die Cohorte mit den größeren Oocyten. Bei nicht voll reifen Gonaden, also im Stadium III, ließen sich die beiden Größen-Cohorten allerdings nur schlecht trennen. Die Eizahlangaben in der Tabelle sind deshalb bei diesen Fischen unsicher.

3.3.2. Beziehung Länge - Gewicht

Für alle zehn Arten wurde die Beziehung zwischen Standardlänge und Schlachtgewicht in Form einer potentiellen Regressionskurve

$$W = a \cdot L^b$$

bestimmt. Da sich zwischen Männchen und Weibchen keine signifikanten ($\alpha=0,05$) Unterschiede feststellen ließen, erfolgte die Berechnung der Kurvenparameter gemeinsam für alle Tiere einer Art. Tab. 3.3.3 gibt einen Vergleich der gefundenen Kurvenparameter.

Tab. 3.3.3 : Kurvenparameter der Beziehungen Schlachtgewicht zu Standardlänge und Konditionsfaktor zu Standardlänge. Weiterhin ist der mittlere Konditionsfaktor K der zehn demersalen Nototheniiden aus dem Weddellmeer angegeben. SL in *cm*.

Art	SCHG= $a \cdot SL^b$					K= $a+b \cdot SL$				
	r	a	b	s_b	K	s	r	a	b	n
<i>A. mitopteryx</i>	0,99	0,00226	3,45	0,11	1,03	0,09	0,80	0,55	0,002	14
<i>P. bernacchii</i>	0,99	0,00629	3,33	0,11	1,74	0,18	0,65	1,13	0,003	11
<i>P. borchgrevinki</i>	FRG	0,0256	2,84	-	1,67	-	-	-	-	3
<i>P. hansonii</i>	0,99	0,00580	3,33	0,09	1,61	0,25	0,63	1,02	0,003	16
<i>T. centronotus</i>	0,99	0,00530	3,40	0,07	1,58	0,25	0,59	1,00	0,004	50
<i>T. eulepidotus</i>	0,99	0,00554	3,33	0,04	1,44	0,18	0,56	1,01	0,002	137
<i>T. lepidorhinus</i>	0,99	0,00486	3,32	0,02	1,18	0,20	0,81	0,69	0,003	203
<i>T. loennbergii</i>	0,99	0,00294	3,50	0,04	1,28	0,20	0,74	0,70	0,003	83
<i>T. nicolai</i>	0,99	0,00453	3,45	0,10	1,86	0,21	0,66	1,04	0,003	19
<i>T. scotti</i>	0,99	0,00461	3,41	0,03	1,16	0,18	0,81	0,63	0,006	120

Außerdem wurde der Konditionsfaktor für die zehn Arten bestimmt und, bis auf *P. borchgrevinki*, seine Abhängigkeit von der Standardlänge geprüft.

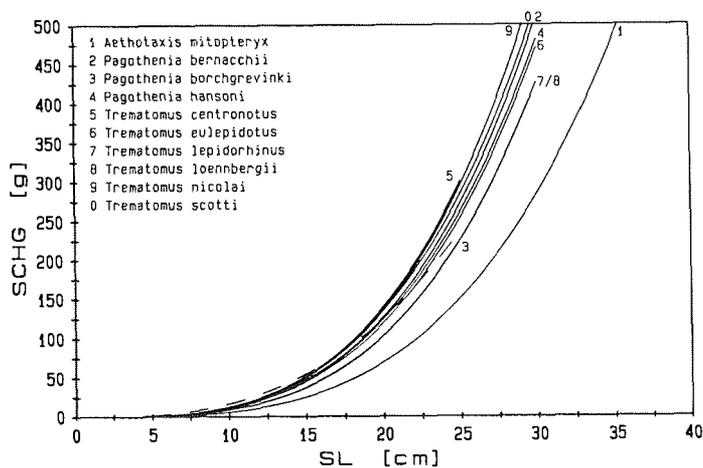


Abb. 3.3.5 : Längen-Gewichts-Beziehung für die zehn untersuchten Arten. Die Parameter der potentiellen Kurven $SCHG = a \cdot SL^b$ sind in Tab. 3.3.3 aufgeführt.

Die Regressionskurven aus Länge und Gewicht und die Konditionsfaktoren in Abhängigkeit zur SL sind in den Abbildungen 3.3.5 und 3.3.6 dargestellt. Die Regressionskurve für *Pagothenia borchgrevinki* wurde lediglich zum Vergleich mit den anderen Arten eingezeichnet. Der geringe Materialumfang ließe normalerweise keine Regressi-

onskurvenberechnung zu. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde bei der Darstellung der Kurven auf das Einzeichnen der Einzelmeßwerte und der Vertrauensbereiche verzichtet.

Sieben der Längen-Gewichts-Kurven liegen sehr dicht beieinander. Ein wenig davon abgesetzt sind die Kurven für *Trematomus lepidorhinus* und *T. loennbergii*. Diese beiden sind praktisch deckungsgleich.

Wesentlich stärker hebt sich die Regressionskurve von *Aethotaxis mitopteryx* ab. Bei vergleichbarer Länge macht das Gewicht dieser Art nur 50 bis 60% dessen für die *Trematomus*- und *Pagothenia*-Arten aus.

Ein ähnliches Bild zeigt die Abb. 3.3.6 bei der Darstellung der Konditionsfaktoren. Die Gerade für *A. mitopteryx* liegt weit unter denen der anderen Arten. *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* sind auch hier deckungsgleich. Bis auf *T. scotti* weisen alle *Trematomus*- und *Pagothenia*-Arten eine ähnliche Steigung auf. Die Regressionsgraden unterscheiden sich in erster Linie durch ihre absoluten Terme.

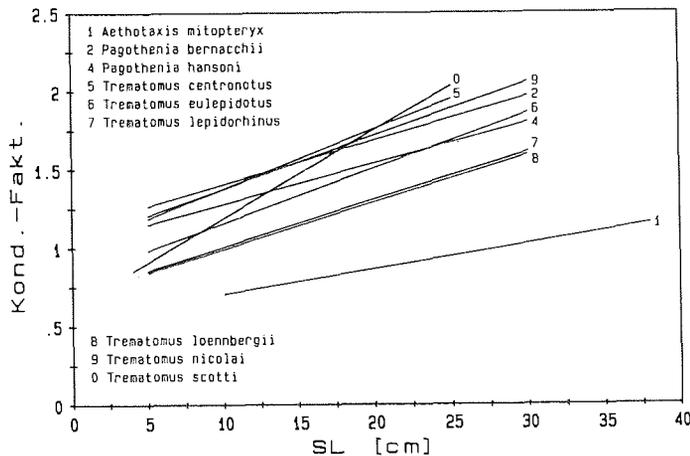


Abb. 3.3.6 : Konditionsfaktor $x = \text{SCHG} \cdot 100 / \text{SL}^3$ in Abhängigkeit zur Standardlänge. Die Parameter der linearen Regressionen sind in Tab. 3.3.3 aufgelistet.

3.3.3. Otolithenwachstum und Längenrückberechnung

Da bei den meisten Arten die Zahl der gefangenen Tiere gering war, wurde für die Wachstumsbestimmung eine Längenrückberechnung über die Otolithenradien durchgeführt. In Abb. 3.3.7 sind die Beziehungen der Otolithenlänge zur Standardlänge für die zehn untersuchten Arten dargestellt.

Als Kurvenart wurde eine potentielle Regression der Art $\text{OTL} = a \cdot \text{SL}^b$ gewählt, die einem allometrischen Wachstum der Otolithenlänge im Verhältnis zur SL Rechnung trägt. Die Exponenten b waren bei den meisten Arten signifikant von 1 verschieden (Ausnahmen: *Aethotaxis mitopteryx* und *Trematomus eulepidotus*). Für *Pagothenia borchgrevinki* wurden wegen des geringen Materialumfangs keine Kurvenparameter angegeben. Die eingezeichnete Kurve mag die Lage der drei Meßpunkte verdeutlichen.

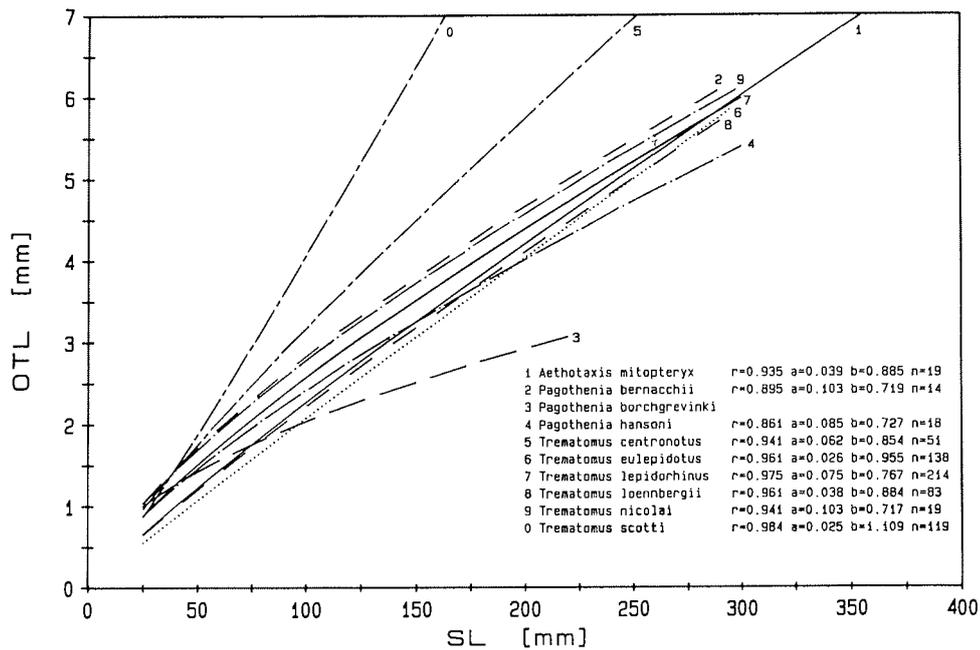


Abb. 3.3.7 : Die Beziehung Otolithenlänge zu Standardlänge für die zehn untersuchten Arten. Die angegebenen Parameter beziehen sich auf eine potentielle Regression der Form $OTL = a \cdot SL^b$.

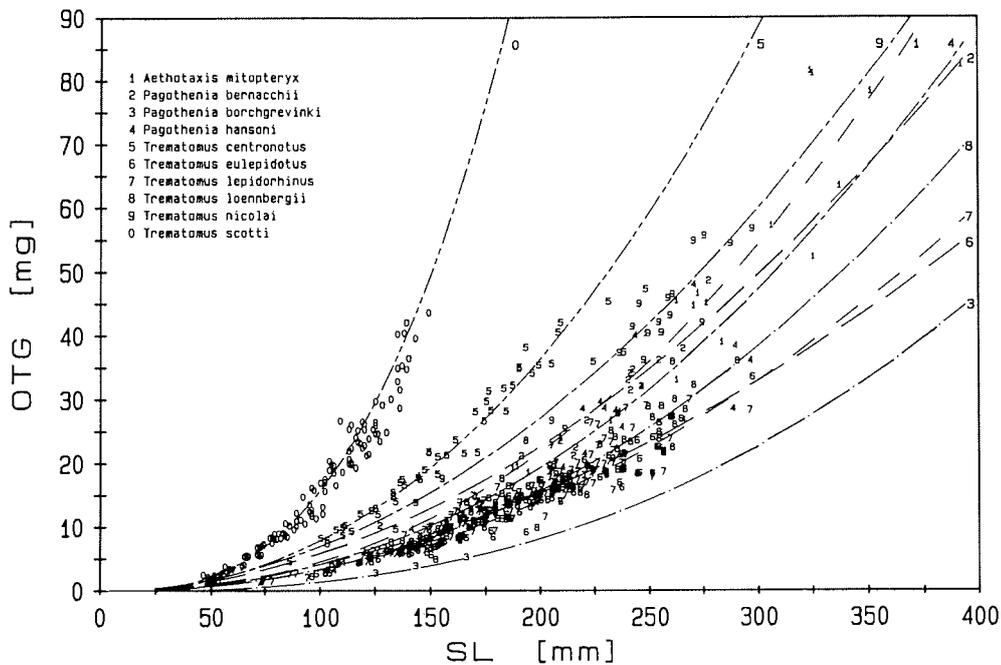


Abb. 3.3.8 : Beziehung zwischen Otolithengewicht und Standardlänge für die zehn untersuchten Arten zur Verdeutlichung der Unterschiede in der Otolithengröße.

Für die Rückberechnung wurde bei dieser Art eine einfache lineare Beziehung zugrunde gelegt.

Bis auf *T. scotti* haben alle Arten Exponenten <1 , die Otolithenlänge steigt also langsamer als die Standardlänge. Auf eine Eintragung der Meßpunkte oder Vertrauensbereiche in Abb. 3.3.7 wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Die Kurven allein deuten jedoch schon eine enge Überlagerung der Meßwerte an. Nur drei Arten liegen etwas getrennt: *T. scotti* hat bei entsprechender Standardlänge bei weitem die größten Otolithen. Dies wird auch in der Otolithengewichtskurve (Abb. 3.3.8) deutlich. Ebenfalls noch relativ klar abgesetzt ist *T. centronotus*. Die beiden benthischen Arten (Kap. 3.2) haben die größten Otolithen unter den behandelten Arten. *Pagothenia borchgrevinki* zeigt sowohl in der Otolithenlänge als auch im Otolithengewicht die Tendenz zu kleinen, leichten Otolithen.

Während die anderen sieben Arten bei der Otolithenlänge sehr eng zusammenliegen, fächern sich ihre Regressionskurven bei der Beziehung SL zu OTG weiter auf. Vergleicht man *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii* und *T. nicolai*, so hat letztere Art fast doppelt so schwere Otolithen bei gleicher Länge wie die anderen Arten. Dazwischen liegen die *Pagothenia*-Arten und *A. mitopteryx*.

3.3.4. Längenwachstum

Bei den meisten Fischen kleiner 200mm SL ließen sich nach einem Aufhellen des ganzen Otolithen in Glycerin hyaline und opake Ringe unterscheiden, die als Jahresringe angesehen werden. War dies bei größeren Otolithen nicht möglich, so wurden sie zur besseren Lesbarkeit, wie in Kap. 2.6 beschrieben, bis zum Nucleus abgeschliffen. Von insgesamt 648 bearbeiteten Otolithen waren 559 lesbar, das entspricht 86%. Während Otolithen aus dem Sommer (ANT III/3) einen relativ breiten opaken Ring am Rand aufweisen, wurden auf Otolithen der im Frühjahr (ANT V/3) gefangenen Tiere sehr schmale opake Zonen am Rand gefunden. Das bedeutet, im Oktober/November hatte das Wachstum bereits wieder eingesetzt.

Es sollen für alle zehn untersuchten Arten Wachstumsabschätzungen durchgeführt werden, wobei ein geringer Materialumfang bei einigen Arten durch eine Längenrückberechnung ausgeglichen wird.

3.3.4.1. *Aethotaxis mitopteryx*

Für *Aethotaxis mitopteryx* konnten 15 von 18 genommenen Otolithen gelesen werden (83%) (Alterslängenschlüssel siehe Tab. 7.13). Exemplare dieser Art erreichten sowohl die höchste Endlänge als auch das höchste Alter mit 35 Jahren. Bei den großen Individuen war die Ringstruktur nicht mehr eindeutig. Ein Über- oder Unterschätzen des Alters bei einigen Tieren ist daher nicht auszuschließen. Das kleinste Exemplar von 160mm wies schon ein Alter von 6 Jahren auf. Die Einzelwerte liegen in den unteren Altersklassen eng beieinander, in den oberen streuen sie stärker.

Das Längenwachstum ist in Abb. 3.3.9 dargestellt. Die berechnete v.Bertalanffy-Wachstums-Funktion (vBGF) wurde unter Vorgabe des L_{∞} aus der maximal gefundenen Länge von 388mm berechnet. Sie paßt sich den rückberechneten Werten besonders in den unteren Altersgruppen nur schlecht an. Die Parameter werden sehr stark von den hohen Altersgruppen beeinflusst, deren Werte sehr weit streuen und ab dem

neunzehnten Jahr einen starken Einschnitt nach unten verzeichnen. Dies könnte damit zusammenhängen, daß die Leseergebnisse bei großen Exemplaren unsicher sind.

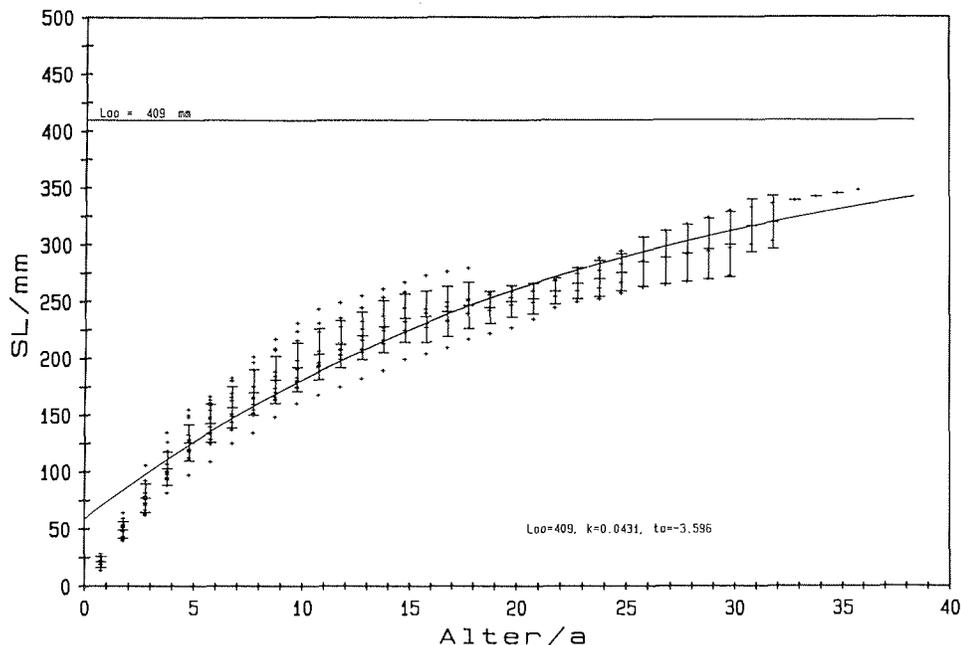


Abb. 3.3.9 : Längenwachstumsverlauf für *Aethotaxis mitopteryx*. Dargestellt sind die rückberechneten Längen (+), die sich daraus ergebenden Mittelwerte und Standardabweichungen pro Altersgruppe und die v.Bertalanffy-Wachstums-Kurve. Die zur vBGF gehörigen Kurvenparameter sind in der Abbildung aufgeführt, L_{∞} als Asymptote eingezeichnet.

3.3.4.2. *Pagothenia bernacchii*

Pagothenia bernacchii zeigt eine schlechte Lesbarkeit der Otolithen von nur 69% (9 von 13). Die Otolithen sind relativ kompakt und die Ringe nicht sehr deutlich ausgeprägt. Es finden sich auch Sekundärringe, die als Laichringe interpretiert werden können. Es wurden nur die Otolithen in den Alterslängenschlüssel aufgenommen, wo sich die Winterringe gut von diesen trennen ließen. Die neun Fische haben Längen zwischen 185 und 275mm und weisen ein Alter von 11 bis 21 Jahren auf. Die Werte liegen im Alterslängenschlüssel (Tab. 7.14) dicht beisammen.

Trotz allgemein schlechter Lesbarkeit der Otolithen ergaben sich bei verschiedenen Methoden für die Anpassung der vBGF gut vergleichbare Werte. In Abb. 3.3.10 sind die Kurven für L_{∞} aus L_{\max} , L_{∞} für den maximalen Korrelationskoeffizienten r und aus dem Ford-Walford-Plot (FWP) eingetragen. Alle drei Kurven verlaufen über weite Bereiche der Altersgruppen durch die mittleren Längen. In den ersten drei Altersgruppen werden die Daten am besten durch die nach dem FWP berechneten vBGF reprä-

sentiert. Damit ergibt sich für *P. bernacchii* ein L_{∞} von 312mm, ein k von 0,088 und ein t_0 von 0,325.

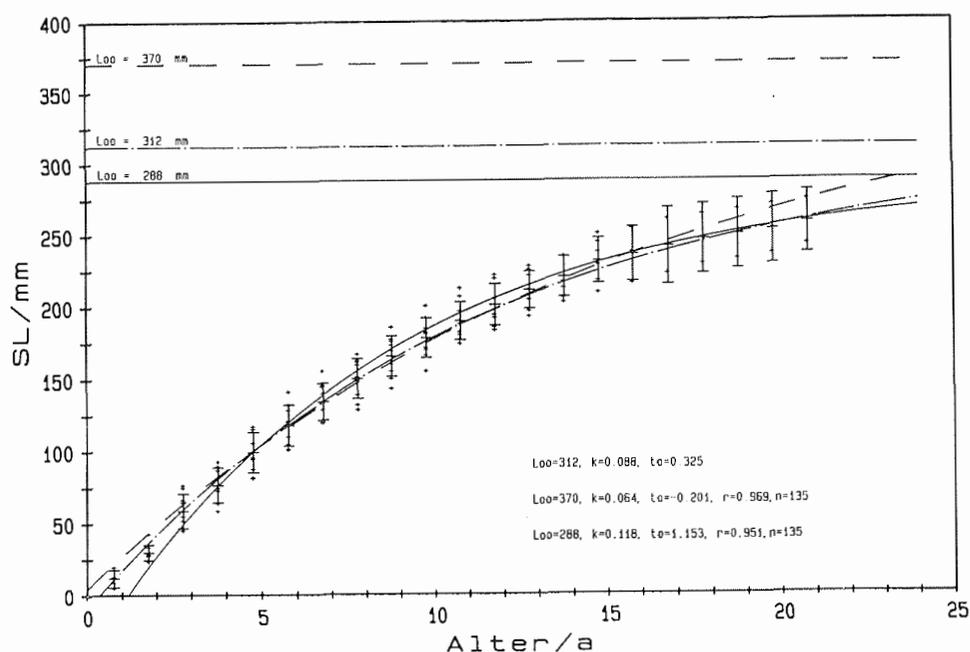


Abb. 3.3.10 : Längenwachstum für *Pagothernia bernacchii*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9. Die drei Kurven stehen für die nach unterschiedlichen Methoden errechneten Parameter.

3.3.4.3. *Pagothernia borchgrevinki*

Die Otolithen von *Pagothernia borchgrevinki* sind klein und leicht. Die hyalinen Ringe sind sehr deutlich ausgeprägt und bei allen drei Exemplaren daher gut lesbar. Die Fische gehören der Altersgruppe 6 und 7 Jahre an.

Die Wachstumskurve in Abb. 3.3.11 ist wegen der geringen Anzahl an Otolithen sehr unsicher. Sowohl nach der maximal aufgetretenen Standardlänge als auch aus dem FWP ergeben sich sehr niedrige Werte für L_{∞} . Legt man als maximale Länge Werte von PAPPENHEIM (1912) oder FOSTER *et al.* (1987) mit 232 bzw. 237mm SL zugrunde, so ergibt sich eine vBGF, die sich sehr gut den rückberechneten mittleren Längen anpaßt. Sie kann als erste Näherung für das Wachstum von *P. borchgrevinki* angesehen werden.

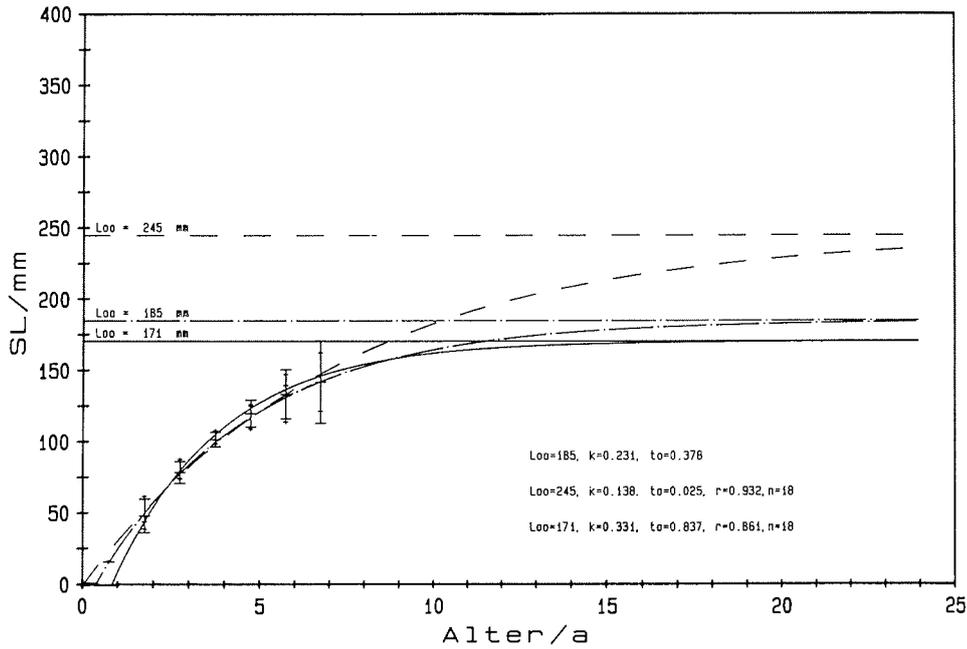


Abb. 3.3.11 : Längenwachstum für *Pagothenia borchgrevinki* . Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

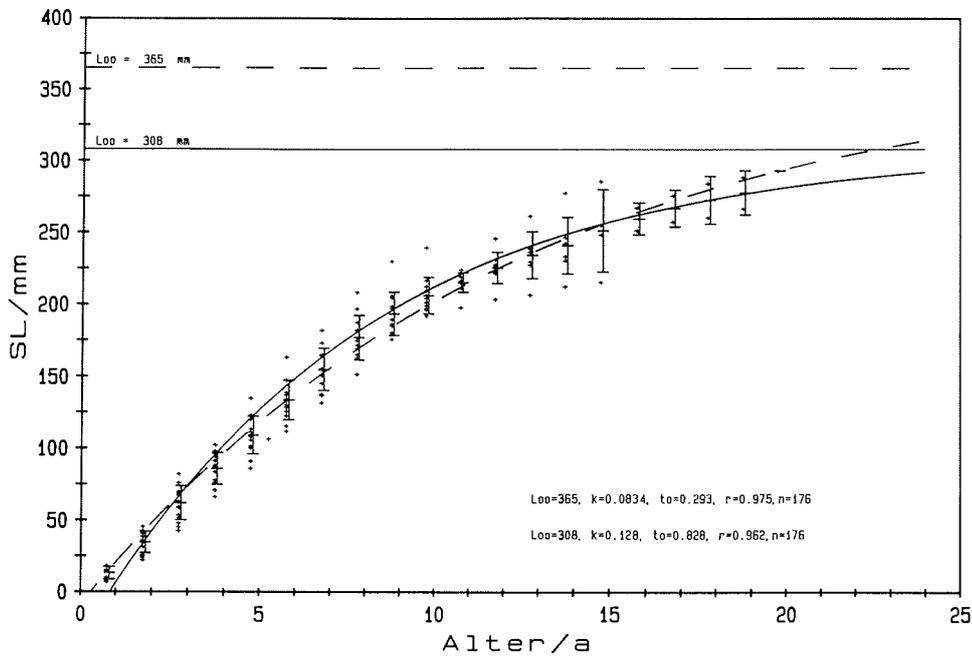


Abb. 3.3.12 : Längenwachstum für *Pagothenia hansonii* . Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

3.3.4.4. *Pagothenia hansonii*

Von den 16 *Pagothenia hansonii*-Otolithen konnten 15 gelesen werden. Zwar traten auch hier Sekundärringe auf, sie waren jedoch durch ihre geringere Breite gut von Winterringen unterscheidbar. Für die 100 bis 290mm langen Fische wurde ein Alter zwischen 4 und 20 Jahren festgestellt. Der Alterslängenschlüssel (Tab. 7.15) zeigt ein relativ geradliniges Wachstum.

Für *P. hansonii* ergeben sowohl der FWP als auch die Methode nach PAULY gut übereinstimmende L_{∞} -Werte von 365mm (Abb. 3.3.12). Berechnet man den FWP für jeden Einzelfisch, so ergibt dies ein ähnliches mittleres L_{∞} von 387mm. Die sich aus der maximalen SL ergebende Endlänge von 308mm erscheint danach zu niedrig, obwohl sich die hieraus berechnete vBGF den rückberechneten Werten ebenfalls gut anpaßt. Bei einer bisher gefundenen maximalen SL von 292mm scheint ein L_{∞} von 365mm noch realistisch.

3.3.4.5. *Trematomus centronotus*

Die Otolithen von *Trematomus centronotus* waren sehr schlecht zu lesen. Von 51 gesammelten konnten nur 32 für die Wachstumsberechnungen eingesetzt werden (63%). Neben einer insgesamt sehr kompakten Struktur, die bei den größeren Exemplaren ein Anschleifen erforderte, waren Sekundärringe sehr häufig nicht von den eigentlichen Winterringen zu unterscheiden. Der Alterslängenschlüssel (Tab. 7.16) zeigt jedoch schon ein geringeres Wachstum als bei den anderen untersuchten Arten an. Die kleinsten untersuchten Exemplare von 90mm waren bereits 5 bis 7 Jahre alt, das größte Exemplar von 244mm war 20 Jahre alt.

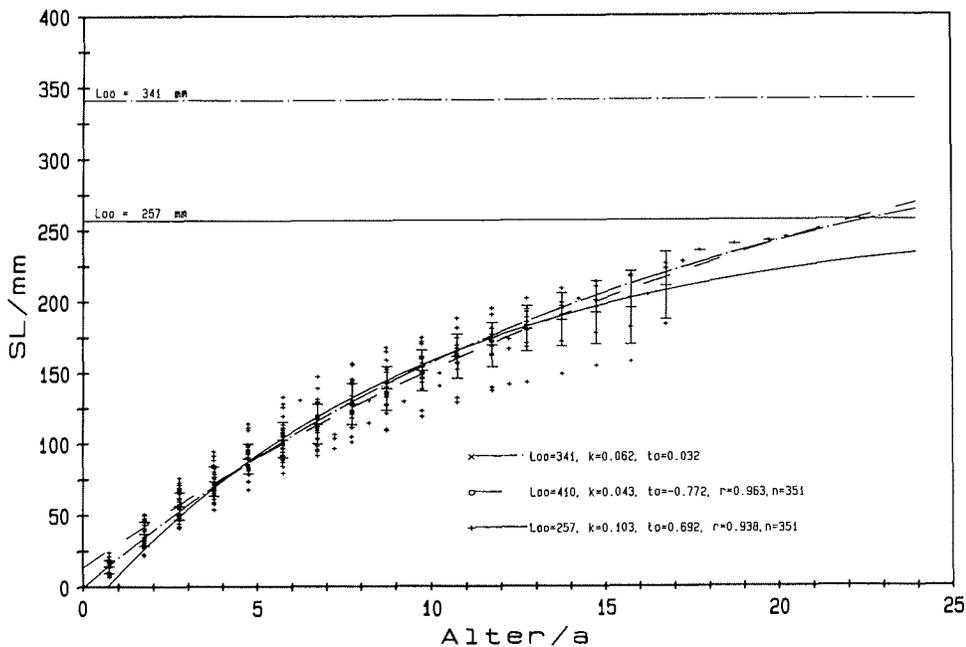


Abb. 3.3.13 : Längenwachstum für *Trematomus centronotus*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

Die Art zeigt einen sehr geradlinigen Wachstumsverlauf (Abb. 3.3.13). Die Anpassungen der vBGF nach verschiedenen Methoden ergeben nicht sehr einheitliche Ergebnisse. Die asymptotische Endlänge aus L_{\max} (257mm) und für einen maximalen Korrelationskoeffizienten (410mm) liegen immerhin um 150mm auseinander. Der FWP ergibt ein L_{∞} von 341mm und liegt genau dazwischen. Die entsprechende Kurve verläuft ziemlich genau durch die mittleren Längen pro Altersklasse und wird daher als realistisch angesehen.

Dieser Wert läßt sich nach der PAULY-Methode zumindest insofern bestätigen, als sich der Korrelationskoeffizient bei vorgegebenen L_{∞} -Werten zwischen 340 und 410 mm nur noch in der vierten Dezimalstelle ändert.

3.3.4.6. *Trematomus eulepidotus*

Für *Trematomus eulepidotus* konnte das Wachstum für Männchen und Weibchen getrennt erstellt werden. Die Otolithen dieser Art sind relativ dünn und daher gut lesbar. Von 138 untersuchten Exemplaren konnten 126 ausgewertet werden (91%). Vergleicht man die Alterslängenschlüssel (Tab. 7.17) von Männchen und Weibchen miteinander, so zeigen sich deutliche Unterschiede. Während die Männchen eine maximale Länge von 217mm und ein maximales Alter von 14 Jahren erreichen, werden die

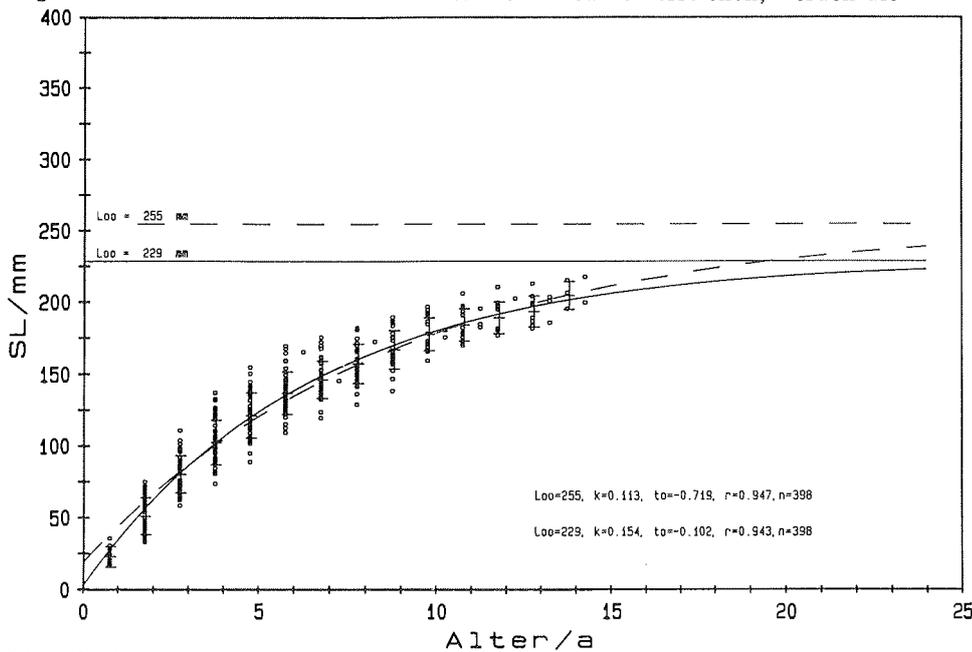


Abb. 3.3.14a : Längenwachstum für *Trematomus eulepidotus* Männchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

Weibchen wesentlich länger (293mm) und älter (21 Jahre). Beide Verteilungen zeigen ein Abflachen des Wachstums in höheren Jahrgängen. Die jüngsten untersuchten Exemplare waren im zweiten Sommer mit 45mm Länge. Bis zu einem Alter von ca. 8 Jahren oder einer Länge von 150-160mm zeigen Männchen und Weibchen eine etwa

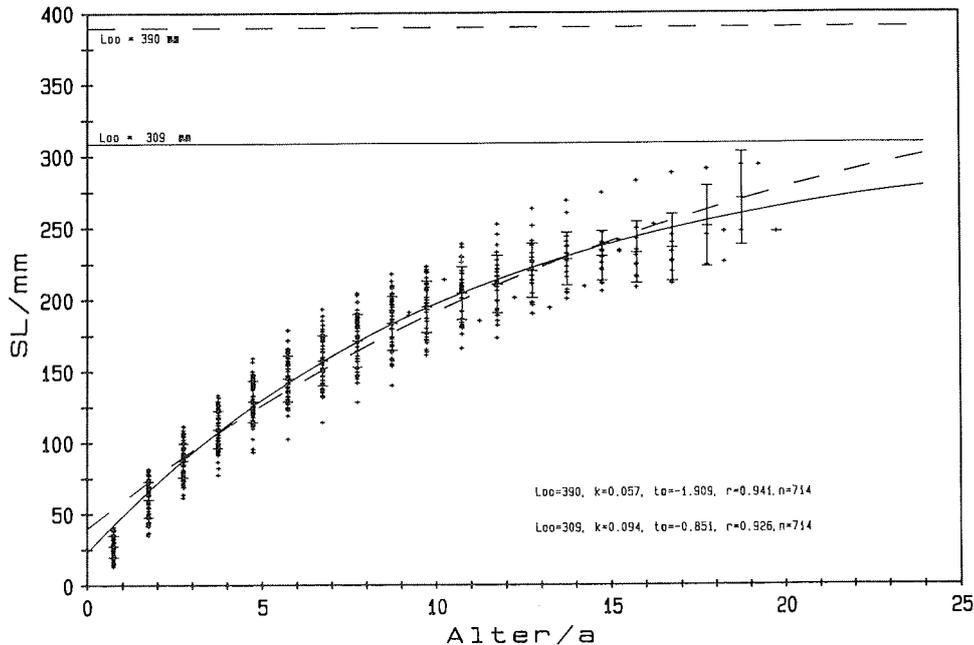


Abb. 3.3.14b : Längenwachstum für *Trematomus eulepidotus* Weibchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

gleiche Alters-Längenverteilung, dann wachsen die Männchen langsamer weiter als die Weibchen. Das mittlere Alter für den Eintritt der Geschlechtsreife (50% der untersuchten Tiere mit Gonaden des Reifestadiums II oder höher) beträgt ca 7 Jahre. Die Länge läßt sich aus den vorhandenen Daten nicht abschätzen. Nach dem Alter würde sie etwa 14cm betragen.

Die Wachstumskurven sind für Männchen und Weibchen getrennt dargestellt (Abb. 3.3.14 a + b). Bei den Männchen ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung der berechneten Parameter aus den verschiedenen Methoden. Der FWP für Einzelfische und aus den Mittelwerten erbringt ein L_{∞} von 216mm bzw. 231mm. Das entspricht der gefundenen Maximallänge von 217mm bzw. dem sich daraus (n. TAYLOR, 1958) ergebenden L_{∞} von 229mm. 229mm wird daher als realistischer Wert für die Endlänge angesehen.

Die Weibchen zeigen eine wesentlich höhere Endlänge. Nach PAULY erhält man bei einem maximalen Korrelationskoeffizienten ein L_{∞} von 390mm. Das L_{∞} aus dem FWP erreicht dagegen mit 262mm einen wesentlich niedrigeren Wert als die maximal gefundene Länge (293mm). Während bei den Männchen die verschiedenen Methoden sehr einheitliche Ergebnisse zeigen, ergeben sich für die Weibchen nicht so eindeutigen Werte für die Wachstumsparameter. 309mm, errechnet aus der maximalen Fanglänge, muß daher als Mindest-Wert für die Theoretische Endlänge angesehen werden.

3.3.4.7. *Trematomus lepidorhinus*

Für *Trematomus lepidorhinus* konnte das Wachstum ebenfalls für Männchen und Weibchen getrennt berechnet werden. Die Lesbarkeit der Otolithen lag bei 82% (175 von 214) (Alterslängenschlüssel siehe Tab.7.18). Die Ringstrukturen sind relativ deutlich, obwohl der Kontrast zwischen hyalinen und opaken Ringen nicht sehr stark ist. Für die zwischen 44 und 292mm langen Tiere wurde ein Alter zwischen 2 und 19 Jahren festgestellt. Dabei zeigen Männchen und Weibchen zwar Unterschiede im Wachstumsverlauf, diese sind jedoch nicht so stark ausgeprägt wie bei *T. eulepidotus*. Die Männchen erreichen ein Alter bis zu 16 Jahren, werden aber insgesamt nicht so groß (200mm) wie die Weibchen. Im Alterslängenschlüssel belegen sie in den Altersgruppen immer die unteren Längensklassen. Der Eintritt der Geschlechtsreife kann mit ungefähr 7 Jahren festgelegt werden. Dabei wird dieser Wert überwiegend durch die Weibchen festgelegt, da die Männchen nur ein Drittel der Anzahl der Weibchen ausmachen. Die entsprechende Länge beträgt 13cm.

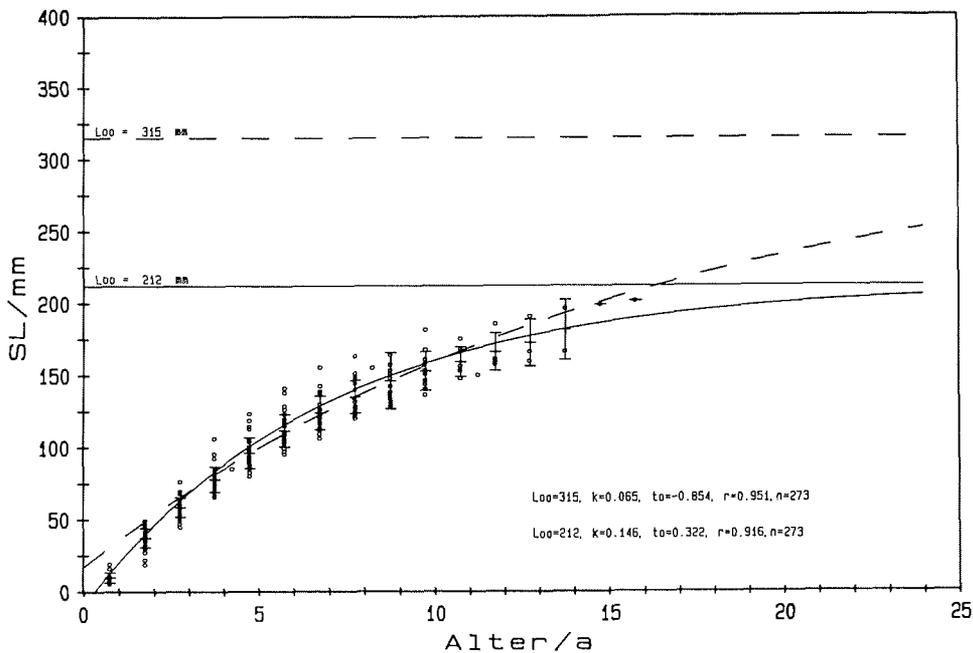


Abb. 3.3.15a : Längenwachstum für *Trematomus lepidorhinus* Männchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

Die Wachstumsberechnungen für die Männchen ergeben zwei Größenbereiche für das L_{∞} . Nach dem FWP liegen die Werte zwischen 196 und 231mm. Dies ist die Größenordnung, die sich aus dem L_{\max} (192mm) errechnet $\rightarrow L_{\infty}=212$ mm. Nach der Methode von PAULY ergeben sich wesentlich höhere Werte von 280 und 315mm. Die vBGF für die hohen L_{∞} -Werte wird sehr stark durch die Altersgruppen 5 bis 9 bestimmt (Abb. 3.3.15a) und repräsentiert die Jahrgänge 1-3 und >10 dafür nicht so gut. Die vBGF für 212mm verläuft etwas oberhalb der rückberechneten Mittelwerte, stellt diese aber im Ganzen recht gut dar.

Für die Weibchen errechnen sich wesentlich höhere Werte für L_{∞} . Der FWP auf Basis der Mittelwerte weist ein L_{∞} von 310mm aus. Dieser Wert ergibt sich auch aus der

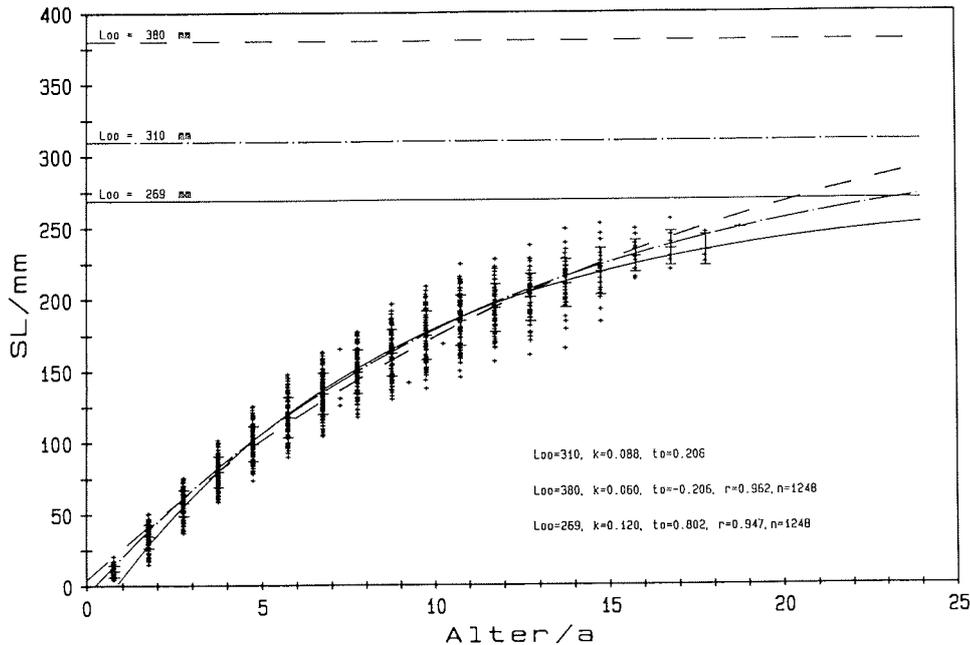


Abb. 3.3.15b : Längenwachstum für *Trematomus lepidorhinus* Weibchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

maximal gefundenen SL (292mm \rightarrow $L_{\infty}=308$ mm, Maximallänge der Weibchen bei der Altersbestimmung: 255mm). Nach der PAULY-Methode erhält man ein L_{∞} von 380mm. Die daraus resultierende Kurve repräsentiert subjektiv gesehen die rückberechneten Mittelwerte allerdings nicht so gut wie die vBGF nach dem FWP bzw. den nach der maximalen Länge berechneten Parameter.

3.3.4.8. *Trematomus loennbergii*

Die Lesbarkeit der Otolithen von *Trematomus loennbergii* war sehr gut. 76 von 80 Otolithen waren verwertbar (95%). Die Ringstrukturen waren sehr deutlich und es traten relativ wenig Sekundärringe auf. Das Alter für die 90 bis 280mm langen Exemplare lag zwischen 5 und 23 Jahren. Ein geschlechtsspezifisches Wachstum deutet sich im Alters-Längenschlüssel an (Tab. 7.19); die Zahl der Männchen ist jedoch sehr gering ($n=14$). Die Längenwerte der Männchen liegen in den einzelnen Altersgruppen immer im unteren Bereich. Das maximale Alter für die Männchen ist 12 Jahre mit einer Länge von 189mm. Durch das Fehlen der unteren Längen- und Altersklassen kann für diese Art keine Angabe zum Alter bei Eintritt der Geschlechtsreife gemacht werden. Fast alle Exemplare der Altersgruppen 6 und 7 waren jedoch schon geschlechtsreif.

Die Wachstumsberechnungen wurden trotz der geringen Anzahl der Männchen für beide Geschlechter getrennt durchgeführt.

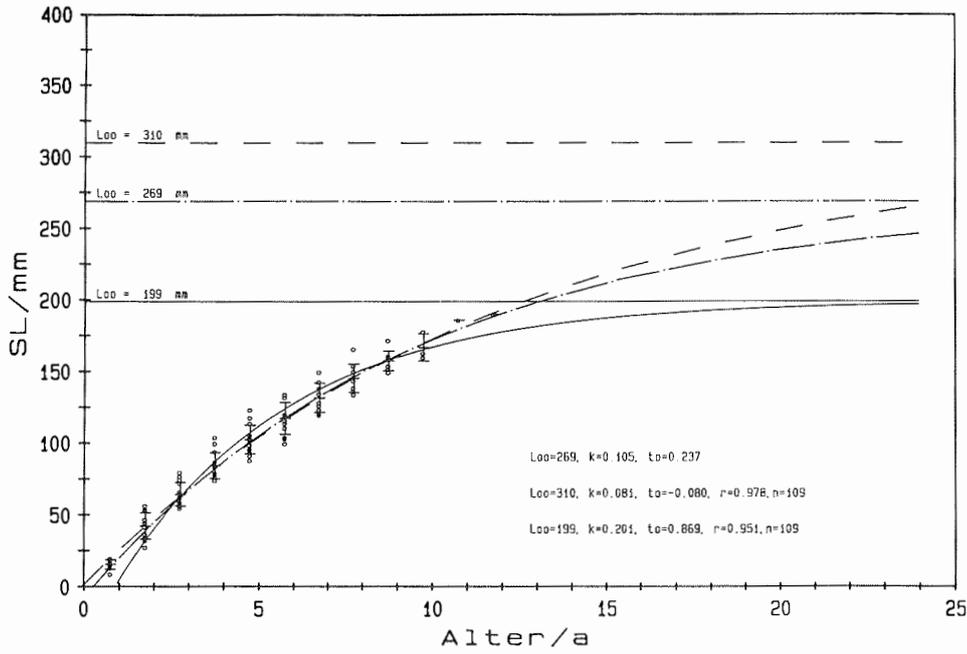


Abb. 3.3.16a : Längenwachstum für *Trematomus loennbergii* Männchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

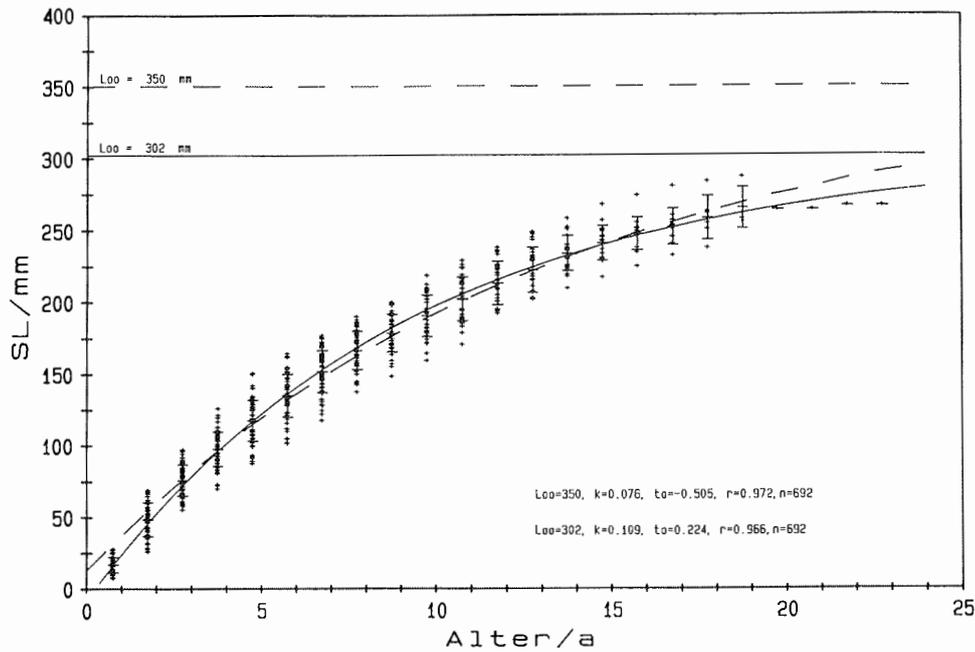


Abb. 3.3.16b : Längenwachstum für *Trematomus loennbergii* Weibchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

Für die Männchen ergeben sich L_{∞} -Werte in ähnlichen Bereichen wie bei *T. lepidorhinus*. Aus der maximalen SL folgt ein L_{∞} von 199mm. Die entsprechende Kurve paßt sich jedoch nicht sehr gut den Meßpunkten an. Das L_{∞} scheint zu niedrig. Besser werden die rückberechneten Werte durch die aus FWP (L_{∞} =269mm) und nach der PAULY-Methode (L_{∞} =310mm) bestimmten vBGF repräsentiert. Beide Kurven haben im Meßbereich einen fast identischen Verlauf.

Die L_{∞} -Werte für die Weibchen liegen wiederum höher als die der Männchen. Aus dem L_{\max} ergibt sich ein L_{∞} von 302mm, einen ähnlichen Wert erhält man durch den FWP. Nach der Methode von PAULY erhält man etwas höhere Werte von 350 (alle rückberechneten Werte) bis 370mm (nur Endlängen). Auch hier zeigt der FWP subjektiv eine bessere Wiedergabe der rückberechneten Mittelwerte.

3.3.4.9. *Trematomus nicolai*

Für *Trematomus nicolai* wurde aufgrund der geringen Anzahl auswertbarer Otolithen (10 von 19) keine Trennung nach Geschlechtern vorgenommen. Die untersuchten Fische waren mit 230 bis 293mm SL alle sehr groß, nur ein Exemplar war 150mm lang. Die Strukturen waren bei den meisten Exemplaren nicht sehr deutlich, Winterringe oft relativ schwach ausgebildet und daher schwer von Sekundärringen zu trennen. Der gefundene Altersbereich von 12 bis 19 Jahren ist daher ebenfalls sehr hoch (siehe Tab. 7.20).

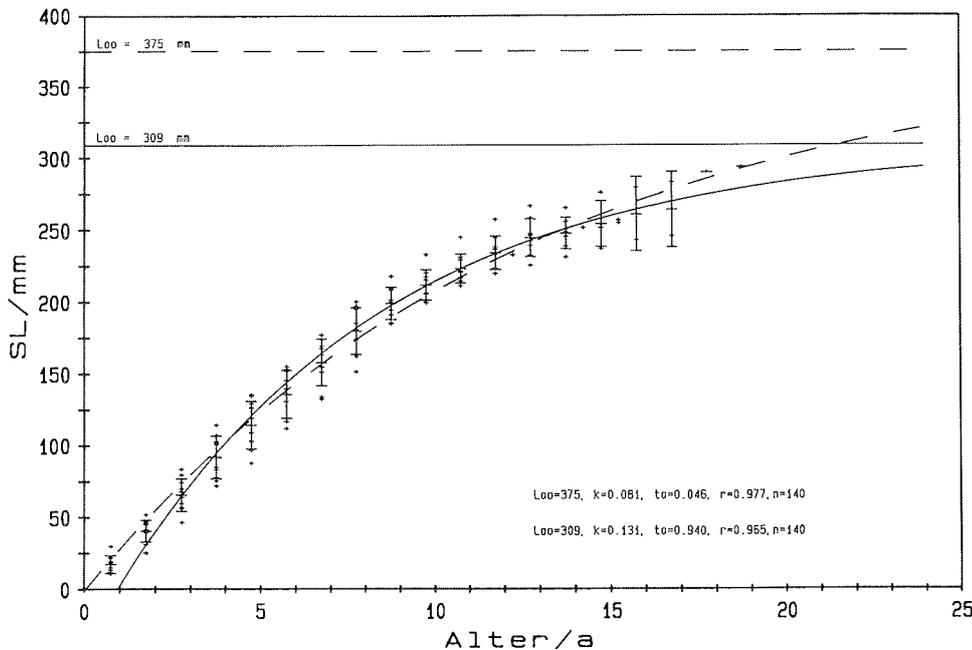


Abb. 3.3.17 : Längenwachstum für *Trematomus nicolai*. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

Beide Methoden, FWP und PAULY, ergeben gut übereinstimmende Parameter. Die errechnete Endlänge schwankt zwischen 365 (FWP nach Einzelfischen) und 375mm

(PAULY mit allen rückberechneten Werten). Die für 375mm berechnete vBGF gibt die mittleren Längen pro Altersgruppe am besten wieder. Die aus L_{\max} berechnete Endlänge von 308mm scheint damit weit unterschätzt zu sein.

3.3.4.10. *Trematomus scotti*

T. scotti ist die kleinste der zehn untersuchten Arten. Es wurden Maximallängen von 114mm für die Männchen und 145mm für die Weibchen gefunden. Für die Altersbestimmung war die Maximallänge 139mm und das Maximalalter 22 Jahre. Dabei ist im Wachstumsverlauf ein Unterschied zwischen Männchen und Weibchen kaum ausgeprägt. Die Längenverteilungen in den einzelnen Altersgruppen überlagern sich (Tab. 7.21), die Männchen erreichen jedoch ein nicht so hohes Alter und eine geringere Endlänge als die Weibchen (Männchen maximal 16 Jahre und 114mm). Die Otolithen sind sehr groß und zeigen sehr deutliche, scharf abgegrenzte Winterringe und nur im äußeren Bereich einige Sekundärringe. Der Eintritt der Geschlechtsreife liegt zwischen dem sechsten und siebten Jahr. Die Fische haben dann etwa eine Länge von 8cm.

Die nach den verschiedenen Methoden bestimmten Parameter sind für beide Geschlechter sehr ähnlich.

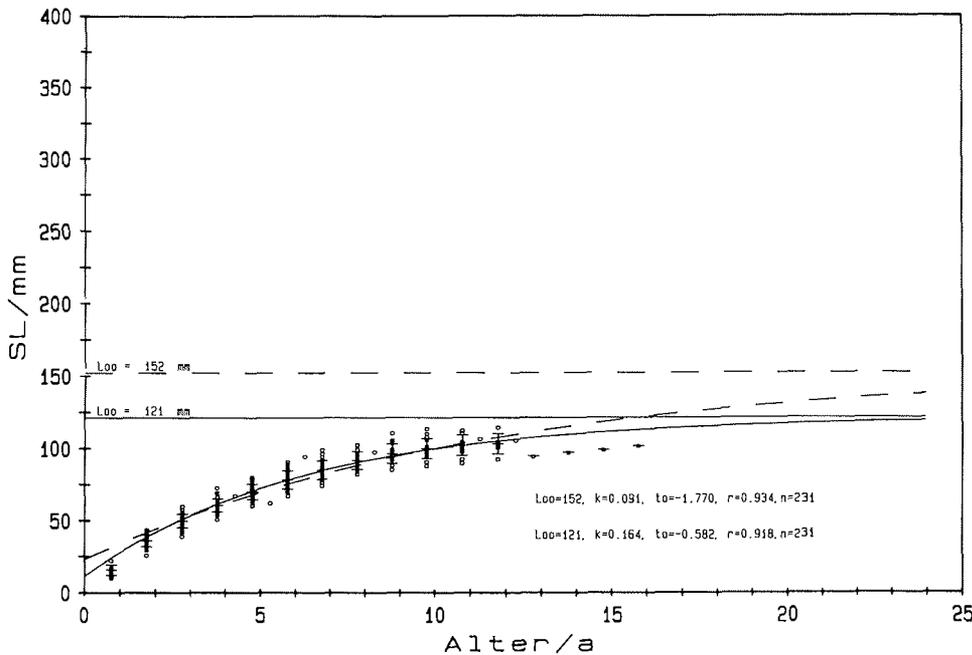


Abb. 3.3.18a : Längenwachstum für *Trematomus scotti* Männchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9 und 3.3.10.

Für die Männchen errechnen sich aus dem FWP Endlängen von 104 bis 123mm, das entspricht dem L_{∞} aus L_{\max} ($L_{\max}=114 \rightarrow L_{\infty}=121\text{mm}$). Nach der PAULY-Methode

ergibt sich ein etwas höherer Wert von 152mm (Abb. 3.3.18a), wobei sich die nach $L_{\infty}=121\text{mm}$ berechnete vBGF den rückberechneten Werten etwas besser anfügt.

In der gleichen Größenordnung liegen die Werte für die Parameter bei den Weibchen. Die L_{∞} -Werte liegen bei den verschiedenen Methoden zwischen 139 und 155mm. Für die dargestellte vBGF (Abb. 3.3.18b) wurde ein L_{∞} von 153mm gewählt (berechnet nach $L_{\text{max}}=145\text{mm}$).

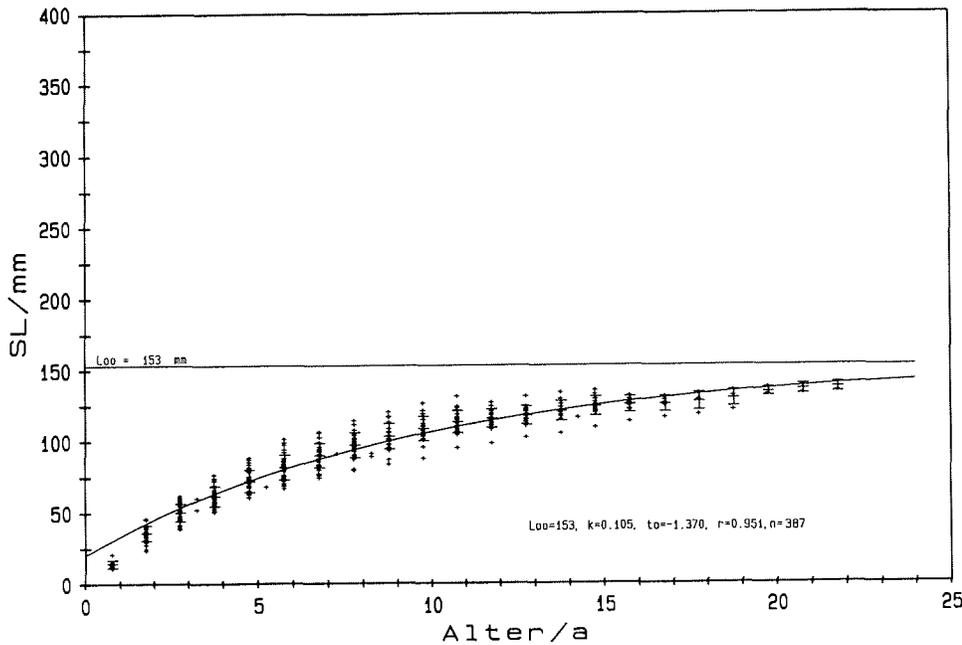


Abb. 3.3.18b : Längenwachstum für *Trematomus scotti* Weibchen. Nähere Erläuterungen siehe Abb. 3.3.9.

3.3.5. Diskussion zu Reife und Wachstum

In einem ersten Überblick über die antarktische Fischfauna gab ANDRIASHEV (1965) eine erste, allgemeine Analyse der Reproduktionsgewohnheiten der Fischarten. Auf der Grundlage der bis dahin noch recht spärlich vorhandenen Daten beschrieb er hauptsächlich Herbstlaicher mit relativ wenigen, dafür großen, dotterreichen Eiern. Seitdem hat sich die Kenntnis um die Laichgewohnheiten notothenioider Fische ständig verbessert. CAMUS & DUHAMEL (1985), EVERSON (1970b, 1977), HUREAU (1970), KOZLOV & SILYANOVA (1983) und SHCHERBICH (1975) beschrieben die Reifezyklen für die Arten *Notothenia rossii*, *N. neglecta*, *Pagothenia hansonii* und *N. gibberifrons*, und DANIELS (1978) und MORENO (1980) fanden Brutpflege bei *Harpagifer bispinis* und *Pagothenia bernacchii*, um nur einige Arbeiten zu nennen. Bis auf wenige Ausnahmen standen bei solchen Untersuchungen bisher die kommerziell verwertbaren Arten im Mittelpunkt des Interesses. Die schlechter erreichbaren Arten der Hochantarktis, zu denen die in dieser Arbeit abgehandelten *Trematomus*-Arten zählen, wurden

nur sehr selten bearbeitet und die Informationen über ihren Reproduktionszyklus sind gering.

Bei den drei *Pagothenia*-Arten läßt das relativ geringe, vorliegende Material keine über die aus der Literatur bekannten Daten hinausgehenden Schlußfolgerungen zu. Der überwiegende Teil der untersuchten Fische war im Stadium III. Bei *P. bernacchii* finden wir im Sommer auch abgelaichte Tiere. Dies ist zumindest in Übereinstimmung mit DEARBORN (1965) und HASCHEMEYER (1981), die in der Ross-See für diese Art den Dezember und Januar als Laichzeit angeben.

Auch bei *Aethotaxis mitopteryx* ist das Bild ziemlich undifferenziert. Der hohe Anteil an Ruhestadien (II) und einige wenige Exemplare mit ausgelaichten Gonaden mögen auf eine Laichzeit im Spätwinter oder Frühjahr hindeuten. Auf Grund der geringen Anzahl (11 Weibchen) ergibt sich jedoch kein klares Bild.

Besser abgesicherte Informationen lassen sich aus den Daten der *Trematomus*-Arten gewinnen, für die es keinerlei Literaturdaten gibt. Hier sind deutlich Anzeichen für Laichaktivitäten zu erkennen.

Aus dem Gonadosomatischen Index (GSI) und der Reife lassen sich zumindest *T. centronotus* und *T. eulepidotus* als Spätfrühjahrs- und Sommerlaicher definieren. Die vom November zum Januar hin steigenden GSI-Werte bei *T. eulepidotus* deuten auf ein Einsetzen des Ableichens zu Beginn des Sommers. Bei *T. centronotus* fallen die Werte wieder ab. Die Laichperiode dürfte demnach im Frühsommer weitgehend abgeschlossen sein.

Anders bei *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii* und *T. nicolai*. Hier wurden im Frühjahr gar keine reifen Tiere gefangen, im Sommer einige wenige. Die GSI-Werte steigen nur langsam zum Sommer hin an, behalten auch dann noch recht niedrige Werte. Für diese drei Arten könnte die von ANDRIASHEV (1965) generell aufgestellte Hypothese des Herbstlaichers zutreffen.

EVERSON (1970b) beschreibt für *N. neglecta* den Jahresgang im GSI-Wert, der als beispielhaft auch für andere antarktische Fische angesehen wird: von Januar bis März nimmt der Wert von ca. 5 auf etwa 8% zu, was einem langsamen Reifen der Gonade entspricht. Dann gibt es einen Entwicklungsschub, so daß im April und Mai während der Laichzeit Werte von 14 bis 16% erreicht werden. Nach dem Ablaichen fällt der GSI auf ca. 3% ab und bleibt auf diesem Niveau bis Dezember.

Zieht man diesen Zyklus als Modell auch für die hier untersuchten Arten heran, so lassen sich diese anhand des GSI im Frühjahr und Sommer zumindest grob einordnen. Dabei ist immer zu bedenken, daß EVERSON (1970b) den GSI-Jahresgang für Signy Island aufstellte. Das heißt, die im Folgenden postulierten Laichzeiten könnten sich im Weddellmeer noch etwas verschieben.

T. lepidorhinus erreicht im Januar und Februar in der Regel Werte von 6 bis 7% und würde damit ähnlich wie *N. neglecta* vor Signy Island im Mai/Juni zum Ablaichen kommen. Auch *T. loennbergii* würde mit bis zu 9% GSI im Sommer eine Laichzeit im Mai oder Juni erwarten lassen. Da *T. nicolai* und *T. scotti* sowohl im Oktober/November als auch im Januar/Februar niedrige GSI-Werte zeigen, im Sommer immerhin etwas höhere, dürfte die Laichzeit später als bei den anderen liegen, wahrscheinlich im Winter (Juli/August).

Die Festlegung der Laichzeit ist auch für die Altersbestimmung von großer Bedeutung. Für die Arten, die ihre Laichzeit im Spätherbst oder Winter haben -das sind hier mit

ziemlicher Sicherheit *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii*, *T. nicolai*, *T. scotti*- würden damit etwaige Laichringe mit Winterringen zusammenfallen. Bei diesen Arten wäre damit die Definition der hyalinen Zonen als Winterringe gut abgesichert. Auch *Aethotaxis mitopteryx* könnte aufgrund der niedrigen GSI-Werte und Reifestadien im Sommer als Winterlaicher eingestuft werden, und für *Pagothenia borchgrevinki* bestimmten ANDRIASHEV *et al.*(1979) die Monate Juni und Juli als Laichzeit. In der Tat waren die Ringstrukturen bei diesen Arten (bis auf *T. nicolai*) besonders klar und übersichtlich. Die schlechte Lesbarkeit bei *T. nicolai* hängt mit dem Längenspektrum der untersuchten Fische zusammen. Es waren überwiegend große Exemplare. Junge Fische, an denen man die unteren Jahrgänge gut hätte vergleichen und absichern können, fehlten im Material.

Für *P. bernacchii* und *P. hansonii* sowie für *T. centronotus* und *T. eulepidotus* besteht eine größere Möglichkeit von Sekundärringen, die durch die Laichzeit hervorgerufen werden. Tatsächlich findet sich bei den beiden letztgenannten Arten eine Anzahl von Fischen, deren rückberechnete Längen für die entsprechenden Alter als zu klein erscheinen. Dies könnten Exemplare sein, deren Alter aufgrund unklarer Ringstrukturen überschätzt wurde. Gerade bei *P. bernacchii* und *T. centronotus* war die Lesbarkeit der Otolithen mit 63 bzw. 69% sehr schlecht und vor allem bei größeren und damit laichreifen Exemplaren die Interpretation der Ringe sehr schwierig. Bei den beiden *Pagothenia*-Arten fehlten, wie bei *T. nicolai*, kleinere Exemplare, die die Altersbestimmung absichern. Bei *T. centronotus* und *T. eulepidotus* waren Laichringe vorhanden, die bei *T. centronotus* oft nicht von Winterringen unterschieden werden konnten. Auch die relativ großen Streuungen bei den rückberechneten Längen der *T. eulepidotus*-Weibchen deuten auf Fehlinterpretationen hin, die jedoch durch den großen Materialumfang ausgeglichen werden.

Bisherige Wachstumsuntersuchungen beziehen sich in erster Linie auf kommerziell genutzte Arten wie *Notothenia rossii* (FREYTAG, 1977&1980; HUREAU, 1970; SHUST & PINSKAYA, 1978), *Notothenia gibberifrons* (HOFFMANN, 1982; SHUST & PINSKAYA, 1978) und die Eisfische *Champscephalus gunnari*, *Chaenocephalus aceratus* und *Pseudochaenichthys georgianus* (KOCK, 1980). Hinzu kommen Daten über einige *Notothenia*-Arten (BURCHETT, 1983; EKAU, 1982; EVERSON, 1970a; RADTKE & TARGETT, 1984; SHUST & PINSKAYA, 1978; WOHLSCHLAG, 1962; ZURR, 1977), *Harpagifer bispinis* (DANIELS, 1983) und *Dissostichus mawsoni* (BURCHETT *et al.*, 1984). Fast alle Daten stammen von der Antarktischen Halbinsel oder den subantarktischen Inseln. Quantitative Daten von hochantarktischen Arten sind rar. SHUST & PINSKAYA (1978) geben Wachstumswerte für die auch im Weddellmeer vorkommende Art *Pagothenia hansonii*, ihr Material stammt allerdings von Süd Georgien. Daten für *P. bernacchii* werden von WOHLSCHLAG (1962) aus dem McMurdo Sound und HUREAU (1964) von den Kerguelen genannt. Etwas ausführlicher beschreibt ZURR (1977) das Wachstum von *Trematomus centronotus* in der Ross-See und bei SCHWARZBACH (1987) finden sich Alterslängenschlüssel für *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. scotti* aus dem Weddellmeer.

Die in der Literatur gefundenen Werte der Wachstumsparameter sind meinen eigenen in Tab. 3.3.4 gegenübergestellt.

Im Vergleich zu den an der Antarktischen Halbinsel vorkommenden Nototheniiden sind die der Hochantarktis auffallend klein. Sie erreichen kaum Endlängen über 400mm, die Männchen bleiben oft sogar unter 300mm. Dagegen erreichen die *Notothenia*-Arten der Antarktischen Halbinsel Theoretische Endlängen bis zu 1m.

Die Wachstumskoeffizienten k liegen mit Werten zwischen 0,1 und 0,3 an der Antarktischen Halbinsel ebenfalls höher als bei den Weddellmeer-Arten. (0,04 bis 0,16).

Tab. 3.3.4: Parameter der von Bertalanffy-Wachstumsgleichung und Index of Growth Performance P (nach PAULY, 1979) der zehn untersuchten Arten im Vergleich mit anderen notothenioiden Arten aus der Literatur. L_{∞} in mm, W_{∞} in g.

Art	L_{∞}	W_{∞}	k	t_0	P	Autor
<i>Notothenia larseni</i>	255		0,269	0,111		SHUST & PINSKAYA, 1978 *
<i>N. larseni</i>	238		0,181	1,501		RADTKE & TARGETT, 1984 *
<i>N. magellanica</i>	400		0,26	0,4		HUREAU, 1970
<i>N. kemp</i>	493		0,141	0,220		SHUST & PINSKAYA, 1978 *
<i>N. squamifrons</i>	619		0,117	-0,354		SHUST & PINSKAYA, 1978 *
<i>N. gibberifrons</i>	585		0,136	-0,085		SHUST & PINSKAYA, 1978 *
<i>N. gibberifrons</i>	474	*1465	0,23	-1,35	*2,53	HOFFMANN, 1982
<i>N. rossii marmorata</i>	808		0,192	0,220		SHUST & PINSKAYA, 1978 *
<i>N. r. marm. o</i>	882		0,119	-0,96		FREYTAG, 1980 (n. OLSEN, 1954)
<i>N. r. marm. +</i>	971		0,108	-0,97		FREYTAG, 1980 (n. OLSEN, 1954)
<i>N. r. marmorata</i>	972	9255	0,107	-0,007	3,00	FREYTAG, 1980, S. Georgia
<i>N. r. marmorata</i>	869		0,112	-0,099		FREYTAG, 1980, S. Shetlands
<i>N. r. marmorata</i>	447		0,293	-		PAULY, 1978 (n. CRISP <i>et al.</i> , 1975)
<i>N. r. rossii o</i>	800		0,13	-1,69		HUREAU, 1970
<i>N. r. rossii +</i>	900		0,13	-0,62		HUREAU, 1970
<i>N. rossii</i>	1255	*23145	0,067	-0,589	*3,19	BURCHETT, 1983; S. Georgien
<i>N. neglecta o</i>	395	1728	0,129	-0,8	2,35	KOCK, 1980 (n. EVERSON, 1970a)
<i>N. neglecta +</i>	455	2744	0,091	-1,7	2,40	KOCK, 1980 (n. EVERSON, 1970a)
<i>N. ramsayi o</i>	356	490	0,347	0,228	2,23	EKAU, 1982; Patagon. Schelf
<i>N. ramsayi +</i>	444	1047	0,222	0,064	2,37	EKAU, 1982; Patagon. Schelf
<i>Dissostichus mawsoni</i>	1852	*75970	0,056	-4,73	*3,63	BURCHETT <i>et al.</i> , 1984; Ross-See
<i>Pagothenia hansonii</i>	462	1353	0,219	0,055	2,48	SHUST & PINSKAYA, 1978 *
<i>P. bernacchii</i>	-	309	0,29	-	1,95	PAULY, 1979 (n. WOHLSCHLAG, 1962)
<i>Trematomus centronotus o</i>	220	*159	0,138	-1,4	*1,34	ZURR, 1977; Ross-See
<i>T. centronotus +</i>	340	*741	0,065	-2,4	*1,68	ZURR, 1977; Ross-See
<i>Champscephalus gunnari</i>	643	2045	0,153	0,227	2,49	KOCK, 1980; S. Georgien
<i>Chaenocephalus aceratus o</i>	580	1365	0,243	0,464	2,52	KOCK, 1980; S. Georgien
<i>Ch. aceratus +</i>	765	4014	0,169	0,474	2,83	KOCK, 1980; S. Georgien
<i>Pseudochaenicht. georgianus</i>	626	2851	0,243	0,3	2,84	KOCK, 1980; S. Georgien
<i>Harpagifer bispinis o</i>	101	*31	0,15	1,0	*0,67	DANIELS, 1983; Ant. Halbinsel
<i>H. bispinis +</i>	109	*42	0,13	1,7	*0,74	DANIELS, 1983; Ant. Halbinsel
<i>Aethotaxis mitopteryx</i>	409	833	0,043	-3,60	1,56	eigene Daten
<i>Pagothenia bernacchii</i>	312	595	0,088	0,325	1,72	-"-
<i>P. borchgrevinkii</i>	245	224	0,138	0,025	1,49	-"-
<i>P. hansonii</i>	365	924	0,083	0,293	1,89	-"-
<i>Trematomus centronotus</i>	341	862	0,062	0,032	1,73	-"-
<i>T. eulepidotus o</i>	229	204	0,154	-0,102	1,50	-"-
<i>T. eulepidotus +</i>	309	555	0,094	-0,851	1,72	-"-
<i>T. lepidorhinus o</i>	212	156	0,146	0,322	1,36	-"-
<i>T. lepidorhinus +</i>	310	552	0,088	0,206	1,69	-"-
<i>T. loennbergii o</i>	269	292	0,105	0,237	1,49	-"-
<i>T. loennbergii +</i>	302	437	0,109	0,224	1,68	-"-
<i>T. nicolai</i>	375	1191	0,081	0,046	1,98	-"-
<i>T. scotti o</i>	121	23	0,164	-0,582	0,58	-"-
<i>T. scotti +</i>	153	51	0,105	-1,370	0,73	-"-

* Parameter nach Rohdaten der Autoren berechnet.

Aus beiden Werten, L_{∞} (bzw. W_{∞}) und k ergeben sich für die *Notothenia*-Arten relativ hohe Werte für das Gesamtwachstum, dargestellt im 'Index of Growth Performance' P (nach PAULY, 1979). Die Werte liegen zwischen 2,3 und 3,0 für die Halbinselarten. Ähnliche Werte zeigt auch die patagonische Art *Notothenia ramsayi* mit 2,2 bis 2,4 (EKAU, 1982).

Die Weddellmeerarten liegen alle weit darunter. Die höchsten Werte werden für *Trematomus nicolai* mit 1,98 und *Pagothenia hansonii* mit 1,89 berechnet. Dieses relativ hohe Wachstumspotential mag mit der Ernährungsweise zusammenhängen. Nahrungsanalysen (SCHWARZBACH, 1987) und morphologische Untersuchungen (Kap. 3.2) weisen diese beiden Arten als Fischfresser aus.

Auffällig ist das sehr ähnliche Wachstumspotential von Männchen und Weibchen der Arten *Trematomus eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii*; Arten, die auch in der morphologischen Klassifizierung sehr eng beieinander liegen. Für die Männchen der drei Arten ergeben sich P -Werte zwischen 1,4 und 1,5, für die Weibchen Werte um 1,7. Sie sind für die einzelnen Geschlechter also praktisch identisch.

Die niedrigsten P -Werte finden wir bei *T. scotti*. Diese benthische Art liegt in ähnlichen Bereichen wie *Harpagifer bispinis* von der Antarktischen Halbinsel (DANIELS, 1983).

Ein Vergleich des Wachstums im Hinblick auf die in Kap. 3.2 durchgeführte Klassifizierung ergibt keine Korrelation zwischen den Indices of Growth Performance P der einzelnen Arten und ihrer ökologischen Einordnung. Jedoch zeigen einige der in der Clusteranalyse und in ihrem mittleren Rang eng beieinander liegenden Arten auch hier ähnliche Wachstumswerte. *Aethotaxis mitopteryx* und *Pagothenia borchgrevinki* haben P -Werte um 1,5 (1,58 und 1,49). Wie oben aufgeführt sind die Werte für Männchen und Weibchen der Arten *Trematomus eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* fast identisch. Die ökologische Klassifizierung (Kap. 3.2.) ergab ebenfalls sehr ähnliche Lebensformen, wobei sich *T. lepidorhinus* und *T. loennbergii* in ihrer geographischen Verbreitung unterscheiden, *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* in ihrer Nahrungszusammensetzung und vertikalen Verteilung.

Bei den restlichen fünf Arten, die als demersal eingestuft wurden, umfassen die P -Werte einen wesentlich größeren Bereich, von 0,58 für *T. scotti* bis zu 1,98 für *T. nicolai*. Man kann also für die hier untersuchten Arten nicht von einem generell größeren Wachstum bei den pelagischen oder demersalen sprechen.

Nach einer Übersichtsaufstellung von Wachstumsparametern von PAULY (1979) sind die Weddellmeerarten eher in den unteren Bereich einer nach P sortierten Rangfolge der Fische einzuordnen. Die Werte sind vergleichbar mit kleineren Vertretern der Leierfische (*Callynymus lyra*, $P=1,41$), Engrauliden (*Engraulis anchoita*, $P=1,69$), Labriden (*Symphodus melops*, $P=1,83$) oder Carangiden (*Selaroides leptolepis*, $P=1,99$). *T. scotti* läßt sich in seiner Wachstumsleistung mit dem Stichling (*Gasterosteus aculeatus*, $P=0,55$) vergleichen. Das Wachstum der in der Tab. 3.3.4 aufgeführten Channichthyiden aus dem Gebiet des Scotia-Bogens erreicht dagegen Raten des Kabeljaus vor Neufundland (KOCK, 1980). Höhere Werte von $P>3$ werden dann von Scombriden und Thunniden erreicht.

Direkte Vergleichswerte innerhalb einer Art gibt es in der Literatur nur wenige. Für *Trematomus centronotus*-Weibchen fand ZURR (1977) im McMurdo-Sound exakt die gleichen Wachstumsparameter ($L_{\infty}=340\text{mm}$, $k=0,065$) wie ich im Weddellmeer für das Gesamtmaterial. Für Männchen gibt er einen Wert für L_{∞} von 220mm bei einem k von 0,138 an.

Die Alters- und Längendaten von SHUST & PINSKAYA (1978) für *P. hansonii* beziehen sich auf Material von Süd-Georgien. Es ergibt sich ein L_{∞} von 460mm bei einem k von 0,222 (EKAU, 1982 mit Ford-Walford-Plot nach Rohdaten der Autoren). Die Werte liegen weit über den von mir gefundenen, allerdings im Bereich anderer Arten aus der Subantarktis. Dies würde auf ein wesentlich höheres Wachstumspotential dieser Art hinweisen, das in der Hochantarktis nicht voll ausgenutzt werden kann.

Ein Hinweis darauf könnten auch die bei einigen Arten -*T. centronotus*, *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus*, *T. loennbergii*- höheren Theoretischen Endlängen sein, die sich aus den Anpassungen nach PAULY ergaben. Allgemein ist die Methode von PAULY (1979) der von FORD-WALFORD vorzuziehen, da man einen Korrelationskoeffizienten r als Maß für die Abweichung der Meßpunkte von der Wachstumskurve erhält. Bei dem hier untersuchten Material erbringt jedoch die Methode nach PAULY sehr oft Parameter, die einen wesentlich gestreckteren Kurvenverlauf ergeben. Es wäre denkbar, daß solche Arten ein höheres Wachstumspotential besitzen -was sich in einem hohen L_{∞} zeigt-, dies aber im Weddellmeer aufgrund von Temperatur, limitierter Nahrung oder anderer für sie ungünstiger Umstände nicht voll nutzen können. Der Wachstumskoeffizient k , der die Wachstumsgeschwindigkeit repräsentiert (HOHENDORF, 1966), ist demnach gering.

Umgekehrt würde man dann für Arten, bei denen die verschiedenen Methoden ähnliche Parameter der vBGF ergeben haben, annehmen können, daß sie ihr Wachstumspotential voll ausschöpfen. Dies sind *P. bernacchii*, *P. hansonii*, *T. nicolai* und *T. scotti*. Für *P. hansonii* wären die oben gegebenen Parameter für Süd Georgien dann jedoch immer noch überschätzt.

Die Hypothese, daß viele polare Tiere ihr volles Wachstumspotential nicht ausschöpfen, wurde von CLARKE (1980, 1983) für Fische und errantes Benthos diskutiert. Aufgrund von gemessenen Gewichtszuwächsen an Evertebraten kommt er zu dem Schluß, daß zwar die meisten untersuchten Arten langsamer wachsen als ökologisch vergleichbare aus temperierten Gewässern, daß es aber zwischen ökologisch vergleichbaren polaren Arten große Unterschiede gibt. CLARKE begründet solch ein unterschiedliches Wachstum mit der für einige Arten jahreszeitlich limitierten Verfügbarkeit von Nahrung. Die Zeit ausreichender Produktion/Nahrung setzt er dabei mit drei bis vier Monaten an, also dem Sommer.

Eine enge, saisonale Nahrungslimitierung kann aus Sicht der hier gewonnenen Wachstumsergebnisse für die Fische allerdings nicht bestätigt werden. Sie hatten im Oktober und November vergleichbar volle Mägen (HUBOLD in SCHNACK-SCHIEL, 1987) wie im Sommer (SCHWARZBACH, 1987), und ihre Otolithen zeigten schon schmale, opake Wachstumszonen im Anschluß an breitere hyaline Zonen. Das Wachstum hatte also schon vor dem Oktober wieder eingesetzt. Die hyalinen Zonen sind damit von ihren Dimensionen her eher mit der ca. zwei Monate dauernden Polarnacht und bei einigen Arten (siehe oben) eventuell noch mit der Laichzeit zu korrelieren. Es ergäbe sich daraus eine wesentlich längere Wachstumsphase für die demersalen Fische von vielleicht sechs bis acht Monaten. Somit lassen sich, zumindest bei den Fischen, die von CLARKE angenommenen saisonal hohen Wachstumsraten für die Weddellmeerarten nicht bestätigen. Eine Wachstumsbegrenzung wäre bei ihnen nicht unmittelbar auf lange Hungerperioden rückführbar.

Aquarienbeobachtungen an diesen überwiegend sehr trägen Fischen sprechen, neben dem sehr geringen Wachstum, auch für einen sehr geringen Grundstoffwechsel. Außerdem wurden sehr lange Verdauungszeiten beobachtet. Es verging bis zu einer Woche, bis die Fische ihnen verabreichte Futterstücke (in der Regel Fisch) vollständig verdaut hatten. Durch einen langsamen Stoffwechsel könnte sich der Aufwand für die

Nahrungssuche reduzieren, so daß die Fische insgesamt wenig Energie für ihren Aktivitätsstoffwechsel verbrauchen. Sie verbringen viel Zeit am Boden sitzend, um auf vorbeischwimmende Beute zu warten. Versuche von FOSTER et al. (1987) zeigten auch, daß *Pagothenia borchgrevinki* beispielsweise kein ausdauernder Schwimmer ist und nach kurzen Aktivitäten lange Ruhephasen einlegen muß.

Damit würden die hier vorgestellten Ergebnisse und Beobachtungen CLARKE's Modell des reduzierten Gesamtstoffwechsels unterstützen. Allerdings kann hier nicht bestätigt werden, daß einige hochantarktische Arten ihr Wachstumspotential aufgrund von saisonalem Nahrungsmangel nicht voll ausschöpfen. Hier muß auch eine phylogenetische Anpassung an insgesamt niedrige Produktionsraten in Betracht gezogen werden.

PAULY (1979) berechnete für *P. bernacchii*-Weibchen nach Daten von WOHLSCHLAG (1962) ein W_{∞} von 309g und ein k von 0,29. Das W_{∞} dürfte um den Faktor 2 unterschätzt sein, da bei den von mir gefangenen Tieren das maximale Schlachtgewicht schon fast 400g bei einer maximalen Länge von 275mm betrug. Die von mir gefundenen Werte für L_{∞} und W_{∞} (312mm und 595g) sind daher als wesentlich realistischer einzustufen. Auch das nach WOHLSCHLAG's Daten (1962) berechnete k (0,29) ist viel zu hoch. Ein W_{∞} von 595g in Verbindung mit WOHLSCHLAG's Wert für k ergäbe ein P von 2,24. Dieser Wert liegt weit über denen anderer hochantarktischer Arten (Ausnahme: *Dissostichus mawsoni*).

4. Ausblick

Die marinbiologische Forschung der siebziger Jahre in der Antarktis wurde sehr stark von der Hoffnung auf Erschließung neuer Proteinquellen für die menschliche Ernährung geprägt. Das massenhafte Auftreten von Krill gab den Anlaß dazu und induzierte eine sehr starke Konzentration der Forschungsaktivitäten auf diese eine Art. Anderen Ökosystemen als der vom Krill dominierten Ostwinddrift-Region wurde eine solche Aufmerksamkeit nicht zuteil, obwohl auch sie für das Gesamtsystem Antarktis eine wichtige Rolle spielen.

Mit dem erhöhten Einsatz moderner Technik (eisbrechende Forschungsschiffe, Hub-schrauber für Eisbeobachtung und Satellitendaten für Navigation und Wettervorhersage) konnten auch diese Systeme intensiv untersucht werden. Es zeigte sich, daß beispielsweise in der Hochantarktis das pelagische System von Fischen dominiert wird und nicht von Krill (HUBOLD, 1984). In den Schelfgebieten der Ostantarktis (Weddellmeer, Prydz Bay und Ross-See) spielen pelagische, aber auch demersale Fische und Tintenfische eine wichtige Rolle als Nahrung für die Robben und Pinguine. Um den Energiefluß vom Benthos und Plankton zu den Endgliedern der Nahrungskette, den Warmblütern, abschätzen zu können, sind Kenntnisse über die Ökologie, Biomasse und Produktion dieser Fische wichtige Voraussetzungen.

Einen Ansatz dazu sollen die in dieser Arbeit vorgestellten Ergebnisse bieten. Neben der im Pelagial vorherrschenden *Pleuragramma antarcticum* können drei demersale Arten als von ihrer Biomasse her wichtig charakterisiert werden: *Chionodraco myersi*, *Trematomus eulepidotus* und *T. lepidorhinus*. Sie dominierten eindeutig in den Fängen und wurden auch in Robben- und Pinguinmägen gefunden (PLÖTZ in SCHNACK-SCHIEL, 1987). Sie scheinen damit zumindest lokal oder saisonal als Nahrungsfische von Bedeutung zu sein und sollten in zukünftigen Untersuchungen im Mittelpunkt des Interesses stehen. Die dreizehn in dieser Arbeit ausgewerteten Grundschleppnetzfüge können noch kein gesichertes Bild über die kleinräumige und saisonale Fischverteilung auf dem Schelf von Vestkapp geben, lediglich Grundtendenzen können aufgezeigt werden. Weitere Fänge, gleichmäßiger über den Schelf und die Tiefen verteilt, sind notwendig neben einer ausführlichen pelagischen Fischerei, um von den oben genannten vier Arten ein genaues Bild der Verbreitung zu bekommen und ihre regionale Bedeutung abzuschätzen.

Die Wachstumsuntersuchungen haben gezeigt, daß die hochantarktischen Fischarten sehr langsam wachsen. In Verbindung mit den vergleichsweise kleinen Bestandsdichten deutet dies auf eine relativ geringe nutzbare Produktion hin. Es ist daher schwer vorstellbar, daß die lokalen Fischbestände die Kolonien der Robben und Pinguine ernähren können. Denkbar wären Wanderungen einzelner Fischarten, die den zumindest während der Fortpflanzungszeit ortsfesten Warmblütern damit wesentlich größere Produktionsflächen erschließen. Dies würde bedeuten, daß die Fische großräumige, im Mittel dünne Bestände entlang des Kontinentalschelfs bilden, die jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Genetische oder morphologische Untersuchungen könnten Aufschluß über die Ausdehnung dieser Bestände geben.

Zur Quantifizierung des Energieflusses zwischen Benthos und Warmblütern ist die Kenntnis von Wachstum und Energieumsatzraten der drei oben genannten, häufigen demersalen Fischarten ähnlich wichtig wie für die pelagische Art *Pleuragramma antarcticum*. Die Saisonalität des Wachstums und der Nahrungsverfügbarkeit spielen dabei eine entscheidende Rolle. Differenzierte Wachstumsuntersuchungen (z.B. an Tagesringen), die eine Abschätzung der saisonalen Wachstumsgeschwindigkeiten erlauben, Reifeuntersuchungen, die den Eintritt der Geschlechtsreife und den jährlichen

Reifezyklus beschreiben und über die Eizahlen eine Bestimmung der Reproduktionskapazität ermöglichen, sowie quantitative Nahrungsanalysen über das gesamte Längenspektrum und das gesamte Jahr zur Beantwortung der Frage nach Ruhe- und Aktivitätsperioden scheinen lohnend, um die Rolle der Fische im hochantarktischen Nahrungsgefüge zu verstehen. Vergleichende Versuche an Aquarientieren können zeigen, ob das sehr langsame Wachstum durch ein geringes Wachstumspotential oder durch ein insgesamt knappes Nahrungsangebot in der natürlichen Umgebung verursacht wird. Bei einem hohen Wachstumspotential, wie es CLARKE (1980) zumindest für einige benthische Organismen postuliert, müßten Aquarientiere bei intensiver Fütterung wesentlich schneller wachsen als freilebende.

5. Literatur

- ALEEY Y.G. (1963): Functional principles of the External Structure of Fish. Moskva, Izdatel'stvo AN SSSR,
- ALEEY Y.G. (1969): Function and gross morphology in fish. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem
- ALEEY Y.G. (1977): Nekton. Dr. W. Junk bv publishers, The Hague, 435 S.
- ALEXANDER R.M. (1967): Functional design in fishes. Hutchinson, London, 160 S.
- ANDERSEN N.C. (1984): Genera and subfamilies of the family Nototheniidae from the Antarctic and Subantarctic. *Steenstrupia*, 10(1), 1-34
- ANDRIASHEV A.P. (1945): Über die Ernährungsfähigkeiten gewisser planktischer Schwarzmeer-Fische. *Natura* Bd. 4, S. 113 (russ.)
- ANDRIASHEV A.P. (1959): On the number of vertebrae and a few other osteological characters of Antarctic fishes (by radiography). *Prob. Ikhtiolog.* 12, 3-7
- ANDRIASHEV A.P. (1965): A general review of the Antarctic fish fauna. In OYE P.van & MIEGHAM J.van (eds.): Biogeography and ecology in Antarctica. *Monographiae biol.* 15, 491-550
- ANDRIASHEV A.P. (1970): Cryopelagic Fishes of the Arctic and Antarctic and their Significance in Polar Ecosystems. In HOLDGATE (ed.): Antarctic Ecology I. SCAR; Academic Press
- ANDRIASHEV A.P. (1978): *Trematomus tokarevi*, a new species of the family Nototheniidae from the abyssal waters near Antarctica. *J. Ichthyol.* 18(4), 521-526
- ANDRIASHEV A.P. (1987): A general review of the Antarctic bottom fish fauna. In KULLANDER S.O. & FERNHOLM B. (ed.): Proc. V. Congr. Europ. Ichthyol., Stockholm 1985, 357-372
- ANDRIASHEV A.P., BUTSKAJA N.A. & FALEEVA T.I. (1980): Sexual cycles of Antarctic fishes *Trematomus bernacchii* and *Pagothenia borchgrevinki* (Nototheniidae) in connection with living conditions. *Transl. from Dokl. Akad. Nauk, USSR*, 248(2), 499-502, *Biol. Sciences* 248(1-2), 1184-1187
- BAREL C.D.N. (1983): Towards a constructional Morphology of cichlid fishes (Teleostei, Perciformes). *Neth. J. Zool.* 33(4), 357-424
- BAREL C.D.N. (1984): Form-relations in the context of constructional morphology: the eye and suspensorium of lacustrine Cichlidae (Pisces, Teleostei). *Neth. J. Zool.* 34(4), 439-502
- BEDFORD B.C. & WILLIAMS T. (1974): The use of otoliths for age determination. In: BAGENAL T.B. (ed.): Ageing of fish. Unwin Brothers, Surrey, England, 114-123
- BEVERTON R.J.H. (1963): Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in fish populations, with special references to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer* 140, 67-83
- BEVERTON R.J.H. & HOLT S.J. (1957): On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investigation*, London, Ser. II, 19, 533 S.
- BLAKE R.W. (1983): Fish locomotion. Cambridge University Press, Cambridge, 208 S.
- BOOKSTEIN F., CHERNOFF B., ELDER R., HUMPHRIES J., SMITH G., STRAUSS R. (1985): Morphometrics in Evolutionary Biology. Special Publication 15, the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 277 S.
- BOULENGER G.A. (1902): Pisces. In: Report on the collections of natural history made in the Antarctic regions during the voyage of the "Southern Cross". British Museum (Natural History), London, 174-189
- BOULENGER G.A. (1907): Fishes. National Antarctic Expedition. *Natural History* II, 5 pp.
- BÜCKMANN A. (1963): Das Problem der optimalen Befischung. *Arch. Fischwiss.* XIV (Beiheft 1), 1-107

- BURCHETT M.S. (1983): The life cycle of *Notothenia rossii* from South Georgia. Br. Antarctic Surv. Bull. 61, 71-73
- BURCHETT M.S., DEVRIES A.L. & BRIGGS (1984): Age determination and growth of *Dissostichus mawsoni* (NORMAN, 1937) (Pisces, Nototheniidae) from McMurdo Sound (Antarctica). Cybium 8(1), 27-31
- CAMUS P. & DUHAMEL G. (1985): Ponte et development embryonnaire de *Notothenia rossii rossii* (RICHARDSON, 1844), Nototheniidae des Iles Kerguelen. Cybium 9(3), 283-293
- CARMACK E.C. & FOSTER T.D. (1977): Water masses and circulation in the Weddell Sea. In: Polar Oceans. Proceedings of the SCAR/SCOR Polar Oceans Conference, Montreal. M.J. Dunbar (ed.), 167-177
- CHLAPOWSKI K. & KRZEPTOWSKI M. (1978): On the presence of fishes in Antarctic Krill Catches. Acta Ichthyologica et Piscatoria VIII, 1, 3-8
- CLARKE A. (1980): A reappraisal of the concept of metabolic cold adaptation in polar marine invertebrates. Biol. J. Linn. Soc. 14(1), 77-92
- CLARKE A. (1983): Life in cold water: the physiological ecology of polar marine ectotherms. In BARNES M. (ed.): Oceanography and Marine Biology 21, University Press, Aberdeen, 341-453
- CLARKE A., DOHERTY, DEVRIES A.L. & EASTMAN J.T. (1984): Lipid contents and composition of three species of Antarctic Fish in Relation to Buoyancy. Polar Biol. 3, 77-84
- DANIELS R.A. (1978): Nesting behaviour of *Harpagifer bispinis* in Arthur Harbour, Antarctic Peninsula. J. Fish Biol. 12(5), 465-474
- DANIELS R.A. (1982): Feeding ecology of some fishes of the Antarctic Peninsula. Fish. Bull. 80(3), 575-588
- DANIELS R.A. (1983): Demographic characteristics of an Antarctic plunderfish *Harpagifer*. Mar. Ecol. (Progr. Ser.) 13(2-3), 181-187
- DAVIS W.P. & BIRDSONG R.S. (1973): Coral reef fishes which forage in the water column. Helgoländer wiss. Meeresunters. 24, 292-306
- DEARBORN J.H. (1965): Reproduction in the nototheniid fish *Trematomus bernacchii* at McMurdo Sound. Copeia no. 3, 302-308
- DESILVA S.S., CUMARANATUNGA P.R.T. & DESILVA C.D. (1980): Food, feeding ecology and morphological features associated with feeding of four co-occurring cyprinids (Pisces: Cyprinidae). Neth. J. Zool. 30(1), 54-73
- DEVRIES A.L. & LIN Y. (1977): The Role of Glycoprotein Antifreezes in the Survival of Antarctic Fishes. In LLANO : Adaptations within Antarctic Ecosystems. 3rd SCAR Symp. Antarct. Biol., 439-458
- DEVRIES A.L. & EASTMAN J.T. (1981): Physiology and ecology of notothenoid fishes of the Ross Sea. J.Roy.Soc.N.Zealand, 11(4), 329-340
- DEWITT H.H. (1962): A new Antarctic nototheniid fish with notes on two recently described nototheniiformes. Copeia 1962, 826-833
- DEWITT H.H. (1970): The character of the midwater fish fauna of the Ross Sea, Antarctica. In HOLDGATE (ed.): Antarctic Ecology, Vol. I, 305-314
- DEWITT H.H. (1971): Coastal and Deep-Water Benthic Fishes of the Antarctic. Antarctic Map Folio Series, Folio 15, 1-10
- DEWITT H.H. & HOPKINS R.L. (1977): Aspects of the diet of the Antarctic silverfish, *Pleuragramma antarcticum*. In: LLANO G.A. (ed.): Adaptations within Antarctic ecosystems. Proc. 3rd SCAR Sump. Antarct. Biol. Smithsonian Institution, Washington, 557-567
- DEWITT H.H. & TYLER J.C. (1960): Fishes of the Stanford Antarctic Program 1958-59. Stanf. Ichthyol. Bull. 7(4), 162-199
- DIETRICH G., KALLE K., KRAUSS W., SIEDLER G. (1975): Allgemeine Meereskunde. 3. Aufl., Gebr. Borntraeger, Berlin, 593 S.
- EASTMAN J.T. (1976): The caudal skeleton of antarctic fishes (Family Nototheniidae). Anat. Rec. 184(3), S.582

- EASTMAN J.T. (1983): Vertebral variation in notothenioid fishes from McMurdo Sound, Antarctica. *Polar Biol.* 1(4), 217-220
- EASTMAN J.T. (1985a): The Evolution of Neutrally Buoyant Notothenioid Fishes: their Specializations and potential Interactions in the Antarctic marine food web. In: SIEGFRIED W.R., CONDY P.R. & LAWS R.M.: Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verl., Berlin, 430-436
- EASTMAN J.T. (1985b): *Pleuragramma antarcticum* as food for other fishes in McMurdo Sound, Antarctica. *Polar Biol.* 4, 155-160
- EASTMAN J.T. & DEVRIES A.L. (1981): Buoyancy adaptations in a swim-bladderless antarctic fish. *J. Morphology* 167(1), 91-102
- EASTMAN J.T. & DEVRIES A.L. (1982): Buoyancy studies of notothenioid fishes in McMurdo Sound, Antarctica. *Copeia* Nr. 2, 385-393
- EASTMAN J.T. & DEVRIES A.L. (1985): Adaptations for cryopelagic life in the Antarctic notothenioid fish *Pagothenia borchgrevinki*. *Polar Biol.* 4(1), 45-52
- EHRICH S. (1980): Biologische Untersuchungen über die Grundfischbestände vor Argentinien. *Mittlg. Inst. Seefischerei Hamburg*, 30, 59 S.
- EKAU W. (1982): Biological investigations on *Notothenia ramsayi* REGAN, 1913 (Pisces, Nototheniidae). *Arch. FischWiss.* 33(1/2), 43-68
- ELLIOT D.H. (1985): Physical Oceanography - Geological Evolution. In: BONNER W.N. & WALTON D.W.H. (eds.): Key Environments: Antarctica. Pergamon Press, Oxford,
- EVERSON I. (1969): Inshore fishes from South Shetland. *Brit. Antarct. Surv. Bull.* 19, 89-96
- EVERSON I. (1970a): The population dynamics and energy budget of *Notothenia neglecta* NYBELIN at Signy Island, South Orkney Islands. *Br. Antarct. Surv. Bull.* 23, 25-50
- EVERSON I. (1970b): Reproduction in *Notothenia neglecta* NYBELIN. *Br. Antarct. Surv. Bull.* 23, 81-92
- EVERSON I. (1977): The living resources of the Southern Ocean. FAO GLO/SO/77/1 Rome, 156 S.
- EVERSON I. (1980): Antarctic fish age determination methods. *Biomass Handbook* no. 8
- FISCHER W. & HUREAU J.C. (eds., 1985): FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes, Southern Ocean. FAO, Rom, Vol.II, 471 S.
- FORD E. (1933): An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924-1933. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 19, 305-384
- FOSTER B.A., CARGILL J.M., MONTGOMERY J.C. (1987): Planktivory in *Pagothenia borchgrevinki* (Pisces: Nototheniidae) in McMurdo Sound, Antarctica. *Polar Biol.* 8(1), 49-54
- FREYTAG G. (1977): Beiträge zur Biologie von *Notothenia rossii marmorata* FISCHER. *Dipl. Arb. Math. Nat. Fak., Univ. Kiel.*
- FREYTAG G. (1980): Length, age and growth of *Notothenia rossii marmorata* FISCHER, 1885 in the West Antarctic waters. *Arch. FischWiss.* 30(1), 39-66
- FRICKE R. (1982): Modifizierung und Anwendung von McCunes Körperform-Meßsystem für rezente benthische Fische (Pisces). *Braunsch. Naturk. Schr.* 1(3), 533-559
- GATZ A.J. (1979): Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Stud. Zool. Bot.* 21, 91-124
- GERASIMCHUK V.V. (1986): Charakteristik des antarktischen Silberfisches *Pleuragramma antarcticum* BOULENGER (Nototheniidae) aus der Olaf Prydz Bay (Meer der Freundschaft, östliche Antarktis) mit Ergänzungen zur Diagnose der Art. *Fragen der Ichthyologie* 26 (4), (russ.)
- GERASIMCHUK V.V. & PIOTROVSKIY (1980): A find of a rare fish *Aethotaxis mitopteryx* DEWITT, 1962 (Nototheniidae, Osteichthyes) in the Indian Ocean Sector of the Antarctic. *J. Ichthyol.* 20(4), 138-140

- GOSLINE W.A. (1971): Functional morphology and classification of teleosteen fishes. 208 S.
- GOSLINE W.A. (1985): A possible relationship between aspects of dentition and feeding in the centrarchid and anabantoid fishes. *Environ. Biol. Fish* 12(3), 161-168
- GOSSE J.P. (1961): Poissons antarctiques recoltés par l'Expedition Belge Iris 1961. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.* 37, 1-10
- GROBE H. (1987): Spätpleistozäne Sedimentationsprozesse am Antarktischen Kontinentalhang vor Kapp Norvegia, östliche Weddell-See. *Ber. Polarforsch.* 27, 120 S.
- GUTT T.J. (1987): Zur Verbreitung und Ökologie der Seegurken (Holothuroidea, Echinodermata) in der Weddell See (Antarktis). Dissertation Univ. Kiel, 175 S.
- HARDER W. (1960a): Zur Anatomie des Darmtrakts einiger Gadiformes und Macruriformes (Osteichthyes, Pisces). *Kurze Mitteilungen aus dem Institut für Fischereibiologie der Universität Hamburg*, 10, 1-41
- HARDER W. (1960b): Vergleichende Untersuchungen des Darmes bei Clupeoidea. *Z. wiss. Zoologie*, 163, 65-167
- HASCHEMEYER A.E.V. (1981): Temperature effects on protein metabolism in cold-adapted fishes. *Antarctic J. U.S.* 15(5), 147-149
- HELLMER H.H. & BERSCH M. (1983): Physikalische Aspekte zur Bodenwasserproduktion im Antarktischen Wasserring. *Dipl. Arbeit, Univ. Hamburg*, 211 S.
- HELLMER H.H. & BERSCH M. (1985): The Southern Ocean. *Rep. Polar Res* no. 26, 115 S.
- HEMPEL G. (1985a): On the Biology of Polar Seas, particularly the Southern Ocean. In GRAY J.S. & CHRISTIANSEN M.E. (eds.): *Marine Biology of Polar Regions and the Effects of Stress on Marine Organisms*. John Wiley, London, 3.33
- HEMPEL G. (ed., 1985b): Die Expedition ANTARKTIS III mit FS 'Polarstern' 1984/85. *Rep. Polar Res.* no. 25, 209 S.
- HEYWOOD R.B. & LIGHT J.J. (1975): First direct evidence of life under Antarctic shelf ice. *Nature* 254, 591-592
- HOFFMANN U. (1982): Zur Altersbestimmung und Wachstum von *Notothenia gibberifrons*. *Fischerei-Forschung* 20(2), 49-53
- HOHENDORF K. (1966): Eine Diskussion der Bertalanffy-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen. *Kieler Meeresforsch.* XXII(1), 70-97
- HOLETON G.F. (1974): Metabolic cold adaptation of polar fish: fact or artefact? *Physiol Zool.* 47, 137-152
- HUBOLD G. (1984): Spatial distribution of *Pleuragramma antarcticum* near the Filchner- and Larsen- Ice Shelves. *Polar Biol.* 3, 231-236
- HUBOLD G. (1985a): Stomach Contents of the Antarctic Silverfish *Pleuragramma antarcticum* from the Southern and Eastern Weddell-Sea (Antarctica). *Polar Biol.* 5, 43-48
- HUBOLD G. (1985b): On the early life history of the high antarctic fish *Pleuragramma antarcticum*. In SIEGFRIED W.R., CONDY P.R. & LAWS R.M. (eds.): *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs*. Springer Verlag, 445-451
- HUBOLD G. & EKAU W. (1987): Midwater fish fauna of the Weddell Sea, Antarctica. In: KULLANDER S.O. & FERNHOLM B. (eds.): *Proc. V. Congr. Europ. Ichthyol.*, Stockholm 1985, 391-396
- HUGHES T.J. (1981): Numerical reconstruction of palaeo-ice sheets. In: DENTON G.H. & HUGHES T.J. (eds.): *The last great ice sheets*. New York, 221-261
- HUREAU J.C. (1964): Contribution à la connaissance de *Trematomus bernacchii* BOULENGER. *Biologie Antarctique, Act. Sci. et Industr.* no. 1312, 481-487
- HUREAU J.C. (1967): Taxonomie numerique des Nototheniidae (Poissons, Perciformes). *Bull. Mus. Nat. Hist. nat.* 39(3), 488-500

- HUREAU J.C. (1970): Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). Bull. Inst. Océanogr. Monaco 68(2391), 1-244
- JAKUBOWSKI M. (1970): Morphological features of the lateral line organs in members of the Antarctic genus *Trematomus* BOULENGER. J. Ichthyol. 10, 268-271
- KAPOOR B.G., SMITH H. & VERGHINA I.A. (1975): The alimentary canal and digestion in teleosts. Adv. Mar. Biol. 13, 109-239
- KELLER R. (1982): Untersuchungen am Ichthyoplankton der Weddell-See, insbesondere an *Pleuragramma antarcticum* (BOUL., 1902). Diplomarbeit, Universität Kiel, 85 S.
- KELLER R. (1983): Contributions to the early life history of *Pleuragramma antarcticum* BOUL. 1902 in the Weddell Sea. Meeresforschung 30(1), 10-24
- KELLERMANN A. (1986): Zur Biologie der Jugendstadien der Notothenioidei (Pisces) an der Antarktischen Halbinsel. Ber. Polarforsch. 31, 148 S.
- KOCK K.-H. (1980): Fischereibiologische Untersuchungen an drei antarktischen Fischarten: *Champscephalus gunnari* LÖNNBERG, 1905, *Chaenocephalus aceratus* (LÖNNBERG, 1906) und *Pseudochaenichthys georgianus* NORMAN, 1937 (Notothenioide, Channichthyidae). Mittlg. Inst. Seefisch. Hamb. 32, 226 S.
- KOCK K.-H. (1985): Marine Habitats - Antarctic Fish. In BONNER N. & WALTON (eds.): Key Environments. Pergamon Press, 173-192
- KOCK K.-H., DUHAMEL G. & HUREAU J.-C. (1985): Biology and status of exploited Antarctic Fish Stocks: A review. BIOMASS Sci. Ser. no. 6, 143 S.
- KOCK K.-H., SCHNEPPENHEIM R. & SIEGEL V. (1984): A contribution to the fish fauna of the Weddell Sea. Arch.Fischwiss. 34(2/3), 103-120
- KOROTKEVICH V.S. (1963): Fishes in Alasheyev Bight and Leningrad Bay. Inf. Bull. Soviet. Antarct. Exped. 5, 139-141
- KOTLYAR A.N. (1978): New records of the rare species *Aethotaxis mitopteryx* DEWITT (Nototheniidae) and *Pseudoichthys australis* HAEDRICH (Centrolophidae) in the South Atlantic. J. Ichthyol. 18(2), 360-363
- KOZLOV A.N. & SILYANOVA Z.S. (1983): Physiological-biochemical peculiarities of gonad maturation of marbled Notothenia, *Notothenia rossii marmorata*. J. Ichthyol. 23(2), 169-172
- KRAMER E. (1960): Zur Form und Funktion des Lokomotionsapparates der Fische. Z. wiss. Zoologie 163, 1-36
- LOHMEYER U.P. (1987): Bestandskundliche Untersuchungen der Bodenfische des östlichen Indischen Ozeans im vorgelagerten Schelf der Inseln Sumatra, Jawa, Bali. Dissertation, Universität Kiel, 129 S.
- MAHON R. (1984): Divergent structure in fish taxocenes of north temperate streams. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41(2), 330-350
- MCCUNE A.M. (1981): Quantitative description of body form in fishes: implications for species level taxonomy and ecological inference. Copeia 1981(4), 897-900
- MILLER R.G. (1987): Origins and pathways possible for fishes of the Antarctic Ocean. In: KULLANDER S.O. & FERNHOLM B. (eds.): Proc. V. Congr. Europ. Ichthyol., Stockholm 1985, 373-380
- MORENO C.A. (1980): Observation on food and reproduction in *Trematomus bernacchii* from the Palmer Archipelago, Antarctica. Copeia no.1, 171-173
- MOYLE P.B. & CECH J.J. (1982): Fishes: An introduction to ichthyology. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 593 S.
- MURAWSKI H. (1972): Geologisches Wörterbuch. Deutscher Taschenbuch Verlag, 260 S.
- NAITO Y. (1982): Fish Fauna in the Northeastern Parts of Lützw-Holm Bay with some notes on the Stomach Contents. Nat. Inst. Polar Res. 9-10, Tokyo, 63-72
- NORMAN J.R. (1937): Fishes. Rep. B.A.N.Z. Ant. Res. Exp. 1929-31, I(2), 50-88
- NORMAN J.R. (1938): Coast Fishes Part III: The Antarctic Zone. Discovery Rep. 18, 1-105

- NYBELIN O. (1947): Antarctic Fishes. Sci. Res. Norw. Antarct. Expedition 1927-1928, Bd. 26, 1-76
- OJEDA F.P. (1986): Morphological characterization of the alimentary tract of Antarctic fishes and its relation to feeding habits. Polar Biol. 5, 125-128
- PAPPENHEIM P. (1911): Neue antarktische Fische. Sitzber. Gesellsch. naturforsch. Freunde Berlin, Nr. 8, 382-383
- PAPPENHEIM P. (1912): Die Fische der deutschen Südpolar-Expedition 1901-03: I. Die Fische der Antarktis und Subantarktis. Deutsche Südpolar-Expedition XIII, Zoologie V, 160-182
- PAULY D. (1979): Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of Von Bertalanffy's growth formula. Ber. Inst. f. Meereskunde Univ. Kiel no. 63, 156 S.
- PAULY D. (1980): On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Conseil, Cons. Int. Explor. Mer 39(3), 175-192
- PAULY D. (1981): The relationship between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalanffy's theory of growth. Meeresforsch 28(4): 251-282
- PAULY D. (1984): Fish Population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8, 325 S.
- PAULY D. & DAVID N. (1981): ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforsch. 28(4), 205-211
- PERMITTIN Y.E. & TARVERDIEVA M.I. (1978): Feeding of Fishes of the families Nototheniidae and Channichthyidae in the South Orkney Islands. Sov. J. Mar. Biol. 4(2), 619-622
- RADTKE R.L. & TARGETT T.E. (1984): Structural and chemical rhythmic patterns in the otoliths of the Antarctic fish, *Notothenia larseni*, and their usefulness for age determination. Polar Biol. 3, 203-210
- REGAN C.T. (1913): The Antarctic Fishes of the Scottish National Antarctic Expedition. Trans. Royal Soc. Edinburgh 49, 229-292
- REGAN C.T. (1914a): Diagnosis of new Marine Fishes collected by the British Antarctic ("Terra Nova") Expedition. Ann. Mag. Nat. Hist., vol. XIII, 8. ser., no. 73, 11-17
- REGAN C.T. (1914b): Fishes, British Antarctic ("Terra Nova") Expedition 1910. Nat. Hist. Rep., Zool., I, 1-54
- RICKER W.E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191, 382 S.
- SAGER G. (1985): Die Wachstumsfunktionen von Pütter und Bertalanffy - Anwendung und Grenzen. Fischereiforsch. 23, 69-73
- SAHRHAGE D. (1980): Recommended methods for standardization of measurements of fish. Biomass Handbook no. 13, 6 S.
- SCHNACK-SCHIEL S. (ed., 1987): Die Winter-Expedition mit FS "Polarstern" in die Antarktis (ANT V/1-3). Rep. Polar Res. no.39, 277 S.
- SCHWARZBACH W. (1987): Die Fischfauna der östlichen und südlichen Weddell-See: Geographische Verbreitung, Nahrung und trophische Stellung der Fischarten. Dissertation Univ. Kiel, 137 S.
- SHUST K.V. & PINSKAYA J.A. (1978): The age and growth of 6 species of Nototheniidae. J. Ichthyol. 18(5), 743-749
- SIEWING R. (ed., 1980): Lehrbuch der Zoologie, Bd. 1 Allgemeine Zoologie. 3. Aufl., G. Fischer Verlag, Stuttgart, 910 S.
- SLOSARCZYK W. (1983): Preliminary estimation of abundance of juvenile Nototheniidae and Channichthyidae within krill swarms east of South Georgia. Acta Ichthyologica et Piscatoria XIII(1), 3-11

- SLOSARCZYK W. (1986): Attempts at a quantitative estimate by trawl sampling of distribution of postlarval and juvenile Notothenioids (Pisces, Perciformes) in relation to environmental conditions in the Antarctic Peninsula region during SIBEX 1983-84. Mem. Natl. Inst. Polar Res. Spec. Issue 40, 299-315
- STONEHOUSE B., EICKEN H., GRENFELL T.C. (1987): Brief description of the sea ice conditions along the cruise track. In: SCHNACK-SCHIEL S. (ed.): Die Winter-Expedition mit FS "Polarstern" in die Antarktis (ANT V/1-3). Rep. Polar Res. no. 39, 147-151
- TAKAHASHI M. (1983): Trophic ecology of demersal fish community north of the South Shetland Islands, with notes on the ecological role of the krill. In: NEMOTO T. & MATSUDA T. (eds.): Proceedings of the Biomass Colloquium in 1982. Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue 27, 183-192
- TAKAHASHI M. & NEMOTO T. (1984): The food of the Antarctic fish in the Western Ross Sea in Summer 1979. Polar Biol. 3:237-239
- TARGETT T.E. (1981): Trophic ecology and structure of coastal Antarctic fish communities. Mar. Ecol. Progr. Ser. 4, 243-263
- TAYLOR C.C. (1958): Cod growth and temperature. J. du Conseil 23, 366-370
- URSIN E. (1979): Nordseemodell. Eine Grundlage für die Regulierung der Fischerei. Vortrag auf der 16. Nordischen Fischereikonferenz, Mariehamn, 1978. Übers. v. F. Thurow: Inf. Seefischerei 27(1), 3-9
- VOSKOBOINIKOVA O.S. (1980): Visceral skeleton changes in the process of turning to pelagic mode of life in fishes of the family Nototheniidae. Akademia Nauk SSSR, Zool. Inst. Trudy, vol. 114:67-76 (russ.)
- VOSKOBOINIKOVA O.S. (1982): Reduction of the pterygoid bones of the visceral skeleton during evolution of the suborder Notothenioidei (Perciformes). J. Ichthyol. 22(5), 105-111
- VOSS J. (1987): Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos der Weddell See (Antarktis). Dissertation Univ. Kiel
- WAITE E.R. (1916): Australasian Antarctic Expedition, 1911-1914. Under the leadership of Sir Douglas Mawson, D.Sc., B.E. Fishes. Austral. Antarct. Exped. Sci. Rep., Ser. C, III(I), 92pp.
- WALFORD L.A. (1946): A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 90, 141-147
- WATSON D.J. & BALON E.K. (1984): Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. J. Fish. Biol. 25, 371-384
- WELLS R.M.G., TETENS V. & DEVRIES A.L. (1984): Recovery from stress following capture and anaesthesia of antarctic fish: haematology and blood chemistry. J. Fish Biol. 25, 567-576
- WILLIAMS R. (1985a): The potential impact of a krill fishery upon fish in the Prydz Bay area of Antarctica. Polar Biol. 5: 1-4
- WILLIAMS R. (1985b): Trophic Relationships between Pelagic Fish and Euphausiids in Antarctic Waters. In: In SIEGFRIED W.R., CONDY P.R. & LAWS R.M. (eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, 452-459
- WOHLSCHLAG D.E. (1960): Metabolism of an Antarctic fish and the phenomenon of cold adaptation. Ecology 41, 286-292
- WOHLSCHLAG D.E. (1961): Growth of an Antarctic Fish at Freezing Temperatures. Copeia Nr. 1, 11-18
- WOHLSCHLAG D.E. (1962): Antarctic fish growth and metabolic differences related to sex. Ecology 43, 589-597
- WOHLSCHLAG D.E. (1964): Respiratory metabolism and ecological characteristics of some fishes in McMurdo Sound, Antarctica. In: LEE M.O.(ed.): Biology of the Antarctic Seas. Am. Geogr. Union, Wash.D.C., Antarctic Research Series, 33-62
- WROBLEWSKI R.J. (1982): Variation of body proportions during the period of growth of *Trematomus* (Pisces;Nototheniidae) *bernacchii* BOUL.. Pol. Polar Res. 3(1-2), 69-79

ZURR R. (1977): The age and growth of *Trematomus bernacchii* and *T. centronotus*.
B.Sci. Thesis, University of Canterbury, 110 S.

6. Danksagung

Herr Prof. Dr. G. Hempel ermöglichte mir, als Grundlage für diese Arbeit, die Teilnahme an zwei Antarktis-Expeditionen und stand mir jederzeit für Rat und Anregungen zur Verfügung.

Herrn Dr. G. Hubold möchte ich für seine ständige Diskussionsbereitschaft danken. Von Anbeginn der Arbeit hat er mir durch kritische Fragen und wertvolle Hinweise bei der Einarbeitung in die Fische der Antarktis und schließlich beim Entwurf der Arbeit sehr geholfen.

Der Besatzung von FS *Polarstern* danke ich für die große Einsatzbereitschaft bei der in diesen Gebieten nicht immer einfachen Grundsleppnetzfisherei. Auch den Kollegen an Bord gilt mein Dank für die unermüdliche Hilfe beim Sortieren der Fänge.

Das Programm für die Clusteranalyse stellte mir dankenswerterweise Herr Dr. D. Piepenburg vom Institut für Polarökologie zur Verfügung.

Den Mitarbeitern des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven und des Instituts für Polarökologie danke ich für die stete Hilfsbereitschaft und die anregenden Diskussionen.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Frau Petra, die mir den seelischen Rückhalt während der Entstehung dieser Arbeit gab.

7. Tabellenanhang

Tab. 7.1; Forts.

	307	310	311	312	329	330	335	336	345	348	350	351	352	355	357	357	358	358
	KN4	AGT14	AGT15	KN5	AGT16	AGT17	AGT18	AGT19	GSN9	GSN10	KN6	KN7	KN8	KN9	REU5	AGT20	KN10	AGT21
	122	15	15	113	15	15	15	15	60	59	82	101	85	81	330	15	79	15
	-850	364	251	-750	247	610	470	970	475	423	-400	-300	-340	-310	99	167	-400	445
A. mit.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-
D. maw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
N. cor.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. kem.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. miz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P. ber	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
P. bor	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P. han.	-	-	-	-	1	-	-	-	2	3	-	-	-	-	1	-	-	-
Pl.ant.	286	1	3	6	-	-	-	-	65	62	-	1	8	-	-	-	5	1
T. cen.	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T. eul.	-	1	28	-	1	12	10	-	18	213	6	36	8	2	-	-	-	-
T. lep.	-	5	18	-	28	20	11	-	481	206	1	-	-	-	-	-	-	-
T. loe.	-	-	-	-	-	-	-	-	28	5	-	-	-	-	-	-	-	-
T. nic.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
T. sco.	-	3	12	-	25	3	15	-	74	511	-	-	-	-	-	-	-	-
A. loe.	-	-	-	-	1	-	5	-	16	69	-	-	-	-	-	-	-	-
A. ori	-	-	1	-	-	-	-	-	116	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. sha.	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. sko.	-	-	-	-	24	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. lon.	-	-	-	-	19	29	3	-	541	87	-	-	-	-	-	-	-	-
H. vel.	-	-	-	-	-	-	4	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-
P. spp.	-	1	3	-	5	4	-	-	63	65	-	-	-	-	-	-	-	-
A. nud.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B. mac.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
B. mar.	-	-	-	-	-	1	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-
C. maw.	-	-	-	-	2	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G. aus.	-	-	1	-	-	-	1	-	1	77	-	-	-	-	-	-	-	-
G. acu.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-
P. eva.	3	-	2	-	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
P. bre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. gla.	-	-	-	-	2	-	4	-	57	20	-	-	-	-	-	-	-	-
V. inf.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
C. wil.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-
C. ham.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. mye.	1	-	1	-	-	4	39	-	210	903	-	-	1	3	-	-	-	-
C. ant.	-	-	-	-	-	4	-	-	23	26	-	-	-	2	-	-	1	-
D. hun	5	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-
N. ion.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P. macr	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P. macu	6	1	1	-	1	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
Mac.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raj.	-	-	-	-	-	-	1	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Lip.	3	-	-	-	-	6	1	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Zoa.	-	-	-	2	-	9	11	-	19	27	-	-	-	-	-	-	-	-
Mur.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myc.	-	-	-	758	-	-	-	-	-	-	83	5	-	-	-	-	-	-

Tab. 7.12: Meristische und morphometrische Merkmale von *Trematomus scotti* im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphmetrischen Angaben in %SL.

	ANDRI- DEWITT &																	
	BOUL. 1907	REGAN 1914b	NORMAN 1938	ASHEV 1959	TYLER 1960	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b		x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b
TL	110		61-180		123-127%	112,6	115,4-132,9	120	-			OL	10,0	8,5-12,0	120	0,29	10,8	-0,008
SL					61-93		42-145	122	-			IOB	2,6	1,8-3,7	122	0,36	3,1	-0,006
HL	30	27-33	27-33		30-31	29,3	26,2-31,9	120	-			ML	9,8	7,4-11,5	121	0,45	8,7	0,012
KHDI	18	18-25	18-25		20-21	21,6	16,9-26,8	122	0,61	18,0	0,039	POL	7,4	6,4-8,9	121	-		
KHS						7,8	6,4-9,5	122	0,23	7,4	0,005	KB	15,3	11,6-20,2	121	0,67	11,6	0,040
PDIL						34,7	30,5-38,8	122	-			KHA	19,3	15,9-23,0	122	0,52	16,9	0,025
PDIII						42,9	38,5-47,2	122	0,35	40,9	0,022	HDI	11,0	7,7-14,3	120	-		
PAL						49,8	42,1-55,4	121	0,50	45,4	0,048	HDIIh	13,2	8,6-22,4	108	0,22	10,3	0,031
PPL						31,4	28,0-36,5	122	-			HAv	10,0	7,4-14,1	121	0,21	10,9	-0,009
BLDI						6,1	4,5-8,4	122	-			HAh	10,8	7,4-19,5	108	0,23	8,9	0,021
BLDII						50,0	46,1-54,2	120	-			KHoM	12,7	8,2-17,4	101	0,36	10,7	0,022
BLA						44,4	39,9-47,8	120	0,37	46,8	-0,026	KHuM	9,3	5,6-13,6	100	0,44	6,9	0,027
PFL	22	16-25	16-25		21-22	23,5	19,4-27,1	119	-			BBP	7,7	5,8-9,2	85	0,45	6,8	0,010
VFL	>PFL		=PFL		23-26	25,0	21,0-30,3	122	-			KRDL	1,1	0,4-2,1	32	-		
HDIIv						12,5	8,9-15,7	121	0,19	11,8	0,008	OTL	4,0	3,3-4,9	119	0,40	3,6	0,004
*OL	36	30-36	30-36		36-39	34,2	29,8-41,5	119	-			OTH	2,6	2,2-3,1	119	0,50	2,9	-0,003
*IOB	8	8	8		7-8	8,7	6,4-12,8	120	-			OTF	7,4	6,2-8,9	117	-		
*ML						33,4	25,9-39,2	119	-			KH/KB	1,4	1,2-1,8	121	0,24	1,5	-0,001
*POL			<OL		23-25	25,2	20,0-29,6	119	-			KHo/UM	1,4	0,8-2,8	100	-		
DI	5	4-6	4-6		5-6	5,2	4-6	99	-			FDII	645,7	466-918	106	0,26	551,2	1,025
DII	33	31-34	31-36		33	32,5	30-34	99	-			FA	464,6	332-647	106	-		
A	31	29-32	29-33		29-30	30,2	29-32	95	-			FDII+A	1113,2	840-1533	101	-		
P			20-22		20-21	20,4	19-23	99	-			FDII/A	1,4	1,0-1,7	101	0,41	1,1	0,003
VERT		47		46-48		46,3	44-48	68	-			IOB in						
KRDo					5-6	6,4	5-8	78	-			%KB	17,0	11,1-27,3	121	0,64	23,3	-0,429
KRDu	12	10-13	10-13		12	12,2	11-16	78	-			OTG in						
SLPo	40	11-23	10-23		11-14	14,3	10-18	72	-			%SCHG	145,4	89-252	119	0,81	179,3	-2,624
SLPg	50	46-54	46-54		45-48	48,1	45-51	58	-									
SLPu		0	0		0	0	-	77	-									

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.11: Meristische und morphometrische Merkmale von Trematomus nicolai im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphmetrischen Angaben in %SL.

	ANDRIASHEV				x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b		x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b
	BOULENGER 1902	DEWITT & TYLER 1960	EVERSON 1969	1959+ EASTMAN 1983													
TL	145-230	118-119X			117,6	113-120	19	-			OL	9,4	8,3-10,9	19	0,54	11,3	-0,008
SL		134-153	70			139-293	19				IOB	3,3	2,3-3,9	19	0,52	2,1	0,005
HL	29-30	31-32	34		30,2	28,9-32,0	19	-			ML	13,8	12,2-15,2	19	0,58	10,9	0,012
KHDI	25	23-24	20		26,0	22,1-33,2	19	0,48	17,8	0,034	POL	7,9	6,6-8,9	19	-		
KHS					7,7	7,1-8,4	19	-			KB	20,7	15,4-24,1	19	0,56	14,5	0,026
PDIL					30,5	29,0-31,6	19	-			KHA	23,8	19,5-28,9	19	0,66	14,3	0,039
PDIIIL					37,3	34,4-38,5	19	-			HDI	10,1	9,0-11,1	19	0,57	12,5	-0,010
PAL					52,0	49,1-58,1	19	-			HDIHh	11,8	10,1-13,5	16	-		
PPL					33,0	31,5-36,0	19	0,53	36,8	-0,016	HAv	9,0	6,4-11,5	19	-		
BLDI					4,7	3,1-6,3	19	-			HAh	8,8	7,2-9,9	16	-		
BLDII					54,1	49,2-57,6	19	-			KHoM	11,0	8,8-13,0	15	-		
BLA					44,6	39,0-48,3	19	-			KHuM	14,7	12,8-16,9	14	-		
PFL	<HL	24-27	27		26,5	24,1-28,3	19	-			BBP	11,6	11,0-12,4	16	-		
VFL	20-23				22,7	19,0-27,6	19	0,77	31,9	-0,038	KRDL	1,9	1,4-2,5	3	-		
HDIIv	1/2HL				14,3	12,1-16,1	19	-			OTL	2,2	1,9-2,5	19	0,76	2,9	-0,003
*OL	33	31-33	25		31,1	28,7-34,7	19	-			OTH	1,6	1,4-1,9	19	0,80	2,3	-0,003
*IOB	12-14	10-12	12,5		10,9	7,4-12,6	19	-			OTF	2,6	2,0-3,9	17	0,86	5,1	-0,010
*ML					45,7	38,9-49,7	19	-			KH/KB	1,3	0,9-1,6	19	-		
*POL		25-26	25		26,2	21,3-29,4	19	-			KHo/uM	0,8	0,6-1,0	14	-		
DI	4	4	3		3,9	3-5	19	-			FDII	699,5	616-768	16	-		
DII	35-37	37-38	37		37,2	36-38	19	-			FA	390,0	324-450	16	-		
A	31-33	32-33	32		32,4	31-38	19	-			FDII+A	1089,5	940-1186	16	-		
P		29	29		28,3	26-29	19	-			FDII/A	1,8	1,5-2,1	16	-		
VERT				50-53	50,1	49-52	17	-			IOB in						
KRDo					8,5	7-10	19	-			%%KB	16,0	12,3-20,9	19	-		
KRDu	11-12	15-17			15,2	14-18	19	-			OTG in						
SLPo	39-43	40-43	39		39,9	33-43	19	-			XSCHG	16,3	11,1-35,4	19	0,82	29,6	-0,047
SLPg	69-77	58-65			53,5	51-56	19	-									
SLPu	8-18	10-17	0		11,7	3-22	19	-									

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.10: Meristische und morphometrische Merkmale von Trematomus loennbergii im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphometrischen Angaben in %SL.

	DEWITT &																
	REGAN 1913	REGAN 1914b	TYLER 1960	EASTMAN 1983	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	
TL	65-132	-190	114-115%		117,1	115-119	80	0,62	119,7	-0,013	OL	8,7	7,4-10,4	84	0,71	10,7	-0,010
SL			242-278			99-286	84				IOB	5,1	4,0-6,3	84	-		
HL	27-33	27-33	24-25		26,5	23,5-28,6	84	0,40	27,8	-0,007	ML	11,1	9,1-12,7	83	0,55	9,6	0,007
KHDI	20-21	20-25	23-25		23,1	17,7-27,7	75	0,67	18,0	0,028	POL	6,7	5,5-8,0	84	-		
KHS					7,1	5,7-8,3	83	0,38	6,2	0,004	KB	16,6	12,6-20,8	84	0,64	12,4	0,022
PDIL					31,0	27,9-34,3	84	-			KHA	21,1	15,6-25,0	82	0,77	14,6	0,034
PDIIl					40,4	37,4-44,0	83	-			HDl	11,9	9,9-14,3	81	0,60	14,3	-0,013
PAL					47,3	43,3-50,8	84	0,37	44,8	0,013	HDIIh	6,5	4,5-7,8	77	0,49	5,0	0,008
PPL					29,2	26,9-31,3	83	-			HAv	10,8	7,4-13,6	83	0,31	12,1	-0,007
BLDI					7,0	5,3-9,1	84	-			HAh	7,7	5,6-9,4	76	0,33	6,6	0,006
BLDII					50,6	46,4-54,9	84	-			KHoM	13,3	10,0-16,3	59	-		
BLA					49,2	45,2-53,2	84	0,26	51,0	-0,009	KHuM	10,5	7,8-15,2	59	0,58	6,7	0,021
PFL	>HL	=HL	21-22		28,5	25,6-33,6	82	0,65	33,1	-0,024	BBP	9,9	8,4-11,5	31	0,51	8,5	0,009
VFL		-Anus	17-18		21,2	17,3-25,1	83	0,61	25,1	-0,020	KRDl	1,3	0,9-2,1	29	-		
HDIIv					13,1	11,3-14,7	81	0,51	14,7	-0,008	OTL	2,1	1,7-2,6	83	0,41	2,3	-0,001
*OL	24-33	29-33	28-29		32,8	28,7-38,2	84	-			OTH	1,4	1,0-1,8	83	0,79	1,9	-0,003
*IOB	10-14	10-17			19,2	15,2-24,0	84	-			OTF	2,1	1,4-3,1	80	0,80	3,3	-0,007
*ML					41,7	34,5-47,7	83	-			KH/KB	1,4	1,2-1,7	75	-		
*POL			24-25		25,5	20,6-29,9	84	-			KHo/UM	1,3	0,7-1,9	59	0,32	1,6	-0,002
DI	5-6	5-7	6		6,0	5-7	81	-			FDII	498,1	437-566	76	-		
DII	33-34	31-35	34		33,8	32-35	79	-			FA	455,8	371-584	76	-		
A	31-33	31-35	34-35		34,1	32-36	79	-			FDII+A	953,5	818-1151	74	-		
P			28		28,2	26-29	79	-			FDII/A	1,1	1,0-1,3	74	-		
VERT				52-53	51,3	50-53	76	-			IOB in						
KRDo					8,2	6-9	78	-			%KB	30,8	23,1-44,0	84	0,55	37,1	-0,194
KRDu	13	10-13			13,5	12-16	78	-			OTG in						
SLPo	36-42	34-46	47		44,3	36-56	52	-			%SCHG	17,8	9,2-49,8	81	0,74	26,9	-0,077
SLPg	60-70	60-75	70		58,0	52-82	52	-									
SLPu	0	0-15	16-17		17,8	10-27	48	-									

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.9: Meristische und morphometrische Merkmale von Trematomus lepidorhinus im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphmetrischen Angaben in %SL.

	PAPPEN-			x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b		x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	
	HEIM 1911	REGAN 1914b	NORMAN 1938														
TL	161-240	135-150	280	116,6	111-120	211	-				OL	8,9	7,0-14,9	214	0,76	11,4	-0,015
SL	138-205				44-292	220	-				IOB	4,5	1,1-6,3	216	0,54	3,5	0,006
HL	27-29		27-29	26,9	23,4-34,6	215	0,76	31,0	-0,025		ML	10,3	8,7-12,4	216	0,23	9,9	0,002
KHDI	22-25		21-25	22,1	13,7-27,5	203	0,79	16,6	0,035		POL	7,0	5,2-9,9	216	0,39	7,6	-0,004
KHS				7,1	5,2-8,4	216	-				KB	14,5	10,5-19,0	210	0,49	12,3	0,014
PDIL				31,2	27,9-35,9	216	0,58	33,3	-0,013		KHA	20,2	13,4-25,3	213	0,84	13,9	0,039
PDIIIL				39,9	34,7-43,4	216	0,29	38,8	0,006		HDI	11,3	6,9-14,3	197	0,23	10,4	-0,006
PAL				45,3	39,7-51,6	216	0,29	47,2	-0,012		HDIih	6,2	4,4-7,9	134	-		
PPL				29,6	26,4-36,4	216	0,67	32,8	-0,020		HAv	9,3	6,6-12,1	198	-		
BLDI				6,5	3,0-9,1	214	0,43	5,3	0,007		HAh	7,4	5,9-8,7	132	-		
BLDII				49,2	42,7-54,0	213	-				KHoM	12,5	7,4-16,3	127	0,54	9,1	0,021
BLA				50,1	38,1-54,8	214	0,59	44,9	0,032		KHuM	10,5	6,5-14,6	127	0,38	8,4	0,013
PFL	24		<HL	25,6	18,4-29,9	210	0,38	23,5	-0,013		BBP	8,5	5,6-9,9	54	0,77	6,8	0,014
VFL	22		<PFL	21,0	15,6-28,9	213	0,75	25,3	-0,026		KRDL	1,8	1,2-2,4	21	-		
HDIIv	-14,5			13,3	7,5-16,2	195	0,26	12,2	-0,007		OTL	2,4	1,7-4,0	214	0,77	3,2	-0,005
*OL	27-33		27-33	33,1	27,9-45,5	213	-				OTH	1,6	0,9-2,7	214	0,89	2,4	-0,005
*IOB	16-17		17	16,9	3,7-23,6	215	-				OTF	2,7	1,3-6,9	191	0,87	5,6	-0,018
*ML				38,2	29,0-44,7	215	-				KH/KB	1,5	1,0-2,2	201	0,33	1,4	0,001
*POL			=OL	25,9	17,2-31,0	215	-				KHo/LM	1,2	0,6-2,2	127	-		
DI	6-7	6-7	6-7	5,9	5-7	201	-				FDII	490,0	399-564	131	0,19	515,6	-0,145
DII	32-33,38	31-33	31-33	33,2	31-36	169	-				FA	427,9	341-570	132	0,50	517,0	-0,496
A	35-36,34	34-35	34-36	35,5	30-38	185	-				FDII+A	917,3	758-1078	129	0,42	1034,0	-0,649
P			27-29	28,0	25-30	188	-				FDII/A	1,2	0,9-1,4	129	0,45	0,96	0,001
VERT				51,2	50-53	141	-				IOB in						
KRDo	8			8,8	6-12	165	-				%KB	32,9	22,8-47,4	183	0,68	43,3	-0,397
KRDu	16	14-16	14-16	15,1	13-18	165	-				OTG in						
SLPo	45-56		43-56	43,6	36-52	149	-				%SCHG	19,6	7,5-47,8	183	0,83	28,1	-0,101
SLPg	72-82	75-80	72-70	56,4	52-62	140	-										
SLPu	32-38		26-38	25,5	12-35	142	-										

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.8: Meristische und morphometrische Merkmale von *Trematomus eulepidotus* im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphmetrischen Angaben in %SL.

	REGAN	NORMAN	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b		x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b
	1914a/b	1938													
TL	140-250	-282	116,6	110-122	137	-			OL	9,6	7,5-11,6	142	0,38	10,6	-0,006
SL				44-293	144	-			IOB	5,6	3,2-7,1	141	0,42	4,3	0,007
HL	27-29	27-31	27,7	25,2-31,9	142	0,35	29,1	-0,008	ML	10,8	9,2-12,5	142	0,30	10,2	0,004
KHDI	22-29	22-29	25,1	16,1-33,7	135	0,71	17,4	0,044	POL	6,5	5,0-8,6	142	0,31	7,2	-0,004
KHS			7,2	5,6-8,4	140	-			KB	15,1	11,7-20,4	140	0,70	10,2	0,028
PDIL			31,2	28,8-35,0	141	-			KHA	21,9	14,6-28,2	139	0,66	16,4	0,031
PDIIIL			41,4	34,8-44,8	141	0,36	39,2	0,013	HDl	12,4	5,4-15,3	139	-		
PAL		>BLA	51,2	44,1-58,0	141	0,44	47,3	0,023	HDIIh	7,1	5,9-8,5	107	-		
PPL			30,8	27,7-33,6	142	-			HAV	9,2	7,1-11,0	139	0,37	10,5	-0,007
BLDI			7,7	5,4-14,1	141	0,36	6,0	0,010	HAh	7,3	5,8-8,5	105	-		
BLDII			49,2	44,4-54,2	140	-			KHoM	10,8	6,6-15,3	94	0,32	8,1	0,015
BLA		<PAL	44,4	39,0-48,6	141	0,30	46,8	-0,014	KHuM	15,4	7,9-20,3	92	0,54	10,2	0,029
PFL	15-23	20-27	26,6	21,3-29,4	141	-			BBP	10,6	7,9-12,0	62	0,58	8,8	0,10
VFL		<PFL	21,7	18,3-25,8	140	0,49	24,7	-0,017	KRDL	1,7	1,4-2,0	20	-		
HDIIv			12,5	9,5-14,6	138	-			OTL	2,0	1,7-2,6	138	-		
*OL	29-30	27-31	34,6	28,2-39,0	142	-			OTH	1,5	1,1-2,0	137	0,71	1,8	-0,002
*IOB	20-22	18-22	20,1	10,3-26,1	141	-			OTF	2,2	1,5-3,8	137	0,70	3,1	-0,006
*ML			39,1	31,0-44,2	142	-			KH/KB	1,7	1,2-2,0	134	-		
*POL		<OL	23,4	18,9-30,9	142	-			KHo/LuM	0,7	0,4-1,3	92	-		
DI	6	6-7	6,7	5-8	140	-			FDII	484,8	386-553	106	-		
DII	35-36	34-37	36,4	33-40	137	-			FA	365,7	279-426	105	0,55	464,9	-0,539
A	33-34	32-34	34,6	32-37	136	-			FDII+A	851,8	719-973	104	0,45	1001,4	-0,813
P		27-28	28,1	26-30	136	-			FDII/A	1,3	1,1-1,6	104	0,45	1,1	0,001
VERT			54,9	51-56	104	-			IOB in						
KRDo			8,8	7-11	133	-			%KB	37,1	22,6-54,8	140	0,26	41,3	-0,157
KRDu	14-15	12-15	15,6	11-19	131	-			OTG in						
SLPo	42-46	40-48	46,8	41-52	102	-			%SCHG	14,4	8,2-27,9	136	0,81	18,8	-0,046
SLPg	70	67-76	58,6	52-64	99	-									
SLPu	10-15	10-22	8,2	0-24	103	-									

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.7: Meristische und morphometrische Merkmale von *Trematomus centrionotus* im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. x = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, <x> = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphometrischen Angaben in μ SL.

		DEWITT &												
		REGAN	NORMAN	TYLER	EASTMAN									
		1914a/b	1938	1960	1983									
		x	<x>	n	r	a	b							
TL	175-210	116,7	112-121	52	0,46	120,0	-0,021	OL	9,6	8,0-11,7	51	0,60	11,5	-0,012
SL			82-244	52	-			IOB	2,8	1,9-4,2	51	0,49	1,9	0,005
HL	116-118*	29,6	27,4-31,7	51	0,44	31,4	-0,012	ML	11,3	10,0-12,6	50	-		
KHOI	94-182	25,1	21,1-30,6	47	0,63	20,4	0,031	POL	7,5	6,2-8,9	50	-		
KHS	23-29	6,8	6,0-7,9	50	-			KB	20,6	15,2-27,6	51	0,64	13,5	0,046
PDIL		32,1	28,4-34,9	51	-			KHA	20,4	17,6-23,2	50	0,48	17,7	0,018
PDILL		41,3	37,6-44,7	51	-			HDI	10,4	5,7-14,0	48	0,70	15,1	-0,030
PAL		51,5	47,5-55,9	51	-			HDIHh	10,2	7,2-13,5	49	-		
PPL		32,1	27,3-34,8	51	-			HAV	10,1	7,9-12,7	50	0,41	11,9	-0,012
PLDI		6,7	5,2-8,5	50	-			HAh	9,1	7,0-11,0	49	-		
BLDI		49,9	46,8-53,6	50	-			KHOH	13,9	12,0-18,5	45	-		
BLA		43,4	39,5-46,7	51	0,40	46,1	-0,017	KHOH	11,7	9,2-15,6	45	0,51	9,0	0,018
PFL	17-23	25,8	21,1-29,4	50	-			BBP	10,6	9,4-12,0	38	0,62	9,2	0,010
VFL	>PFL	27,7	22,6-31,3	51	0,40	30,5	-0,018	KRDl	1,3	1,0-1,7	9	-		
HDIIV		14,4	11,5-16,7	50	0,47	16,8	-0,015	OTL	3,0	2,3-3,4	51	0,48	3,5	-0,003
*OL	31-35	32,5	28,5-38,5	51	-			OTH	2,0	1,4-2,4	51	0,69	2,6	-0,004
*IOB	8-10	9,4	6,3-13,6	51	-			OTF	4,1	2,5-5,0	42	0,80	6,2	-0,013
*ML		38,2	33,3-42,1	50	-			KH/KB	1,2	1,0-1,5	47	0,51	1,5	-0,002
*POL	<OL	25,5	20,8-29,6	50	-			KHO/LJM	1,2	0,8-1,8	45	-		
D1	5-6	5,1	4-6	50	-			FDII	614,8	482-752	49	-		
DII	32-35	34,0	33-35	50	-			FA	416,9	334-508	49	0,33	471,9	-0,358
A	29-32	31,0	30-32	50	-			FDII+AI	1031,8	817-1249	49	0,33	1153,7	-0,792
P	24-25	24,9	24-27	51	-			FDII/A	1,5	1,3-1,8	49	-		
VERT	50-52	49,7	48-51	45	-			IOB in						
KROo	2-6	7,9	6-10	47	-			%KB	13,6	10,2-22,4	51	-		
KROu	13-15	14,7	12-17	47	-			OTG in						
SLPo	30-36	33,9	28-37	43	-			%SCHG	40,0	17,9-70,8	50	0,86	53,5	-0,197
SLPg	50-56	52,8	50-59	43	-									
SLPu	0	0		43	-									

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.6: Meristische und morphometrische Merkmale von Pagothenia hansonii im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphometrischen Angaben in %SL.

	REGAN					ANDRIASHEV														
	BOUL. 1902	1914b +NORMAN 1938	DEWITT & TYLER 1960	EVERSON 1969	HUREAU 1970	IWAMI +ABE 1982	1959 + EASTMAN 1983	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	
TL	175-280	40-320	115-120					116,5	113-119	18	-			OL	7,2	6,2-8,0	17	0,53	8,4	-0,005
SL			172-240	228		235-299			102-292	18	-			IOB	5,1	3,2-5,8	18	-		
HL	25-28	25-31	27-28	29	28-32			28,2	25,5-29,5	18	-			ML	12,5	10,8-14,2	18	0,69	10,1	0,011
KHDI	22-28	21-28	20-25	22				23,8	21,1-26,1	17	-			POL	7,6	6,4-8,7	18	-		
KHS								7,1	6,2-7,7	18	-			KB	21,6	16,1-26,6	17	0,80	14,3	0,034
PDIL								31,0	29,3-32,4	18	-			KHA	21,3	18,2-23,5	18	-		
PDIIIL								39,3	36,9-41,6	18	-			HDI	10,9	7,2-12,3	17	-		
PAL								51,5	47,6-53,2	18	-			HDIIh	8,9	7,3-10,4	15	0,55	7,1	0,008
PPL								31,3	29,2-33,2	18	-			HAv	8,8	7,0-12,5	18	-		
BLDI								6,4	5,8-7,6	18	-			HAh	7,8	7,0-9,0	15	-		
BLDII								52,5	50,2-55,1	18	-			KHoM	12,2	10,3-13,5	11	0,61	14,4	-0,010
BLA								43,5	40,9-45,3	18	-			KHuM	11,2	9,3-12,8	13	-		
PFL	20-25	19-25	20-24	26				26,7	22,1-29,9	18	-			BBP	11,9	11,4-12,6	6	-		
VFL	16-18	<PFL	17-19					22,3	19,2-29,5	18	0,60	27,4	-0,02	KRDl	1,30	1,2-1,5	3	-		
HDIIv	12-14							13,0	11,5-14,6	18	-			OTL	2,0	1,6-3,2	18	0,58	2,8	-0,004
*OL	25-27	20-27	25-28	21				25,8	22,2-27,9	17	-			OTH	1,4	1,1-2,3	18	0,54	1,9	-0,002
*IOB	20-23	15-20	19-21	18	13-19			18,0	10,8-20,0	18	-			OTF	2,0	1,4-2,7	16	0,66	3,0	-0,004
*ML								44,5	37,7-48,3	18	-			KH/KB	1,1	0,9-1,4	16	0,68	1,4	-0,002
*POL		20-27	29-34	28				27,1	21,7-31,2	18	-			KHo/LM	1,1	0,8-1,4	11	0,77	1,7	-0,003
DI	5-7	5-7	6-7	5	5-7	6		6,1	5-7	18	-			FDII	570,8	509-646	15	-		
DII	38-41	36-41	38-40	37	37-41	37		39,1	34-40	18	-			FA	353,4	301-393	15	-		
A	34-35	33-36	34-36	34	33-36	32		34,6	31-35	18	-			FDII+A	924,2	824-1027	15	-		
P		27-29	29-31	27	28-32	29		30,6	26-32	18	-			FDII/A	1,6	1,4-1,8	15	-		
VERT								56,0	50-57	14	-			IOB in						
KRDo			5-9					8,1	7-10	18	-			%KB	23,8	16,4-33,3	17	-		
KRDu	13-15	13-16	14-17					16,7	14-19	18	-			OTG in						
SLPo	38-44	34-46	42-45	44		44		42,2	36-46	17	-			%SCHG	16,2	8,1-45,4	16	0,73	27,1	-0,051
SLPg			60-72					60,7	52-68	17	-									
SLPu		0		0				0		14	-									

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.5: Meristische und morphometrische Merkmale von *Pagothenia borchgrevinki* im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphmetrischen Angaben in %SL.

	PAPPEN-					DEWITT &		ANDRIASHEV											
	BOUL. 1902	HEIM 1912	NORMAN 1938	TYLER 1960	EVERSON 1969	1959 + EASTMAN 1983	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	-	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b
TL	-275	102-278		117-120			119,0	118-120	2	-			OL	7,5	7,1-7,8	3	-		
SL		87-232		83-197	47			121-162	3	-			IOB	7,5	6,5-8,2	3	-		
HL	23-28		23-28	27-29	30		27,8	26,8-28,4	3	-			ML	10,5	10,3-10,8	3	-		
KHDI	20-25		20-25	19-23	19		23,4	22,6-24,0	3	-			POL	8,0	7,1-9,0	3	-		
KHS							8,4	8,2-8,6	3	-			KB	16,2	15,4-16,9	3	-		
PDIL							29,9	29,2-30,5	3	-			KHA	22,4	21,2-24,0	3	-		
PDIII							39,0	38,3-39,8	3	-			HDI	10,2	9,7-10,8	3	-		
PAL							53,3	50,2-56,4	3	-			HDIIh	8,9	8,2-9,5	2	-		
PPL							32,1	30,5-33,3	3	-			HAV	10,0	9,0-11,1	2	-		
BLDI							6,8	6,5-7,0	3	-			HAh	8,9	8,2-9,5	2	-		
BLDII							51,7	50,6-52,6	3	-			KHoM	8,6	7,8-9,0	3	-		
BLA							43,2	42,2-44,0	3	-			KHcM	15,5	14,5-16,1	3	-		
PFL	*80-83		*75-88	22-27	*88		29,2	27,6-30,9	3	-			BBP	10,3	10,3-10,4	2	-		
VFL				17-22			20,0	19,4-21,0	3	-			KRDL	-		0	-		
HDIIv	*50-60						11,5	11,1-11,9	3	-			OTL	1,7	1,6-1,9	3	-		
*OL	22-33		20-25	26-30	33		26,9	26,4-27,5	3	-			OTH	1,1	1,1-1,3	3	-		
*IOB	28-33			31-35	22,4		26,9	24,1-29,1	3	-			OTF	1,3	1,3-1,4	3	-		
*ML							37,7	36,2-40,2	3	-			KH/KB	1,5	1,3-1,6	3	-		
*POL				29-32	23		28,5	26,4-31,6	3	-			KHo/UM	0,6	0,5-0,6	3	-		
DI	5-6	5-6	5-6	5-6	5		5,3	5-6	3	-			FDII	522,2	503-542	2	-		
DII	34-37	34-37	34-37	35-36	34		35	35	2	-			FA	413,0	373-453	2	-		
A	31-33	30-33	31-33	31-32	31		30,7	28-33	3	-			FDII+A	935,3	876-995	2	-		
P				23-24	23		23,5	23-24	2	-			FDII/A	1,3	1,2-1,3	2	-		
VERT						51-53	50	50	1	-			IOB in						
KRD _o				6-9			7,3	6-9	3	-			%KB	46,5	39,6-53,5	3	-		
KRD _u	18-20	15-19	16-19	16-19			17,3	17-18	3	-			OTG in						
SLP _o	<<				0		2	2	2	-			%FRG	7,5	7,1-7,9	3	-		
SLP _g				94-97			-	-	-	-									
SLP _u	<<				0		0	0	2	-									

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.4: Meristische und morphometrische Merkmale von *Pagothenia bernacchii* im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphmetrischen Angaben in %SL.

	DEWITT &						WRO-													
	BOUL. 1902	NORMAN 1938	ANDRIASHEV 1959	TYLER 1960	EVERSON 1969	HUREAU 1970	BLEWSKY 1982	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	
TL	250			115-119			112-113	115,4	113-118	14	-			OL	8,1	7,3-9,3	13	0,62	10,1	-0,01
SL				87-229	143-253		98-235		125-273	14	-			IOB	4,9	3,6-5,9	14	0,56	2,6	0,01
HL	25-29	22-31		28-33	29-34	28-33		30,2	28,2-31,9	14	-			ML	13,4	11,5-14,5	13	0,61	10,4	0,01
KHDI	25-30	22-33		22-28	23-30		19-21	26,9	23-32	14	0,65	17,0	0,04	POL	8,6	7,5-9,4	13	-		
KHS							7,1-7,9	6,9	6,0-7,3	13	-			KB	22,4	18,2-27,2	14	0,62		
PDIL								32,7	30,8-35,3	14	-			KHA	22,9	19,0-29,1	14	0,66		
PDIIIL								41,1	38,1-44,2	14	-			HD1	9,6	7,0-11,2	14	-		
PAL							51,6-55,9	53,1	59,8-57,6	14	0,70	45,0	0,036	HDIIh	9,5	6,1-11,6	11	0,61	4,8	0,02
PPL								33,4	31,7-36,0	14	-			HAv	7,7	6,9-9,3	14	-		
BLDI								6,0	4,0-8,6	14	-			HAh	7,6	6,7-8,7	11	-		
BLDII								52,6	49,4-55,4	14	-			KHoM	14,1	12,8-16,3	7	-		
BLA								43,4	38,2-46,8	14	0,59	53,2	-0,044	KHUM	12,4	10,9-14,3	7	-		
PFL	*67	*67		17-23	62-74		18,6-20,2	24,4	22,2-29,0	14	-			BBP	11,3	-	1	-		
VFL	*80	*67		15-24			19,9-23,4	23,6	20,9-27,1	14	0,57	29,8	-0,028	KROD	-		0			
HDIIv	*50							11,9	9,3-14,6	14	-			OTL	2,3	2,0-2,7	14	0,62	3,1	-0,004
*OL	25-29	22-33		22-31	22-30		29,2-32,7	26,8	24,8-30,7	13	-			OTH	1,6	1,4-2,0	14	0,68	2,2	-0,003
*IOB	18-20	11-20		15-23	11-18	12-19	12,2-15,3	16,4	12,0-19,1	14	-			OTF	2,5	2,0-3,7	13	0,83	4,5	-0,009
*ML							49,3-52,6	44,5	38,7-49,7	13	-			KH/KB	1,2	1,1-1,4	14	-		
*POL		22-33		28-36	26-35		27,8-31,8	28,4	25,3-30,0	13	-			KHo/UM	1,1	0,9-1,3	7	-		
DI	4-6	4-6		3-5	4-5	4-6		4,7	4-5	14	-			FDII	561,0	408-668	11	0,62	356,0	0,92
DII	35-38	34-38		35-38	32-34	34-39		36,8	34-38	14	-			FA	333,0	267-392	11	0,63	455,0	-0,55
A	32-35	31-35		31-34	32-34	31-35		33,1	32-34	14	-			FDII+A	894,0	766-1027	11	-		
P		23-25		23-26	23-24	22-26		24,8	24-26	14	-			FDII/A	1,7	1,1-2,0	11	0,91	0,48	0,006
VERT			51-53			51-54		51,9	51-53	10	-			IOB in						
KRD _o				2-8				8,1	6-11	14	-			%KB	22,2	16,3-27,4	14	-		
KRD _u	13-15			11-17				14,6	14-15	14	-			OTG in						
SLP _o	31-40	30-42		28-41	0			35,1	28-39	14	-			%SCHG	15,9	10,4-36,5	11	0,74	26,9	-0,05
SLP _g				60-78																
SLP _u	wenige				0			0		14										

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen

Tab. 7.3: Meristische und morphometrische Merkmale von *Aethotaxis mitopteryx* im Vergleich mit Literaturwerten. Abkuerzungen der Merkmale siehe Kap. 2. \bar{x} = arithmetisches Mittel der Merkmale in Bezug zur SL, $\langle x \rangle$ = Bereich, n = Anzahl der untersuchten Tiere, r, a und b = Parameter der Regressionsgeraden, wenn b signifikant ungleich 0 bei $\alpha=0,05$. SL in mm, alle anderen morphmetrischen Angaben in %SL.

	GERASIMCUK														
	DEWITT 1962	KOTLYAR 1978	&PIOTR. 1980	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b	x	$\langle x \rangle$	n	r	a	b
TL		193	304	115,1	-	21	-			OL	7,3	6,3-8,4	21	-	
SL	357	170	265		163-388	21	-			IOB	6,6	5,9-7,4	21	-	
HL	29,4	28,3	26,8	27,9	25,6-30,9	21	0,56	24,5	0,013	ML	13,6	12,0-14,9	21	0,58	11,7 0,007
KHDI	21,1	21,2	19,2	19,2	18,0-20,6	21	-			POL	8,1	7,3-9,2	-		
KHS	7,7	7,7	7,2	7,0	6,6-7,4	21	-			KB	13,2	12,5-14,5	21	0,65	11,6 0,006
PDIL	28,6	30	26,4	29,4	28,0-32,1	21	-			KHA	17,4	16,1-18,7	21	-	
PDIII		41,2	39,2	40,9	38,2-44,0	20	-			HDIIv	13,3	11,4-15,3	21	0,42	14,9 -0,006
PAL	50,4	25,9?	47,5	49,7	47,0-51,4	21	-			HDIIh	5,7	4,8-7,1	21	0,48	4,4 0,005
PPL		28,3	29,2	30,4	28,6-33,3	21	-			HAv	12,3	11,0-13,7	21	-	
BLDI		10,6	8,7	8,4	6,1-10,8	21	-			HAh	5,6	4,8-7,0	21	0,52	4,2 0,005
BLDII	49,3	50,7	51,3	49,1	46,6-52,0	21	-			KHoM	8,3	5,0-10,3	21	-	
BLA	45,4	39,5	43,0	42,7	40,3-46,6	21	-			KHuM	11,1	8,7-14,0	21	-	
PFL	20,7	23,0	19,2	24,3	22,9-26,0	21	-			BBP	7,8	7,2-8,4	8	-	
VFL	37,0	28,3	28,7	36,7	25,5-44,4	19	0,52	25,0	0,044	KRDL	4,8	4,1-5,8	8	0,72	1,5 0,012
HDI	35,3	22,4	25,3	33,4	17,8-46,5	21	0,66	7,3	0,099	OTL	2,1	1,8-2,5	19	-	
*OL	21,5	25,0	23,9	26,3	23,0-30,7	21	-			OTH	1,5	1,2-1,7	19	0,79	1,9 -0,002
*IOB	23,2	22,9	23,9	23,7	20,5-28,4	21	-			OTF	2,2	1,6-2,7	18	0,76	3,2 -0,004
*ML	48,9	43,7	46,5	48,7	45,7-52,0	21	-			KH/KB	1,5	1,3-1,6	21	-	
*POL	29,2	27,1	29,6	29,2	24,9-34,7	21	-			KHo/UM	0,8	0,4-1,2	21	-	
DI	7	8	7	7,2	6-8	21	-			FDII	467,7	421-502	21	-	
DII	32	32	33	33,8	32-35	21	-			FA	382,3	354-444	21	-	
A	30	31	30	31,0	29-32	21	-			FDII+A	850,0	785-927	21	-	
P	27	28	25	27,0	26-29	21	-			FDII/A	1,2	1,1-1,3	21	-	
VERT			52	51,0	50-52	10	-			IOB in					
KRDo	51	15	12	13,9	12-17	21	-			%KB	50,0	41,6-57,4	21	-	
KRDu		36	36	34,3	31-37	21	-			OTG in					
SLPo	54		54	34	3-61	16	-			%SCHG	21,1	11,3-27,8	14	-	
SLPg				90,0	82-98	9	-								
SLPu	30		30	13,1	3-27	16	-								

Merkmale mit * sind auf die Kopflänge HL bezogen.

Tab. 7.13: Alterslängenschlüssel für *Aethotaxis mitopteryx*.

LG(cm)	Alter																															Summe			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
16.0	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
18.0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
19.0	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
29.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
31.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
32.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
33.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
34.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Summe	0	1	0	1	0	2	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14	

Tab. 7.14: Alterslängenschlüssel für *Pagothenia bernacchii*.

LG(cm)	Alter																					Summe	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
29.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Summe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	1	0	0	0	0	2	0	9

Tab. 7.15: Alterslängenschlüssel für *Pagothenia hansonii*.

LG(cm)	Alter																					Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
10.0	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13.0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
29.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2	1	2	0	3	2	0	0	0	1	1	0	15

Tab. 7.16: Alterslängenschlüssel für *Trematomus centronotus*.

LG(cm)	Alter																					Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
9.0	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
10.0	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
11.0	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
13.0	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	0	1	4	4	2	2	4	0	4	3	2	1	2	2	0	0	1	0	32

Tab. 7.17a: Alterslängenschlüssel für *Trematomus eulepidotus* ♂♂.

LG(cm)	Alter																					Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
11.0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13.0	-	-	-	-	-	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
14.0	-	-	-	-	-	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
15.0	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
16.0	-	-	-	-	-	2	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
17.0	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	7
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	4
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	0	2	8	8	5	4	4	5	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	46

Tab. 7.17b: Alterslängenschlüssel für *Trematomus eulepidotus* ♀♀.

LG(cm)	Alter																					Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
9.0	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
12.0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13.0	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
14.0	-	-	-	-	1	3	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
15.0	-	-	-	-	-	2	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
16.0	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
17.0	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	7
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	7
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	4
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	1	-	-	-	-	5
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	4
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
29.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	3	1	7	8	3	10	5	6	4	3	4	4	2	4	2	1	1	0	68

Tab. 7.18a: Alterslängenschlüssel für *Trematomus lepidorhinus* ♂♂.

LG(cm)	Alter																					Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
8.0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10.0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
11.0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12.0	-	-	-	-	-	-	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
13.0	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
14.0	-	-	-	-	-	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
15.0	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	4
17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	1	1	2	3	9	5	5	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	32

Tab. 7.18b: Alterslängenschlüssel für *Trematomus lepidorhinus* ♀♀.

LG(cm)	Alter																					Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
11.0	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
12.0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13.0	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
14.0	-	-	-	-	-	1	-	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
15.0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
16.0	-	-	-	-	-	-	1	1	2	2	3	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	12
17.0	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	8
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	4	1	1	-	-	-	-	-	-	11
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	10
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	2	4	4	-	-	-	-	-	-	18
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	2	1	1	-	-	-	-	-	10
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	4	2	2	2	-	-	-	14
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	2
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
29.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	0	1	1	5	4	5	9	18	15	11	12	13	5	4	2	1	0	0	106

Tab. 7.19a: Alterslängenschlüssel für *Trematomus loennbergii* ♂♂.

LG(cm)	Alter																				Summe	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24
9.0	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
11.0	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13.0	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15.0	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
16.0	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Summe	0	1	4	0	1	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14

Tab. 7.19b: Alterslängenschlüssel für *Trematomus loennbergii* ♀♀.

LG(cm)	Alter																				Summe	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24
10.0	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
11.0	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
12.0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13.0	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
14.0	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16.0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17.0	-	-	-	1	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
18.0	-	-	-	-	1	1	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
19.0	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
20.0	-	-	-	-	-	-	1	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
21.0	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	-	2	-	-	-	-	-	9
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	2
27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Summe	0	0	5	5	1	3	5	6	5	7	4	4	3	4	2	3	0	0	0	1	0	58

Tab. 7.20: Alterslängenschlüssel für *Trematomus nicolai*.

LG(cm)	Alter																					Summe
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15.0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	4
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
29.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3	2	0	1	0	1	0	0	0	10

Tab. 7.21a: Alterslängenschlüssel für *Trematomus scotti* ♂♂.

LG(cm)	Alter																						Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7.0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8.0	-	-	-	-	-	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
9.0	-	-	-	-	-	1	1	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	7
11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	0	0	2	5	1	2	4	5	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	25

Tab. 7.21c: Alterslängenschlüssel für *Trematomus scotti*.

LG(cm)	Alter																							Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
4.0	-	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
5.0	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
6.0	-	-	1	4	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
7.0	-	-	-	-	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
8.0	-	-	-	-	1	4	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
9.0	-	-	-	-	-	2	2	3	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8
11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	1	2	1	-	1	-	-	-	-	10
13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	2	-	-	-	1	-	2	-	8
14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	2	13	5	7	15	11	4	4	4	8	8	3	1	3	5	1	0	1	1	0	2	0	98

Tab. 7.21b: Alterslängenschlüssel für *Trematomus scotti* ♀♀.

LG(cm)	Alter																							Summe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7.0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8.0	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
9.0	-	-	-	-	-	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	1	2	1	-	1	-	-	-	-	-	10
13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	2	-	-	-	1	-	2	-	-	8
14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Summe	0	0	0	0	0	2	3	3	2	0	3	3	3	1	3	4	1	0	1	1	0	2	0	32