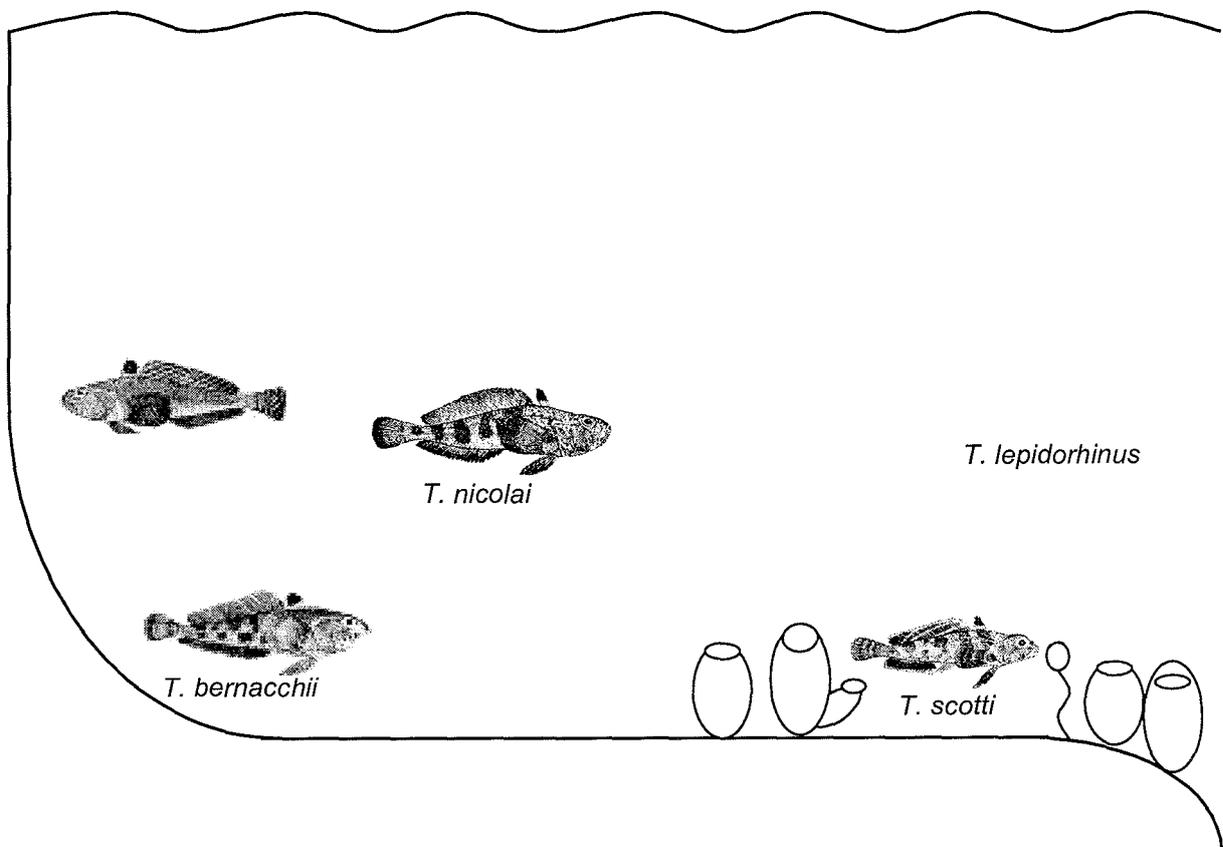


# Das Nahrungsnetz der demersalen Fischfauna in ungestörten und gestörten Gebieten auf dem Kontinentalschelf des östlichen Weddellmeeres

The food web of the demersal fish fauna in undisturbed and disturbed areas on the  
eastern Weddell Sea shelf



Diplomarbeit

vorgelegt von  
Katja Mintenbeck  
Bremen 2001

<b>Danksagung</b>	
<b>Abstract</b> .....	V
<b>1. Einleitung / Introduction</b> .....	1
<b>1.1 Entwicklungsgeschichtlicher Hintergrund</b> .....	1
<b>1.2 Evolution der Fischfauna</b> .....	1
<b>1.3 Lebensraum Kontinentalschelf</b> .....	2
<b>1.4 Rezente Fischfauna</b> .....	4
<b>1.5 Ziel dieser Arbeit</b> .....	5
<b>2. Material &amp; Methoden / Material &amp; Methods</b> .....	7
<b>2.1 Probennahme</b> .....	7
<b>2.2 Nahrungsuntersuchung</b> .....	10
<b>2.3 Darstellung der Fischfauna</b> .....	13
2.3.1 Allgemein .....	13
2.3.2 <i>Trematomus spp.</i> .....	13
<b>2.4 Auswertung des Mageninhaltes</b> .....	14
2.4.1 Nahrungsaufnahme in Abhängigkeit von der Tageszeit .....	14
2.4.2 Vergleich der Ernährung kleiner und großer Fische .....	14
2.4.3 Standardisierung der Daten .....	16
2.4.4 Räumlicher Vergleich der Ernährung zwischen ungestörten und gestörten Flächen .....	17
2.4.5 Vergleich der Arten untereinander .....	18
2.4.6 Statistische Methoden .....	19
<b>3. Ergebnisse / Results</b> .....	21
<b>3.1 Darstellung der Fischfauna</b> .....	21
3.1.1 Vorkommen der Notothenioidei .....	21
3.1.2 Vorkommen von <i>Trematomus spp.</i> .....	24
3.1.3 Längen-Verteilung .....	26

3.1.4 Geschlecht und Reife .....	30
<b>3.2 Nahrungsanalysen .....</b>	<b>32</b>
3.2.1 Nahrungsaufnahme in Abhängigkeit von der Tageszeit .....	33
3.2.1.1 <i>Trematomus eulepidotus</i> .....	33
3.2.1.2 <i>Trematomus hansonii</i> .....	34
3.2.1.3 <i>Trematomus lepidorhinus</i> .....	35
3.2.1.4 <i>Trematomus nicolai</i> .....	36
3.2.1.5 <i>Trematomus pennellii</i> .....	37
3.2.1.6 <i>Trematomus scotti</i> .....	38
3.2.2 Vergleich der Ernährung kleiner und großer Fische .....	39
3.2.2.1 <i>Trematomus eulepidotus</i> .....	40
3.2.2.2 <i>Trematomus lepidorhinus</i> .....	42
3.2.2.3 <i>Trematomus nicolai</i> .....	44
3.2.2.4 <i>Trematomus pennellii</i> .....	46
3.2.2.5 <i>Trematomus scotti</i> .....	49
3.2.3 Räumlicher Vergleich der Ernährung zwischen ungestörten und gestörten Flächen .....	52
3.2.3.1 <i>Trematomus bernacchii</i> .....	53
3.2.3.2 <i>Trematomus eulepidotus</i> .....	54
3.2.3.3 <i>Trematomus hansonii</i> .....	57
3.2.3.4 <i>Trematomus lepidorhinus</i> .....	60
3.2.3.5 <i>Trematomus nicolai</i> .....	63
3.2.3.6 <i>Trematomus pennellii</i> .....	66
3.2.3.7 <i>Trematomus scotti</i> .....	69
3.2.4 Vergleich der Arten untereinander .....	72
<b>4. Diskussion / Discussion .....</b>	<b>77</b>
<b>4.1 Methoden .....</b>	<b>77</b>
4.1.1 Praktische Methoden .....	77

---

4.1.2 Auswertung .....	78
<b>4.2 Zusammensetzung und Verbreitung der Fischfauna .....</b>	<b>80</b>
<b>4.3 Längen und Geschlecht .....</b>	<b>83</b>
<b>4.4 Ernährung der Arten .....</b>	<b>86</b>
4.4.1 <i>Trematomus bernacchii</i> .....	86
4.4.2 <i>Trematomus eulepidotus</i> .....	86
4.4.3 <i>Trematomus hansonii</i> .....	88
4.4.4 <i>Trematomus lepidorhinus</i> .....	89
4.4.5 <i>Trematomus nicolai</i> .....	90
4.4.6 <i>Trematomus pennellii</i> .....	91
4.4.7 <i>Trematomus scotti</i> .....	92
<b>4.5 Zusammenfassung .....</b>	<b>94</b>
<b>5. Literatur / Literature .....</b>	<b>100</b>
<b>6. Anhang / Annex .....</b>	<b>111</b>
<b>6.1 Datentabellen für den Vergleich der Ernährung kleiner und großer Fische .....</b>	<b>111</b>
<b>6.2 Datentabellen für den Vergleich der Ernährung zwischen ungestörten und gestörten Flächen .....</b>	<b>116</b>
<b>6.3 English legends of tables and figures .....</b>	<b>127</b>
<b>Danksagung</b>	

## Abstract

Vast areas of the Antarctic shelf are mechanically disturbed by bottom shear stress caused by moving icebergs. Such disturbances do not only affect the benthic fauna, but also have an influence on the composition of the demersal fish communities. One dominant group of fishes on the eastern Weddell Sea shelf which is affected by these iceberg movements is the genus *Trematomus* (Nototheniidae). These species are known to occupy different trophic niches. According to the vertical level, benthic, benthopelagic and pelagic feeders can be distinguished. Furthermore, a horizontal separation between undisturbed and disturbed regions within species feeding on benthos has been proposed. During the RV "Polarstern" expedition ANT XVII/3 (2000) disturbed and undisturbed areas were trawled to examine the general composition of the fish fauna and characteristics and distribution of *Trematomus spp.* Using stomach content analysis, an explanation was searched for the spatial distribution patterns and the predominant role of the genus, here represented by seven species. As one result, it is shown that the nutrition of different size-classes was significantly different only for two species. These observed differences are mainly caused by the size of the prey, as smaller fish were not able to feed on bigger food items. However, most of the species showed opportunistic feeding behaviour, and can be grouped into benthopelagic and mainly benthic feeders. Exclusively benthic- or pelagic-feeding fish were not present. A clear spatial separation of the examined species was found. Within the group of the benthos-feeders, *T. scotti* was found in undisturbed areas whereas *T. pennellii* and *T. bernacchii* preferred disturbed regions. The benthopelagic *T. eulepidotus* and *T. lepidorhinus* were present in larger numbers on undisturbed seabeds in contrast to *T. nicolai* and *T. hansonii*, which were found almost exclusively in disturbed areas. In addition, evidence for a horizontal partitioning of different size-classes in *T. eulepidotus* and *T. lepidorhinus* was found. Species which shared comparable diet composition and occupied similar areas usually had one or more special prey items thus allowing a good distinction. There were almost no spatial differences in diet of fish of one species between undisturbed and disturbed regions. As a reason for spatial distribution, the avoidance of food competition is suggested. By utilizing the special niches on disturbed areas, some species are adapted to the natural disturbances. Within this genus an optimized niche separation is attained in three different ways: a vertical separation, a horizontal separation and a partial specialization. This ecological and trophic plasticity has facilitated the dominant position of the genus *Trematomus* in the eastern Weddell Sea shelf fish community.

(English legends to tables and figures in section 6.3 p.127)

## 1. Einleitung

*Terra Australis Incognita* – noch lange nach der Ära der großen Entdecker gab es nur vage Vorstellungen über die unbekannte Landmasse im Süden. Auch wenn bereits seit Mitte des 18. Jahrhunderts Schiffe in antarktische Gewässer vorgedrungen waren, sind die ersten Sichtungen des Kontinentes erst seit 1820 bekannt (JOHNSON, 1995). Der Grund für die späte Entdeckung der Antarktis liegt in erster Linie in ihrer geographischen Isolation und der durch Strömungen und Eis verursachten schweren Zugänglichkeit (ANTARKTIS ONLINE, 2000). Die Isolation des Ökosystems Antarktis ist aus biologischer Sicht von großer Bedeutung. Die Ursachen hierfür sind in der Entwicklungsgeschichte des Kontinentes und des ihn umgebenden Ozeans zu suchen.

### 1.1 Entwicklungsgeschichtlicher Hintergrund

Vor 280 Millionen Jahren war Antarktika Teil des Großkontinents Gondwana, der in den folgenden Jahrmillionen langsam zerbrach. Noch am Ende der Kreidezeit, vor etwa 65 Millionen Jahren, war das Klima auf dem Kontinent relativ mild, bis vor 38 Millionen Jahren eine deutliche, fortschreitende Abkühlung einsetzte (EASTMAN, 1991; GROBE, 1995). Vor weniger als 30 Millionen Jahren begann die Antarktis sich von Südamerika zu trennen. Durch die so entstandene Öffnung zwischen den Kontinenten, heute als *Drake-Passage* bekannt, entstand ein von Westwinden angetriebener, kalter Zirkumpolarstrom. Dieser Zirkumpolarstrom wirkte wie eine thermische Barriere auf das Klima der Antarktis und den sie umgebenden Ozean (ARNTZ *et al.*, 1988) und sorgt vermutlich schon seit 20 Millionen Jahren für ein relativ konstantes, kaltes Klima (DAYTON *et al.*, 1994) und eine Isolation der Fauna (DAYTON, 1990). Zu der thermischen Barriere kam die geographische Isolation hinzu, denn die Entfernung zu den anderen Kontinenten wurde immer größer und die Drake-Passage bildete eine tiefe Kluft zwischen dem antarktischen Kontinent und Südamerika (EASTMAN, 1991).

### 1.2 Evolution der Fischfauna

Im Laufe der zunehmenden Abkühlung starb ein Großteil der ursprünglichen Fauna im Südpolarmeer aus oder wanderte, wenn möglich, in wärmere Breiten ab. Besonders hiervon be-

troffen war die Fischfauna (EASTMAN & DEVRIES, 1986; EASTMAN, 1993), denn niedrige Wassertemperaturen haben vielfältige Auswirkungen auf die Physiologie der poikilothermen Tiere. Zum einen steigt die Viskosität des Blutes und der Metabolismus wird verlangsamt, zum anderen sind die Körperflüssigkeiten der Fische dem Meerwasser gegenüber hypoosmotisch und können daher schon bei Temperaturen kurz unter 0°C gefrieren (EASTMAN & DEVRIES, 1986; EASTMAN 1993; PENZLIN, 1996). Die Fische, die in der Lage waren, den vorherrschenden Umweltbedingungen standzuhalten, gehörten fast ausschließlich zu der perciformen<sup>1</sup> Unterordnung Notothenioidei, den *Antarktischen* (EASTMAN & DEVRIES, 1986; EASTMAN, 1993). Alle Fische dieser Unterordnung stammen von einer ursprünglich bodenlebenden Urform ohne Schwimmblase ab (EASTMAN, 1985 und 1993). Da eine Zuwanderung von Fischen aus anderen Meeresgebieten durch die thermischen und geographischen Bedingungen weitgehend verhindert wurde (siehe 1.1), war die Gruppe der Notothenioidei seit einigen Millionen Jahren in ihrem Lebensraum Südpolarmeer isoliert. Im Laufe der Evolution haben die Notothenioidei zahlreiche anatomische und physiologische Eigenschaften und Reproduktionsstrategien hervorgebracht, die es ihnen ermöglichten, unter den vorherrschenden Umweltbedingungen zu überleben und die dominante Position in der Fischfauna einzunehmen (EASTMAN & DEVRIES, 1986; DI PRISCO *et al.*, 1991 und 1998; KOCK, 1992; EASTMAN 1993).

Durch adaptive Radiation entstanden in dieser Unterordnung eine Vielzahl verschiedener Ökotypen, so daß die Notothenioidei im antarktischen Ozean nahezu alle ökologischen Nischen besetzen, die in anderen Meeren von taxonomisch völlig verschiedenen Gruppen eingenommen werden (EASTMAN, 1985).

### 1.3 Lebensraum Kontinentalschelf

Die Schelfgebiete für demersale Fische beschränken sich auf die Umgebung von Inseln und einen schmalen Streifen nahe am Kontinent. Da die bis zu 3000m dicke Eiskappe auf dem antarktischen Kontinent die gesamte Landmasse in die Tiefe drückt, ist auch der Kontinentalschelf mit ca. 500m sehr viel tiefer als an anderen Küsten (EASTMAN, 1993). Die Wassertemperaturen am Kontinentalschelf liegen das ganze Jahr über bei etwa -1,86°C. Die Phytoplankton-Produktion in der Wassersäule ist auf wenige Sommer-Monate beschränkt. Im Winter herrschen lange Dunkelheit und eine ausgedehnte Eisbedeckung.

---

<sup>1</sup> perciform = barschartig

Trotz dieser recht extremen Umweltbedingungen ist das Leben am Meeresboden vielerorts durch eine hohe Diversität und Biomasse ausgezeichnet. Durch die oft zahlreichen Schwämme wird das Benthos auch für die Fische zu einem vielfältigen, dreidimensionalen Lebensraum (ARNTZ *et al.*, 1994 und 1998; Abb. 1.1 A). Da aber die gesamte Küste des Weddellmeeres von Schelfeisen und Gletschern umgeben ist (HUBOLD, 1992), sind einige Gebiete dem Einfluß von abgebrochenen Eisbergen ausgesetzt. Die Eisberge driften relativ langsam durch die Schelfgebiete (LIEN *et al.*, 1989) und können noch bis in Tiefen von 450m Bodenkontakt haben (STARMANS, 1997). Die strandenden Eisberge hinterlassen am Meeresboden charakteristische Spuren und zum Teil tiefe Furchen (LIEN *et al.*, 1989, ARNTZ *et al.*, 1998). Die benthische Fauna wird bei derartigen Vorgängen in den meisten Fällen vollständig zerstört (STARMANS, 1997; ARNTZ *et al.*, 1998; Abb. 1.1 B). Die Wiederbesiedlung gestörter Gebiete erfolgt zunächst durch schwimmfähige Tiere, gefolgt von vagilen benthischen Organismen. Später siedeln sich auch sessile Taxa wieder an, die sich zunächst meist massenartig ausbreiten (STARMANS, 1997).

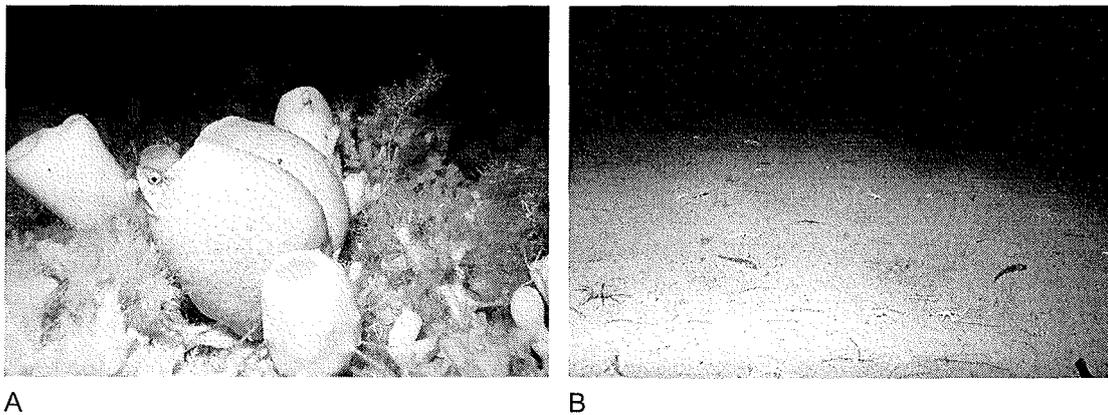


Abb. 1.1 A Intaktes Benthos auf einer ungestörten Fläche. Durch Schwämme entsteht für Fische ein dreidimensionaler Lebensraum (im Schwamm sitzt ein *Trematomus sp.*). B Eine durch Eisbergstrandung frisch gestörte Fläche. Zu erkennen sind Pantopoden, Asteroiden und Fische der Art *Prionodraco evansii* (Fotos: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

Über den Zeitraum der Sukzession solcher gestörter Flächen ist bisher nichts bekannt. Da viele Benthosorganismen allerdings als sehr langsamwüchsig gelten (ARNTZ *et al.*, 1994; GUTT *et al.*, 1999), ist anzunehmen, daß die Wiedereinstellung des ursprünglichen Zustandes, falls überhaupt möglich, viele Jahrzehnte dauert. Durch die verschiedenen Sukzessionsstadien entstehen jedoch mosaikartige Besiedlungsstrukturen am Meeresboden, wodurch sich die Diversität nach der „*patch-dynamics*“-Hypothese von WHITE und PICKETT (1985) mittelskalig erhöht. Zum anderen werden hier neue räumliche und trophische Nischen gebildet, die offen-

sichtlich von bestimmten Fischarten genutzt werden (KNUST & SCHRÖDER, 1999; BRENNER *et al.*, im Druck).

#### 1.4 Rezente Fischfauna

Unter den heute vorkommenden Arten gehören 35 % zu der Unterordnung Notothenioidei, die sich durch einen hohen Anteil endemischer Arten (97 %) auszeichnet (ANDRIASHEV, 1987; EASTMAN, 1993). Zu dieser Unterordnung gehören sechs Familien, unter denen die Nototheniidae im Südpolarmeer mit 34 Arten dominieren (Tab. 1.4.1). Innerhalb der Familie Nototheniidae entfällt der Großteil der Individuen auf die Gattung *Trematomus* (EKAU, 1988; SCHWARZBACH, 1988; HUBOLD, 1992).

Tab. 1.4.1 Familien der Unterordnung Notothenioidei und die Anzahl der in der Antarktis vertretenen Arten (EASTMAN, 1993, modifiziert nach GON & HEEMSTRA, 1990)

Familie	Anzahl der antarktischen Arten
Bovichtidae	1
Nototheniidae	34
Harpagiferidae	6
Artedidraconidae	24
Bathydraconidae	15
Channichthyidae	15

Neben einer Vielzahl benthischer Arten gibt es auch epibenthische, pelagische und cryopelagische<sup>2</sup> Fische (KOCK, 1992; EASTMAN, 1993). Als Grund für den Aufstieg der ursprünglich bodenlebenden Fische (siehe 1.2) in das Pelagial vermutet man die Vermeidung von Konkurrenz um Nahrung. Vor allem innerhalb der Familie Nototheniidae haben Untersuchungen zur Schwebfähigkeit (EASTMAN & De VRIES, 1982; EASTMAN, 1985), Morphologie (EKAU, 1988) und der trophischen Stellung der Fische (TARGETT, 1981; PAKHOMOV, 1997) einen solchen Trend zu einer pelagischen Lebensweise gezeigt.

EKAU (1988) und SCHWARZBACH (1988) haben im Weddellmeer diese vertikale Nischentrennung für die Arten der in dieser Arbeit untersuchten Gattung *Trematomus* (Nototheniidae)

---

<sup>2</sup> cryopelagisch = an das Meereis gebunden

morphologisch und nahrungsökologisch nachgewiesen. So lassen sich die Arten, in ihrer Lebens- und Ernährungsweise, als benthisch, benthopelagisch und überwiegend pelagisch einordnen. Neuere Arbeiten von KNUST & SCHRÖDER (1999) und BRENNER *et al.* (im Druck) haben gezeigt, daß es neben dieser vertikalen Nischtrennung auch horizontale Unterschiede in der Verteilung der *Trematomus*-Arten gibt. So gibt es Arten, die sich bevorzugt auf Flächen aufhalten, wo eine mechanische Zerstörung des Benthos durch Eisberge stattgefunden hat. Andere Arten wiederum meiden diese Gebiete. Nach BRENNER *et al.* (im Druck) liegt die Ursache für diese horizontale Trennung eher in der Vermeidung räumlicher Konkurrenz als in der Spezialisierung auf andere Nahrungsquellen.

### 1.5 Ziel dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die genauere Überprüfung und Weiterführung der Ergebnisse von BRENNER *et al.*, unter Ausschließung eventueller tiefenabhängiger Varianzen. Zunächst werden Zusammensetzung und Eigenschaften der Fischfauna untersucht. Auf der Basis von Nahrungsanalysen sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Ist das Freßverhalten der Fische zeitabhängig?
- Gibt es Unterschiede in der Ernährung großer und kleiner Fische einer Art?
- Sind Unterschiede in der Ernährung einer Art zwischen ungestörten und gestörten Flächen erkennbar?
- Warum besiedeln einige Arten gestörte Flächen und andere nicht?

Die Kenntnis der Lebens- und Ernährungsweise von Fischen ist insofern wichtig, als daß sie in der Nahrungskette oft das Bindeglied zwischen Produzenten und niederen Konsumenten, und höheren Vertebraten wie Vögeln, Walen oder Robben darstellen. Die Untersuchung der Auswirkungen von Störungen durch strandende Eisberge ist in zweierlei Hinsicht von großer Bedeutung. Zum einen ist zu befürchten, daß die Zahl der vom Schelf abbrechenden Eisberge im Rahmen der globalen Erwärmung zunehmen wird (ARNTZ *et al.*, 1998), zum anderen können Rückschlüsse auf die Auswirkungen von anthropogen verursachten Schädigungen, wie z.B. durch Grundschleppnetze, gezogen werden. Die direkten Einflüsse natürlicher und anthropogener Störungen auf das Benthos sind in den meisten Fällen offensichtlich. Es ist jedoch wichtig, auch die indirekten Wirkungen auf höhere Ebenen der Nahrungskette, wie z.B.

---

auf die Fischfauna, zu kennen, um die Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem abschätzen zu können.

## 2. Material & Methoden

### 2.1. Probennahme

Das Untersuchungsmaterial für diese Arbeit wurde während der Expedition ANTXVII/3 mit der *FS Polarstern* vom 17.03.2000 bis zum 11.05.2000 im östlichen Weddellmeer (Abb. 2.1.1) gesammelt. Zum Fang der demersalen Fische wurde ein Standard 140 Fuß Grundschieppnetz (GSN) verwendet. Es wurden vier Stationen auf gestörten Flächen im Bereich des "Eisberg-Friedhofs" *Austasen* (AUS) und vier weitere Stationen in der von Eisbergen unbeeinflussten Region um *Kapp Norvegia* (KN) befischt. Die ausgewählten Flächen waren weitgehend eisfrei. Die Lage der Flächen, wo eine Zerstörung des Meeresbodens durch Kontakt mit Eisbergen stattgefunden hatte, wurden mit Hilfe des ROV (remotely operated vehicle) visuell bestimmt.

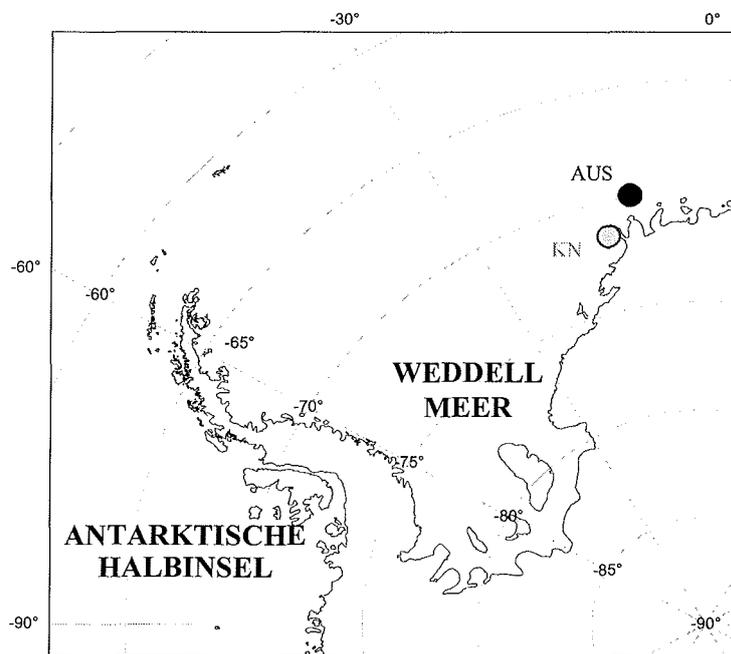


Abb. 2.1.1 Die Karte zeigt einen Ausschnitt des antarktischen Kontinents im Bereich des Weddellmeeres. Die befischten Gebiete im Bereich des östlichen Weddellmeeres sind farbig markiert (KN = *Kapp Norvegia*, AUS = *Austasen*)

Genaue Angaben zu Position, Uhrzeit, Tiefe und Zustand der Flächen an den einzelnen Stationen sind Tabelle Tab. 2.1.1 zu entnehmen. Hier ist jeweils der Wert für den Schleppbeginn am Grund und der Wert für das Schleppende (der Moment, in dem das Netz vom Boden abhebt) angegeben.

Tab. 2.1.1 Aufgeführt sind die befisheten Stationen mit Angabe der genauen Position, Uhrzeit und Tiefe bei Schleppbeginn und Schleppende (KN = Kapp Norvegia, AUS = Austasen)

Station	Datum	Region	Position		Uhrzeit	Tiefe [m]	Zustand
			Breite	Länge			
<b>56/65</b>	31.03.00	KN					ungestört
- Beginn			71°17,60'S	13°48,00'W	17:09	615	
- Ende			71°16,67'S	13°45,79'W	17:36	648	
<b>56/85</b>	02.04.00	KN					ungestört
- Beginn			71°11,30'S	12°15,40'W	08:00	309	
- Ende			71°12,19'S	12°19,01'W	08:30	318	
<b>56/102</b>	03.04.00	KN					ungestört
- Beginn			71°11,90'S	12°21,70'W	13:37	323	
- Ende			71°11,44'S	12°19,20'W	13:56	312	
<b>56/109</b>	04.04.00	KN					ungestört
- Beginn			71°11,30'S	12°18,50'W	08:20	311	
- Ende			71°11,90'S	12°20,70'W	08:40	316	
<b>56/119</b>	07.04.00	AUS					gestört
- Beginn			70°50,40'S	10°35,20'W	12:37	266	
- Ende			70°51,20'S	10°35,10'W	12:53	226	
<b>56/124</b>	09.04.00	AUS					ungestört/gestört
- Beginn			70°50,60'S	10°35,40'W	14:35	247	
- Ende			70°50,20'S	10°34,89'W	14:47	269	
<b>56/135</b>	10.04.00	AUS					gestört
- Beginn			70°50,20'S	10°34,70'W	07:50	274	
- Ende			70°50,30'S	10°34,70'W	08:33	273	
<b>56/136</b>	10.04.00	AUS					gestört
- Beginn			70°50,20'S	10°35,40'W	14:10	271	
- Ende			70°50,80'S	10°36,20'W	14:23	251	

Die gefangenen Fische wurden zunächst sortiert und mit Hilfe von Fachliteratur (GON & HEEMSTRA, 1990) bestimmt. Jeder Fisch wurde vermessen (Totallänge, *cm below*) und mit einer elektronischen Bordwaage der Firma MAREL mit einer Genauigkeit von 0,1 g gewogen. Anschließend wurden die Tiere ventral aufgeschnitten und das Geschlecht und das Reifestadium nach EVERSON (1977; Tab. 2.1.2 und 2.1.3) bestimmt.

Tab. 2.1.2 Einteilung der Reifestadien nach EVERSON (1977) bei weiblichen Fischen

<b>Reifestadium:</b>		<b>Beschreibung:</b>
I	unreif	Ovar klein und hart, keine Eier sichtbar
II	unreif	Ovar hart, voll kleiner Eier; Länge etwa $\frac{1}{2}$ der Länge der Bauchhöhle
III	in der Entwicklung befindlich	Ovar groß; enthält kleine und große Eier
IV	reif	Ovar groß; beim Öffnen treten große Eier aus
V	abgelaicht	Ovar weich; enthält wenige große und viele kleine Eier

Tab. 2.1.3 Einteilung der Reifestadien nach EVERSON (1977) bei männlichen Fischen

<b>Reifestadium:</b>		<b>Beschreibung:</b>
I	unreif	Testis sehr klein und durchsichtig, liegt dicht an der Wirbelsäule
II	in der Entwicklung befindlich	Testis klein (etwa 1 % des Körpergewichtes), weiß und zusammen gedreht
III	entwickelt	Testis groß, weiß und zusammen gedreht; bei Druck oder beim Aufschneiden tritt keine Milch aus
IV	reif	Testis groß, weiß und schillernd; bei Druck oder beim Aufschneiden treten Milchtropfen aus
V	abgelaicht	Testis sehr viel kleiner und schlaffer als im Stadium IV; Färbung gräulich

Die für die Magenanalysen vorgesehenen Fische der Gattung *Trematomus* wurden in 10 %igem Formol konserviert, um die fortschreitende enzymatische Zersetzung der Mageninhalte zu unterbinden.

## 2.2. Nahrungsuntersuchung

Die Untersuchung der Mageninhalte erfolgte nach Rückkehr von der Expedition im Labor. Die Fische wurden zunächst aus dem Formol in Schalen mit Wasser überführt und etwa eine Stunde gespült. Zur Auswahl der Fische wurden die bereits bekannten Totallängen herangezogen, um sowohl kleine wie auch große Tiere in die Untersuchung mit einzubeziehen.

Die Mägen wurden durch Schnitte proximal zwischen Oesophagus und Cardiaregion und distal in der Pylorusregion (vor den pylorischen Anhängen) herausgetrennt. Nach kurzem Abtropfen auf einem Filterpapier wurde mit einer elektronischen Feinwaage der Firma SARTORIUS das Gewicht des vollen Magens mit einer Genauigkeit von 0,0001 g bestimmt. Mit einer Schere wurden die Mägen vorsichtig rundum geöffnet und ihr Inhalt mit Wasser in ein Sieb mit einer Maschenweite von 250  $\mu$  gespült. Als Maß für den Grad der Magenfüllung wurde die Skala nach DALPADO & GJØSÆTER (1988) herangezogen:

<b>Füllungsgrad:</b>	<b>genauere Beschreibung:</b>
0 leer	ohne jeglichen Inhalt
I wenig Inhalt	bis zu 30% Füllung
II zur Hälfte gefüllt	30 bis 70% Füllung
III voll	70 bis 100% Füllung, Magenwand relativ dick
IV gedehnt	100% Füllung, Magen gedehnt, Magenwand sehr dünn

Der entleerte Magen wurde erneut abgetropft und gewogen. Der gründlich gespülte Mageninhalt wurde in eine Petrischale überführt und unter dem Binokular untersucht. Um eventuelle Unterschiede im Grad der Verdauung festzuhalten wurde auch der Verdauungsgrad nach DALPADO & GJØSÆTER (1988) bestimmt:

<b>Verdauungsgrad:</b>	<b>Beschreibung:</b>
I frisch aufgenommen	- nahezu alle Inhalte zeigen keine oder nur sehr leichte Zeichen von Verdauung
II leicht verdaut	- der Inhalt ist einheitlich leicht verdaut oder - weniger als 30% des Inhalts sind teilweise verdaut, der Rest ist wenig oder gar nicht angegriffen
III teilweise verdaut	- der Inhalt ist einheitlich teilweise verdaut, aber noch erkennbar oder - ca. 30 bis 70% des Inhalts sind stark verdaut, der Rest wenig oder gar nicht angegriffen
IV stark verdaut	- der gesamte bzw. ein Großteil des Inhalts ist stark verdaut und in einem unidentifizierbaren Zustand

Die Nahrungstaxa wurden mit Hilfe entsprechender Literatur (Tab. 2.2.1) so genau wie möglich bestimmt und gezählt. War die Verdauung so weit fortgeschritten, daß nur noch Teile von Individuen vorhanden waren, wurden entweder nur die Köpfe oder nur die Hinterleibe als Maß für die ursprüngliche Anzahl verwendet. Bei Euphausiaceen und Mysidaceen wurden die Augenpaare gezählt. Wenn Köpfe bzw. Augenpaare oder Hinterleibe nicht mehr zu erkennen waren, die verbliebenen Teile aber trotzdem einem Taxon zugeordnet werden konnten, wurde die Anzahl mit 1 festgelegt.

Um die Gesamt-Biomasse der Fraktionen zu bestimmen wurden die Nahrungs-Taxa nach Abtropfen des überschüssigen Wassers auf einem Filterpapier mit einer Genauigkeit von 0,0001 g gewogen. Waren die Tiere so klein, daß ihr Gewicht nicht mehr meßbar war (z.B. einzelne Tanaidaceen oder Teile von Hydrozoen), wurde ihre Biomasse mit 0,0001 g festgelegt.

Tab. 2.2.1 Für die einzelnen Nahrungstaxa verwendete Bestimmungsliteratur

<b>Taxon</b>	<b>Literatur</b>
Cnidaria	BRANCH & WILLIAMS (1993)
Gastropoda	SIEG & WÄGELE (1990), BRANCH <i>et al.</i> (1991)
Polychaeta	HARTMANN (1964), HARTMANN-SCHRÖDER (1996), STILLER (1996)
Copepoda	BRADFORD-GRIEVE <i>et al.</i> (1999)
Euphausiacea	FISCHER & HUREAU (eds., 1985), TODD <i>et al.</i> (1996)
Mysidacea	TATTERSALL (1955)
Amphipoda	BARNARD (1969), BRANCH <i>et al.</i> (1991)
Tanaidacea	SIEG (1986)
Isopoda	BRANCH <i>et al.</i> (1991), WÄGELE (1991), SCHULZ (1978)
Osteichthyes	GON & HEEMSTRA (1990)
Sonstige	SIEG & WÄGELE (1990)

Die gezählten und gewogenen Nahrungstaxa wurden in Rollrand-Schnappdeckel-Gläschen mit 4 %igem Formol zur eventuellen Nachbestimmung gelagert.

## 2.3. Darstellung der Fischfauna

### 2.3.1 Allgemein

Da die Schleppzeiten an den verschiedenen Stationen unterschiedlich lang waren, wurden die Anzahl und Biomasse aller gefangenen Fische pro Station zunächst auf eine Schleppzeit von 15min umgerechnet um sie miteinander vergleichen zu können:

Abundanz:

$$A_{i/15\text{min}} = 15 \cdot \frac{A_{i(\text{orig.})}}{\text{Schleppzeit}_{\text{orig.}}} \quad \text{wobei} \quad (1)$$

$A_{i/15\text{min}}$  bzw.  $B_{i/15\text{min}}$  = Anzahl bzw. Biomasse der Individuen der Art  $i$  / pro 15min Schleppzeit

Biomasse:

$A_{i(\text{orig.})}$  bzw.  $B_{i(\text{orig.})}$  = Anzahl bzw. Biomasse der Individuen der Art  $i$  / pro tatsächlicher Schleppzeit in Minuten

$$B_{i/15\text{min}} = 15 \cdot \frac{B_{i(\text{orig.})}}{\text{Schleppzeit}_{\text{orig.}}} \quad (2)$$

Aus diesen Werten wurden die Anteile errechnet, die die Unterordnung Notothenioidei und ihre Familien an der gesamten Fischfauna einnehmen.

### 2.3.2 *Trematomus spp.*

Zunächst wurde die Verteilung der Arten innerhalb der Gattung *Trematomus* auf ungestörte und gestörte Flächen anhand der mittleren Abundanz und Biomasse ermittelt. Für jede Art wurden die mittleren Anzahlen der aufgetretenen Größenklassen (in cm) und der Geschlechter (juvenil, männlich, weiblich) berechnet und die Reifestadien betrachtet, um ein vollständiges Bild der Fischfauna zu erhalten. Die Daten wurden für die Darstellung wie Abundanz und Biomasse auf eine Schleppzeit von 15 min umgerechnet.

## 2.4. Auswertung des Mageninhaltes

### 2.4.1 Nahrungsaufnahme in Abhängigkeit von der Tageszeit

Um herauszufinden, ob die untersuchten Arten bevorzugte Zeiten für die Nahrungsaufnahme haben, wurde der Grad der Magenfüllung und der Verdauungsgrad in Abhängigkeit von der Fangstation, bzw. der durchschnittlichen Uhrzeit für jede Art in Form von Häufigkeiten betrachtet.

Zur Betrachtung eines eventuellen Zusammenhangs zwischen der Reife der Weibchen und ihrer Fraßintensität bzw. Magenfüllung waren nicht ausreichend Fische vorhanden.

### 2.4.2 Vergleich der Ernährung kleiner und großer Fische

Um eventuelle Unterschiede in der Ernährung von kleinen und großen Fischen zu untersuchen, wurde zunächst betrachtet, in welchem Größenspektrum eine Art vertreten war. Bei dem Median der vorkommenden Längen wurde die Grenze gesetzt. Die Tiere, deren Totallänge unterhalb dieses Wertes lag, wurden als „klein“ angesehen und die Fische, deren Länge oberhalb des Medians lag, wurden als „groß“ betrachtet. Um eventuelle Unterschiede der Ernährung durch die räumliche Verteilung der Fische auszuschließen, wurden die einzelnen Arten nur für die von ihnen bevorzugt besiedelte Fläche untersucht. Für den Vergleich der Nahrung der unterschiedlich großen Tiere wurden Abundanz und Biomasse der einzelnen Nahrungstaxa in Form von Dominanzen verwendet (GRÖHSLER, 1992):

Individuen-Dominanz:

$$A_i = 100 \cdot \frac{A_i}{\sum A} \quad \text{mit} \quad (3)$$

$A_i$  = Anzahl des Taxons i  
 $\sum A$  = Summe der Individuen aller Taxa

Biomasse-Dominanz:

$$B_i = 100 \cdot \frac{B_i}{\sum B} \quad \text{mit} \quad (4)$$

$B_i$  = Biomasse [g] des Taxons i  
 $\sum B$  = Summe der Biomasse [g] aller Taxa

Für die errechneten Anteile wurde zunächst, einmal für die Abundanz und einmal für die Biomasse, eine Ähnlichkeits-Matrix nach BRAY-CURTIS erstellt (CLARKE & WARWICK 1994). Auf der Basis dieser Matrix wurden mit dem Programm SIMPER („Similarity percentages“) die durchschnittlichen Ähnlichkeiten  $S_{jk}$  (5) der Nahrung innerhalb der Gruppe der kleinen Fische und innerhalb der Gruppe der großen Fische berechnet. Für den Vergleich zwischen den Gruppen wurde der Unähnlichkeits-Index  $\delta_{jk}$  (6) verwendet. Hierbei wird jede Probe aus der einen Gruppe mit jeder Probe aus der anderen Gruppe verglichen.

Ähnlichkeit:

$$S_{jk} = 100 \cdot \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (y_{ij} + y_{ik})} \right] \quad \text{mit} \quad (5)$$

$y_{ij}$  = Anteil des Taxons  $i$  in der Nahrung des Fisches  $j$

$y_{ik}$  = Anteil des Taxons  $i$  in der Nahrung des Fisches  $k$

Unähnlichkeit:

$$\delta_{jk} = 100 \cdot \left[ \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (y_{ij} + y_{ik})} \right] \quad (6)$$

Die Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit wird in % angegeben und nimmt einen Wert zwischen 0 und 100 an. Eine Ähnlichkeit von 100 % entspricht einer Unähnlichkeit von 0 % und würde bedeuten, daß die verglichenen Proben absolut identisch sind. Ist die Ernährung großer und kleiner Fische unterschiedlich sind die Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen größer als die Ähnlichkeit zwischen den Gruppen, bzw. die Unähnlichkeiten innerhalb der Gruppen sind geringer als die Unähnlichkeit zwischen den Gruppen. Über dieses Verfahren kann neben der durchschnittlichen Gesamt-Ähnlichkeit, bzw. -Unähnlichkeit, der Anteil errechnet werden, den jedes Nahrungstaxon zu dem Ergebnis beiträgt.

Dieser Vergleich wurde auf der Basis von Großtaxa, wie z.B. Polychaeten, Euphausiaceen oder Copepoden durchgeführt. Für eine genauere Betrachtung einzelner Großtaxa (z.B. auf Familien- oder Unterordnungs-Niveau) dienten Individuen- (3) und Biomasse-Dominanz (4) und die Präsenz (bzw. Occurrence; GRÖSLER, 1992). Die Präsenz  $F$  der einzelnen

Nahrungstaxa wird in % angegeben und gibt den Anteil von Fischen an, von denen ein Taxon gefressen wurde:

$$F_i = 100 \cdot \frac{n_i}{N} \quad \begin{array}{l} n_i = \text{Anzahl der Fische mit dem Nahrungs-Taxon } i \\ N = \text{Anzahl der untersuchten Fische} \end{array} \quad (7)$$

$F_i$  nimmt einen Wert von 100 % an, wenn das Taxon  $i$  von allen Fischen gefressen wurde und einen Wert von 0 %, wenn das Taxon  $i$  bei keinem Fisch Bestandteil der Nahrung war. Die Präsenz berücksichtigt nicht die Individuenzahl des gefressenen Taxons.

### 2.4.3 Standardisierung der Daten

Um im Folgenden aufgrund der verschiedenen Fischgrößen nicht ausschließlich mit Dominanzen rechnen zu müssen, wurden Abundanz und Biomasse der Nahrungstaxa auf einen standardisierten Fisch mit einem Gewicht von 50g umgerechnet. Voraussetzung für eine solche Umrechnung der Mageninhalte ist ein lineares Verhältnis zwischen dem Gewicht des leeren Magens und dem Gesamtgewicht eines Fisches. Diese Verhältnis wurde zunächst geprüft und die Güte der Anpassung einer linearen Regression durch das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  angegeben.  $R^2$  nimmt einen Wert zwischen 0 und 1 an. Ist  $R^2 = 1$ , liegen alle Werte auf der Regression und das Verhältnis ist eindeutig linear.

Mit Hilfe der Formel für die Regressionsgerade ( $y$ ) können die ursprünglichen Gewichte des Mageninhaltes ( $MI_{\text{orig.}}$ ) auf die des 50g schweren Standardfisches ( $MI_{\text{SF}}$ ) umgerechnet werden (BRENNER *et al.*, im Druck):

$$MI_{\text{SF}} = MI_{\text{orig.}} \cdot \frac{a + (b \cdot 50)}{a + (b \cdot FG_{\text{orig.}})} \quad \begin{array}{l} \text{wobei} \\ MI_{\text{orig.}} = \text{Originalgewicht des Mageninhaltes eines} \\ \text{Fisches in [g]} \\ FG_{\text{orig.}} = \text{Originalgewicht des Fisches von in [g]} \\ a = \text{y-Achsenabschnitt der für die jeweilige} \\ \text{Art errechneten Regression} \\ b = \text{Steigung der Regressionsgeraden} \end{array} \quad (8)$$

Auf diese Weise lassen sich aus jeder Original-Abundanz und -Biomasse ( $A_{\text{orig.}}$ ) eines Nahrungstaxons die Abundanz und Biomasse im Magen des 50g Standardfisches ( $A_{\text{SF}}$ ) berechnen (BRENNER *et al.*, im Druck):

$$A_{i(SF)} = A_{i(orig.)} \cdot \frac{a + (b \cdot 50)}{a + (b \cdot FG_{orig.})}$$

wobei

$$A_{i(orig.)} = \text{Original-Anzahl bzw. -Biomasse des Taxons } i \quad (9)$$

$A_{i(SF)}$  = Anzahl bzw. Biomasse des Taxons  $i$  im Magen  
des Standardfisches

#### 2.4.4 Räumlicher Vergleich der Ernährung zwischen ungestörten und gestörten Flächen

Hier wurde das gesamte Nahrungsspektrum der einzelnen Arten untersucht und die Nahrungszusammensetzung auf ungestörten und gestörten Flächen miteinander verglichen, wobei alle Größenklassen in standardisierter Form (als 50 g schwerer Standardfisch; siehe 2.4.2) mit einbezogen wurden.

Für jede Art wurden die Präsenz  $F$  (7) und die mittlere Abundanz und Biomasse der einzelnen Nahrungstaxa berechnet. Waren Unterschiede in der Zusammensetzung der Großtaxa (Polychaeten, Euphausiaceen, Copepoden, u.a.) zu erkennen, z.B. unterschiedliche Euphausiaceen-Arten oder Copepoden-Gattungen, wurden für deren genauere Betrachtung erneut Individuen- (3) und Biomasse-Dominanz (4) herangezogen.

Um die Vielfältigkeit des Nahrungsspektrums einer Art abschätzen zu können, wurde die Diversität anhand des *Shannon-Wiener-Index*  $H'$  (SHANNON & WEAVER, 1949) berechnet:

$$H' = -\sum p_i \cdot \log_2(p_i) \quad (10)$$

wobei

$$p_i = n_i/N$$

$n_i$  = Abundanz des Taxons  $i$

$N$  = Summe der Individuen aller Taxa

Um die Gleichmäßigkeit der Nutzung der verschiedenen Beutekategorien abschätzen zu können, wurde zusätzlich der Evenness-Index  $E'$  nach PIELOU (1966) berechnet:

$$E' = H' / H'_{\max} \quad (11)$$

mit

$H'$  = Shannon-Wiener-Index

$$H'_{\max} = \log_2(S)$$

$S$  = Anzahl der gefressenen Taxa

Dieser Index kann einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen und ist normalerweise ein Maß für die Gleichverteilung von Arten. In diesem Fall gibt die Evenness an, inwieweit die verschiedenen Nahrungstaxa gleichmäßig gefressen werden. Ein Wert nahe 1 bedeutet, daß alle Nahrungstaxa etwa gleich intensiv genutzt werden, wo hingegen ein niedriger Wert auf die Dominanz eines Taxons hinweist.

#### 2.4.5 Vergleich der Arten untereinander

Für den Vergleich der Ernährung der einzelnen Arten wurde die proportionale Nahrungsüberlappung  $C$  nach COLWELL & FUTUYMA (1971) berechnet, um festzustellen, in wieweit die einzelnen Arten um Nahrung konkurrieren:

$$C_{ih} = 1 - 1/2 \sum |p_{ij} - p_{hj}| \quad (12)$$

wobei  $p_{ij}$  und  $p_{hj}$  die Anteile (Individuen-Dominanz) des Nahrungstaxons  $j$  in der Ernährung der Fischarten  $i$  und  $h$  darstellen. Der Index nimmt einen Wert zwischen 0 und 1 an.  $C$  ist gleich 0, wenn die Arten  $i$  und  $h$  keinerlei Gemeinsamkeiten in ihrer Ernährung aufweisen. Wenn die Anteile, die ein Nahrungstaxon  $j$  in der Gesamtnahrung der beiden Arten einnimmt, identisch sind, ist  $C$  gleich 1. Der Überlappungsindex wurde für alle Arten-Paarungen sowohl für ungestörte als auch für gestörte Flächen berechnet.

Zusätzlich wurde der Main-Food-Index (MFI) nach ZANDER (1982) berechnet, da dieser sowohl Individuenzahl und Biomasse, als auch die Präsenz eines Nahrungstaxons mit einbezieht (13). Für die Berechnung des Main-Food-Index wurden auch hier die auf den 50 g Standardfisch umgerechneten Daten (siehe 2.4.2) herangezogen.

$$MFI = \sqrt{\frac{A_I + F}{2}} \cdot A_G$$

wobei

$A_I$  = Individuen-Dominanz in %

$F$  = Präsenz in %

$A_G$  = Mittlerer Gewichtsanteil in % (Anteil am Gesamt-Mageninhaltsgewicht)

(13)

Die MFI-Indizes der einzelnen Arten wurden nach BRAY-CURTIS auf ihre Ähnlichkeit überprüft (5), wobei  $y_{ij}$  und  $y_{ik}$  hier nicht wie beim Größenvergleich prozentuale Anteile darstellen,

sondern die MFI-Indizes des Taxons  $i$  in der Nahrung der Fische  $j$  und  $k$ . Dargestellt wurden die Ähnlichkeiten zum einen in Form einer zwei-dimensionalen Cluster-Analyse und zum anderen multi-dimensional in Form eines MDS-Plots.

#### 2.4.6 Statistische Methoden

Da die geringe Anzahl der Hols (pro Fläche nur jeweils drei Stationen) keine genauere statistische Auswertung zulässt, wurden bei der Betrachtung der mittleren Abundanz und Biomasse und der Geschlechter der *Trematomus*-Arten (2.3.2) lediglich die Standardabweichungen angegeben.

Zur Überprüfung von Unterschieden in der Längenverteilung zwischen ungestörten und gestörten Flächen (2.3.2) wurde der *Kolmogoroff-Smirnoff-Test* für den Vergleich zweier unabhängiger Stichproben verwendet (SACHS, 1999). Die Prüfgröße  $\hat{D}$  stellt den maximalen Absolutbetrag der Abweichungen der beiden Verteilungsfunktionen dar.

Um die Mittelwerte der vorkommenden Längen auf signifikante Unterschiede zu überprüfen, wurde der Rangtest nach MANN und WHITNEY (U-Test; SACHS, 1999) durchgeführt und aus den Rangsummen die Prüfgröße  $U$  berechnet. Die Ergebnisse beider Tests wurden auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  geprüft.

Bei dem Vergleich der Ernährung unterschiedlich großer Fische (2.4.1) wurde die Signifikanz der Unterschiede zwischen den Gruppen mit dem Programm ANOSIM („Analysis of Similarities“) auf der Basis der Ähnlichkeits-Matrix geprüft. Hierbei wird in einem sogenannten „Globalen Test“ der Nullhypothese ( $H_0$  = keine Unterschiede zwischen den Gruppen) ein  $R$  berechnet:

$$R = \frac{(\bar{r}_B - \bar{r}_W)}{(M + 2)}$$

wobei

$\bar{r}_W$  = Mittelwert aller Ähnlichkeiten innerhalb einer Gruppe

$\bar{r}_B$  = Mittelwert aller Ähnlichkeiten zwischen den Gruppen

$M = n(n-1)/2$

$n$  = Gesamt-Anzahl aller berücksichtigten Proben

(14)

Dieses R gibt einen Hinweis auf den Grad der vorliegenden Unterschiede.  $R = 1$ , wenn alle Proben innerhalb einer Gruppe untereinander ähnlicher sind als zu irgendeiner Probe aus der anderen Gruppe. R ist annähernd 0, wenn die Nullhypothese wahr ist und die Ähnlichkeiten innerhalb und zwischen den Gruppen im Mittel gleich sind. Ein negativer Wert für R deutet an, daß die Ähnlichkeiten zwischen den Gruppen größer sind, als die Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen (CLARKE & WARWICK, 1994). Neben R wurde das Signifikanz-Niveau angegeben, auf dem die verglichenen Gruppen unterschiedlich waren. Lag das Signifikanz-Niveau über 5 %, wurde die Nullhypothese angenommen und die Ernährung der beiden Gruppen für nicht unterschiedlich befunden.

Um die Unterschiede der mittleren Abundanzen und Biomassen der Nahrungstaxa bei dem Vergleich zwischen ungestörten und gestörten Flächen auf Signifikanz zu überprüfen, wurde jeweils der zugehörige 95 %-Vertrauensbereich angegeben (Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 5\%$ ).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Darstellung der Fischfauna

Wie aus Tabelle 2.1.1 zu ersehen, wich die Station 56/65 mit einer durchschnittlichen Schlepp-Tiefe von 632m stark von allen anderen ab. Der Fang an Station 56/124 in Austasen (AUS) ließ sich weder als eindeutig gestört noch als eindeutig ungestört einordnen (unter anderem waren zahlreiche, als langsamwüchsig geltende, Glasschwämme im Netz, die auf gestörten Flächen nicht präsent sind). Hier wurden vermutlich Flächen beider Art befischt. Da in dieser Arbeit ein Vergleich zwischen ungestörten und gestörten Gebieten angestrebt ist, unbeeinflusst von Faktoren wie z.B. eine unterschiedliche Fangtiefe, die Auswirkungen auf die Verteilung und Ernährung der Fische haben könnte, wurden diese beiden Stationen aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

##### 3.1.1 Vorkommen der Notothenioidei

Die gefangenen Fische gehörten sowohl in den ungestörten als auch in den gestörten Gebieten fast ausschließlich der perciformen Unterordnung Notothenioidei an. In ungestörten Gebieten werden 99,9 % der Individuen und 93,6 % der Biomasse von dieser Unterordnung bestimmt. Auf gestörten Flächen zählen 99,4 % der Individuen und 98,1 % der Biomasse zu den Notothenioidei. Die einzigen, nicht zu dieser Unterordnung zählenden Fische, waren Rochen der Gattung *Bathyraja*. Auf ungestörter Fläche wurde ein sehr großes, adultes Exemplar, auf gestörter Fläche wurden ein adultes Tier und vier juvenile Tiere gefangen.

Innerhalb der Notothenioidei dominierte in beiden Gebieten die Familie der Nototheniidae. Die hohe Individuen-Dominanz auf ungestörter Fläche (64 %; Abb. 3.1.1 A) war vorwiegend durch kleine Arten der Gattung *Trematomus* bestimmt, die innerhalb dieser Familie mit 92,4 % der Individuen und 99,5 % der Biomasse dominierte. Neben diesen waren *Pleuragramma antarcticum*, *Aethotaxis mytopterix* und wenige unidentifizierte juvenile Tiere vertreten. Insgesamt nahmen die Nototheniiden 51 % der Biomasse ein (Abb. 3.1.1 C). In gestörten Gebieten war der Individuen-Anteil der Nototheniidae mit nur 49 % geringer, die hier vertretenen Arten waren aber insgesamt größer und machten so 64 % der Biomasse aus (Abb. 3.1.1 B, D). Auch hier dominierte die Gattung *Trematomus* mit 99,6 % der Individuen

und 99,8 % der Biomasse innerhalb der Nototheniidae. Die einzige, nicht zu dieser Gattung gehörige Art, war *Dissostichus mawsoni*.

Die Familie der Eisfische (Channichthyidae), nahm in ungestörten Gebieten einen größeren Teil der Individuenzahl ein als in den gestörten Gebieten (Abb. 3.1.1 A, B). Die Biomasse betreffend dominierten die Channichthyidae nach den Nototheniidae in beiden Gebieten (Abb. 3.1.1 C, D). Das Verhältnis zwischen Individuen- und Biomasse-Dominanz war bei dieser Familie auf beiden Flächen etwa gleich ( $\sim 1/3$ ). Auf ungestörter Fläche waren *Cryodraco antarcticus* und *Chionodraco myersi*, auf gestörter Fläche *Chaenodraco wilsoni* und *Chionodraco hamatus* die häufigsten Arten.

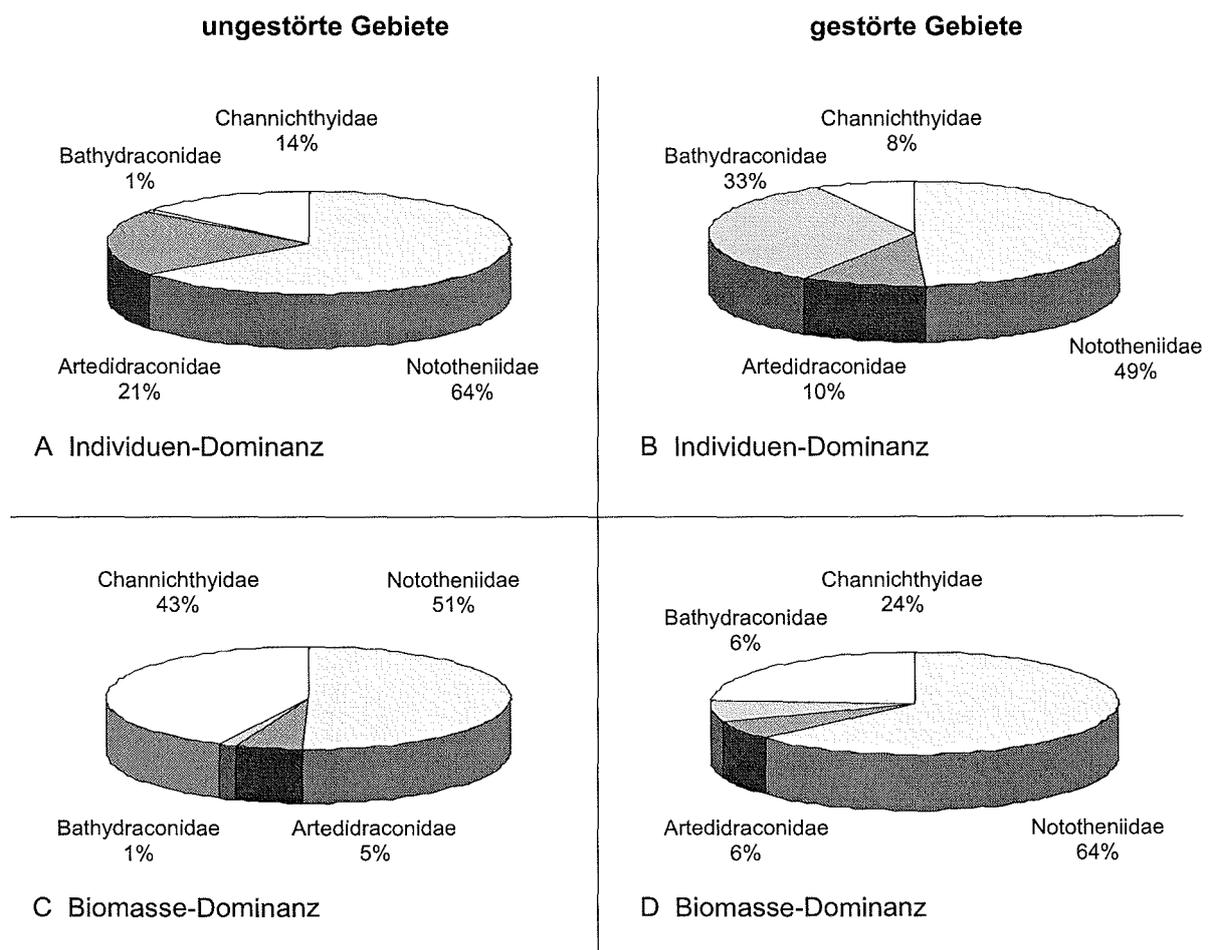


Abb. 3.1.1 A und B zeigen die Individuen-Dominanz der Familien innerhalb der Notothenioidei in ungestörten (A) und gestörten Gebieten (B); C und D zeigen die Biomasse-Dominanz in ungestörten (C) und gestörten Gebieten (D)

Die Familie der Bathydraconidae macht in gestörten Gebieten einen großen Teil der Individuen aus (Abb. 3.1.1 B). Dieser Anteil wird vor allem von einer sehr kleinen Art,

*Prionodraco evansii*, getragen, die auf gestörten Flächen in sehr hoher Abundanz auftrat, aufgrund ihrer Größe allerdings nur einen geringen Anteil an der Biomasse trug (Abb. 3.1.1 D). Aus der Familie Artedidraconidae sind auf ungestörter Fläche überwiegend Vertreter der Gattung *Artedidraco* (vor allem *Artedidraco oriana*) gefangen worden. Auf gestörten Flächen kamen neben *Artedidraco oriana*, *Artedidraco shackletoni* und *Artedidraco skottsbergi* auch verschiedene *Pogonophryne*-Arten vor. Die Familien Bovichtidae und Harpagiferidae waren hier nicht vertreten.

### 3.1.2 Vorkommen von *Trematomus spp.*

Die Gattung *Trematomus* spielt sowohl in ungestörten als auch in gestörten Gebieten eine sehr bedeutende Rolle und nimmt innerhalb der Familie Nototheniidae einen Großteil der Individuen und Biomasse ein (siehe 3.1.1). Die Verteilung der Arten dieser Gattung auf ungestörte und gestörte Gebiete ist in Abb. 3.1.2 anhand der mittleren Abundanz und Biomasse dargestellt.

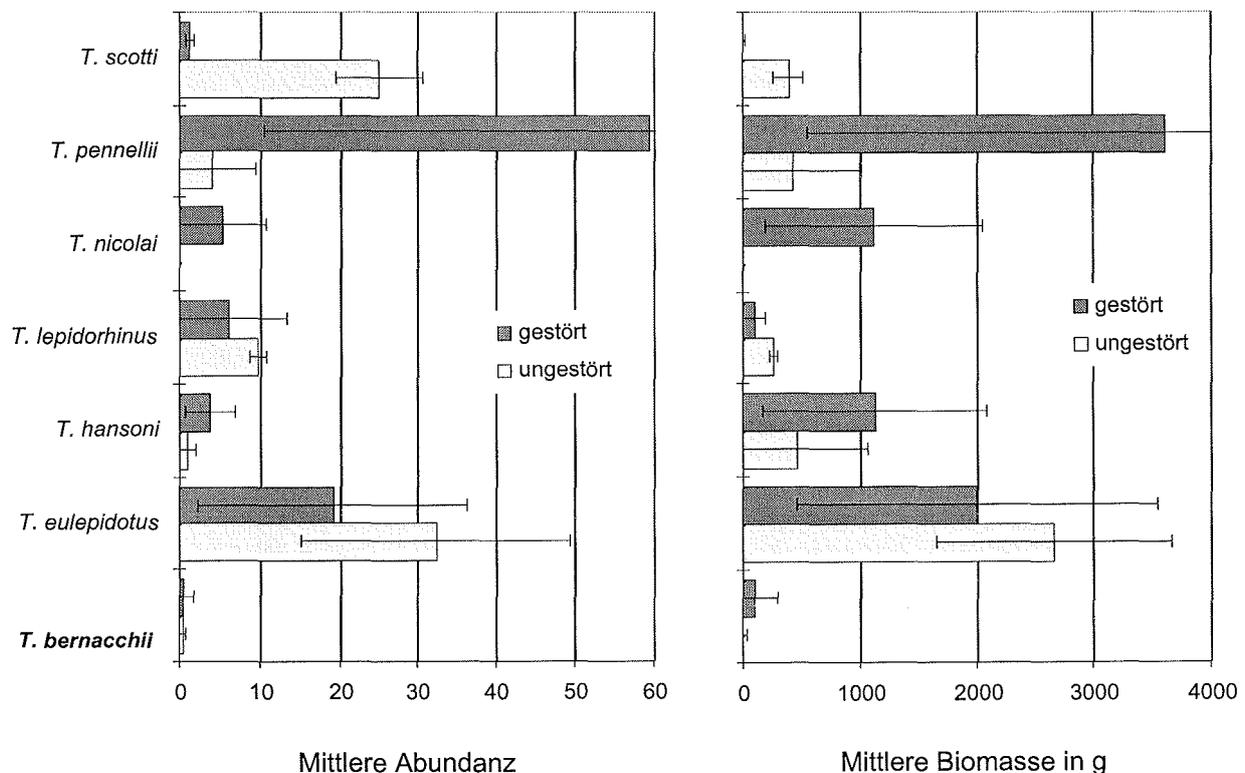


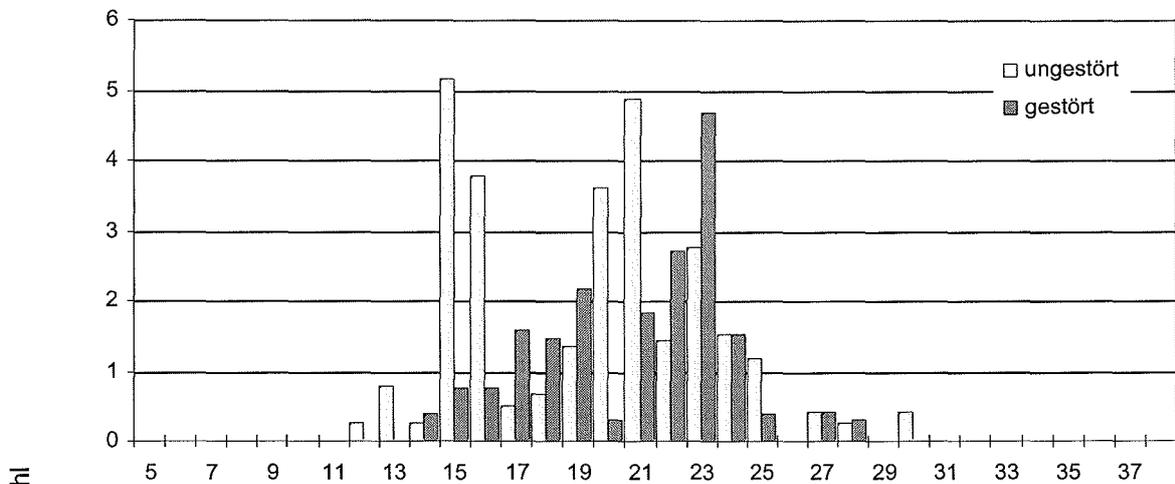
Abb. 3.1.2 Mittlere Abundanz und Biomasse [g] (mit zugehöriger Standardabweichung) von *Trematomus spp.* (15min Schleppzeit) in ungestörten und gestörten Gebieten

Hieraus ist ersichtlich, daß auf gestörten Flächen *Trematomus pennellii* mit einer sehr hohen Abundanz (im Mittel 59,6 Individuen / 15min Schleppzeit) und Biomasse (im Mittel 3624,4 g / 15min Schleppzeit) vertreten war. *T. scotti* war fast ausschließlich auf ungestörten Flächen zu finden. *T. nicolai* kam nur, wenn auch mit einer relativ geringen Abundanz, in den gestörten Arealen vor. *T. eulepidotus* spielt in beiden Gebieten eine wichtige Rolle. Diese Art war auf ungestörten Flächen mit 32,3 Individuen / 15min. Schleppzeit am häufigsten und auf gestörten Flächen nach *T. pennellii* die wichtigste Art. *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* sind zwar beide auf den ungestörten Flächen häufiger vertreten gewesen, zeigten aber keine so deutliche Präferenz wie *T. pennellii* oder *T. scotti*. Ähnliches gilt für *T. hansonii*, der in ge-

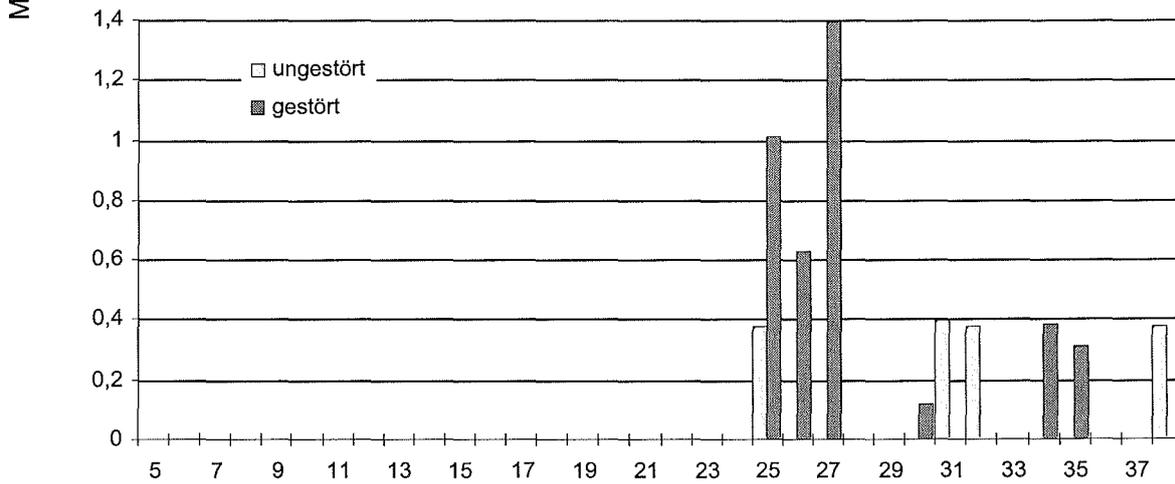
störten Gebieten zwar häufiger vertreten war, aber auch in ungestörten Gebieten vorkam. *T. bernacchii* war allgemein sehr selten vertreten (tatsächlich nur vier Exemplare) und wird deshalb im folgenden lediglich kurz beschrieben.

### 3.1.3 Längen-Verteilung

Von *T. bernacchii* (aufgrund seiner geringen Abundanz nicht graphisch dargestellt) wurden auf ungestörter Fläche zwei Exemplare mit Längen von 14 cm und 18 cm gefangen, auf gestörter Fläche zwei Tiere mit den Längen 20 cm und 24 cm.

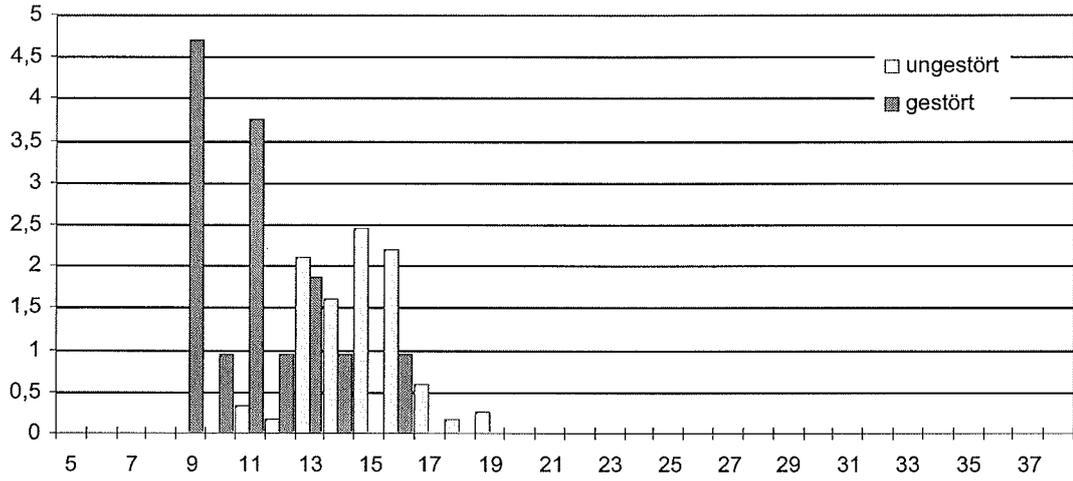


A *T. eulepidotus*

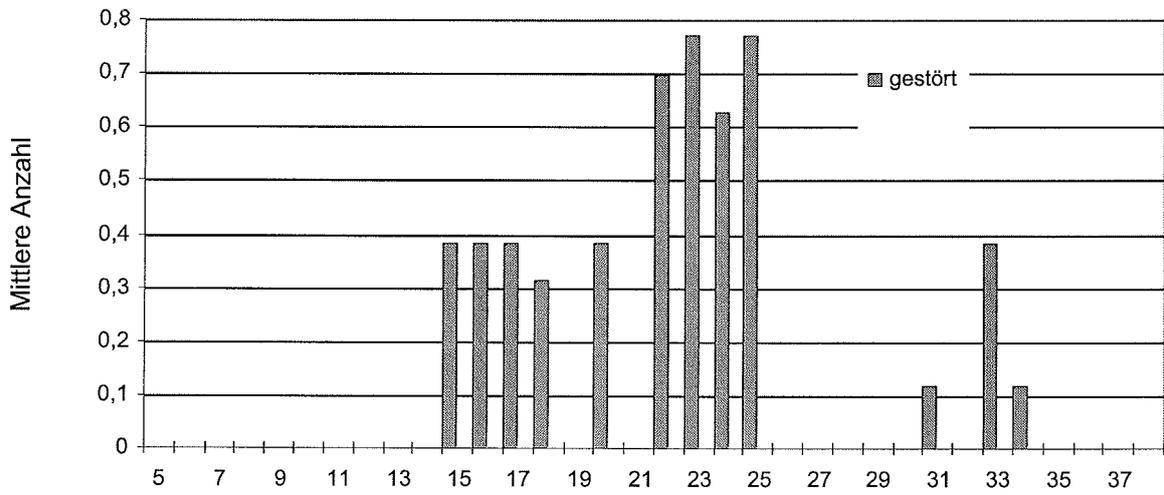


B *T. hansonii*

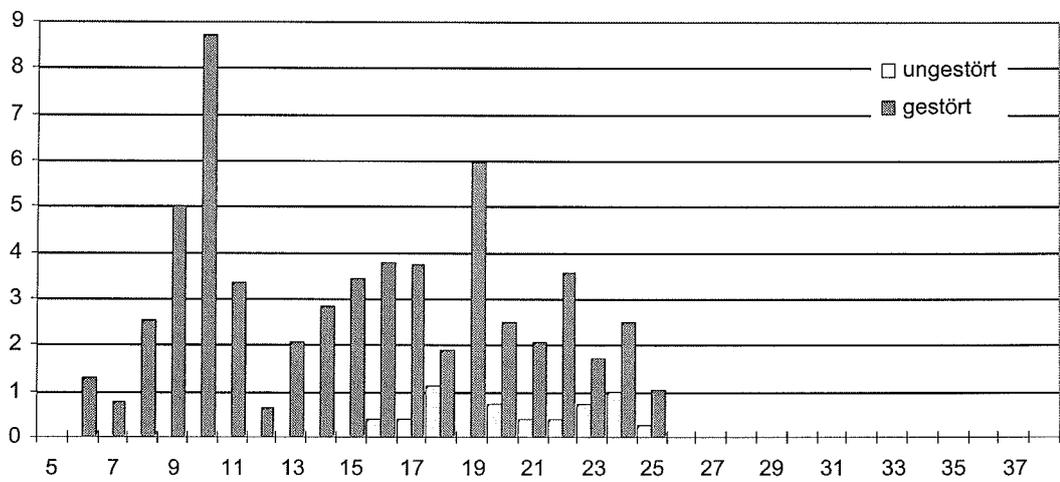
Totallänge in cm



C *T. lepidorhinus*



D *T. nicolai*



E *T. pennellii*

Totallänge in cm

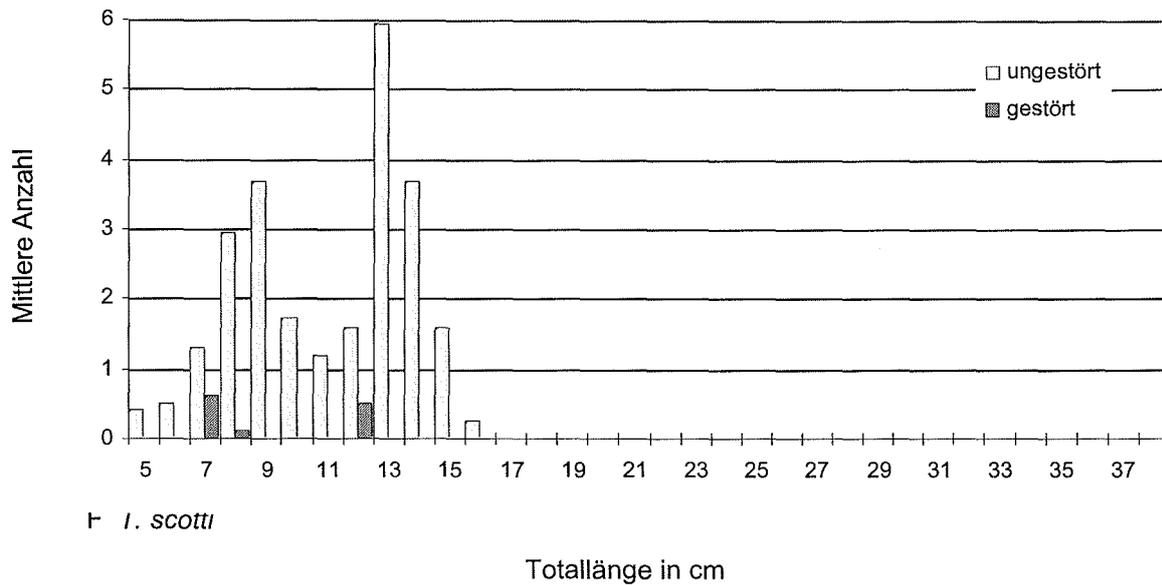


Abb. 3.1.3 A-F zeigen die mittlere Anzahl der einzelnen Größenklassen bei den bearbeiteten *Trematomus*-Arten. Die Werte sind auf eine Schleppzeit von 15 min bezogen

*T. eulepidotus* (Abb. 3.1.3 A) kam in Längen zwischen 12 cm und 30 cm vor, wobei auf ungestörten Flächen eher kleinere, auf gestörten Flächen vermehrt größere Exemplare gefunden wurden. Sowohl die Unterschiede in der Längenverteilung als auch in den Mittelwerten waren signifikant (Tab. 3.1.1). Das Größenspektrum von *T. hansonii* reichte von 25 cm bis 38 cm (Abb. 3.1.3 B). In gestörten Gebieten hatte der Großteil der Tiere eine Länge zwischen 25 cm und 27 cm, da aber insgesamt wenig Exemplare dieser Art vorhanden waren, konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tab. 3.1.1). Bei *T. lepidorhinus* (9-19 cm; Abb. 3.1.3 C) hingegen ergab der Test signifikant verschiedene Verteilungen und Mittelwerte (Tab. 3.1.1). Kleinere Tiere waren in gestörten Gebieten häufiger, größere Tiere traten vermehrt in ungestörten Gebieten auf. Die meisten gefangenen Fische der Art *T. nicolai*, die nur auf gestörter Fläche gefangen wurden, hatten Längen zwischen 15 cm und 25 cm (Abb. 3.1.3 D), Tiere  $\geq 31$  cm waren sehr selten. *T. pennellii* (Abb. 3.1.3 E) kam auf ungestörter Fläche nur mit großen Individuen zwischen 16 cm und 25 cm vor. Kleine Tiere (6-15 cm) wurden ausschließlich in gestörten Bereichen gefunden. Die Mittelwerte und die Verteilung der Größenspektren waren mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % signifikant unterschiedlich (Tab. 3.1.1). Das Größenspektrum von *T. scotti* lag zwischen 5 cm und 16 cm (Abb. 3.1.3 F). Nach dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test und dem U-Test lagen hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gebieten vor (Tab. 3.1.1), was vermutlich in der sehr niedrigen Anzahl der Fische in gestörten Gebieten ( $n_2$ ) begründet ist.

Tab. 3.1.1 Ergebnisse des Kolmogoroff-Smirnoff-Tests (Prüfgröße  $\hat{D}$ ) und des U-Tests (Prüfgröße U) für den Vergleich der Längen zwischen ungestörten und gestörten Gebieten. \* = signifikant verschieden (Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 0,05$ )

Species	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	$\hat{D}$	U
<i>T. eulepidotus</i>	129	60	0,25543*	1830*
<i>T. hansonii</i>	4	12	0,58333	14,5
<i>T. lepidorhinus</i>	45	19	0,58714*	112,5*
<i>T. pennellii</i>	15	179	0,52551*	496,5*
<i>T. scotti</i>	110	5	0,45455	143,5

3.1.4 Geschlecht und Reife

In Abb. 3.1.4 sind die mittleren Anzahlen von juvenilen (J), männlichen (M) und weiblichen Tieren (F) innerhalb der Arten dargestellt. Bei *T. bernacchii* wurden auf ungestörten und gestörten Flächen jeweils ein Männchen und ein Weibchen mit dem Reifegrad II gefunden.

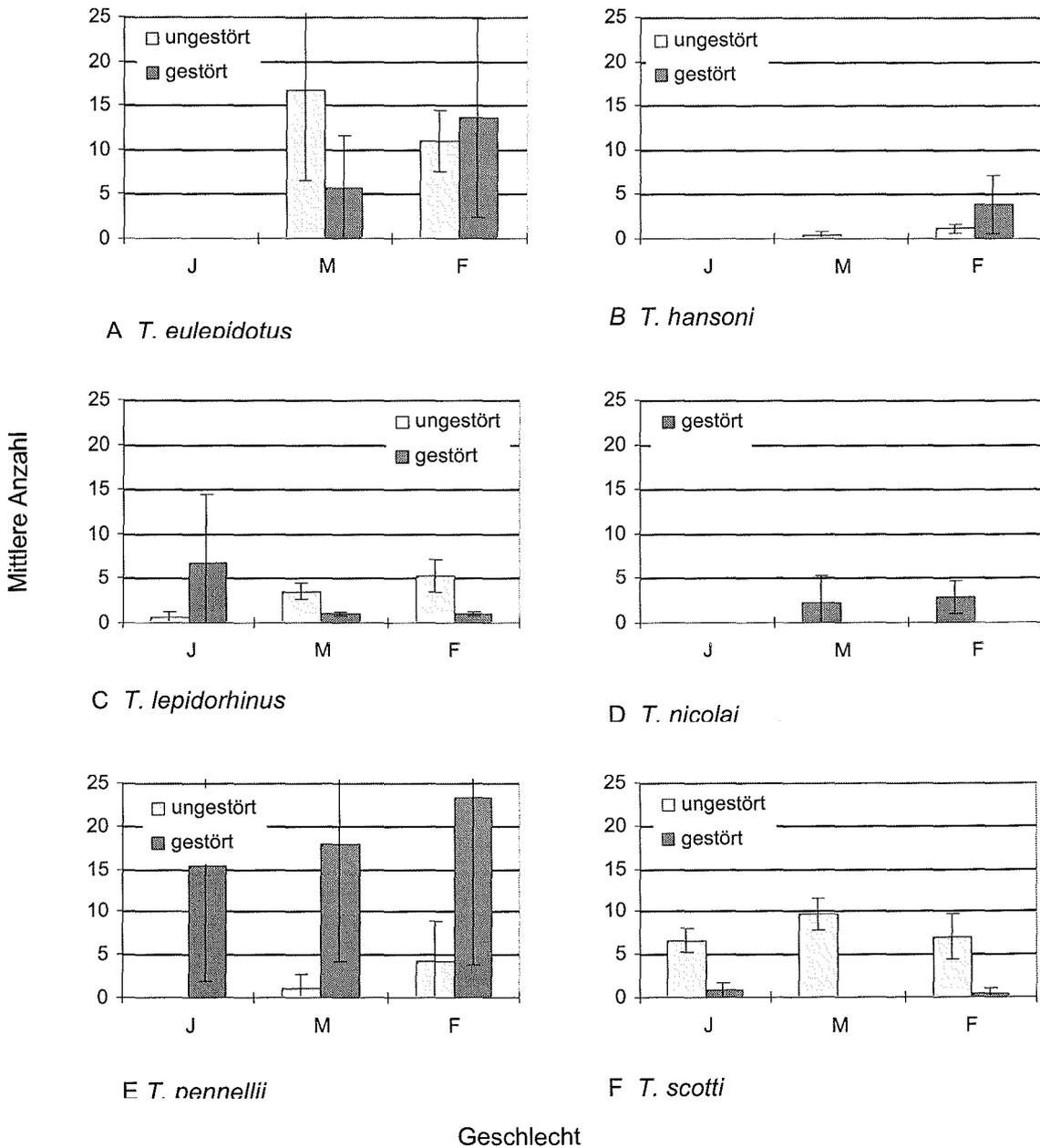


Abb. 3.1.4 A-F zeigen die mittlere Anzahl von Juvenilen (J), Männchen (M) und Weibchen (F) bei den verschiedenen *Trematomus*-Arten im Vergleich zwischen ungestörten und gestörten Gebieten. Die Werte sind auf eine Schleppzeit von 15 min bezogen

*T. eulepidotus* war auf ungestörten Flächen überwiegend mit Männchen vertreten, die sich zum größten Teil im Reifestadium II befanden. Die mittlere Anzahl der Weibchen war in beiden Gebieten etwa gleich (Abb. 3.1.4 A). Unter den Weibchen waren die Reifestadien II und III am häufigsten. Auf gestörter Fläche wurden einige Tiere gefangen, die bereits gelaicht hatten (Reifegrad V). Bei *T. hansonii* waren alle auf gestörter Fläche gefangenen Tiere weiblich (Abb. 3.1.4 B; überwiegend Reife II, ein Tier mit Reifegrad V). Männchen waren kaum vertreten. Juvenile kamen weder bei *T. eulepidotus* noch bei *T. hansonii* vor. Bei *T. lepidorhinus* hingegen war der größte Teil der Tiere in gestörten Gebieten juvenil (6,7 Tiere / 15 min Schleppzeit; Abb. 3.1.4 C). In ungestörten Gebieten überwog die Anzahl adulter Fische, die sich alle in den Reifestadien I und II befanden. Bei den gefangenen *T. nicolai* handelte es sich ausschließlich um adulte Fische (Abb. 3.1.4 D). Bei den männlichen Tieren wurden nur die Reifestadien I und II, bei den weiblichen Tieren auch Exemplare mit den Reifegraden IV und V gefunden. *T. pennellii* war in gestörten Gebieten sowohl mit juvenilen als auch mit adulten Fischen vertreten (Abb. 3.1.4 E). Der Großteil der Tiere war in einem frühen Reifestadium (Reifegrad II). Unter den Weibchen waren auch hier einige Tiere, die bereits ihre Eier entlassen hatten (Reifegrad V). Auf ungestörten Flächen kamen nur adulte *T. pennellii*, überwiegend mit den Reifestadien II und III, vor. Unter den gefangenen *T. scotti* waren in ungestörten Gebieten juvenile, männliche und weibliche Tiere (Abb. 3.1.4 F). Die Männchen befanden sich alle im Reifestadium II, bei den Weibchen überwog der Anteil mit dem Reifegrad III. Die Gonaden der juvenilen und weiblichen Fische aus gestörten Gebieten waren ausnahmslos in einem unreifen Zustand (Reifegrad I).

### 3.2 Nahrungsanalysen

Für die Magenanalysen wurden Fische von unterschiedlichen Stationen verwendet. Die Anzahlen der von den einzelnen Arten untersuchten Mägen sind Tab. 3.2.1 zu entnehmen.

Tab. 3.2.1 Die Anzahl der von den einzelnen Arten pro Station untersuchten Mägen

	56/85	56/102	56/109	$\Sigma$ ungestört	56/119	56/135	56/136	$\Sigma$ gestört
<i>T. bernacchii</i>	1	0	0	1	2	0	0	2
<i>T. eulepidotus</i>	0	14	7	21	0	9	15	24
<i>T. hansonii</i>	0	1	3	4	7	1	4	12
<i>T. lepidorhinus</i>	4	6	11	21	15	0	3	18
<i>T. nicolai</i>	0	0	0	0	4	3	9	16
<i>T. pennellii</i>	2	0	12	14	0	8	14	22
<i>T. scotti</i>	0	20	26	46	0	2	1	3

### 3.2.1 Nahrungsaufnahme in Abhängigkeit von der Tageszeit

Da die bearbeiteten Stationen zu unterschiedlichen Tageszeiten befishet worden sind (siehe Tab. 2.1.1), ließ sich anhand der Parameter Magenfüllung (MF) und Verdauungsgrad (Verdgr.) abschätzen, ob die einzelnen Arten im Tagesverlauf bevorzugte Fresszeiten haben. Die geringe Abundanz von *T. bernacchii* läßt in dieser Hinsicht keine Aussagen zu, weshalb diese Art hier nicht näher betrachtet wird.

#### 3.2.1.1 *Trematomus eulepidotus*

Wie aus Abb. 3.2.1 ersichtlich, zeigte *T. eulepidotus* kein zeitabhängiges Fressverhalten. So sind zwischen den früh gefangenen Fischen aus Station 56/109 und 56/135 und den am Nachmittag gefangenen Fischen aus Station 56/102 und 56/136 weder gravierende Unterschiede in der Magenfüllung noch im Verdauungsgrad zu erkennen. Bei den gestörten Stationen waren die Anteile der relativ leeren Mägen (MF I) und die Anteile der Mägen mit frisch aufgenommenener, noch unverdauter Nahrung (Verdgr. I) etwas höher.

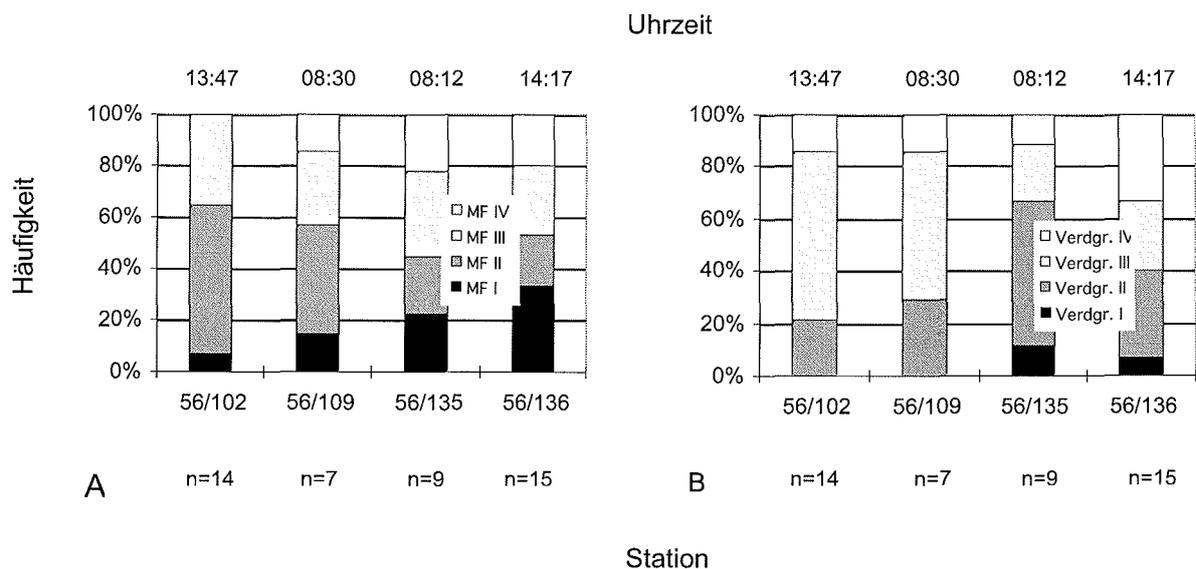


Abb. 3.2.1 *T. eulepidotus*. A Grad der Magenfüllung (MF), B Verdauungsgrad (Verdgr.) in Abhängigkeit von der Station bzw. der durchschnittlichen Uhrzeit

3.2.1.2 *Trematomus hansonii*

An der frühen Station 56/109 war der Anteil von MF I und II mit zusammen 66.6 % höher als an den späteren Stationen 56/119 und 56/136, wo der Anteil an MF III und IV überwog (Abb. 3.2.2). Bei den später gefangenen Fischen war der Anteil von Verdgr. II höher. Allerdings muß man bei der Betrachtung beachten, daß es sich hier um sehr wenige untersuchte Tiere handelte.

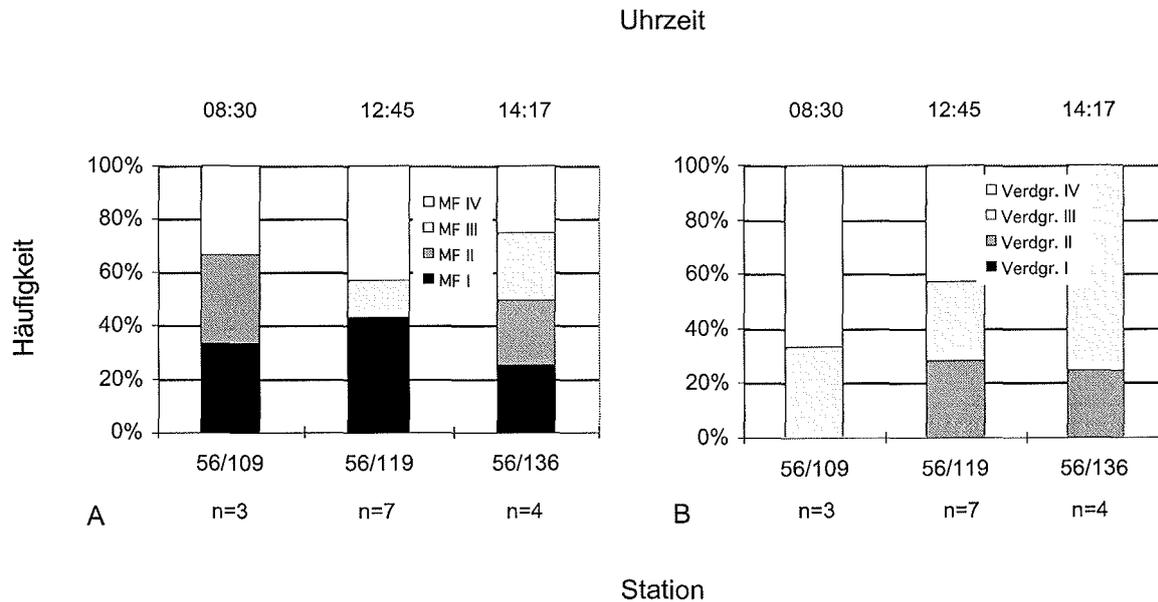


Abb. 3.2.2 *T. hansonii*. A Grad der Magenfüllung (MF), B Verdauungsgrad (Verdgr.) in Abhängigkeit von der Station bzw. der durchschnittlichen Uhrzeit

3.2.1.3 *Trematomus lepidorhinus*

Bei den frühen Stationen 56/85 und 56/109 war der Anteil nur wenig bis mittel gefüllter Mägen (MF I und II) deutlich höher als an den späten Stationen, wo MF III und IV deutlich häufiger waren (Abb. 3.2.3) Auch der Verdauungsgrad war bei den frühen Stationen häufiger höher (III und IV). Daraus könnte man schließen, daß *T. lepidorhinus* nachts und morgens noch nicht viel frißt.

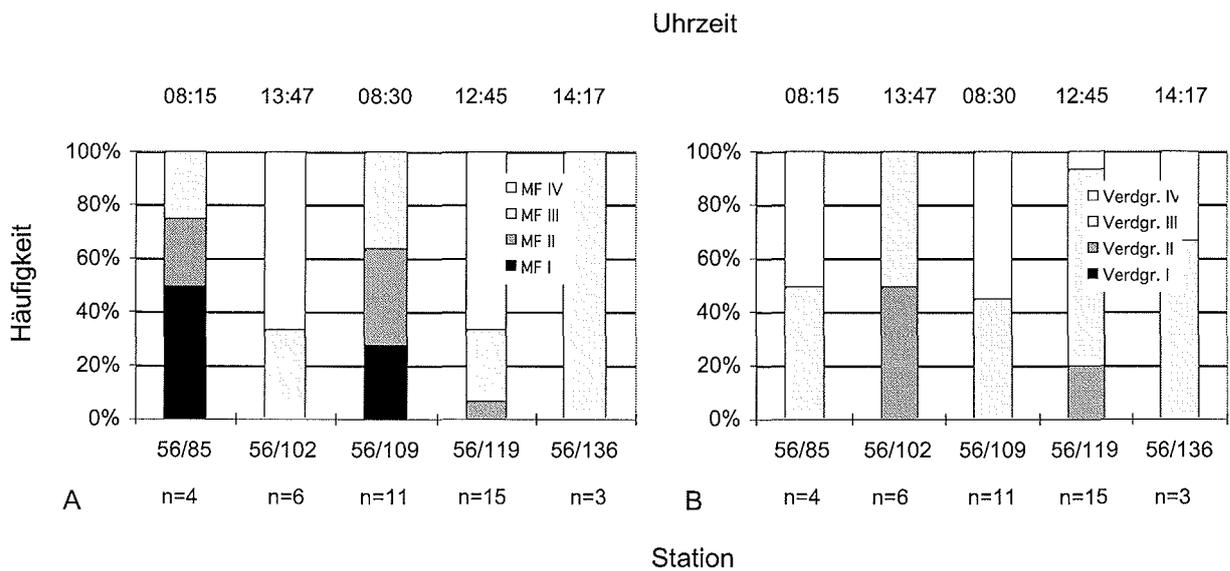


Abb. 3.2.3 *T. lepidorhinus*. A Grad der Magenfüllung (MF), B Verdauungsgrad (Verdgr.) in Abhängigkeit von der Station bzw. der durchschnittlichen Uhrzeit

3.2.1.4 *Trematomus nicolai*

Bei *T. nicolai* waren an den einzelnen Stationen nur wenige Exemplare im Netz. 2/3 der Mägen an der frühen Station 56/135 waren nur leicht gefüllt (MF I) und die Mageninhalte waren bei allen Fischen stark verdaut (Abb. 3.2.4). An Station 56/119, die nachmittags befishet wurde, verhielt es sich ähnlich. An Station 56/136 (Nachmittags) war der Anteil stärker gefüllter Mägen recht hoch. Doch an beiden späten Stationen waren die Inhalte mit Verdgr. III und IV insgesamt stark verdaut.

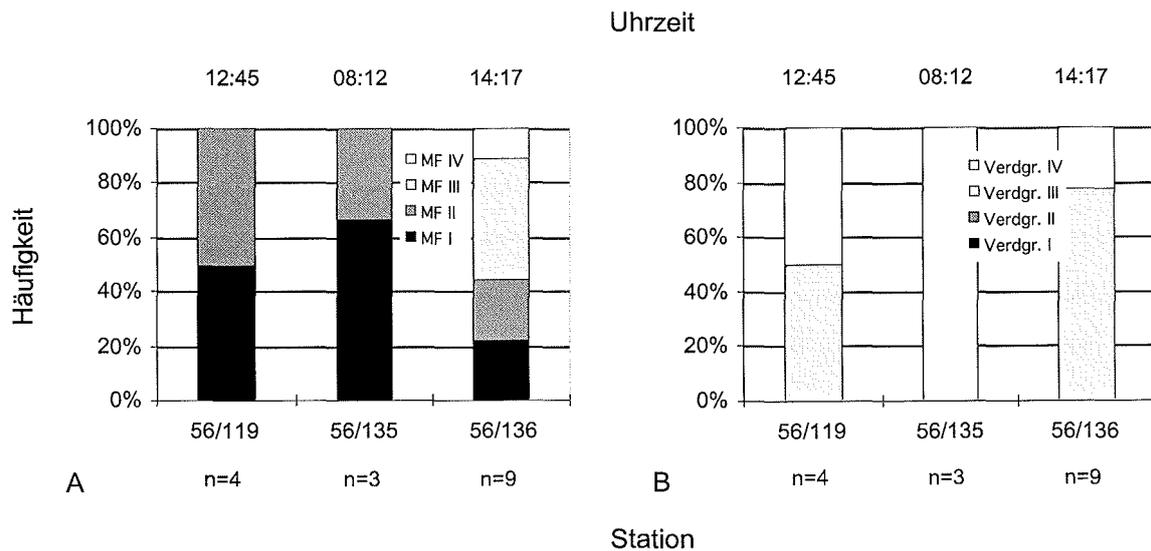


Abb. 3.2.4 *T. nicolai*. A Grad der Magenfüllung (MF), B Verdauungsgrad (Verdgr.) in Abhängigkeit von der Station bzw. der durchschnittlichen Uhrzeit

3.2.1.5 *Trematomus pennellii*

Bei *T. pennellii* ließ sich kein Freßmuster erkennen. Sowohl der Grad der Magenfüllung als auch der Verdauungsgrad waren bei den frühen Stationen 56/85, 56/109 und 56/135 und der späten Station 56/136 sehr ähnlich (Abb. 3.2.5). Frisch aufgenommene Nahrung war nicht vorhanden.

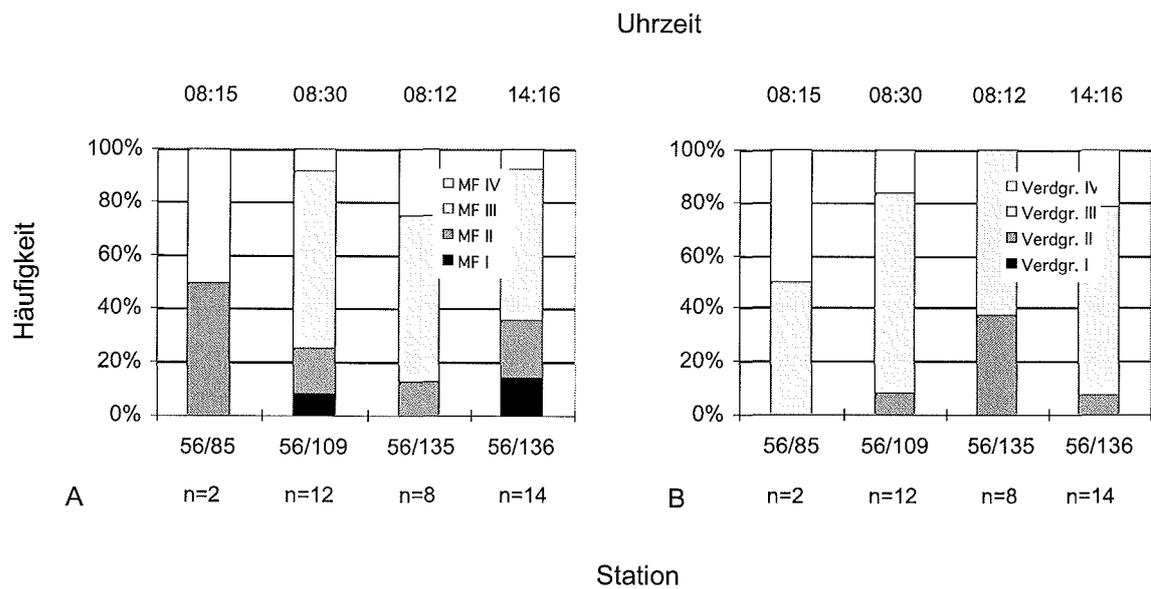


Abb. 3.2.5 *T. pennellii*. A Grad der Magenfüllung (MF), B Verdauungsgrad (Verdgr.) in Abhängigkeit von der Station bzw. der durchschnittlichen Uhrzeit

3.2.1.6 *Trematomus scotti*

An der frühen Station 56/109 war der Anteil der Fische mit relativ geringer Magenfüllung (MF I und II) deutlich höher (Abb. 3.2.6) und der Großteil der Nahrung war stark verdaut (IV). An der späten Station 56/102 waren die meisten Mägen relativ voll und der Anteil stark verdaute Mägen geringer, was darauf schließen läßt, daß diese Fische nachts und morgens noch nicht fressen.

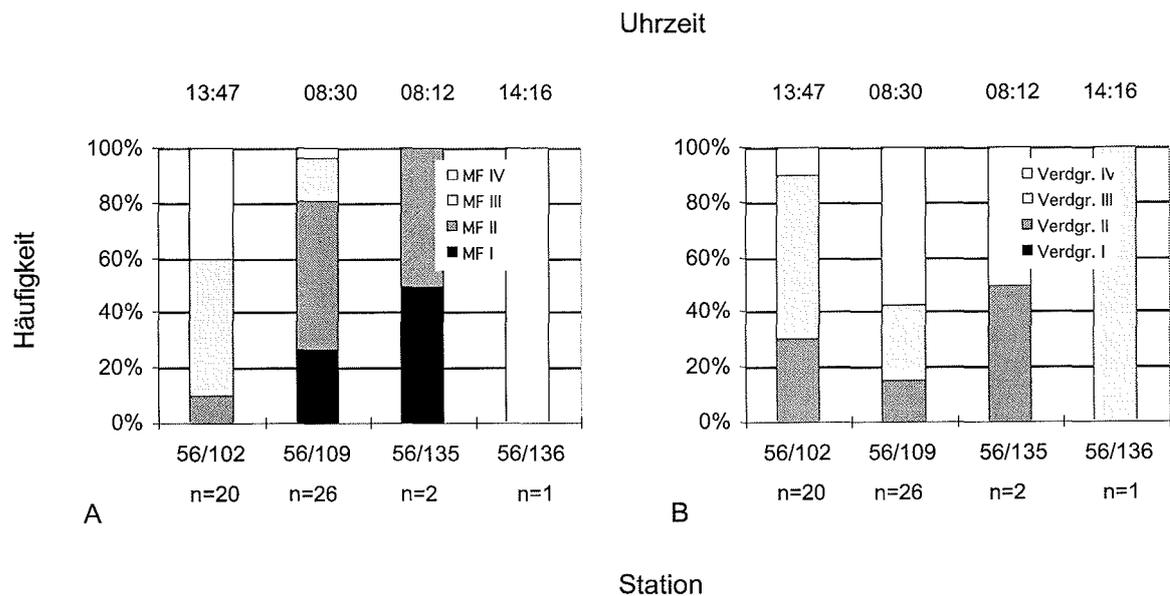


Abb. 3.2.6 *T. scotti*. A Grad der Magenfüllung (MF), B Verdauungsgrad (Verdgr.) in Abhängigkeit von der Station bzw. der durchschnittlichen Uhrzeit

### 3.2.2 Vergleich der Ernährung kleiner und großer Fische

Bei dem Vergleich der Ernährung unterschiedlich großer Fische einer Art wurden die untersuchten Tiere in die Größenkategorien „klein“ und „groß“ eingeteilt. Welches Größenspektrum die Kategorien jeweils umfassen und welche Anzahl (n) an Fischen aus welchem Gebiet verwendet wurde, ist Tab. 3.2.2 zu entnehmen. Da von der Art *T. hansonii* nicht ausreichend Fische in verschiedenen Größen vorhanden waren, um einen Vergleich durchzuführen, wurde dieser hier nicht untersucht.

Tab.3.2.2 Für den Vergleich der Ernährung von Fischen unterschiedlicher Größe erfolgte eine Einteilung in „große“ und „kleine“ Tiere. Die Längen und die Anzahl an Fischen, die diese Einteilung umfaßte, waren abhängig von der Art

<b>Species</b>	<b>„klein“</b>	<b>n<sub>klein</sub></b>	<b>„groß“</b>	<b>n<sub>groß</sub></b>	<b>Gebiet</b>
<i>T. eulepidotus</i>	12-20 cm	11	21-30 cm	10	ungestört
<i>T. lepidorhinus</i>	9-14 cm	11	15-19 cm	10	ungestört
<i>T. nicolai</i>	15-24 cm	8	25-34 cm	8	gestört
<i>T. pennellii</i>	6-15 cm	11	16-25 cm	11	gestört
<i>T. scotti</i>	5-10 cm	21	11-16 cm	25	ungestört

Die zugehörigen Datentabellen für diese Untersuchung befinden sich im Anhang (6.1).

3.2.2.1 *Trematomus eulepidotus*

Bei großen Tieren dieser Art nahmen Euphausiaceen den größte Teil der Individuen (82,9 %) und Biomasse (93,6 %) ein (Abb. 3.2.7). Kleine Fische hingegen ernährten sich bevorzugt von Gastropoden und Copepoden, wobei letztere auf Grund ihrer geringen Größe nur einen verschwindend geringen Teil der Biomasse ausmachten (0,6 %). Amphipoden und Isopoden gehörten zum Nahrungsspektrum beider Größenklassen, sind aber in ihrem Anteil an der Biomasse eher unbedeutend. An Polychaeten und Ostracoden wurde von den großen Tieren insgesamt jeweils nur ein Exemplar gefressen. Unter den kleinen Fischen gab es ein Tier, das einen Fisch gefressen hatte.

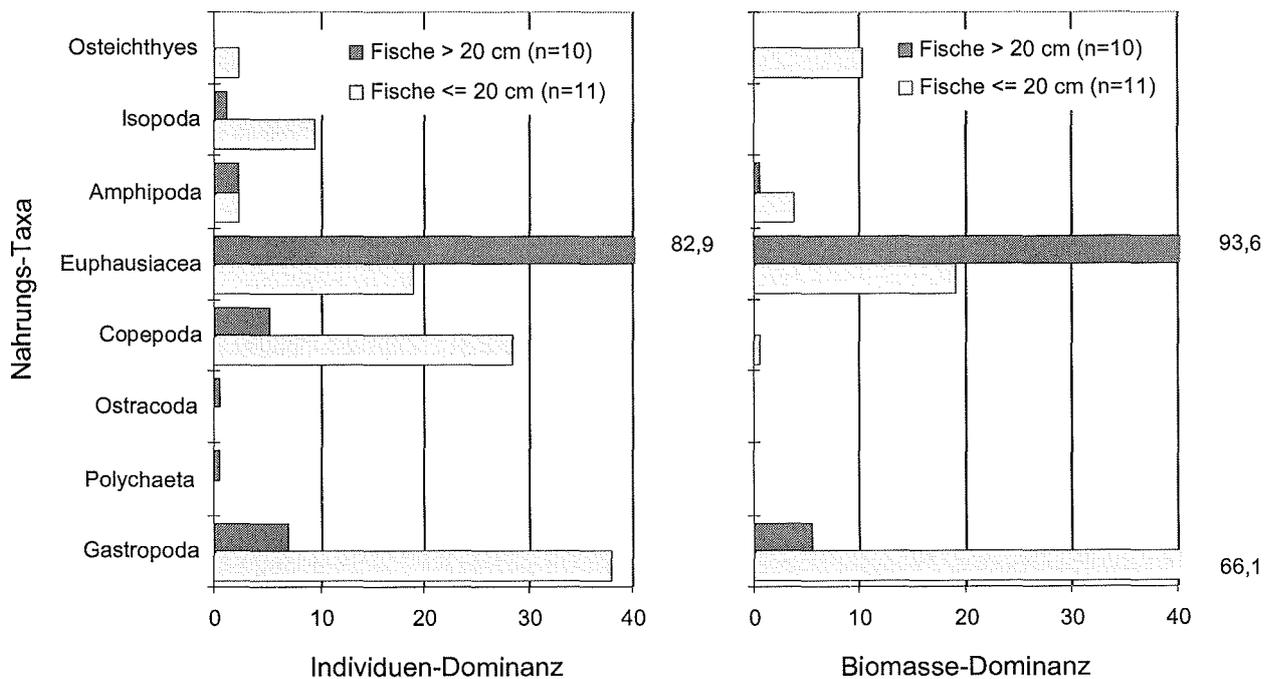


Abb. 3.2.7 Individuen- und Biomasse-Dominanz der Nahrungs-Taxa bei großen und kleinen Fischen der Art *T. eulepidotus*

Der Vergleich der prozentuellen Ähnlichkeiten anhand des Bray-Curtis-Index zeigte, daß die Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen größer ist als zwischen den Gruppen (Tab. 3.2.3; Unähnlichkeit 67,59 % bzw. 69,23 %). Das Globale R ist zwar relativ niedrig, auf einem Signifikanz-Niveau von 5 % sind die Gruppen große und kleine Fische jedoch als signifikant unterschiedlich einzuordnen, wobei die Anteile der Euphausiaceen und Gastropoden am stärksten zur Unähnlichkeit beigetragen haben.

Tab. 3.2.3 Ergebnisse des Vergleichs der Ähnlichkeiten der Nahrung anhand des Bray-Curtis-Index und des Signifikanztests (Globales R und Signifikanzniveau)

	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der kleinen Fische	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der großen Fische	Unähnlichkeit $\delta$ [%] zwischen den Gruppen	Globales R	Signifikanz- Niveau
Abundanz	40,74	47,70	67,59	0,235	1,5 %
Biomasse	50,76	53,70	69,23	0,335	0,9 %

Eine genauere Betrachtung der näher untersuchten Großtaxa zeigte, daß es sich bei den von kleinen Fischen gefressenen Gastropoden ausschließlich um die Ordnung Cephalaspidea (Opisthobranchia) handelte, die mit einer Präsenz von 81,8 % auffallend häufig auftraten. Auch von großen Fischen wurden diese häufig gefressen (Präsenz: 50 %) und machten den Hauptteil der Abundanz und Biomasse aus. Der Rest entfiel hier auf Prosobranchia (8,3 % der Individuen, 2,3 % der Biomasse). Innerhalb der identifizierten Copepoden dominierte bei kleinen Fischen zu 100 % die Gattung *Metridia*, bei großen Tieren machte die Gattung 50 % der Individuen und 31,8 % der Biomasse aus. Der Rest setzte sich hier aus *Calanus propinquus*, *Euchaeta sp.*, und dem cyclopoiden Copepoden *Oncea curvata* zusammen. Bei den Euphausiaceen handelte es sich in der Gruppe der kleinen Fische zu je 50 % um *Euphausia crystallorophias* und Furcilia-Stadien, wobei *E. crystallorophias* 99,2 % der Biomasse ausmachte. Bei großen Fischen bestand der Großteil aus *E. crystallorophias* (74,8 % der Individuen, 81 % der Biomasse) und nur ein relativ geringer Teil aus Furcilia-Stadien. Beide wurden mit einer Präsenz von 80 % sehr häufig gefressen. Neben diesen beiden wurde hier in 40 % der Mägen auch die größere Art *E. superba* (5 % der Individuen, 18,6 % der Biomasse) gefunden. 50 % der Amphipoden (Individuen) zählten zu den Gammariden und 50 % zu den Hyperiidien, wobei letztere 94,4 % der Biomasse ausmachten. Kleine Fische haben sich nur von gammariden Amphipoden ernährt. Unter den Isopoden waren in beiden Fällen ausschließlich Angehörige der Familie Gnathiidae (Unterordnung Cymothoidea) vorhanden.

### 3.2.2.2 *Trematomus lepidorhinus*

Bei *T. lepidorhinus* wurden Gastropoden nur von einem kleinen Fisch gefressen, machten also allgemein einen nur sehr geringen Anteil aus. Mysidaceen und Decapoden tauchten nur bei großen Fischen auf und sind mit 1,1 % bzw. 0,5 % an der Individuenzahl beteiligt, wobei erstere 0,3 %, letztere immerhin 16,7 % der Biomasse stellen. Polychaeten, Amphipoden, Copepoden und Euphausiaceen wurden von beiden Gruppen gefressen. Euphausiaceen machen in beiden Gruppen wieder den Hauptteil der Abundanz und Biomasse aus (Abb. 3.2.8).

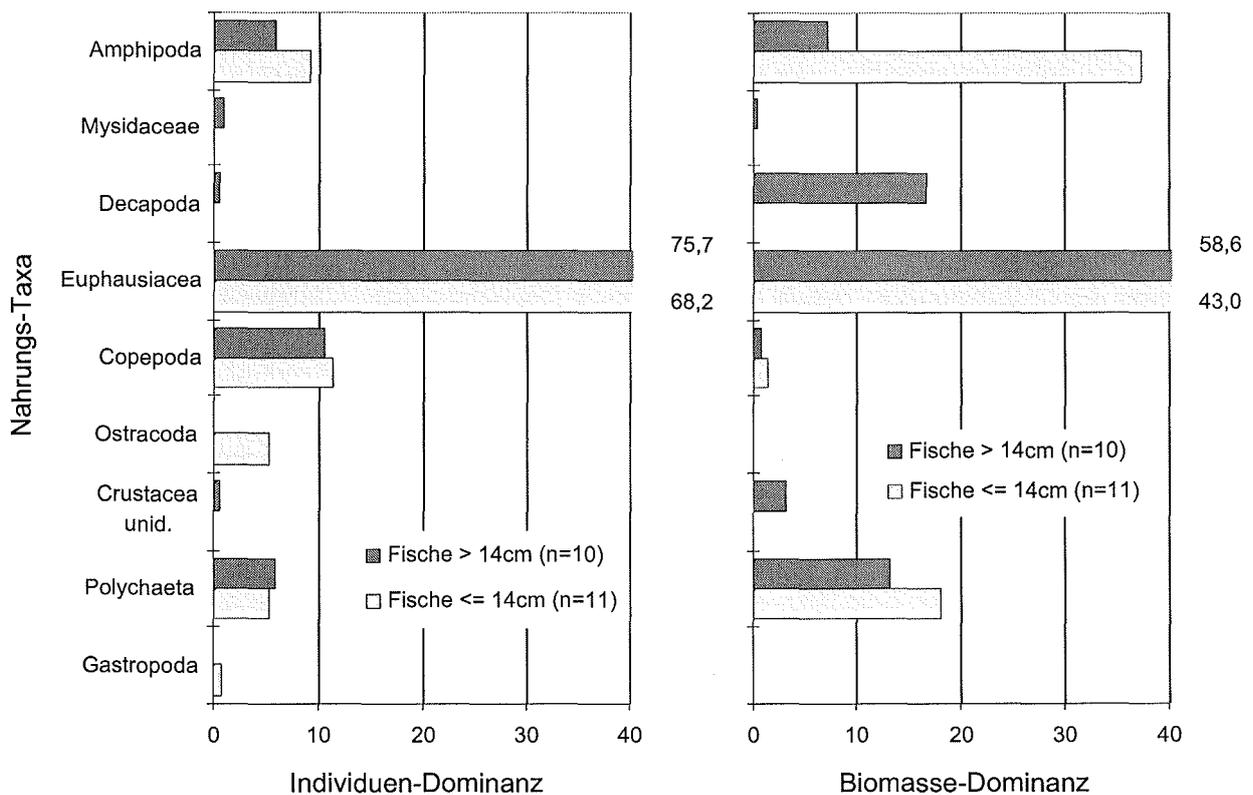


Abb. 3.2.8 Individuen- und Biomasse-Dominanz der Nahrungs-Taxa bei großen und kleinen Fischen der Art *T. lepidorhinus*

Der Vergleich der Abundanzen zeigte, daß die Ähnlichkeit zwischen den Gruppen mit 44,21 % kaum von denen innerhalb der Gruppen abweicht. Sie ist sogar noch größer als die Ähnlichkeit innerhalb der Gruppe der großen Fische. Ähnlich verhält es sich bei der Betrachtung der Biomasse, wo die Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen mit 22,01 % und 28,89 % sehr gering sind (Tab.3.2.4). Dadurch erklärt sich auch der negative Wert für das Globale R.

Auf einem Signifikanz-Niveau von 5 % sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen vorhanden.

Tab. 3.2.4 Ergebnisse des Vergleichs der Ähnlichkeiten der Nahrung anhand des Bray-Curtis-Index und des Signifikanztests (Globales R und Signifikanzniveau)

	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der kleinen Fische	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der großen Fische	Unähnlichkeit $\delta$ [%] zwischen den Gruppen	Globales R	Signifikanz- Niveau
Abundanz	47,28	42,82	55,79	0,009	35,1 %
Biomasse	22,01	28,89	72,32	-0,030	66,1 %

Der Anteil an nicht identifizierbaren Polychaeten war in beiden Gruppen sehr hoch. Bei den zu identifizierenden, von kleinen Fischen gefressenen, Polychaeten handelte es sich ausschließlich um Vertreter der Familie Polynoidae. Von großen Fischen wurde neben Polynoiden (80 % der Individuen, 99,1 % der Biomasse) auch in einem Fall ein Phyllodocidae gefressen. Unter den Gastropoden waren ausschließlich Cephalaspidea (Opisthobranchia), allerdings nur mit einer Präsenz von 9,1 %. Innerhalb der Copepoden machte in beiden Gruppen *Metridia sp.* den größten Anteil der Individuen aus (kleine Fische: 64,3 %; große Fische: 55 %). *Calanoides acutus* und *Calanus propinquus* wurden von beiden gefressen, wobei ersterer von der Individuenzahl (28,6 % bzw. 20 %) her dominiert, letzterer aber den größeren Teil der Biomasse ausmacht (10,3 % bzw. 27,8 %). Jeweils 5 % der Individuen entfielen bei großen Tieren auf *Euchaeta sp.* und cyclopoide Copepoden. Unter den Euphausiaceen dominierten in der Gruppe der kleinen Fische Furcilia-Stadien mit 95,5 % der Individuen, der größere Teil der Biomasse (83,5 %) wurde aber auch hier von *E. crystallorophias* bestimmt. Ähnlich sind die Verhältnisse bei den großen Fischen, nur daß hier auch *E. superba* gefressen wurde (1,6 % der Individuen; 32,9 % der Biomasse). Bei den Mysidaceen handelte es sich ausschließlich um die Unterordnung Mysida und bei den Amphipoden um die Unterordnung Gammaridea.

3.2.2.3 *Trematomus nicolai*

Bei der Ernährung kleiner *T. nicolai* spielen vor allem Amphipoden, Mysidaceen und Euphausiaceen eine bedeutende Rolle (Abb. 3.2.9). Von Gastropoden und Tanaidaceen wurde jeweils nur ein Exemplar gefressen (dies entspricht 2,6 % bzw. 1,6 %). Bei den großen Tieren war der Anteil an Copepoden mit 23,7 % sehr hoch, die Biomasse-Dominanz allerdings mit 0,6 % unbedeutend. Den größten Teil der Biomasse machten hier Amphipoden (34,9 %) und unidentifizierte Crustaceen (44 %) aus.

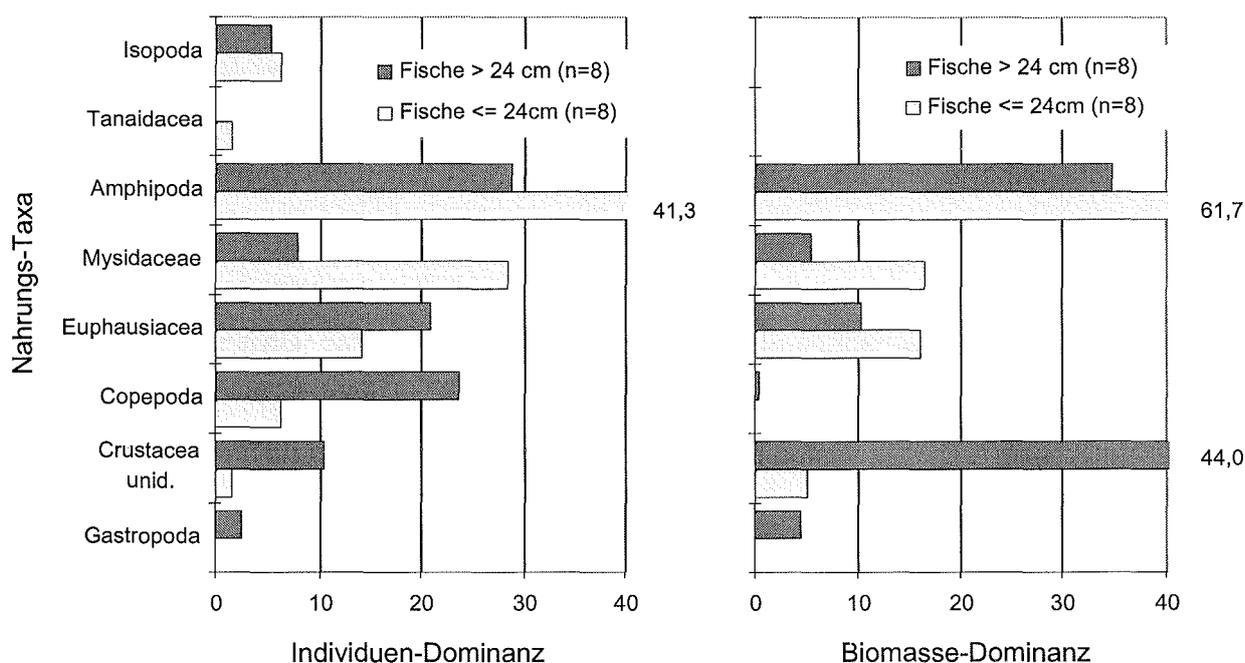


Abb. 3.2.9 Individuen- und Biomasse-Dominanz der Nahrungs-Taxa bei großen und kleinen Fischen der Art *T. nicolai*

Die größten Unterschiede in den Ähnlichkeiten fanden sich bei Euphausiaceen und Amphipoden (Abundanz), bzw. Amphipoden und unidentifizierten Crustaceen (Biomasse). Da die Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen aber nicht größer als die Ähnlichkeit zwischen den Gruppen waren, muß die Ernährung großer und kleiner Fische als gleich betrachtet werden, wofür auch das sehr niedrige Globale R und das hohe Signifikanzniveau sprechen (Tab. 3.2.5).

Tab. 3.2.5 Ergebnisse des Vergleichs der Ähnlichkeiten der Nahrung anhand des Bray-Curtis-Index und des Signifikanztests (Globales R und Signifikanzniveau)

	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der kleinen Fische	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der großen Fische	Unähnlichkeit $\delta$ [%] zwischen den Gruppen	Globales R	Signifikanz- Niveau
Abundanz	41,07	35,12	62,93	0,007	42,2 %
Biomasse	33,28	32,06	64,02	0,002	40,7 %

Bei den von großen Fischen gefressenen Gastropoden handelte es sich wieder um Vertreter der Ordnung Cephalaspidea (Opisthobranchia). Unter den identifizierbaren Copepoden war hier zu 100 % *Metridia sp.* vertreten. Bei kleinen Fischen dominierte *Metridia sp.* mit 75 % der Individuen und 95,8 % der Biomasse über die Art *C. acutus*. Unter den gefressenen Euphausiaceen waren in beiden Gruppen Furcilia-Stadien und *E. crystallorophias*, wobei erstere erneut den größeren Teil der Individuen ausmachten (83,3 % bzw. 71,4 %) und letztere durch ihre Biomasse dominierten (86,6 % bzw. 99,5 %). Die gefundenen Mysidaceen gehörten wieder der Unterordnung Mysida an. Bei den von kleinen Fischen gefressenen Amphipoden handelte es sich ausschließlich um die Unterordnung Gammaridae. Große Fische hingegen ernährten sich auch von Vertretern der Caprellidae (9 % der Individuen, 0,6 % der Biomasse). Unter den Isopoden waren in beiden Gruppen nur die sehr kleinen Gnathiiden (Cymothoidea).

3.2.2.4 *Trematomus pennellii*

Die wohl wichtigsten Beutetaxa von *T. pennellii* waren in beiden Gruppen Amphipoden und Polychaeten (Abb. 3.2.10). Bei kleinen Fischen stellten Amphipoden 36,1 % der Individuen und 40,4 % der Biomasse, Polychaeten 11,5 % der Individuen und 44,5 % der Biomasse. Bei den großen Fischen nahmen Amphipoden 64 % der Individuen und 30,3 % der Biomasse und Polychaeten 7,9 % der Individuen und 36,1 % der Biomasse ein.

Bei kleinen Fischen war der Individuen-Anteil an Copepoden sehr hoch. Hydrozoen, Anthozoen, Gastropoden, Ostracoden und Fische wurden nur von großen Tieren gefressen, Tanaidaceen, Pantopoden und Muscheln (Bivalvia) hingegen nur von kleinen Tieren.

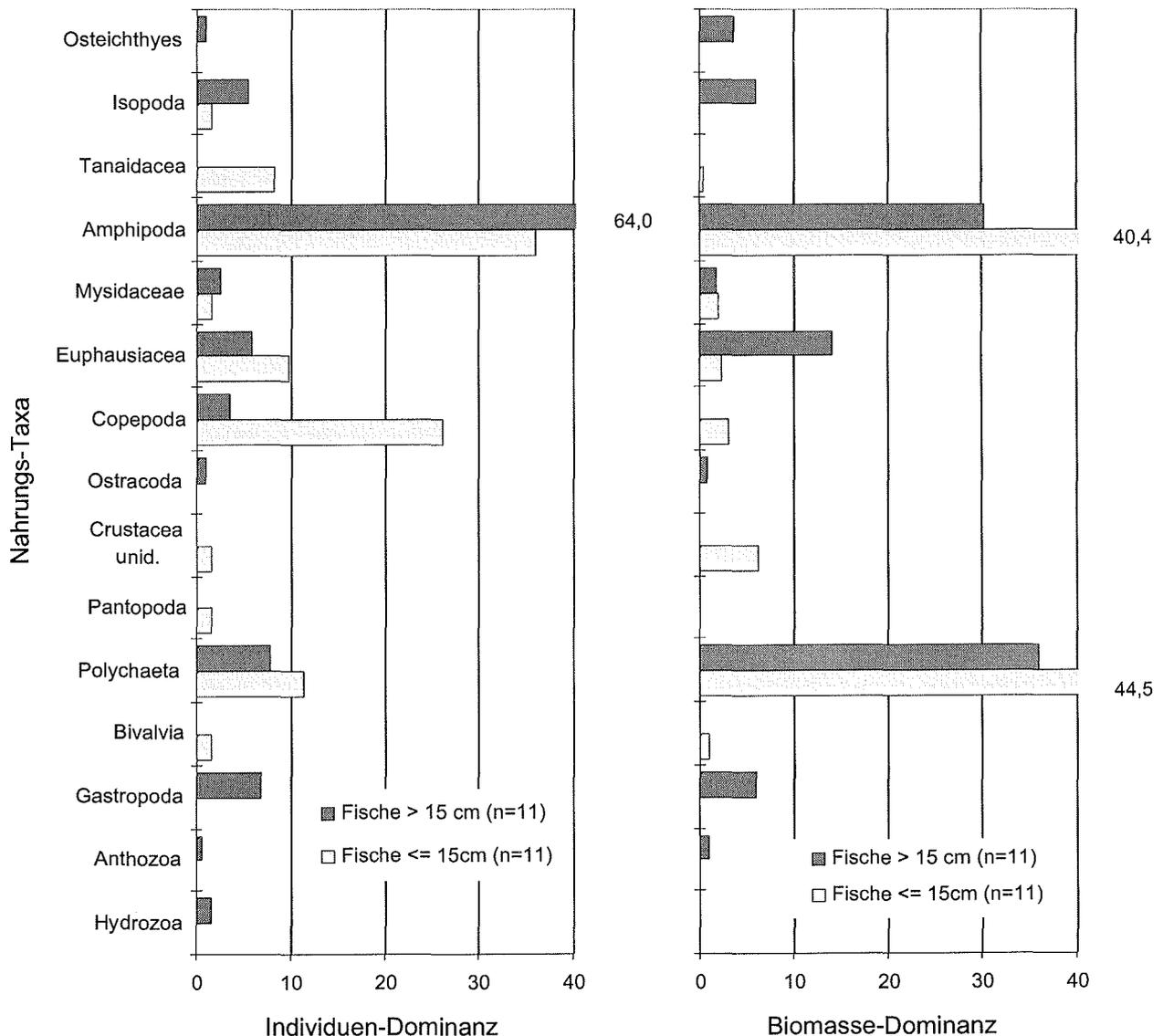


Abb. 3.2.10 Individuen- und Biomasse-Dominanz der Nahrungs-Taxa bei großen und kleinen Fischen der Art *T. pennellii*

Trotz der relativ geringen Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen müssen die Unterschiede zwischen den Gruppen auf einem Niveau von 5 % als signifikant angesehen werden (Tab. 3.2.6). Die Unterschiede in den Abundanzen wurden vor allem durch Amphipoden und Copepoden verursacht. Die Biomasse betreffend, waren vor allem Amphipoden und Polychaeten verantwortlich.

Tab. 3.2.6 Ergebnisse des Vergleichs der Ähnlichkeiten der Nahrung anhand des Bray-Curtis-Index und des Signifikanztests (Globales R und Signifikanzniveau)

	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der kleinen Fische	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der großen Fische	Unähnlichkeit $\delta$ [%] zwischen den Gruppen	Globales R	Signifikanz- Niveau
Abundanz	38,87	38,86	68,09	0,187	0,3 %
Biomasse	27,45	25,09	72,54	0,100	4,9%

Die genauere Betrachtung der Gastropoden zeigte, daß bei großen Fischen 85,7 % der Individuen und 89 % der Biomasse von Prosobranchia dominiert wurden. Es handelte sich hier ausschließlich um die Gattung *Marseniopsis*, deren Präsenz mit 54,5 % vergleichsweise hoch war. Unter den Polychaeten machte in beiden Gruppen die Familie Polynoidae den größten Anteil der Individuen und Biomasse aus. Bei kleinen Tieren entfiel der Rest auf die Familie Phyllodocidae, bei großen auf Phyllodocidae und Sabellidae. Die von kleinen Fischen gefressenen Copepoden setzten sich zu jeweils 16,7 % aus *Metridia sp.* und *C. propinquus* und zu je 33,3 % aus *Euchaeta sp.* und cyclopoiden Copepoden zusammen (Individuen-Dominanz), wobei *Euchaeta sp.* mit 64,5 % den größten Anteil der Biomasse ausmachte. In der Nahrung großer Fische dominierte *Metridia sp.* mit 71,4 % der Individuen und 86,5 % der Biomasse, der Rest entfiel auf *C. acutus*. Kleine Fische fraßen ausschließlich Furcilia-Stadien, große zusätzlich noch *E. crystallophias* und *E. superba*. Letztere dominierte sowohl durch ihre Abundanz (45,5 %) als auch durch ihre Biomasse (78,2 %). Unter den Amphipoden dominierten bei kleinen Fischen eindeutig Gammariden mit 95,5 % der Individuen und 95,1 % der Biomasse und zeigten eine sehr hohe Präsenz 63,6 %. Der Anteil an Hyperiidien war entsprechend gering. Bei großen Fischen verhielt es sich ähnlich, hier wurden Gammariden sogar noch häufiger gefressen (Präsenz 81,8 %). Neben Gammariden und Hyperiidien wurden hier auch Vertreter der Unterordnung Caprellidea gefunden (6,2 % der Individuen, 3,7 % der Biomasse). Von kleinen Fischen wurden nur Isopoden der Familie Gnatthiidae gefressen (Cymotoidea), wobei es sich hier um ein einziges Exemplar handelte. Bei großen Fischen dominierten innerhalb der Isopoden vor allem die Unterordnung Sphaeromatidea (27,3 % der

Individuen, 83,7 % der Biomasse) mit der Familie Serolidae und die Unterordnung Valvifera (27,3 % der Individuen, 15,9 % der Biomasse) mit der Familie Arcturidae. Die Unterordnung Cymotoidea war zwar mit 26,4 % der Individuen recht häufig vertreten, machte aber mit 0,02 % nur einen verschwindend geringen Anteil der Biomasse aus.

3.2.2.5 *Trematomus scotti*

In beiden Gruppen dominierten, vor allem von der Biomasse her, Polychaeten (81,3 % bei kleinen Fischen, 57,5 % bei großen Fischen), aber auch Amphipoden und Isopoden spielten eine nicht unwichtige Rolle (Abb. 3.2.11). Crustaceen-Eier waren besonders bei großen Fischen nicht selten Bestandteil der Nahrung, stellten aber nur 0,06 % bzw. 0,19 % der Biomasse. Hydrozoen, Gastropoden und Arachnida (Acari) wurden nur von großen Fischen gefressen, jeweils mit einer Individuen-Dominanz von 0,58 %. Mysidaceen und Crinoiden hingegen waren nur bei kleinen Tieren Bestandteil der Nahrung (je 0,79 % der Individuen).

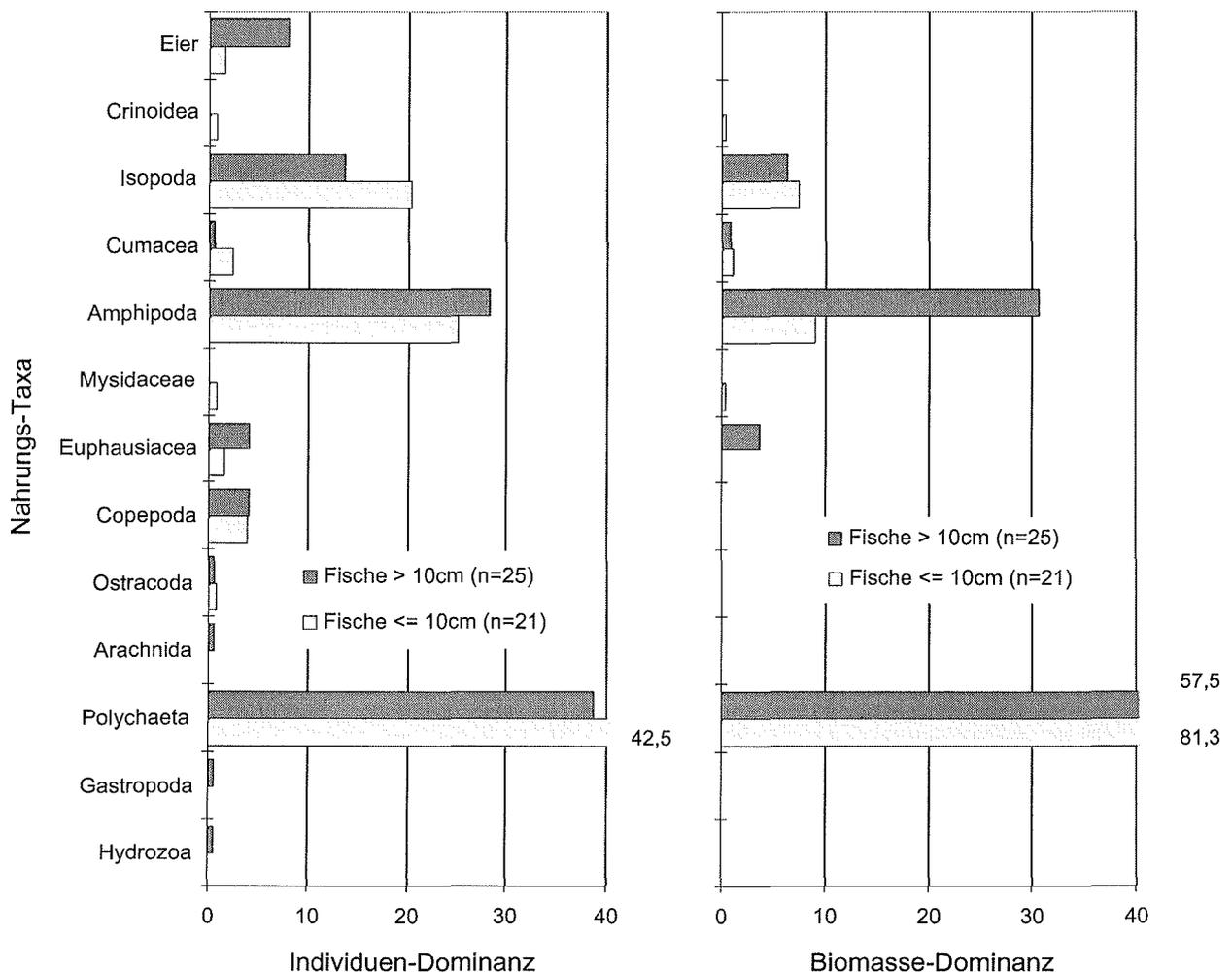


Abb. 3.2.11 Individuen- und Biomasse-Dominanz der Nahrungs-Taxa bei großen und kleinen Fischen der Art *T. scotti*

Der Vergleich nach Bray-Curtis zeigte relativ hohe Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen und im Vergleich dazu sehr geringe Unähnlichkeit zwischen den Gruppen. Auf einem Signifi-

kanzniveau von 5 % muß die Ernährung der beiden Gruppen als gleich angesehen werden (Tab. 3.2.7).

Tab. 3.2.7 Ergebnisse des Vergleichs der Ähnlichkeiten der Nahrung anhand des Bray-Curtis-Index und des Signifikanztests (Globales R und Signifikanzniveau)

	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der kleinen Fische	Ähnlichkeit S [%] innerhalb der großen Fische	Unähnlichkeit $\delta$ [%] zwischen den Gruppen	Globales R	Signifikanz- Niveau
Abundanz	53,18	50,70	48,35	-0,022	79,3 %
Biomasse	69,02	48,11	42,77	-0,008	56,1 %

Bei den gefundenen Polychaeten machte in beiden Gruppen die Familie Maldanidae den größten Anteil der Individuen aus (48,4 % bzw. 47,7 %) und wurde am häufigsten gefressen (Präsenz :34,8 % bzw. 26,9 %). Den größten Teil der Biomasse aber stellte in der Gruppe der kleinen Fische die Familie Terebellidae mit 34,7 %, die bei den großen Fischen zwar auch einen Biomasse-Anteil von 22,2 % hatte, aber von dem Anteil der Familie Sabellidae (15,9 % der Individuen, 33,8 % der Biomasse) überwogen wurde. Weitere gefundene Familien waren bei den kleinen Fischen Polynoidae, Phyllodocidae, Syllidae und Sabellidae. In der Nahrung großer Tiere kamen außer diesen noch Aphroditidae und Hesionidae hinzu.

Unter den Copepoden dominierten bei den kleinen Fischen Cyclopoida die Individuenzahl mit 40 %. *Metridia sp.*, *C. acutus* und *C. propinquus* waren mit jeweils 20 % beteiligt, was allerdings tatsächlich nur jeweils einem Individuum entspricht. Die Präsenz war mit jeweils 4,4 % allerdings äußerst gering. Bei großen Fischen machte *C. acutus* den wichtigsten Anteil aus (50 % der Individuen, 87,8 % der Biomasse). *Metridia sp.* und *C. propinquus* wurden auch hier gefressen. Die Präsenz aller Copepoden war auch hier sehr gering (<8 %).

Unter den von kleinen Fischen gefressenen Euphausiaceen traten mit einer Präsenz von 4,4 % nur Furcilia-Stadien auf. Bei großen Fischen setzten sich die Individuen zu jeweils 50 % aus Furcilia-Stadien und *E. crystallorophias* zusammen, die mit 90,8 % den Hauptteil der Biomasse ausmachten. Die identifizierten Mysidaceen gehörten auch hier wieder der Unterordnung Mysida an. Aus der Gruppe der Amphipoden wurden von allen Fischen ausschließlich Vertreter der Gammaridea gefressen, wobei die Familie Lysianassidae recht häufig identifiziert werden konnte. Der größte Individuen-Anteil der Isopoden wurde erneut von Cymothoida (65 % bzw. 52,4 %) bestimmt, die auch am häufigsten gefressen wurden (Präsenz 21,7 % bzw. 26,9 %). Es handelte sich fast ausschließlich um die Familie Gnathiidae. In einem Fall wurde bei den kleinen Fischen auch ein Angehöriger der Bopyridae aus der glei-

chen Unterordnung gefressen. Den wichtigsten Teil der Biomasse machte aber in beiden Gruppen mit 70,7 % bzw. 74,9 % die Unterordnung Valvifera aus, aus der die Familie Arcturidae und *Glyptonotus antarcticus* gefressen wurde. Außer diesen wurden bei den kleinen Fischen noch die Unterordnung Asellota, bei den großen Fischen Asellota und Anthuridea gefunden.

### 3.2.3 Räumlicher Vergleich der Ernährung zwischen ungestörten und gestörten Flächen

Wie in Abschnitt 3.2.2 dargestellt, gibt es bei den Arten *T. eulepidotus* und *T. pennellii* signifikante Unterschiede in der Ernährung kleiner und großer Fische. Da aber die Taxa, die jeweils den Hauptanteil zu der Unähnlichkeit beigetragen haben (bei *T. eulepidotus* Euphausiaceen und Gastropoden, bei *T. pennellii* Amphipoden und Polychaeten), trotzdem Bestandteil der Ernährung beider Größengruppen waren, wurden diese Unterschiede hier vernachlässigt. Um ausreichendes Material für diesen Flächenvergleich auswerten zu können, wurden also auch bei diesen beiden Arten große und kleine Fische gemeinsam betrachtet. In Abb.3.2.12 ist für die einzelnen Arten jeweils das Verhältnisse der Gewichte der leeren Mägen zum Gesamtgewicht der Fische dargestellt.

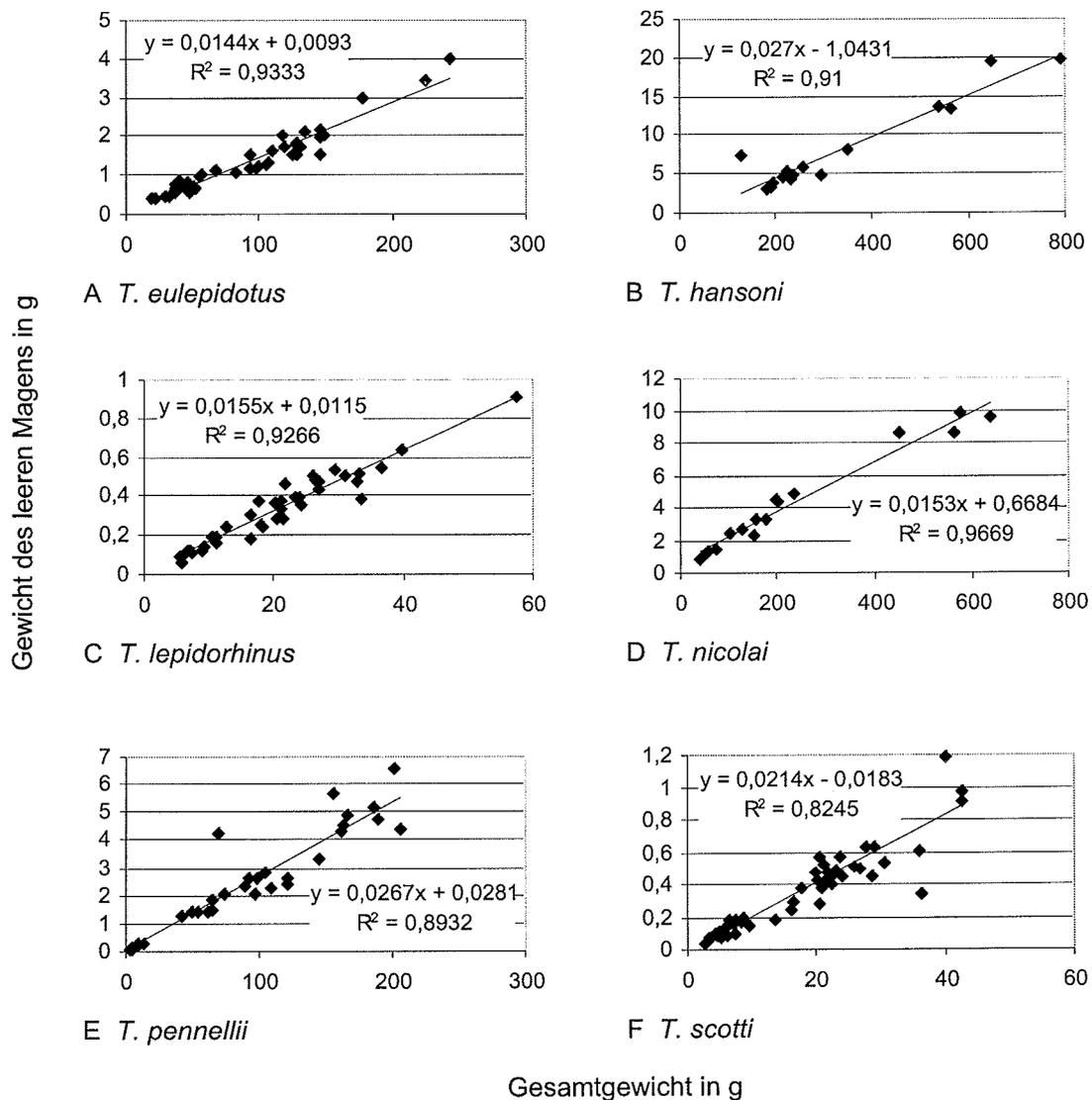


Abb. 3.2.12 A-F zeigen für jede Art das Verhältnis von Magengewicht zu Fischgewicht. Angegeben sind die Formel zur Berechnung der linearen Regression ( $y$ ) und das Bestimmtheitsmaß  $R^2$

Da das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  für die Regressionen bei allen Arten nahe 1 ist, kann das Verhältnis als linear angesehen werden und eine Standardisierung durchgeführt werden. Die einzigen Arten, wo  $R^2 < 0,9$  ist, sind *T. pennellii* (Abb. 3.2.12 E,  $R^2 = 0,89$ ) und *T. scotti* (Abb. 3.2.12 F,  $R^2 = 0,82$ ). Die, im Vergleich zu den anderen, recht niedrigen Werte werden durch wenige Fische hervorgerufen, die einen besonders leichten oder schweren Magen hatten. Da der Großteil der Werte aber dicht um die Regression verteilt ist, wird auch hier ein linearer Verlauf aller Werte angenommen.

Im Folgenden sind Abundanz und Biomasse der Nahrungstaxa mit 95 %-Vertrauensbereich nur graphisch dargestellt. Die zugehörigen Tabellen mit Abundanz, Biomasse und Präsenz befinden sich im Anhang (6.2).

#### 3.2.3.1 *Trematomus bernacchii*

Das eine untersuchte Exemplar aus einem ungestörten Gebiet hatte Polychaeten der Familie Aphroditidae, gammaride Amphipoden und Fisch im Magen. Aus gestörten Gebieten standen zwei Exemplare zur Verfügung. Der Mageninhalt dieser Tiere setzte sich aus Anthozoen, Gastropoden (Cephalaspidea, Opisthobranchia), Polychaeten (Terebellidae und unidentifizierte Individuen), unidentifizierten Crustaceen, Ostracoden, Copepoden der Gattung *Metridia*, gammaride Amphipoden (Lysianassidae), Tanaidaceen (überwiegend Mirandotanais) und Isopoden aus der Unterordnung Cymothoida (Familie Bopyridae) zusammen.

### 3.2.3.2 *Trematomus eulepidotus*

Die Beutetaxa von *T. eulepidotus* waren in ungestörten und gestörten Gebieten sehr ähnlich (Abb. 3.2.13). Die größte Abundanz und Biomasse nahmen die Euphausiaceen ein, deren Biomasse und Präsenz bei den Fischen aus beiden Gebieten etwa gleich war (Biomasse: 0,29 g bzw. 0,24 g; Präsenz: 62 % bzw. 67 %). Die Abundanz der Euphausiaceen war in den Mägen von Fischen aus gestörten Flächen sehr viel höher. Die Individuenzahl wurde hier mit 94,1 % von Furcilia-Stadien, die Biomasse mit 65,2 % von *E. crystallorophias* dominiert. In der Nahrung der Fische von ungestörten Flächen überwogt die Anzahl und Biomasse von *E. crystallorophias* (71,5 % bzw. 84,8 %) über Furcilia-Stadien und *E. superba*. Die Abundanz der Copepoden war, vor allem auf gestörter Fläche, ebenfalls sehr hoch. Die mittlere Biomasse der Tiere war allerdings auf Grund ihrer geringen Größe eher niedrig. Gefressen wurden sie jeweils von 38 % der untersuchten Fische. In gestörten Gebieten setzten sich die identifizierten Copepoden zu 94,7 % aus *Metridia* sp. und zu 5,3 % aus *Euchaeta* sp. zusammen (Individuen-Dominanz). Auch auf ungestörten Flächen wurde der größte Anteil der Individuen (89 %) von der Gattung *Metridia* und die Hauptbiomasse von *Metridia* (68,1 %) und *Euchaeta* (23,7 %) ausgemacht. Neben diesen beiden waren hier auch *C. propinquus* und der cyclopoide Copepode *Oncea curvata* Bestandteil der Nahrung. Gastropoden waren in beiden Gebieten ein wichtiger Bestandteil der Ernährung, vor allem aber auf ungestörten Flächen, wo sie mit einer Präsenz von 71 % gefressen wurden. In beiden Gebieten handelte es sich, bis auf eine Ausnahme, immer um die Ordnung Cephalaspidea (Opisthobranchia). Unter den Amphipoden aus gestörten Gebieten waren ausschließlich Hyperiidien, in ungestörten Gebieten dominierte die Unterordnung Gammaridea mit 62,9 % der Individuen und 54,2 % der Biomasse. Isopoden (Cymothoidea) waren mit einer Präsenz von 14 % ausschließlich auf ungestörten Flächen Teil der Nahrung. Polychaeten, Ostracoden, Mysidaceen (Mysida), Fische und Fischeier wurden nur sehr selten gefressen. Da sich die 95 %-Vertrauensbereiche der einzelnen Großtaxa bei Fischen aus ungestörten und aus gestörten Gebieten deutlich überschneiden, muß die Ernährung der Fische als nicht unterschiedlich angesehen werden.

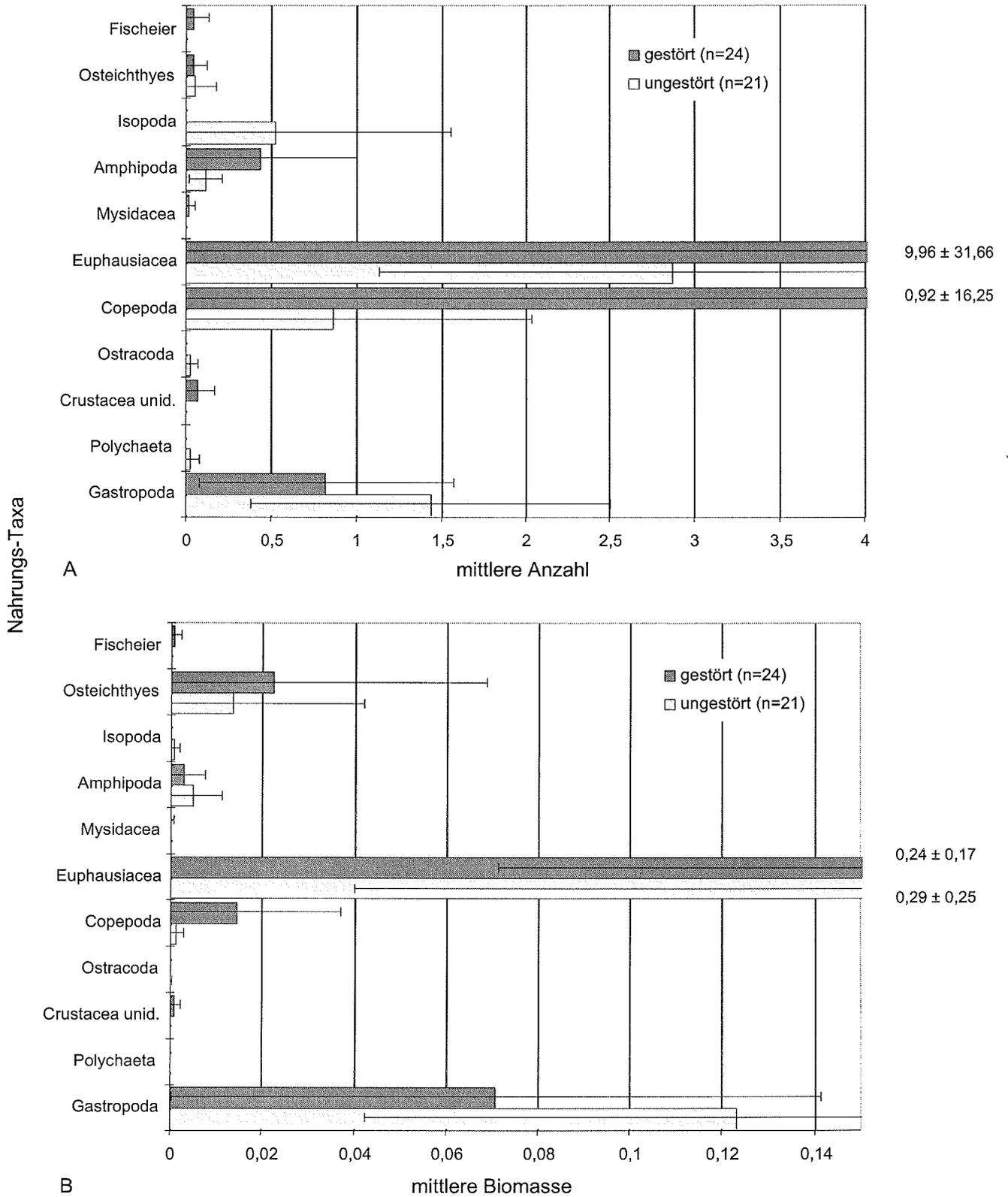


Abb. 3.2.13 A, B Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) der Nahrungs-Taxa mit zugehörigem 95 %-Vertrauensbereich bei *T. eulepidotus* in ungestörten und gestörten Gebieten

Insgesamt hatten die Fische auf beiden Flächen je acht verschiedene Beutetaxa. Die nach SHANNON & WIENER berechnete Diversität  $H'$  ist auf ungestörter Fläche vergleichsweise hoch (Tab. 3.2.8). Auf gestörter Fläche ist die Diversität mit einem Wert von 1,23 geringer. Für die von Fischen aus ungestörten Gebieten gefressenen Taxa ergab sich für die Evenness  $E'$  ein Wert von 0,72, d.h., hier wird die Nahrung relativ gleichmäßig genutzt. Auf gestörter Fläche wurden Euphausiaceen und Copepoden deutlich mehr gefressen als alle anderen Taxa, was zu dem relativ niedrigen Wert für die Evenness führt. Auf gestörter Fläche ist die Diversität des Nahrungsspektrums geringer und die Ausnutzung der verschiedenen Taxa nicht ausgewogen.

Tab. 3.2.8 Diversität  $H'$  und Evenness  $E'$  der Nahrung von *T. eulepidotus* in ungestörten und gestörten Gebieten

	ungestört	gestört
$\Sigma$ Taxa	8	8
$H'$	2,16	1,23
$E'$	0,72	0,41

### 3.2.3.3 *Trematomus hansonii*

Die mittlere Anzahl und Präsenz von Fischeiern ist, besonders in gestörten Gebieten (Abb. 3.2.14; Anzahl: 13,9 %, Präsenz: 41,7 %) sehr hoch. Gastropoden-Eier wurden zwar auch mit einer mittleren Abundanz von 0,9 Eiern gefunden, sind aber tatsächlich nur von einem Fisch gefressen worden (Präsenz: 8,3 %) und sind zudem von der Biomasse her eher unbedeutend. Innerhalb der Gastropoden dominierte auf gestörter Fläche *Neobuccinum sp.* (Prosobranchia) mit 74,3 % der Individuen und 60,8 % der Biomasse. Bei den gefressenen Pantopoden handelte es sich um Vertreter der Gattung *Nymphon*. Die Anzahl an Euphausiaceen und Copepoden (zu 100 % *Metridia sp.*) überwog leicht in gestörten Gebieten, die Präsenz von Euphausiaceen betrug aber in beiden Gebieten 25 %, die von Copepoden in ungestörten Gebieten 25 %, in gestörten Gebieten 17 %. Die mittlere Biomasse der Taxa war auf beiden Flächen sehr gering. Unter den Euphausiaceen war auf gestörter Fläche die Individuen-Dominanz von Furcilia-Stadien mit 91,2 % sehr hoch, wobei der Hauptteil der Biomasse (93,7 %) jedoch von *E. crystallophias* ausgemacht wurde. In den Mägen von Fischen aus ungestörten Gebieten wurden ausschließlich Furcilia-Stadien gefunden. Amphipoden sind zwar mit relativ geringer Abundanz und Biomasse vertreten, werden aber mit einer Präsenz von 50 % bzw. 67 % sehr regelmäßig gefressen. Hier waren in beiden Gebieten sowohl gammaride als auch hyperiide Amphipoden vertreten, wobei der Anteil letzterer an der Biomasse äußerst gering war (ungestört: 3,1 %; gestört: 0,2 %). Die auf gestörter Fläche gefressenen Isopoden setzten sich aus den Familien Serolidae (Unterordnungen Sphaeromatidea) und Gnathiidae (Unterordnungen Cymothoida) zusammen. Andere Fische, wie ein juveniler *T. pennellii* oder *T. eulepidotus*, wurden zwar nicht oft gefressen, fallen aber durch ihre hohe Biomasse ins Gewicht.

Auch bei *T. hansonii* überschneiden sich die Vertrauensbereiche zwischen ungestörten und gestörten Flächen, so daß keine signifikanten Unterschiede vorliegen.

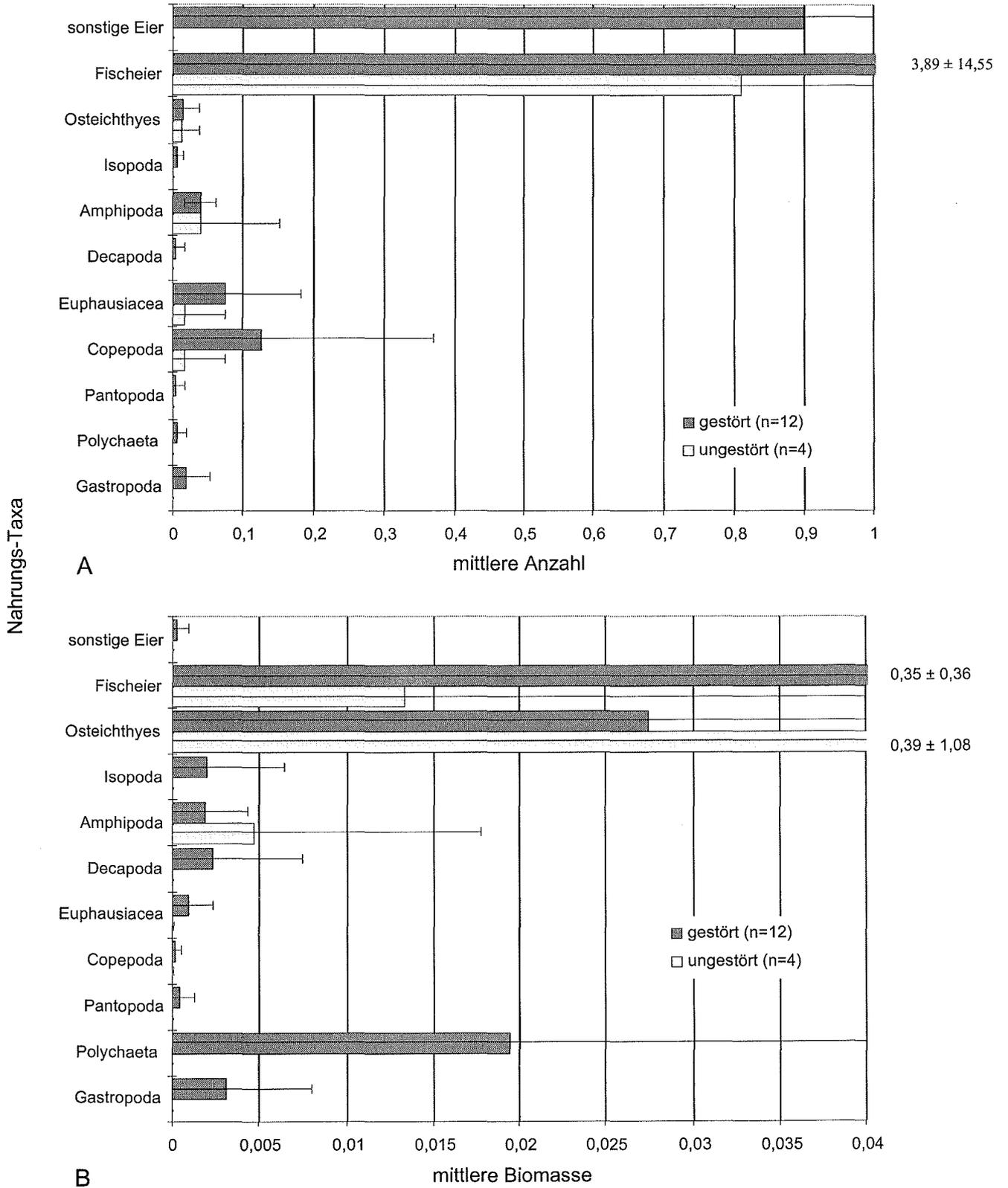


Abb. 3.2.14 A, B Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) der Nahrungs-Taxa mit zugehörigem 95 %-Vertrauensbereich bei *T. hansonii* in ungestörten und gestörten Gebieten

Die Diversität des Beutespektrums scheint zwar auf den ersten Blick mit 11 gefressenen Taxa auf gestörter Fläche deutlich höher, ist aber nach SHANNON & WIENER in beiden Gebieten sehr niedrig (Tab. 3.2.9). Die Evenness ist für die Fische beider Gebiete sehr niedrig (0,28 bzw. 0,15), da Fischeier die Hauptnahrung waren, im Vergleich zu denen die anderen Nahrungstaxa nur unbedeutend genutzt wurden.

Tab. 3.2.9 Diversität  $H'$  und Evenness  $E'$  der Nahrung von *T. hansonii* in ungestörten und gestörten Gebieten

	ungestört	gestört
$\Sigma$ Taxa	5	11
$H'$	0,65	0,51
$E'$	0,28	0,15

#### 3.2.3.4 *Trematomus lepidorhinus*

Bei *T. lepidorhinus* kamen auf gestörter Fläche Copepoden die mit Abstand größte Bedeutung zu und wurden von 89 % aller Fische gefressen (Abb. 3.2.15). In beiden Gebieten dominierte *Metridia sp.* sowohl von der Individuenzahl (ungestört: 57,9 %; gestört: 98,7 %) als auch von der Biomasse her (ungestört: 51,4 %; gestört: 95,4 %). Auf ungestörter Fläche lagen Euphausiaceen mit hoher Abundanz und Biomasse und einer Präsenz von 81 % vor. In beiden Gebieten lag der Anteil von Furcilia-Stadien an der Individuenzahl über 90 %. Die Biomasse wurde jedoch auch hier wieder von *E. crystallorophias* dominiert. Polychaeten der Familien Polynoidae und Phyllodocidae und Amphipoden (v.a. Gammaridea) waren in beiden Gebieten Teil der Nahrung, wobei beide Taxa auf ungestörter Fläche häufiger gefressen wurden. Bei den gefressenen Mysidaceen handelte es sich auch hier um die Unterordnung Mysida. Die einzigen, wirklich signifikanten, Unterschiede fanden sich bei der Anzahl und Biomasse von Euphausiaceen und Copepoden und bei der Anzahl der Ostracoden. Bei allen anderen Taxa überschneiden sich die Vertrauensbereiche.

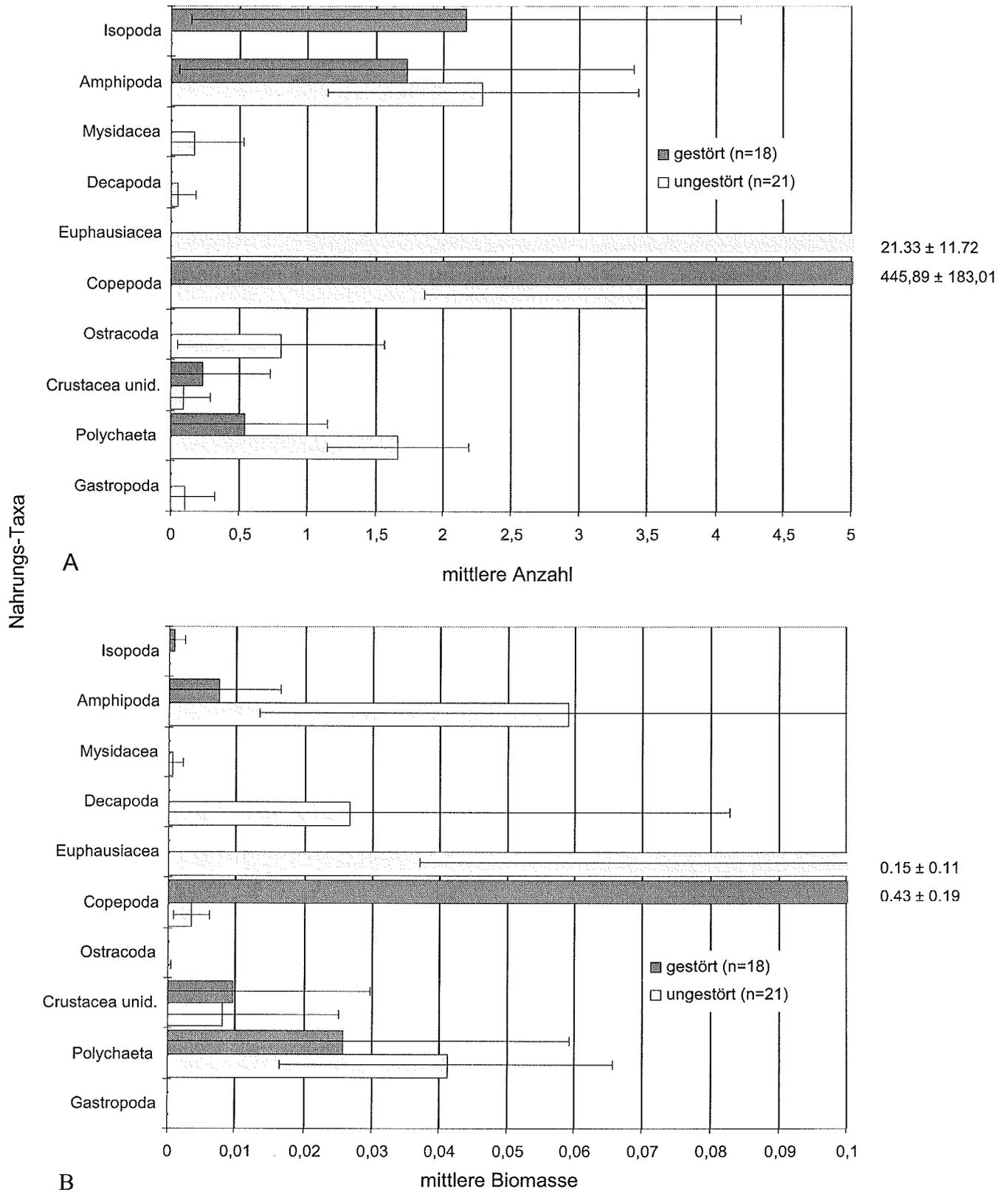


Abb. 3.2.15 A, B Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) der Nahrungs-Taxa mit zugehörigem 95 %-Vertrauensbereich bei *T. lepidorhinus* in ungestörten und gestörten Gebieten

Die Diversität der Nahrungstaxa ist bei Fischen aus ungestörten Gebieten höher als in gestörten Arealen, aber im Vergleich zu *T. pennellii* oder *T. scotti* recht niedrig (Tab. 3.2.10). Da die Nutzung von Copepoden als Nahrung der Fische auf gestörten Flächen sehr viel höher war, als die aller anderen, ist der Wert für die Evenness sehr gering.

Tab. 3.2.10 Diversität  $H'$  und Evenness  $E'$  der Nahrung von *T. lepidorhinus* in ungestörten und gestörten Gebieten

	ungestört	gestört
$\Sigma$ Taxa	9	6
$H'$	1,48	0,47
$E'$	0,47	0,18

### 3.2.3.5 *Trematomus nicolai*

Das wichtigste Beutetaxon für *T. nicolai* waren Amphipoden, die von 75 % aller Fische gefressen wurden und im Mittel mit 1,6 Individuen und einer Biomasse von 0,07 g in einem 50 g Standardfisch vorkamen (Abb. 3.2.16). 98,4 % der Individuen gehörten der Unterordnung Gammaridea und 1,6 % der Unterordnung Caprellidea an. Auch Mysidaceen (Mysida), Copepoden (Individuen-Dominanz: 70,6 % *Metridia sp.* und 19,9 % *C. acutus*), Isopoden der Familie Gnathiidae (Unterordnung Cymothoida) und Euphausiaceen waren wichtiger und regelmäßiger Bestandteil der Nahrung. Unter den gefressenen Euphausiaceen waren Furcilia-  
Stadien und *E. crystallophias*.

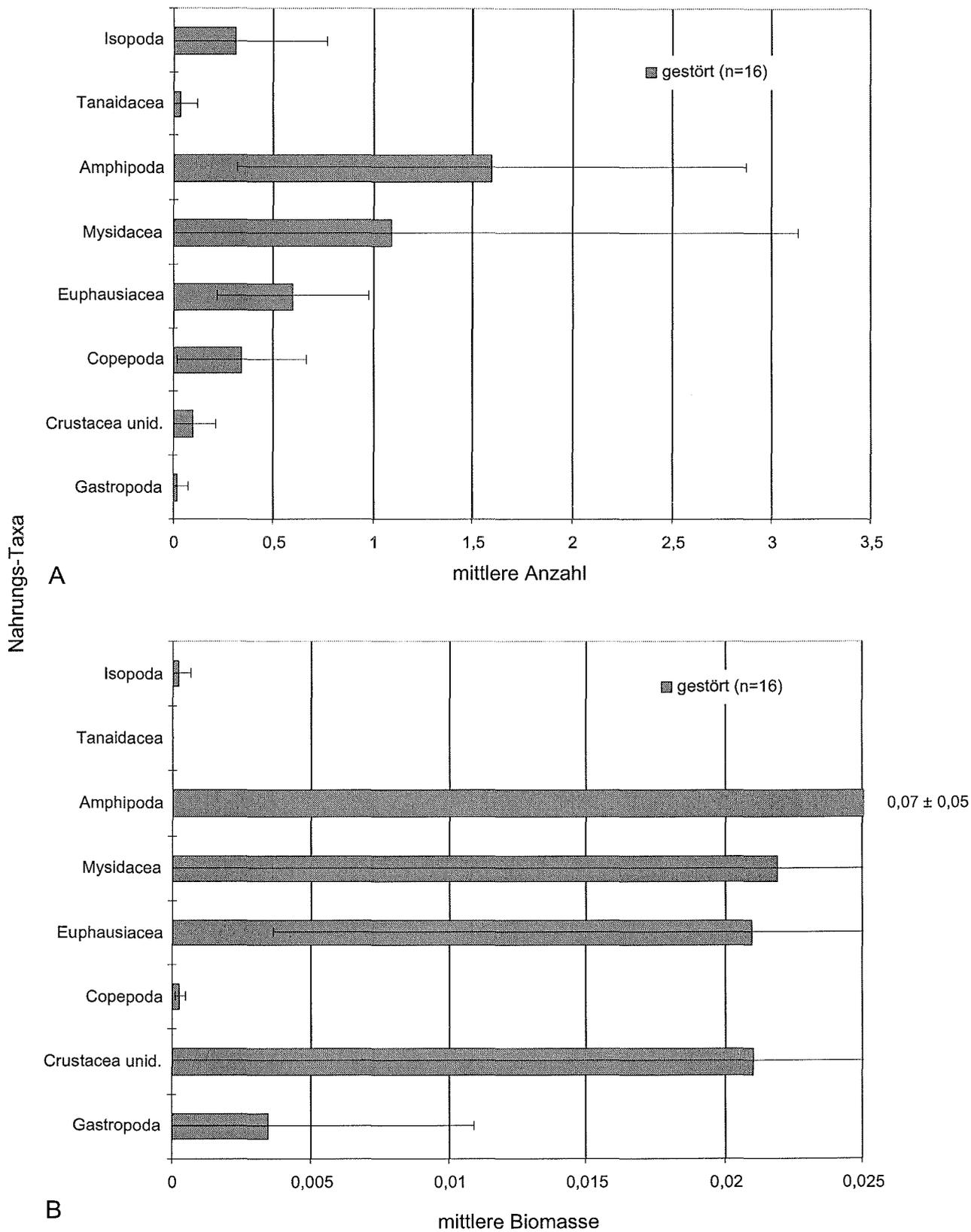


Abb. 3.2.16 A, B Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) der Nahrungs-Taxa mit zugehörigem 95 %-Vertrauensbereich bei *T. nicolai* in ungestörten und gestörten Gebieten

Die Diversität des Beutespektrums ist bei *T. nicolai* mit  $H' = 2,27$  sehr hoch (Tab. 3.2.11). Die gefressenen Taxa wurden relativ gleichmäßig ausgenutzt ( $E' = 0,76$ ).

Tab. 3.2.11 Diversität  $H'$  und Evenness  $E'$  der Nahrung von *T. nicolai* in ungestörten und gestörten Gebieten

	ungestört	gestört
$\Sigma$ Taxa	-	8
$H'$	-	2,27
$E'$	-	0,76

### 3.2.3.6 *Trematomus pennellii*

Auf gestörten Flächen waren Polychaeten, Copepoden, Euphausiaceen und Amphipoden die wichtigsten Nährtiere, die alle relativ regelmäßig gefressen wurden (Abb. 3.2.17). Auf ungestörten Flächen ragten Amphipoden durch ihre hohe Abundanz und Biomasse, und vor allem durch eine Präsenz von 100 %, heraus. Bei den gefressenen Euphausiaceen handelte es sich hier ausschließlich um Furcilia-Stadien. In diesen Gebieten waren auch Fische, Isopoden, Decapoden, Polychaeten und Gastropoden mit hoher Abundanz in der Nahrung vertreten. Polychaeten und Isopoden wurden von 86 % aller Fische gefressen. In ungestörten Gebieten überwogen innerhalb der Gastropoden Opisthobranchia mit 57,7 % der Individuen und 79,5 % der Biomasse, auf gestörter Fläche dominierten Prosobranchia (*Marseniopsis sp.*) mit 84,4 % der Individuen und 90,1 % der Biomasse. Bei den Polychaeten handelte es sich auf ungestörten Flächen überwiegend um die Familie Phyllodocidae (74,1 % der Individuen; 97,4 % der Biomasse) und in gestörten Gebieten um die Familie Polynoidae (79,1 % der Individuen; 97 % der Biomasse). Unter den Amphipoden waren auf ungestörten Flächen die Unterordnungen Gammaridea und Caprellidea, wobei erstere mit 99,3 % der Individuen und 99,6 % der Biomasse sehr dominant war. In gestörten Gebieten wurden zusätzlich Hyperiidien gefressen, deren Anteil an Abundanz und Biomasse aber unter 3 % lag. Der größte Teil der Euphausiaceen waren hier Furcilia-Stadien. Die Biomasse wurde von *E. suberba* und *E. crystallorophias* bestimmt. Innerhalb der Isopoden dominierte die Unterordnung Cymothoidea (Gnathiidae), aber auch aus den Unterordnungen Sphaeromatidea (Serolidae), Asellota und Valvifera (Arcturidae, Idoteidae, *Glyptonotus sp.*) wurden Vertreter gefressen. Anthozoa, Bivalvia und Tanaidacea waren nur bei Fischen aus gestörten Gebieten Bestandteil der Nahrung, hatten allerdings alle eine relativ geringe Präsenz. Decapoden wurden nur, wenn auch recht selten (Präsenz: 14,3%) auf ungestörter Fläche gefressen. Bei den gefressenen Pantopoden handelte es sich um *Pentanympyon antarcticum*.

Bei vielen von *T. pennellii* gefressenen Taxa überschneiden sich die 95 %-Vertrauensbereiche weit. Signifikante Unterschiede waren in der Abundanz der Polychaeten, Euphausiaceen und Copepoden und der Biomasse der Isopoden zu finden.

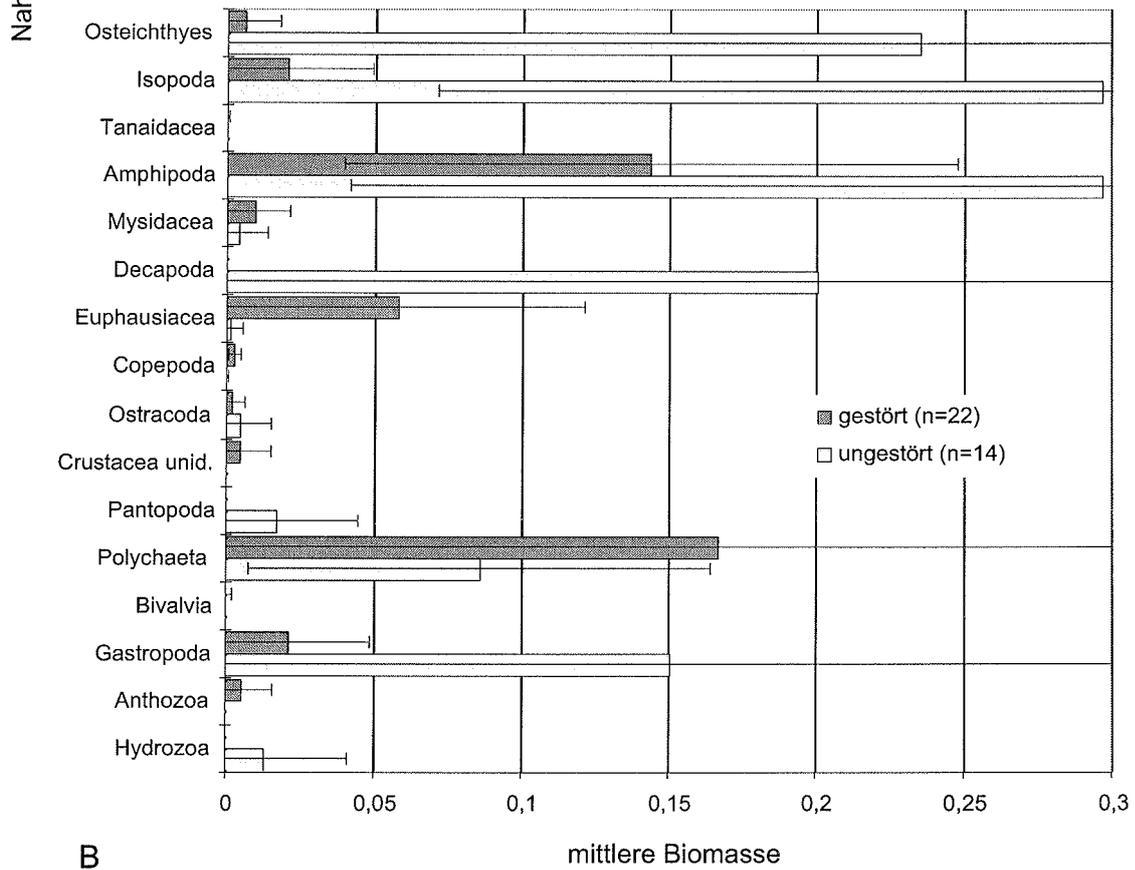
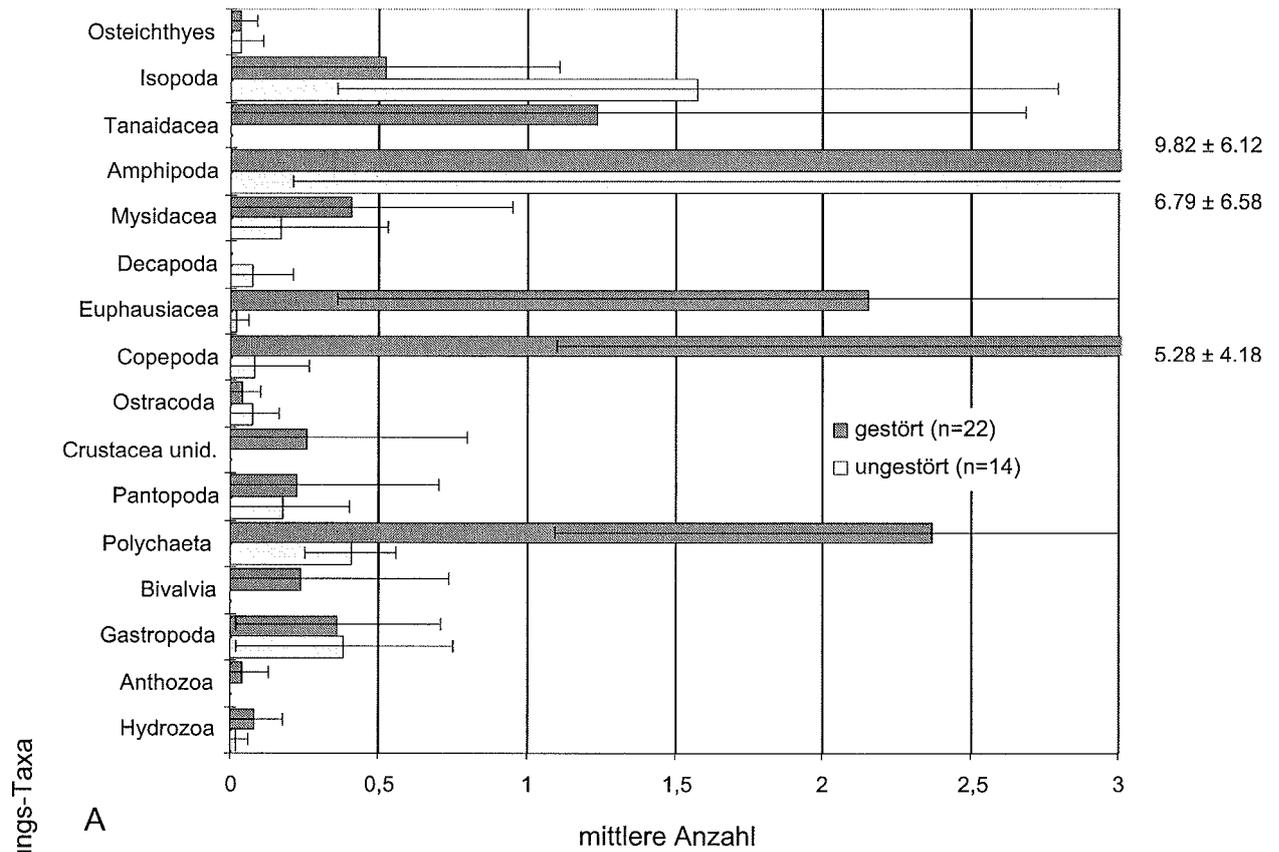


Abb. 3.2.17 A, B Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) der Nahrungs-Taxa mit zugehörigem 95 %-Vertrauensbereich bei *T. pennellii* in ungestörten und gestörten Gebieten

*T. pennellii* hatte von allen Arten das am breitesten gefächerte Nahrungsspektrum und zeichnete sich in gestörten Gebieten durch eine verhältnismäßig hohe Diversität und Evenness aus (Tab. 3.2.12).

Tab. 3.2.12 Diversität  $H'$  und Evenness  $E'$  der Nahrung von *T. pennellii* in ungestörten und gestörten Gebieten

	ungestört	gestört
$\Sigma$ Taxa	12	15
$H'$	1,60	2,50
$E'$	0,45	0,64

### 3.2.3.7 *Trematomus scotti*

Von den drei auf gestörter Fläche gefangenen Tieren hatten je zwei (67 %) Tanaidaceen und Amphipoden (Gammaridea) gefressen, wobei vor allem letztere sehr häufig waren (Abb. 3.2.18; im Mittel 11,7 Individuen / 50g Standardfisch). Polychaeten (ausschließlich die Familie Sabellidae) waren in diesen Gebieten zwar seltener in der Nahrung, machten aber mit knapp 0,12 g einen größeren Teil der Biomasse aus. Hydrozoen waren mit einer Präsenz von 2 % sehr selten. In ungestörten Gebieten stellten Isopoden, Amphipoden (Gammaridea) und Polychaeten mit ihrer Abundanz und Biomasse die wichtigsten Nahrungstaxa dar. Amphipoden und Isopoden wurden zudem sehr regelmäßig gefressen (Präsenz 87 % bzw. 61 %). Innerhalb der Polychaeten dominierte die Familie Maldanidae mit 46,8 % der Individuen und 31,7 % der Biomasse. Weitere wichtige Familien waren hier Polynoidae, Phyllodocidae, Terebellidae und Sabellidae. Die Familien Aphroditidae, Hesionidae und Syllidae wurden in geringerem Umfang gefressen. Innerhalb der gefressenen Isopoden gehörten die Unterordnungen Cymothoidea (56,5 % der Individuen; überwiegend Gnathiidae) und Asellota (35,9 % der Individuen) zu den häufigsten. Von der Biomasse her dominierte Valvifera (Arcturidae und *Glyptonotus antarcticus*) mit 54,3 %. Unter den Copepoden wurden *Metridia sp.*, *C. acutus* (40,3 % der Individuen; 57,4 % der Biomasse), *C. propinquus*, *Euchaeta sp.* und cyclopoide Copepoden (21,4 % der Individuen) gefunden. Euphausiaceen (Furcilia-Stadien und *E. crystallophias*) waren mit einer vergleichsweise geringen Präsenz von 15 % in den Mägen der Fische aus ungestörten Gebieten vorhanden. Bei Euphausiaceen und Copepoden lag die Abundanz betreffend ein signifikanter Unterschied vor. Bei den gefressenen Isopoden waren sowohl die Anzahl als auch die Biomasse zwischen den Flächen signifikant verschieden.

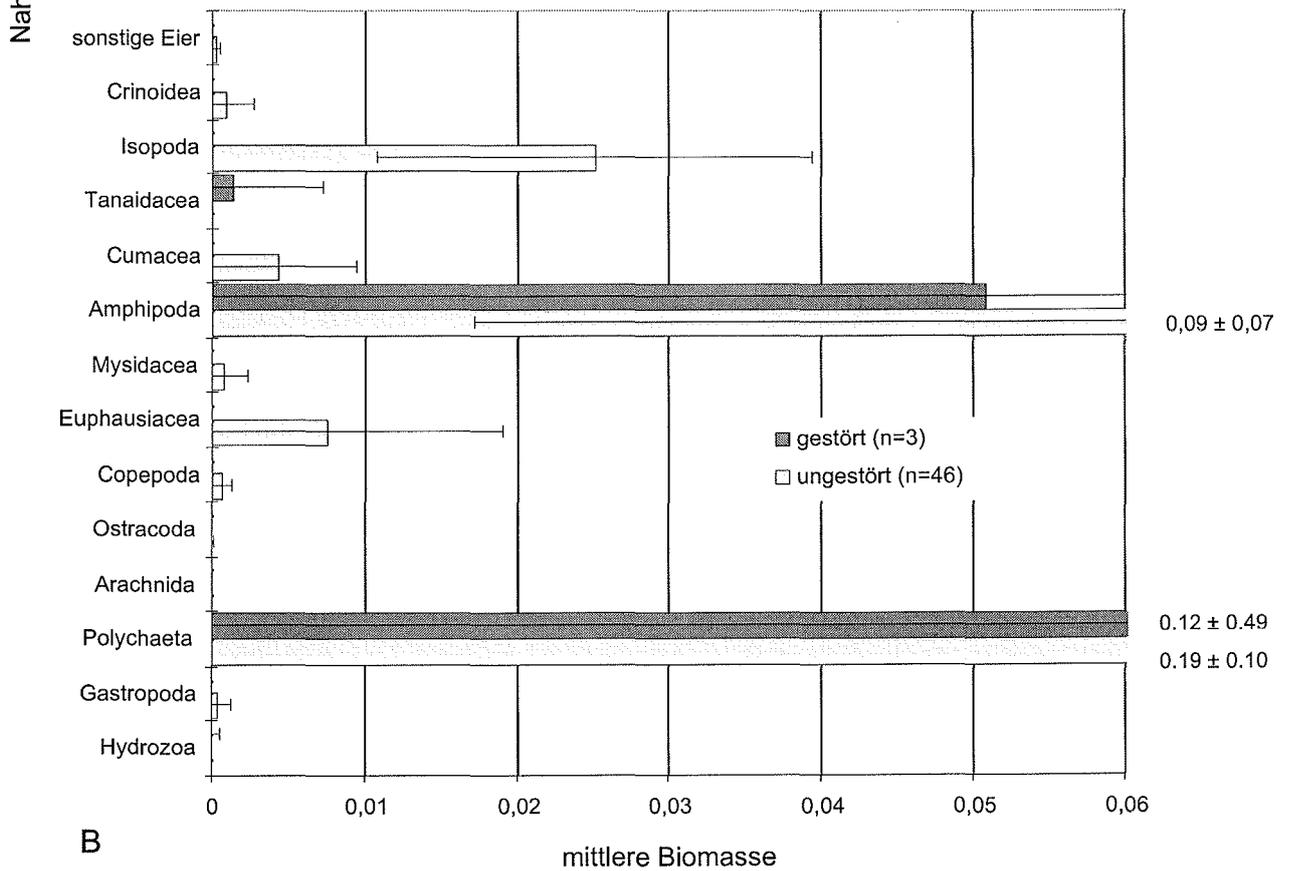
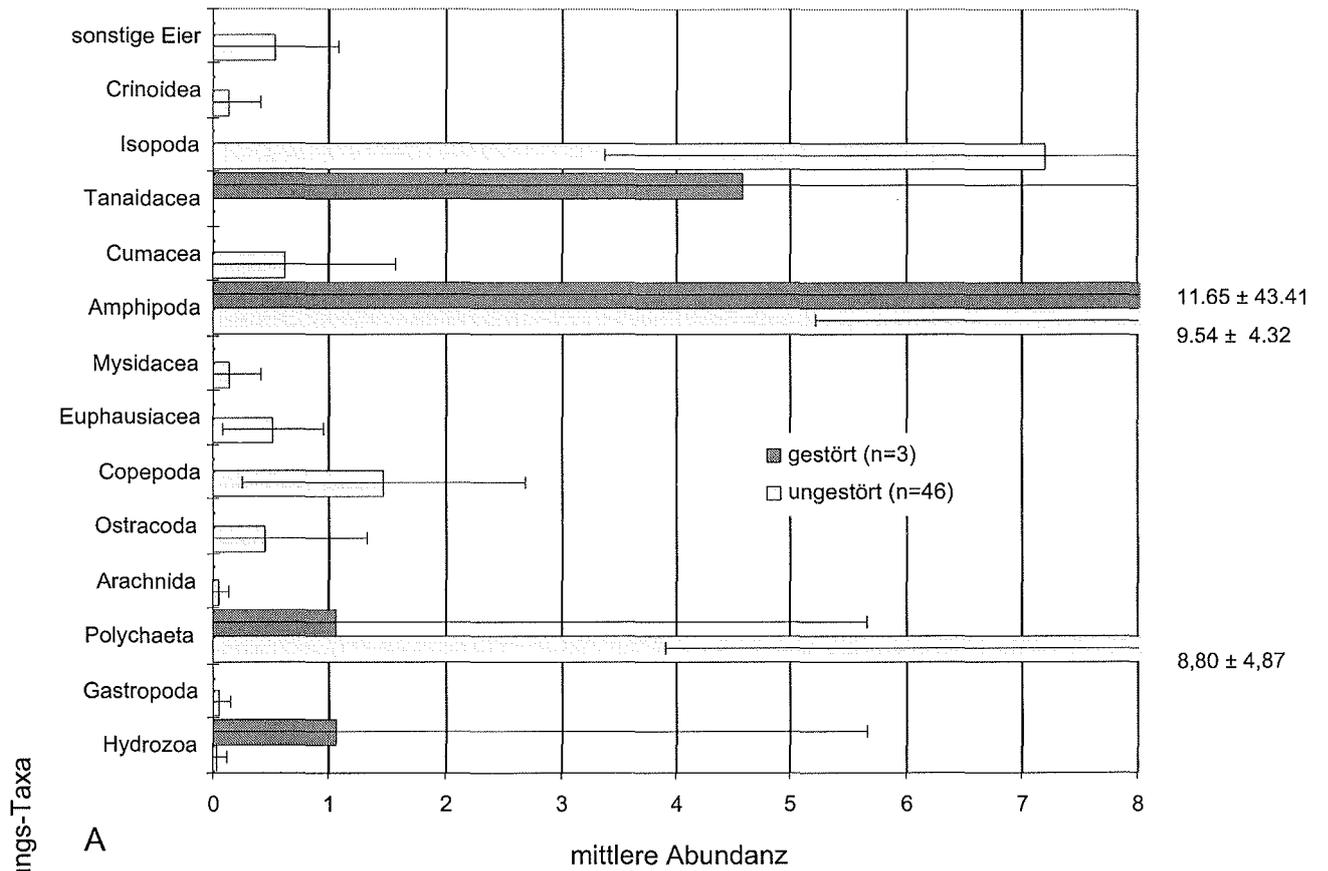


Abb. 3.2.18 A, B Mittlere Abundanz (A) und Biomasse (B) der Nahrungs-Taxa mit zugehörigem 95 %-Vertrauensbereich bei *T. scotti* in ungestörten und gestörten Gebieten

In beiden Gebieten wird das Beutespektrum recht gleichmäßig ausgenutzt (Tab. 3.2.13). Die Diversität ist vor allem in ungestörten Gebieten mit  $H' = 2,3$  relativ hoch.

Tab. 3.2.13 Diversität  $H'$  und Evenness  $E'$  der Nahrung von *T. scotti* in ungestörten und gestörten Gebieten

	ungestört	gestört
$\Sigma$ Taxa	13	4
$H'$	2,30	1,39
$E'$	0,62	0,70

### 3.2.4 Vergleich der Arten untereinander

Die Nahrungs-Überlappung wurde für alle Arten getrennt für ungestörte und gestörte Flächen berechnet (Tab. 3.2.14). Für *T. eulepidotus* ist der Index mit 0,624 zwischen ungestörten und gestörten Gebieten relativ hoch. Eine deutliche Überlappung zeigt sich auch bei dem Vergleich mit *T. lepidorhinus* (vor allem bei den Tieren aus ungestörten Gebieten).

Tab. 3.2.14 Proportionale Nahrungs-Überlappungs-Indizes nach COLWELL & FUTUYMA (1971) (np = nicht präsent)

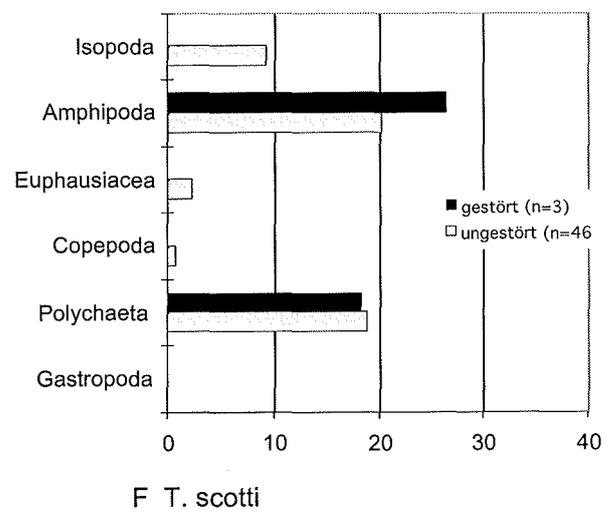
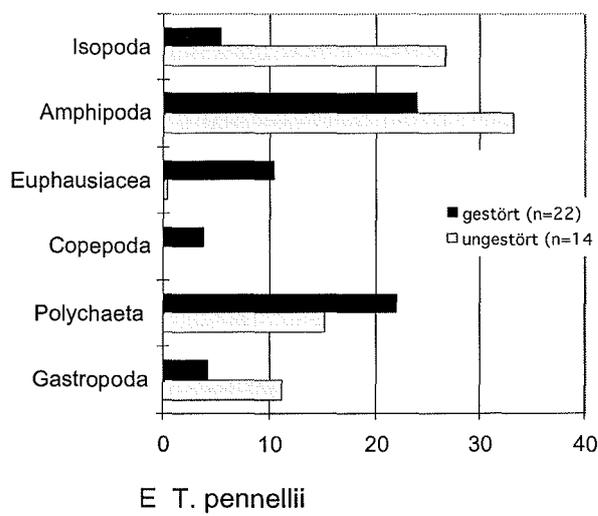
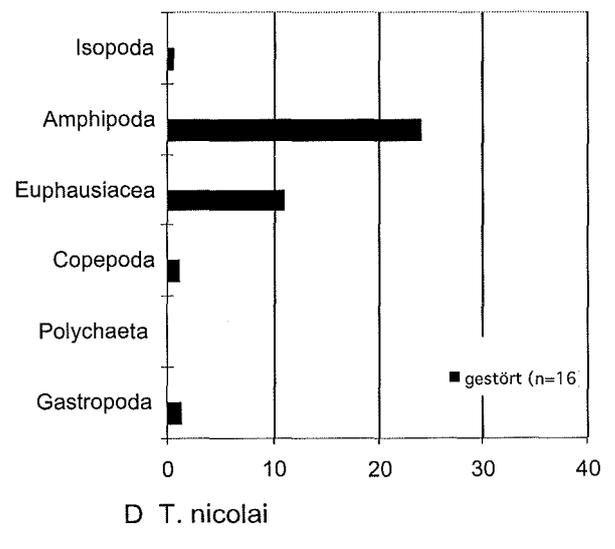
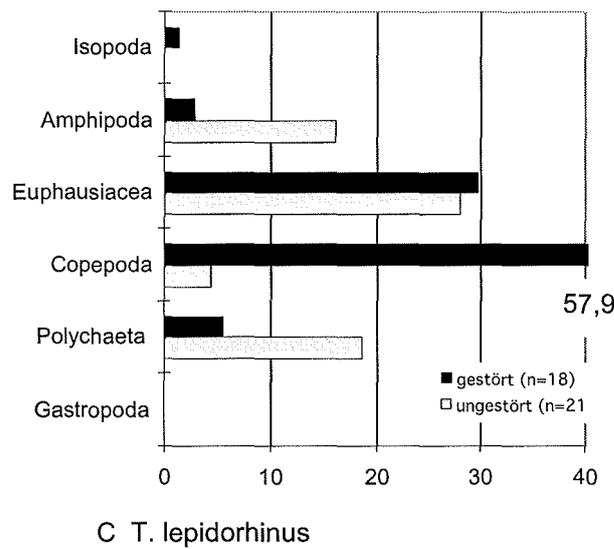
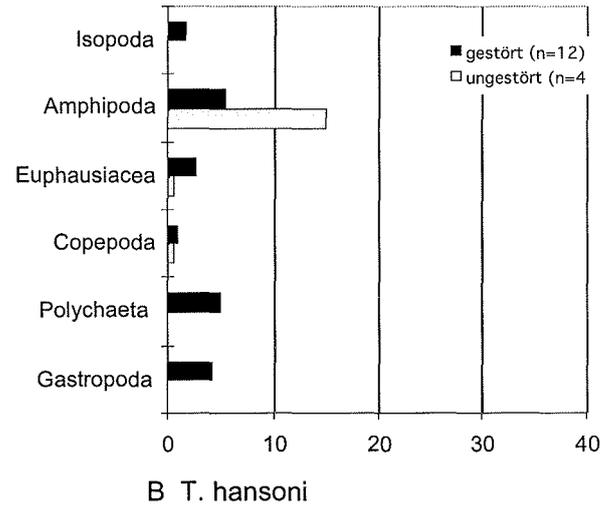
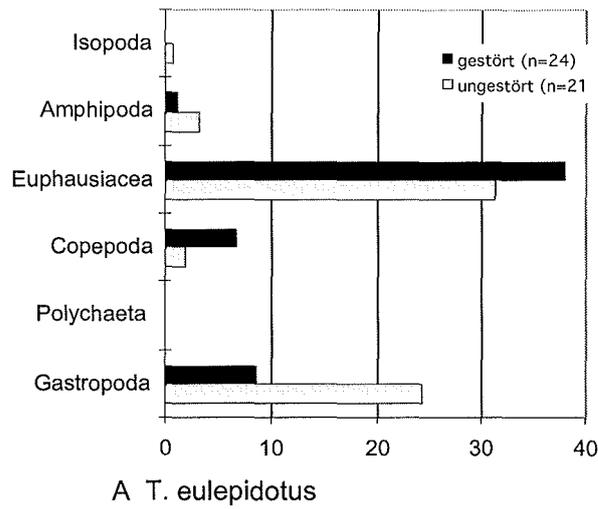
	<i>T. eulepidotus</i> ungestört	<i>T. eulepidotus</i> gestört	<i>T. hansonii</i> ungestört	<i>T. hansonii</i> gestört	<i>T. lepidorhinus</i> ungestört	<i>T. lepidorhinus</i> gestört	<i>T. nicolai</i> ungestört	<i>T. nicolai</i> gestört	<i>T. pennellii</i> ungestört	<i>T. pennellii</i> gestört	<i>T. scottii</i> ungestört	<i>T. scottii</i> gestört
<i>T. eulepidotus</i> ungestört	xx	0,624	0,073	0,019	0,593	0,217	np	0,331	0,162	0,293	0,178	0,022
<i>T. eulepidotus</i> gestört		xx	0,057	0,020	0,754	0,414	np	0,252	0,052	0,355	0,084	0,014
<i>T. hansonii</i> ungestört			xx	0,917	0,085	0,044	np	0,085	0,059	0,087	0,083	0,045
<i>T. hansonii</i> gestört				xx	0,018	0,017	np	0,018	0,017	0,019	0,036	0,003
<i>T. lepidorhinus</i> ungestört					xx	0,194	np	0,318	0,147	0,356	0,222	0,132
<i>T. lepidorhinus</i> gestört						xx	np	0,165	0,020	0,311	0,077	0,005
<i>T. nicolai</i> ungestört							xx	np	np	np	np	np
<i>T. nicolai</i> gestört								xx	0,499	0,633	0,474	0,398
<i>T. pennellii</i> ungestört									xx	0,548	0,550	0,677
<i>T. pennellii</i> gestört										xx	0,525	0,540
<i>T. scottii</i> ungestört											xx	0,381
<i>T. scottii</i> gestört												xx

Der Index für die Tiere aus ungestörten und gestörten Gebieten ist bei *T. lepidorhinus* mit nur 0,194 sehr niedrig. Bei den Fischen aus ungestörten Gebieten zeigt sich eine höhere Überlappung zu *T. nicolai* und *T. pennellii* aus gestörten Gebieten. Für *T. hansonii* ergibt sich ein sehr hoher Index von 0,917 für den Vergleich zwischen den Flächen. Die Nahrungs-Überlappung mit allen anderen Arten liegt unter einem Wert von 0,1. Die Ernährung von *T. nicolai* über-

schneidet sich am stärksten mit der von *T. pennellii* aus gestörten Gebieten. Die Werte für den Vergleich zwischen *T. pennellii* und *T. scotti* und *T. nicolai* und *T. scotti* sind ebenfalls verhältnismäßig hoch. *T. nicolai* und *T. pennellii* zeigen in gestörten Gebieten zudem Überlappungs-Indizes zwischen 0,252 und 0,356 bei dem Vergleich mit *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*.

Ein etwas anderes Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Main-Food-Indizes (MFI). Hier wird nicht nur, wie beim Überlappungs-Index, die Abundanz einbezogen, sondern auch Präsenz und Biomasse der Nahrungs-Taxa berücksichtigt. Die Main-Food-Indizes der gesamt gesehen wichtigsten Taxa sind einander in Abb.3.2.19 gegenübergestellt. Die Cluster-Analyse zeigt deutlich, daß die Ähnlichkeiten der Main-Food-Indizes innerhalb der Arten am höchsten sind (Abb. 3.2.20). Die Arten lassen sich in drei Gruppen einteilen: Eine Cluster-Gruppe wird von *T. pennellii* und *T. scotti* gebildet, eine weitere von *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. nicolai*. *T. hansonii* steht relativ abseits und ist allen anderen Arten gegenüber sehr unähnlich. Die Main-Food-Indizes von *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* (Abb. 3.2.19 A, C) sind im Bezug auf Isopoden, Amphipoden und Euphausiaceen sehr ähnlich sind. Unterschiede zwischen diesen beiden Arten gibt es im Bezug auf Gastropoden und Polychaeten. Bei *T. eulepidotus* spielten Gastropoden der Ordnung Cephalaspidea in beiden Gebieten eine bedeutende Rolle, Polychaeten hingegen wurden nur auf ungestörter Fläche gefressen und haben hier einen MFI von 0,03. Bei *T. lepidorhinus* ergab sich für Gastropoden in ungestörten Gebieten nur ein MFI von 0,09. In gestörten Gebieten waren Gastropoden kein Bestandteil der Nahrung dieser Art. Polychaeten wurden von *T. lepidorhinus* sowohl auf ungestörten als auch auf gestörten Flächen gefressen. Fische und Fischeier (hier nicht dargestellt) gehörten nur bei *T. eulepidotus* zum Nahrungsspektrum. *T. nicolai* gleicht zwar im Bezug auf die in Abb. 3.2.19 D dargestellten Nahrungs-Taxa auch *T. pennellii* und *T. scotti*, ist aber bei Betrachtung aller MFIs *T. lepidorhinus* und *T. lepidorhinus* sehr viel ähnlicher (Abb. 3.2.20).

Bei *T. pennellii* und *T. scotti* finden die größten Ähnlichkeiten in den Indizes für Isopoden, Amphipoden und Polychaeten (Abb. 3.2.19 E, F). Unterschiede gibt es vor allem in den MFI's für Gastropoden, die in stärkerem Ausmaß von *T. pennellii* gefressen wurden und bei Pantopoden und Fischen (hier nicht graphisch dargestellt), die in der Nahrung von *T. scotti* nicht vorkamen. Die *T. scotti* aus gestörten Gebieten sind den anderen Fischen in dieser Gruppe etwas weniger ähnlich, was vermutlich in der geringen Anzahl der hier untersuchten Tiere liegt.



MFI

Abb. 3.2.19 Die Main-Food-Indizes (MFI) der wichtigsten Nahrungstaxa

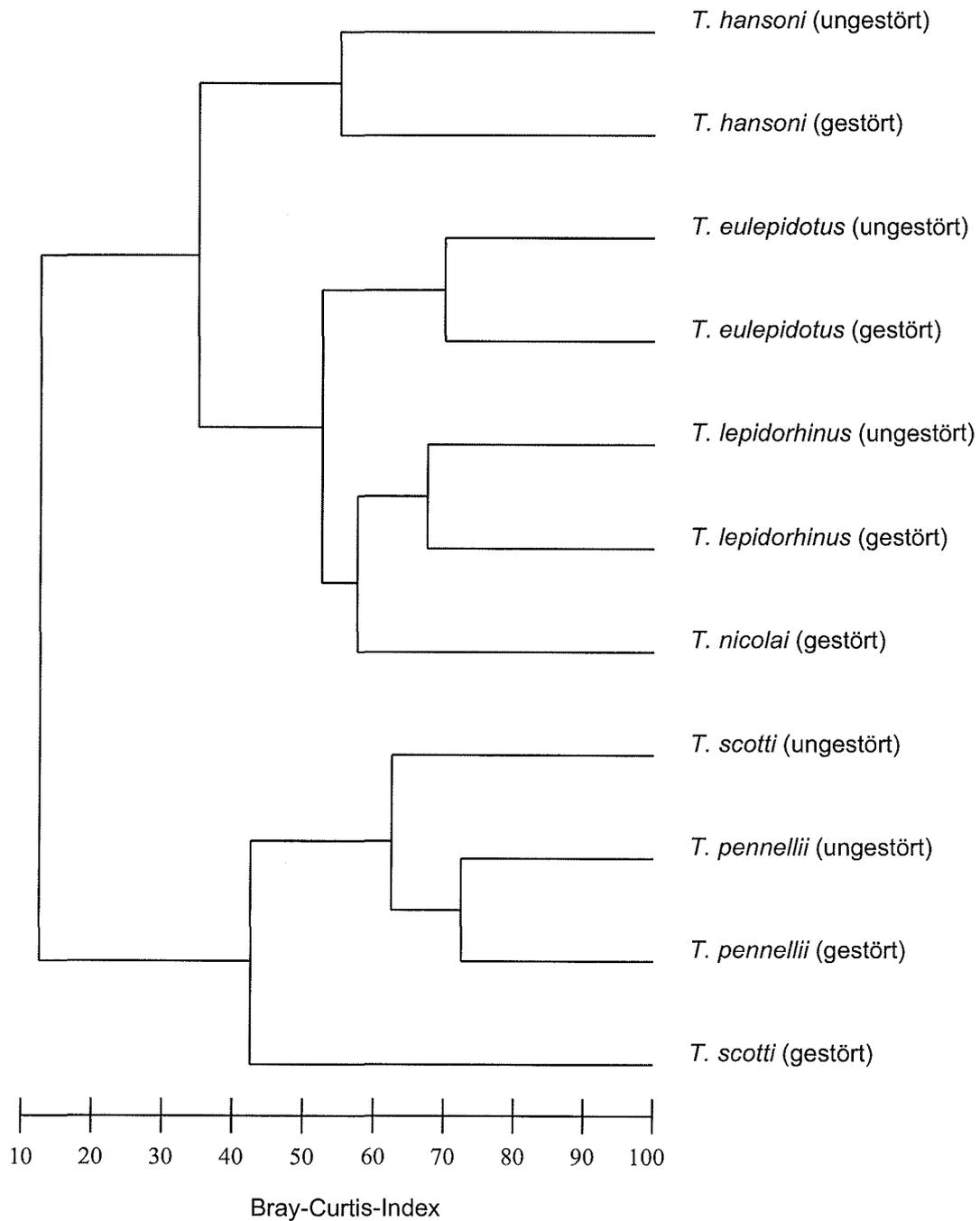


Abb. 3.2.20 Ähnlichkeiten der Main-Food-Indizes nach Bray-Curtis in Form eines zwei-dimensionalen Clusters

Bei der Darstellung der Ähnlichkeiten im multi-dimensionalen Raum (MDS-Plot; Abb. 3.2.21) liegen *T. eulepidotus*, *T. lepidorhinus* und *T. nicolai* auch sehr dicht beieinander, doch sieht man hier, daß der Abstand zu *T. pennellii* aus gestörten Gebieten und *T. scotti* aus ungestörten Gebieten nur gering ist. *T. pennellii* aus ungestörten Gebieten und *T. scotti* aus

gestörten Gebieten liegen etwas weiter entfernt von dieser Gruppe. *T. hansonii* steht auch hier sehr weit abseits.

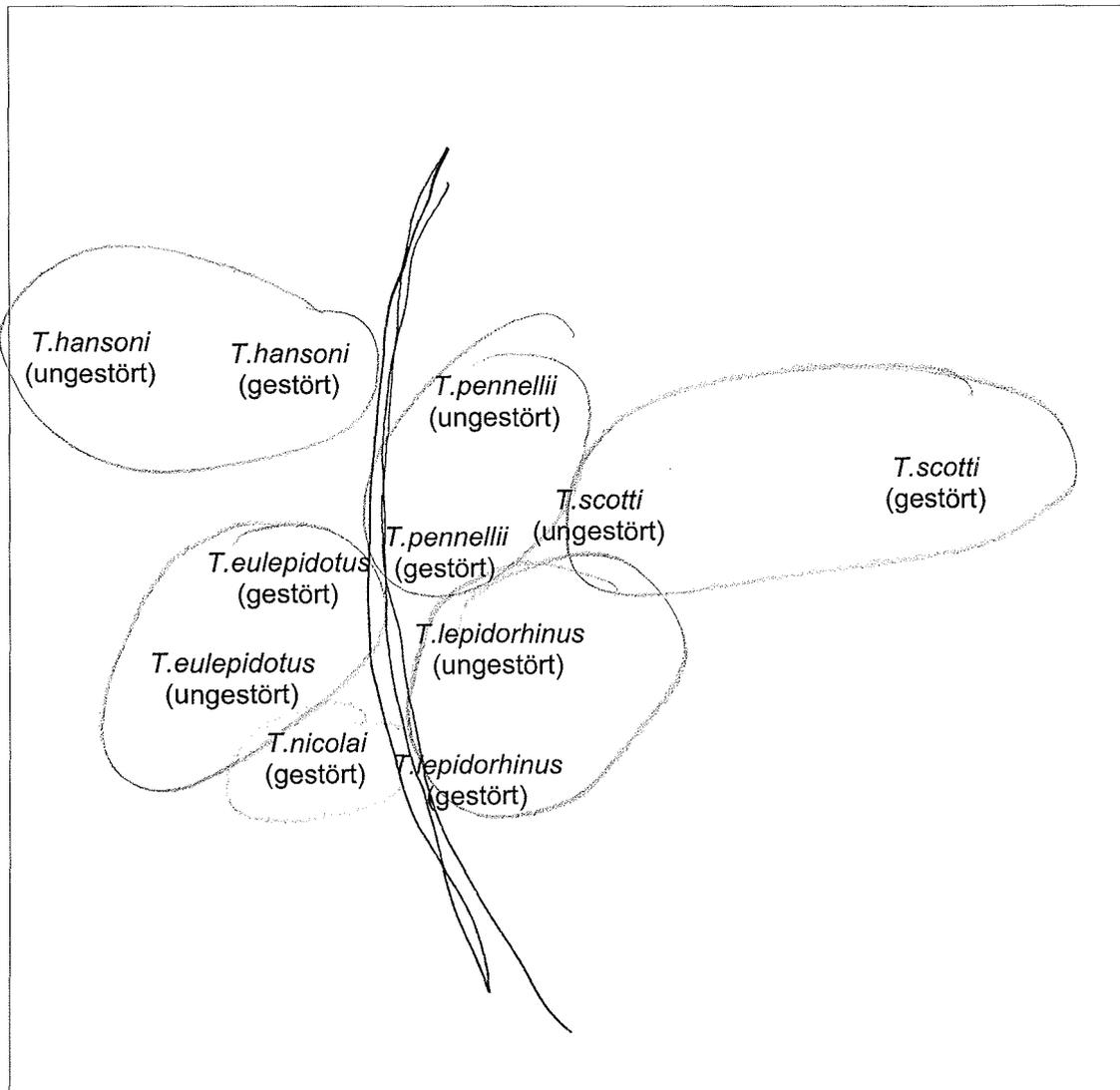


Abb. 3.2.21 Ähnlichkeiten der Main-Food-Indizes nach Bray-Curtis in Form eines multi-dimensionalen MDS-Plots

## 4. Diskussion

### 4.1 Methoden

#### 4.1.1 Praktische Methoden

Verfälschungen der Ergebnisse durch die Methodik bei der Probennahme sind relativ unwahrscheinlich. Bei allen Fängen wurde das selbe Gerät (GSN) eingesetzt und tiefenabhängige Unterschiede in der Zusammensetzung der Fischfauna wurden durch die Auswahl der bearbeiteten Stationen vermieden (siehe 3.1). Die unterschiedlich langen Schleppzeiten wurden durch die Umrechnung auf eine einheitliche Zeit standardisiert. Da es nach bisherigem Kenntnisstand keine Anzeichen für tageszeitlich bedingte Vertikalwanderungen der untersuchten Arten gibt, stellen auch die unterschiedlichen Fangzeiten (morgens und mittags bzw. nachmittags) keinen problematischen Faktor dar. Da die Öffnung eines Grundsleppnetzes nicht verschlossen werden kann, ist allerdings nicht auszuschließen, daß beim Hieven Fische aus höheren Wasserschichten ins Netz geraten sind. Die Einteilung der Flächen in die beiden Charaktere „ungestört“ und „gestört“ ist sehr vage, denn sie sagen nichts über die Zusammensetzung des Benthos, den Grad der Zerstörung oder das Stadium der Wiederbesiedlung aus. Mit Hilfe des ROV konnte lediglich die ungefähre Position geschädigter Flächen bestimmt werden. Da zwischen den von gestrandeten Eisbergen hinterlassenen Spuren oft kleinere, unbeschädigte Flächen bestehen bleiben (pers. Beobachtung), ist nicht auszuschließen, daß während eines Fanges sowohl ungestörte als auch gestörte Bereiche befischt wurden. In den meisten Fällen war jedoch aus dem Umfang und der Zusammensetzung der Hols relativ offensichtlich, ob es sich um eine vorwiegend ungestörte oder eine überwiegend gestörte Fläche handelte. Im Fall der hier nicht näher behandelten Station 56/124 war anhand der vielen, als langsamwüchsig geltenden (ARNTZ *et al.* 1994), Glasschwämme sehr deutlich, daß hier Bereiche beider Art befischt wurden.

Bestimmungs- und Meßfehler an Bord können weitgehend ausgeschlossen werden. Das exakte Heraustrennen der Mägen war zum Teil, besonders bei sehr kleinen Fischen, schwierig. Es ist möglich, daß hierdurch leichte Fehler bei der Bestimmung des Magengewichtes verursacht wurden. Die Bestimmung des Mageninhalts-Gewichts erfolgte rechnerisch aus dem Gewicht des vollen Magens und dem Gewicht des leeren Magens. In dem Gewicht des Mageninhalts sind also auch die im Magen enthaltenen Flüssigkeiten mit beinhaltet. Aus diesem

Grund wurden für die Berechnung von Dominanzen die Summen der einzelnen Taxa als Ausgangswert herangezogen und nicht das berechnete Mageninhalts-Gewicht.

Die visuelle Bestimmung von Verdauungsgrad und Magenfüllung ist eine subjektive Methode, weshalb es sehr wichtig war, daß beide Parameter immer von der selben Person dokumentiert wurden. Für die vergleichende Untersuchung des Freßverhaltens im Tagesverlauf hat sich diese Methode als sehr brauchbar erwiesen. Da es aber bei Fängen in größeren Wassertiefen hin und wieder vorkommt, daß die Fische aufgrund der Druckveränderungen beim Hieven ihren Mageninhalt auswürgen (GRÖHSLER, 1992), ist nicht auszuschließen, daß einige Mägen mit geringer Füllung ursprünglich sehr viel stärker gefüllt waren. Um dies abschätzen zu können, müßte man zusätzlich die Füllung der Gallenblase untersuchen (OLASO *et al.*, 2000). Zudem ist es möglich, daß Teile der Mageninhalte nicht am Boden, sondern erst im Netz aufgenommen wurden (GRÖHSLER, 1992).

Die Biomasse-Bestimmung der Taxa erfolgte lediglich über das Naßgewicht. Da es aber auch hier in erster Linie um einen Vergleich und nicht um exakte Aussagen über die einzelnen Gewichte der Nahrungs-Taxa ging, reichte diese Art der Bestimmung aus. Außerdem ist die Gewichtsbestimmung an sich bei halb-verdauten Organismen mit Fehlern behaftet. Aus diesem Grund wurde nicht nur die Biomasse, sondern auch Abundanz und Präsenz bestimmt, um gesicherte Aussagen über die Bedeutung eines Nahrungstaxons treffen zu können.

#### 4.1.2 Auswertung

Die statistische Überprüfung der Ergebnisse erfolgte sowohl bei Größen- als auch beim Flächenvergleich immer nur auf der Ebene der Großtaxa (Polychaeten, Copepoden, Euphausiaceen u.a.). Ein Vergleich auf Unterordnungs- oder Familien-Niveau war nicht möglich, da die Individuen, abhängig von ihrem Verdauungszustand, nicht immer auf der gleichen Ebene identifiziert werden konnten. Eine Einordnung in die Großtaxa war hingegen fast immer möglich.

Bei der abschließenden Betrachtung aller Arten wurde zum einen die proportionale Nahrungs-Überlappung auf der Basis der Individuen-Dominanzen berechnet und zum anderen die Ähnlichkeiten der Main-Food-Indizes verglichen. Die Aussagen der Ergebnisse wichen bei den beiden Methoden zum Teil voneinander ab. Der Vergleich der Main-Food-Indizes hat sich als sinnvollere Methode erwiesen, da hier neben der Abundanz auch die Präsenz und die Biomasse eines Nahrungstaxons berücksichtigt werden und damit die wirkliche Bedeutung eines

Taxons besser hervorgehoben wird. Die Darstellung der Ähnlichkeiten in Form eines Clusters ist auf den ersten Blick sehr übersichtlich und aussagekräftig. Der Vorteil bei der Darstellung in Form eines MDS-Plots liegt aber darin, daß hier Ähnlichkeiten in mehreren Ebenen verglichen und dargestellt werden können. So sind die Ähnlichkeiten der Main-Food-Indizes einiger Arten in dem zwei-dimensionalen Cluster sehr gering, während sie im multi-dimensionalen Raum dicht beieinander liegen (z.B. beim Vergleich von *T. pennellii* mit *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*).

## 4.2 Zusammensetzung und Verbreitung der Fischfauna

Die Bedeutung der Unterordnung Notothenioidei im Südpolarmeer ist durch vorangegangene Arbeiten seit langem bekannt (EASTMAN & DE VRIES, 1986; KOCK, 1992; EASTMAN, 1993; MONTGOMERY & CLEMENTS, 2000; u.a.). Vertreten war die Unterordnung hier durch die vier Familien Artedidraconidae, Bathydraconidae, Channichthyidae und Nototheniidae. Das Fehlen der Bovichtidae und Harpagiferidae läßt sich damit erklären, daß diese Familien südlich der Polarfront nur mit wenigen Arten anzutreffen sind (siehe Tab. 1.4.1). Die Bovichtidae haben ihre Hauptverbreitung außerhalb des antarktischen Raums und sind nur im Bereich der Antarktischen Halbinsel mit einer Art (*Bovichtus elongatus*) vertreten (EASTMAN, 1993). Die Familie Harpagiferidae kommt überwiegend in flacheren Gebieten (bis ca. 180 m) sub-antarktischer Inseln vor (EASTMAN, 1993).

Innerhalb der Notothenioidei nimmt die Familie Nototheniidae im Weddellmeer eine dominante Position ein. Die Bedeutung dieser Familie und vor allem der Gattung *Trematomus* wurde bereits von verschiedenen Autoren beschrieben (SCHWARZBACH, 1988; GON & HEEMSTRA, 1990; EKAU, 1988; EASTMAN, 1993; HUBOLD, 1992; SCHRÖDER *et al.*, 1999) und in dieser Arbeit bestätigt. Mit dem Vorkommen der Fische in ungestörten und gestörten Gebieten haben sich KNUST und SCHROEDER (1999) während der Expedition ANT XV/3 beschäftigt. In ihrer Arbeit ist die Art *Prionodraco evansii* (Bathydraconidae) als häufiger Vertreter ungestörter Gebiete beschrieben. Auf dieser Expedition (ANT XVII/3) hingegen wurde diese Art fast ausschließlich und in hoher Abundanz auf gestörten Flächen gefunden, was durch Unterwasser-Aufnahmen des ROV bestätigt wurde. Der Grund für diese Unstimmigkeit der Ergebnisse liegt vermutlich darin, daß während der früheren Fahrt zum Teil versehentlich Flächen beider Art (ungestört und gestört) befischt worden sind (KNUST, AWI Bremerhaven, pers. Mitteilung). Die gefundene Verteilung der *Trematomus*-Arten auf ungestörte und gestörte Gebiete stimmt weitgehend mit der Arbeit von KNUST & SCHROEDER (1999) überein.

*T. bernacchii* war insgesamt sehr selten, aber doch präsent, obwohl diese Art nach GON und HEEMSTRA (1990) auf dem Kontinentalschelf nicht vertreten sein soll. Die Verbreitung von *T. bernacchii* erstreckt sich in erster Linie auf die Ost-Antarktis, die Antarktische Halbinsel und auf Bereiche in der Nähe sub-antarktischer Inseln bis in 700 m Wassertiefe (GON & HEEMSTRA, 1990). Bei der Betrachtung dieser Art muß beachtet werden, daß einige Autoren (z.B. EKAU, 1988; SCHWARZBACH, 1988) diese Art nicht der Gattung *Trematomus*, sondern der Gattung *Pagothenia* zuordnen.

*T. eulepidotus* kommt sowohl auf dem Kontinentalschelf als auch in näherer Umgebung von Inseln vor und zählt mit zu den häufigsten Arten innerhalb der Gattung *Trematomus* und der Familie Nototheniidae (EKAU, 1988; SCHWARZBACH, 1988; HUBOLD, 1992). Entgegen der Untersuchung von KNUST & SCHROEDER (1999) war *T. eulepidotus* hier nicht nur in ungestörten, sondern auch in gestörten Gebieten in hoher Abundanz vertreten.

Die Art *T. hansonii* ist zirkum-antarktisch verbreitet (GON & HEEMSTRA, 1990) und wird von anderen Autoren im Weddellmeer als relativ selten beschrieben (EKAU, 1988; SCHWARZBACH, 1988; HUBOLD, 1992). Auch während dieser Expedition wurden nur wenige Exemplare, diese aber überwiegend auf gestörten Flächen, gefangen. Auch bei dieser Art gibt es Unstimmigkeiten über die Gattungs-Zugehörigkeit. Bei EKAU (1988), SCHWARZBACH (1988) und HUBOLD (1992) wird *T. hansonii* unter dem Namen *Pagothenia hansonii* beschrieben.

*T. lepidorhinus* ist auf dem Kontinentalabhang und dem Schelf bis in 800 m Tiefe vertreten (GON & HEEMSTRA, 1990; HUBOLD, 1992). Diese Art kam wie *T. eulepidotus* etwas häufiger in ungestörten Gebieten vor. Die im Vergleich dazu doch recht hohe mittlere Abundanz auf gestörten Flächen war vor allem durch die hohe Anzahl an einer Station (56/119) bedingt. In den anderen Fängen war die Art kaum vertreten, was sich in der hohen Standardabweichung widerspiegelt. Da Beobachtungen von GUTT und EKAU (1996) gezeigt haben, daß *T. lepidorhinus* Flächen bevorzugt, wo der Boden mit biogenem Material bedeckt ist, ist anzunehmen, daß an der einen Station zum Teil auch ungestörte Bereiche befischt worden sind. Die Art besiedelt normalerweise Böden mit zahlreichen sessilen Suspensionsfressern, wo sie die drei-dimensionale Struktur nutzt, um erhöht über dem Boden zu verweilen und sich in großen Schwämmen zu verstecken. Gebiete mit geringer Bedeckung des Bodens werden eindeutig gemieden (GUTT & EKAU, 1996).

*T. nicolai* wurde ausschließlich auf gestörten Flächen gefangen. Die relativ geringe Abundanz dieser Art, die früher der Gattung *Notothenia* zugeordnet wurde, liegt darin begründet, daß *T. nicolai* vorwiegend in der Ostantarktis vorkommt (GON & HEEMSTRA, 1990). Eine weitere Art, die gestörte Gebiete bevorzugt besiedelt, ist *T. pennellii*. *T. pennellii* wird von EKAU (1988), SCHWARZBACH (1988) und HUBOLD (1992) als relativ selten gegenüber *T. scotti*, *T. lepidorhinus* und *T. eulepidotus* beschrieben. Sowohl bei KNUST & SCHROEDER (1999) als auch in der vorliegenden Untersuchung zeichnet sich *T. pennellii* durch eine sehr hohe Abundanz in gestörten Gebieten aus. Da die Fänge, auf denen die Daten der anderen Arbeiten basieren, vermutlich zum größten Teil außerhalb der Reichweite von Eisbergen durchgeführt wurden, ist dies ein weiteres Indiz dafür, daß sich diese Art auf gestörte Flächen spezialisiert hat und in ungestörten Bereichen eher selten vorkommt.

*T. scotti* war die zweithäufigste *Trematomus*-Art auf ungestörten Flächen. Obwohl *T. scotti* Weichböden mit nicht zu starkem Bewuchs bevorzugt (GUTT & EKAU, 1996), wurden gestörte Gebiete eindeutig gemieden. Ein Grund hierfür könnte fehlende Epifauna sein, da die Art häufig in erhöhter Position auf Schwämmen oder Ascidien anzutreffen ist (EKAU & GUTT, 1991).

Da es sich bei den angegebenen Abundanzen und Gewichten um die gemittelten Werte aus nur jeweils drei Hols pro Fläche handelt, sind die Standardabweichungen bei den meisten Arten verhältnismäßig hoch. Um statistisch abgesicherte Aussagen über die Verteilung auf ungestörte und gestörte Gebiete treffen zu können, müßte die Anzahl der Hols deutlich höher sein. Ein wirklicher Vergleich der mittleren Abundanzen mit vorhandenen Literaturdaten ist an dieser Stelle nicht möglich, da sich die Angaben der meisten Autoren auf tatsächliche Anzahlen, ohne Berücksichtigung der Schleppzeit oder der abgefischten Fläche, oder auf relative Häufigkeiten beschränken (z.B. EKAU, 1988; SCHWARZBACH, 1988; HUBOLD, 1992).

### 4.3 Längen und Geschlecht

Die gefangenen Tiere der Art *T. bernacchii* waren im Vergleich zu den von GON & HEEMSTRA (1990) angegebenen Maximallängen alle noch recht klein.

Bei *T. eulepidotus* war das Längenspektrum der Fische aus ungestörten Gebieten breiter als bei den Fischen aus gestörten Gebieten, wo überwiegend größere Tiere vorkamen. Auf die möglichen Gründe für diese Größenverteilung wird in Punkt 4.5 genauer eingegangen. Alle gefangenen Tiere waren adult, wobei die mittlere Anzahl der Männchen auf ungestörter Fläche deutlich höher war als auf gestörter Fläche. Die mittlere Anzahl der Weibchen war in beiden Gebieten etwa gleich. Der Großteil der Fische befand sich in relativ frühen Reifestadien, nur unter den Weibchen aus gestörten Gebieten befanden sich einige Exemplare, die bereits gelaicht hatten. Dies bestätigt die Vermutung von EKAU (1989), daß die Laichphase dieser Art im Sommer liegt. Es ist bekannt, daß einige Notothenioiden ihre Eier in großen Schwämmen ablegen und daß bei einigen Arten von den Männchen Brutpflege betrieben wird (NORTH, 1991). Würde dies auch auf *T. eulepidotus* zutreffen, wäre es eventuell eine Erklärung dafür, daß die Männchen ungestörte Flächen bevorzugen. Was allerdings gegen diese Theorie spricht, ist die Tatsache, daß sich die Geschlechtsorgane der männlichen Tiere alle in einem unreifen Zustand befanden.

Die gefangenen *T. hansonii* waren ausnahmslos adult. Die größeren Weibchen befanden sich in fortgeschrittenen Reifestadien oder hatten bereits abgelaicht, was mit den Angaben von GON & HEEMSTRA (1990) übereinstimmt, nach denen *T. hansonii* in den Monaten Januar und Februar seine Eier am Boden ablegt.

Die Art *T. lepidorhinus* kam in gestörten Gebieten vorwiegend mit kleinen, juvenilen Tieren vor, auf ungestörten Flächen waren eher größere, adulte Exemplare vertreten (siehe auch Punkt 4.5), die sich aber alle noch in unreifem Zustand befanden. Die bisher bekannte Maximallänge liegt bei 31 cm (GON & HEEMSTRA, 1990), das heißt die Fische waren insgesamt sehr klein. Obwohl die Art ihre Laichzeit im Herbst hat (EKAU, 1988), wurden keine reifen Tiere mit entwickelten Eiern gefunden. Bei welcher Größe die sexuelle Reife erlangt wird, ist unbekannt.

Unter den gefangenen *T. nicolai* waren ausschließlich adulte Tiere, von denen die meisten allerdings noch nicht ausgewachsen waren (bekannte Maximallänge: 36 cm; GON & HEEMSTRA, 1990). Einige der gefundenen Weibchen befanden sich in einem sehr weitem Reifezustand oder hatten bereits gelaicht. Demnach liegt die Laichphase dieser Art im Herbst.

*T. pennellii* war mit einem breiten Größenspektrum vertreten, wobei kleine, juvenile Tiere ausschließlich auf gestörten Flächen vorkamen. Warum nur die großen Tiere gelegentlich ungestörte Gebiete aufsuchen, bleibt vorerst ungeklärt. Einige der weiblichen Exemplare aus gestörten Gebieten hatten bereits gelaicht, was mit der bisher vermuteten Laichzeit im Sommer übereinstimmt (EKAU, 1989; GON & HEEMSTRA, 1990).

*T. scotti* ist die kleinste unter den untersuchten *Trematomus*-Arten. Es wurden sowohl sehr kleine Exemplare als auch nahezu ausgewachsene Tiere gefunden (bekannte Maximallänge: 16 cm SL; GON & HEEMSTRA, 1990). Die hohe Anzahl noch juveniler Fische bestätigt die Vermutung von KELLERMANN (1989a), daß der Übergang von der pelagischen (larvalen) Lebensweise zu einem Leben am Boden im Sommer stattfindet. Da unter den Weibchen einige Tiere waren deren Gonaden sich in der Entwicklung befanden, liegt die Vermutung nahe, daß diese Art im Winter oder im Frühling laicht.

BRENNER *et al.*, (im Druck) vermuteten, daß sich in gestörten Gebieten überwiegend größere Fische aufhalten und kleinere Tiere nur in geringem Umfang präsent sind. Für die generelle Verteilung der Arten kann diese Aussage für *T. nicolai*, *T. hansonii* und *T. scotti* bestätigt werden. Es ist anzunehmen, daß kleine Arten eher auf die Möglichkeit angewiesen sind, sich zum Schutz vor Feinden in oder zwischen Schwämmen zu verstecken. Betrachtet man die Längenverteilungen innerhalb der Arten, trifft die Aussage von BRENNER *et al.* lediglich auf *T. eulepidotus* zu, der auf gestörten Flächen vorwiegend mit größeren Exemplaren vertreten war. Bei *T. lepidorhinus* z.B. war die mittlere Anzahl kleiner Fische auf gestörter Fläche sehr viel höher, wohingegen große Tiere überwiegend auf ungestörter Fläche vorkamen. *T. pennellii* war in ungestörten Gebieten ausschließlich mit relativ großen Individuen vertreten.

Was insgesamt bei der Betrachtung der Reifestadien sehr ungewöhnlich war, ist die Tatsache, daß die männlichen Fische ausnahmslos unreif waren oder sich gerade erst in der Entwicklung befanden. Unter den Weibchen waren zwei Generationen vertreten: zum einen die relativ zahlreichen, unreifen Tiere und zum anderen Fische, die in einem sehr fortgeschrittenen Reifestadium waren oder bereits gelaicht hatten.

Das Fehlen von Larval- und Postlarval-Stadien in den Fängen erklärt sich mit der Tatsache, daß alle bisher diesbezüglich untersuchten *Trematomus*-Arten pelagische Larven haben, die nicht vom Grundschleppnetz erfaßt werden (KELLERMANN & KOCK, 1984; BOYSEN-ENNEN & PIATKOWSKI, 1988; HUBOLD, 1990; HUBOLD & EKAU, 1990; WHITE & PIATKOWSKI, 1993).

Die Entwicklung der Larven zu frühen Juvenil-Stadien, die zur Lebensweise am Boden übergehen, dauert bei den meisten Notothenioiden sechs bis zwölf Monate (KELLERMANN, 1989).

Auch bei der Betrachtung der Geschlechter-Verteilung bestand das Problem der oft sehr hohen Standardabweichungen, verursacht durch die geringe Anzahl der Fänge. Um statistisch gesicherte Aussagen treffen zu können, müssten mehr Fänge miteinander verglichen werden.

## 4.4 Ernährung der Arten

### 4.4.1 *Trematomus bernacchii*

Die Nahrung dieser Art setzte sich überwiegend aus Polychaeten der Familien Terebellidae und Aphroditidae, gammariden Amphipoden und Tanaidaceen (*Mirandotanais sp.*) zusammen. Sowohl die gefressenen Polychaeten (HARTMANN-SCHRÖDER, 1996), als auch die gammariden Amphipoden (SIEG & WÄGELE, 1990) und Tanaidaceen (WESTHEIDE & RIEGER, 1996) leben überwiegend am Meeresboden. Auch die Gastropoden der Ordnung Cephalaspiidea gehören zum Benthos (SCHRÖDL, Zoologische Staatssammlung München; pers. Mitteilung). Die gefundenen Copepoden der Gattung *Metridia* werden zwar als mesopelagisch eingeordnet (BRADFORD-GRIEVE *et al.*, 1999), sind aber im Herbst eher in tieferen Wasserschichten und am Schelfhang zu finden (SCHIEL, 1998). Ostracoden, Isopoden, unidentifizierte Crustaceen und andere Fische wurden in geringerem Umfang gefressen. Eine ähnliche Nahrungszusammensetzung von *T. bernacchii* wurde von SCHWARZBACH (1988) beschrieben. Bei Tieren aus dem *McMurdo Sound* fanden MONTGOMERY *et al.* (1993) überwiegend kriechende, benthische Beutetiere. Bei Untersuchungen an Fischen vom *Adélie Land* wurden zusätzlich Fischeier, Algen und Schwämme in den Mägen der Fische gefunden (HUREAU, 1964; ARNAUD & HUREAU, 1966). In der *Terra Nova Bay* dominierten Polychaeten, Muscheln und Euphausiaceen in der Nahrung (VACCHI *et al.*, 1994). Die Nahrungszusammensetzung von *T. bernacchii* variiert demnach mit der Region, in der die Fische leben, wobei in allen Gebieten der Hauptanteil der Nahrung auf Benthosorganismen entfällt. Untersuchungen zur Morphologie (EKAU, 1988) und Schwebfähigkeit der Art (EASTMAN & DEVRIES, 1982; EASTMAN, 1985) deuten ebenso wie die Ausrichtung der Augen (EASTMAN, 1993) auf eine Lebensweise am Boden hin.

*T. bernacchii* zeigt ein opportunistisches Freßverhalten. Die Art ist als Benthosfresser einzuordnen, der zusätzlich, wenn verfügbar, pelagische Beute wie Copepoden oder Ostracoden zu sich nimmt.

### 4.4.2 *Trematomus eulepidotus*

Ein zeitabhängiges Freßverhalten ließ sich bei dieser Art nicht erkennen. Das Nahrungsspektrum von *T. eulepidotus* wurde von Euphausiaceen, Gastropoden und Copepoden dominiert,

wobei letztere nur mit geringer Gesamt-Biomasse vertreten waren. Polychaeten oder am Boden abgelegte Fischeier wurden selten gefressen. Seine Ernährungsweise ist der von *T. lepidorhinus* sehr ähnlich. Benthische Gastropoden waren vor allem für kleine Fische von Bedeutung und wurden bei größeren Fischen eher von Euphausiaceen ersetzt. Dies steht entgegengesetzt zu den Ergebnissen aus dem antarktischen Teil des Indischen Ozeans. PAKHOMOV (1997) fand bei kleineren *T. eulepidotus* eher eine Tendenz zur Planktivorie, während sich größere Fische hauptsächlich von Benthos ernährten. Aus morphologischer Sicht betrachtet handelt es sich hier aber um eine pelagisch lebende Art (EKAU, 1988). Innerhalb der Großtaxa machten sich feine Unterschiede bemerkbar. Kleine Fische fraßen überwiegend kleine Copepoden wie *Metridia sp.* und kleinere Euphausiaceen (*E. crystallorophias* und Furcilia-Stadien), während große Tiere auch die größere Art *E. superba* gefressen hatten.

Ein signifikanter Unterschied der Nahrungszusammensetzung zwischen den Flächen war nicht festzustellen., obgleich die Evenness und die Diversität des Nahrungsspektrum auf gestörter Fläche niedriger war, da hier die Abundanz an Euphausiaceen und Copepoden weit höher war als die der anderen Taxa. In beiden Gebieten wurden jeweils acht verschiedene Nahrungstaxa gefressen, was im Vergleich zu den siebzehn Großtaxa, die SCHWARZBACH (1988) bei dieser Art fand, sehr wenig ist.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß sowohl von großen als auch von kleinen Fischen und auf beiden Flächen benthische Cephalaspidea scheinbar selektiv gefressen worden sind. In Benthosproben aus den untersuchten Gebieten waren diese Opisthobranchia nur wenig vertreten (GERDES, AWI Bremerhaven; pers. Mitteilung). Des weiteren gab es bisher keine Anzeichen, daß Cephalaspidea in dem hier gefundenen Ausmaß von Fischen gefressen werden (SCHRÖDL, Zoologische Staatssammlung München; pers. Mitteilung).

Statt Cephalaspidea fanden SCHWARZBACH (1988) und PAKHOMOV (1997) Pteropoden in hohen Abundanzen. Diese waren in den Mägen der hier untersuchten Fische nicht vertreten. Ob dieser Unterschied, ebenso wie die oben beschriebenen Differenzen zu dem Größenvergleich bei PAKHOMOV, zufällig oder durch die Region, die Jahreszeit oder das Angebot bedingt sind, kann an dieser Stelle



Abb. 4.4.1 Der benthopelagische *T. eulepidotus* auf einer ungestörten Fläche (Foto: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

nicht geklärt werden. EASTMAN (1993) ordnet dieser Art eine epibenthische Lebensweise zu. Entgegen den Ergebnissen von SCHWARZBACH (1988) und BRENNER *et al.* (im Druck), die die Ernährungsweise dieser Art als pelagisch beschreiben, muß *T. eulepidotus* anhand der hier vorliegenden Ergebnisse als benthopelagischer Freßtyp mit größerem Anteil an Plankton angesehen werden. Auf eine solche Ernährungsweise deuten auch Foto- und Videoaufnahmen von EKAU & GUTT (1991), die diese Art in einigen Zentimetern Abstand vom Boden schwimmend (Abb. 4.4.1) und auf großen Schwämmen verweilend zeigen.

#### 4.4.3 *Trematomus hansonii*

Magenfüllung und Verdauungsgrad lassen vermuten, daß diese Art hauptsächlich am Tage und weniger bei Nacht frißt. Bei den hier untersuchten Fischen wurde das Nahrungsspektrum auf beiden Flächen eindeutig von Fischeiern bestimmt, vor allem aber auf gestörten Flächen. Fische wurden zwar nicht häufig gefressen, stellten aber eine beachtliche Biomasse. Die dominante Rolle von Fischeiern und Fischen in der Nahrung von *T. hansonii* wurde auch aus dem Rossmeer (LA MESA *et al.*, 1997) und aus dem antarktischen Teil des Indischen Ozeans (PAKHOMOV, 1988) beschrieben.

Die Summe der gefressenen Taxa war auf den bevorzugt besiedelten, gestörten Flächen, deutlich höher als auf ungestörten Flächen. Bei Betrachtung der Diversität nach SHANNON und WIENER (1963) muß berücksichtigt werden, daß die Summe der gefressenen Individuen insgesamt auf ungestörter Fläche deutlich niedriger war. In gestörten Gebieten war zum einen die Anzahl der Individuen höher und zum anderen überstieg die Anzahl der gefressenen Eier die Abundanzen aller anderen Taxa weit. So ergibt sich für die gestörten Gebiete ein geringerer Diversität-Index und eine sehr ungleichmäßige Ausnutzung der Nahrungsressourcen.

Auf ungestörten Flächen wurden neben Fischeiern und Fischen lediglich Amphipoden (Gammaridea und Hyperidea), Euphausiaceen und Copepoden gefressen, wohingegen auf gestörten Flächen vermehrt auch benthische Taxa, wie Isopoden, Pantopoden (*Nymphon sp.*), Polychaeten und Gastropoden Bestandteil der Nahrung waren. Bei den aufgenommenen Gastropoden handelte es sich um die Gattungen *Marseniopsis* und *Neobuccinum*, die auch von ARNAUD und HUREAU (1966) in den Mägen von *T. hansonii* gefunden worden sind.

Ein Vergleich der Ernährung unterschiedlich großer Fische konnte hier aufgrund mangelnder Tiere nicht durchgeführt werden, ist aber von anderen Autoren bereits vorgenommen worden. LA MESA *et al.* (1997) fanden bei kleinen Fischen vermehrt andere Fische und Polychaeten,

während große Tiere sich bevorzugt von Fischeiern ernährten. Laut PAKHOMOV (1997) fressen kleine Fische überwiegend Copepoden, größere Fische Euphausiaceen und sehr große Tiere Fische, Fischeier und Benthos.

Die Ernährung dieser Art wurde von zahlreichen Autoren untersucht, die alle neben benthischen auch pelagische Nahrungstaxa beschreiben (ARNAUD & HUREAU, 1966; ARNAUD, 1977; SCHWARZBACH, 1988; FORSTER & MONTGOMERY, 1993). Nach PAKHOMOV (1988) und PAKHOMOV & TSEYTLIN (1992) frißt die Art, wenn verfügbar, auch Schiffsabfälle in höherem Maße. Den zahlreichen Untersuchungen zu Folge ist *T. hansonii* als sehr flexibler Omnivorer einzuordnen, dessen Nahrung sich mit der anderer Fische nur wenig überschneidet. Wenn vorhanden, werden bevorzugt Eier und Fische gefressen. Obwohl die Art eigentlich eine benthische Lebensweise hat, ist sie aufgrund morphologischer (EKAU, 1988; EASTMAN, 1993) und physiologischer (EASTMAN & DEVRIES, 1982) Eigenschaften eher als andere bodenlebende Fische in der Lage, Plankton und Nekton aus der Wassersäule zu nutzen.

#### 4.4.4 *Trematomus lepidorhinus*

Die Nahrungsaufnahme dieser Art erfolgte überwiegend tagsüber. Signifikante Unterschiede in der Ernährung großer und kleiner Fische waren zwar nicht festzustellen, doch haben auch hier kleinere Fische überwiegend Furcilia-Stadien von Euphausiaceen und große Fische vermehrt auch *E. superba* gefressen. Euphausiaceen waren vor allem in ungestörten Gebieten von Bedeutung. Auf gestörten Flächen hingegen überwog die Anzahl an Copepoden. Dieser Unterschied wurde vermutlich aber nicht durch die Fläche, sondern durch die Größe der Tiere verursacht. Zwar sind hier keine deutlichen Unterschiede beim Größenvergleich aufgetreten, doch wurde dieser nur für Fische auf ungestörter Fläche vorgenommen, wo die Anzahl der Tiere zwischen 9 cm und 11 cm Länge sehr gering war. Die untersuchten Tiere aus gestörten Gebieten lagen dagegen überwiegend in diesem Größenbereich. Bestätigt wird diese Vermutung durch die Untersuchungen von PAKHOMOV (1997), der ebenfalls bei kleinen *T. lepidorhinus* vorwiegend Copepoden und bei großen Tieren vermehrt adulte Euphausiaceen fand.

Neben Euphausiaceen und Copepoden waren bei den hier untersuchten Fischen auch Ostracoden und Mysidaceen als Plankton-Organismen Bestandteil der Nahrung. Mysidaceen sind häufig wenige Zentimeter über dem Boden schwimmend zu finden (SIEG & WÄGELE, 1990; WESTHEIDE & RIEGER, 1996). Die gefressenen Amphipoden gehörten überwiegend der Un-

terordnung Gammaridea an, die Polychaeten den Familien Polynoidae und Phyllodocidae, deren Vertreter nach HARTMANN-SCHRÖDER (1996) zur vagilen Epifauna zählen. Eine ähnliche Nahrungszusammensetzung aus Benthos und Plankton wurde von SCHWARZBACH (1988), PAKHOMOV (1997) und BRENNER *et al.* (im Druck) für diese Art beschrieben.

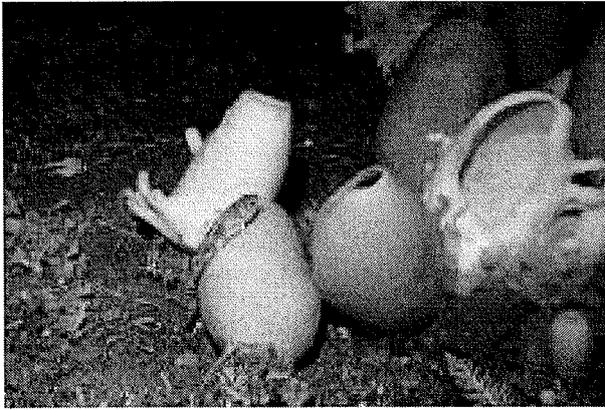


Abb. 4.4.2 *T. lepidorhinus* auf einem Schwamm verweilend (Foto: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

Die Ernährung von *T. lepidorhinus* ist der von *T. eulepidotus* sehr ähnlich, nur daß hier statt Gastropoden vor allem Polychaeten zu den benthischen Bestandteilen der Nahrung gehörten. Auch wenn die Art morphologisch eher in Richtung einer pelagischen Lebensweise ausgerichtet ist (EKAU, 1988), ist *T. lepidorhinus* in seiner Ernährungsweise benthopelagisch.

Wie auch *T. eulepidotus* ist diese Art häufig auf der Oberseite von Schwämmen anzutreffen, wo die Tiere vermutlich eine „Sit-and-wait“-Strategie der Nahrungsaufnahme verfolgen (GUTT & EKAU, 1996; Abb. 4.4.2).

#### 4.4.5 *Trematomus nicolai*

Das wichtigste Nahrungs-Taxon waren gammaride Amphipoden. Neben diesen waren Mysidaceen, Euphausiaceen, Copepoden, Isopoden und andere, unidentifizierte Crustaceen Bestandteil der Nahrung. *T. nicolai* hat also sowohl benthische als auch pelagische Organismen in seiner Nahrung. Seine Ernährungsweise ist der von *T. lepidorhinus* und *T. eulepidotus* sehr ähnlich. Im Bereich des Indischen Ozeans fand PAKHOMOV (1997) in den Mägen der Fische benthische Polychaeten und Crustaceen sowie Krill, Fisch, Quallen und Salpen. Im McMurdo Sound nehmen die Tiere scheinbar überwiegend schwimmende Organismen aus der Wassersäule auf (Amphipoden und Fisch; MONTGOMERY *et al.*, 1993), obwohl der Dichte-Index dieser Art nach EASTMAN (1985) relativ hoch ist und sie damit eher als benthisch einzuordnen ist. Auch die morphologischen Eigenschaften von *T. nicolai* deuten eher auf eine benthische Lebensweise hin, die Maulstellung und die Augen (EASTMAN, 1993) der Fische sind jedoch pelagisch ausgerichtet (EKAU, 1988).

Im Weddellmeer ist die Ernährungsweise dieser Art, wie auch von BRENNER *et al.* (im Druck) beschrieben, als benthopelagisch einzuordnen. Gesamt gesehen muß *T. nicolai* jedoch als Opportunist betrachtet werden, der abhängig von der Region oder der Verfügbarkeit Plankton, Benthos oder Fisch bevorzugt (PAKHOMOV, 1997)

#### 4.4.6 *Trematomus pennellii*

Die Nahrungsaufnahme erfolgte bei *T. pennellii* offensichtlich sowohl tagsüber als auch bei Nacht. Das Nahrungsspektrum dieser Art umfaßt viele verschiedene Taxa, von denen der Großteil zum Benthos zählt (z.B. Isopoden, Tanaidaceen, Pantopoden, Polychaeten, Gastropoden, u.a.). Doch auch hier waren ebenso planktische Taxa, wie Mysidaceen, Euphausiaceen und Copepoden vertreten.

Die Ernährung kleiner und großer Fische war signifikant unterschiedlich: Bei kleinen Tieren überwog der Anteil an kleineren Polychaeten, Tanaidaceen und Copepoden, bei großen Tieren hingegen der Individuen-Anteil an Amphipoden, Isopoden und Gastropoden (*Marseniopsis*, *Prosobranchia*). Innerhalb der Euphausiaceen wurden von kleinen Tieren ausschließlich Furcilia-Stadien gefressen und von großen Tieren zusätzlich *E. crystallorophias* und *E. superba*. Bei der gefressenen Isopoden handelte es sich bei großen Fische um größere Exemplare. Der Unterschied ist scheinbar nicht durch die Spezialisierung auf bestimmte Nahrungstaxa bedingt, sondern eher durch die Größe der Nährtiere. Die Diversität des Nahrungsspektrums war auf gestörten Flächen deutlich höher, wobei auch hier wieder zu beachten ist, daß die Gesamt-Individuenzahl, die in die Berechnung dieses Parameters mit eingeht, auf gestörten Flächen viel höher war.

*T. pennellii* wird von den meisten Autoren als typischer Benthosfresser charakterisiert (SCHWARZBACH, 1988; MONTGOMERY *et al.*, 1993; VACCHI *et al.*, 1994; PAKHOMOV, 1997; BRENNER *et al.*, im Druck). Für eine benthische Lebensweise sprechen auch morphologische Eigenschaften (EKAU, 1988; EASTMAN, 1993) und Untersuchungen zur Schwebfähigkeit



Abb. 4.4.3 *T. pennellii* auf einer gestörten Fläche  
(Foto: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

der Art (EASTMAN, 1985). FORSTER und MONTGOMERY (1993) und PAKHOMOV und TSEYTLIN (1992) hingegen fanden neben benthischen Organismen auch pelagisch lebende Taxa in den Mägen der Tiere. Es gibt Vermutungen, daß zum Beispiel der Krill bereits tot und auf den Boden abgesunken war, als er von den Fischen gefressen wurde (PAKHOMOV & TSEYTLIN, 1992). Eine derartige nekrophage Ernährungsweise kann allerdings anhand von Magenanalysen nur schwer belegt werden, da man nicht weiß, wann die Organismen aufgenommen wurden und ob der Zustand, in dem sich die Nährtiere befinden, nicht durch fortschreitende Verdauung hervorgerufen wurde. Da aber Fotos und Videoaufnahmen *T. pennellii* immer direkt am Boden verbleibend gezeigt haben (EKAU & GUTT, 1991; Abb. 4.4.3), ist auf jeden Fall anzunehmen, daß sich die gefressenen Plankton-Organismen, wenn sie nicht bereits tot waren, sehr dicht über dem Boden aufgehoben haben. Die Lebens- und Ernährungsweise von *T. pennellii* ist also als überwiegend benthisch einzuordnen.

#### 4.4.7 *Trematomus scotti*

Das Nahrungsspektrum dieser Art wurde, wie auch von SCHWARZBACH (1988) und BRENNER *et al.* (im Druck) beschrieben, von benthischen Organismen, wie Polychaeten, gammaride Amphipoden, Isopoden und Hydrozoen dominiert. Planktische Mysidaceen, Copepoden, Euphausiaceen und Ostracoden waren vergleichsweise selten. Unter den gefressenen Polychaeten waren sowohl vagile als auch sessile Vertreter verschiedener Familien. Der Familie Maldanidae, deren Arten Röhren im oder auf dem Boden bewohnen (HARTMANN-SCHRÖDER, 1996), kam mit Abstand die größte Bedeutung zu. Die Untersuchung der Ernährung kleiner und großer Fische ergab auf der Ebene der Großtaxa keine signifikanten Unterschiede. Bei einer näheren Betrachtung der Großtaxa zeigte sich, daß kleine *T. scotti* kleine, cyclopoide Copepoden und Furcilia-Stadien von Euphausiaceen bevorzugten, während große Fische auch größere Copepoden-Arten, wie *Metridia sp.*, *Calanoides acutus* und *Calanus propinquus* und adulte *Euphausia crystallorophias* gefressen haben. Der Magenfüllung und dem Verdauungsgrad nach erfolgte die Nahrungsaufnahme dieser Art überwiegend tagsüber.

*T. scotti* ist sowohl in seiner Ernährungsweise als auch in seinem Körperbau (EKAU, 1988) eindeutig benthisch ausgerichtet und weist große Ähnlichkeiten mit *T. pennellii* auf. Im südlichen Teil des Indischen Ozeans wurden in den Mägen dieser Art vor allem Euphausiaceen gefunden, von denen man aber auch hier annimmt, daß diese bereits tot und zu Boden gesun-

ken waren (PAKHOMOV, 1997). Dem widersprechen aber Beobachtungen von EKAU und GUTT (1991), denen zufolge *T. scotti* hin und wieder in erhöhter Position auf Schwämmen anzutreffen ist, wo er vermutlich bessere Strömungsverhältnisse ausnutzt, um Nahrung aus der Wassersäule aufzunehmen. Diese Art kann demnach als Benthosfresser mit opportunistischem Freßverhalten angesehen werden, der bei Bedarf auch Plankton aufnimmt.

#### 4.5 Zusammenfassung

Alle hier untersuchten Arten zeigen ein sehr opportunistisches Freßverhalten. Auch wenn einige Arten bestimmte Nahrungstaxa bevorzugt fressen (*T. eulepidotus*: Cephalaspidea, *T. hansonii*: Fischeier, *T. scotti*: Polychaeten der Familie Maldanidae), ist das gesamte Nahrungsspektrum weit gefächert und regional abhängig vom Angebot an Nährtieren. Der Glaube, daß sich die eigentlich benthischen Fische des Südpolarmeers auch ausschließlich benthophag ernähren, ist seit langem überholt (DUHAMEL & HUREAU, 1985). Verschiedene Studien haben gezeigt, daß Zooplankton auch in der Ernährung demersaler Fische eine wichtige Rolle spielt (z.B. DUHAMEL & HUREAU, 1985; FOSTER & MONTGOMERY, 1993; MONTGOMERY *et al.*, 1993; PAKHOMOV, 1997). Vor allem auf die Bedeutung von Krill als Nahrungsquelle wird vielfach hingewiesen (PERMITIN, 1970; KOCK, 1985, GRÖHSLER, 1994). In den Mägen der hier untersuchten Tiere war überwiegend die neritische Art *E. crystallorophias* vertreten, die bekanntermaßen auf dem Schelf in hohen Abundanzen vorkommt. Ab Februar treten auch Furcilia-Stadien dieser Art auf (PAKHOMOV & PERISSINOTTO, 1996), weshalb es sich bei den hier gefressenen vermutlich auch um Larven von *E. crystallorophias* handelte. Neben Krill waren Copepoden und Mysidaceen ebenfalls Bestandteil der Nahrung vieler Arten. Um diese eigentlich pelagische Nahrung nutzen zu können sind jedoch anscheinend keine ausgeprägten Vertikalwanderungen in die Wassersäule nötig, da sowohl Euphausiaceen (KOZLOV, 1978; GUTT, 1995) als auch Mysidaceen (SIEG & WÄGELE, 1990; WESTHEIDE & RIEGER, 1996) häufig dicht über dem Boden schwimmend anzutreffen sind. Auch viele Copepoden-Arten sind im Winter in den tieferen Wasserschichten zu finden (VORONINA, 1970; SCHIEL, 1998), wodurch sie für bodenlebende Fische verfügbar werden. Trotzdem gibt es Anzeichen, daß die Evolution der Notothenioiden immer mehr von einer benthischen zu einer eher pelagischen Lebensweise verläuft (PERMITIN, 1970; EKAU, 1988; FOSTER & MONTGOMERY, 1993). PERMITIN (1970) vermutet die Ursachen für diesen Trend in einer Anpassung an die trophischen Bedingungen auf dem Kontinentalschelf. Da die benthischen Gemeinschaften auf dem schmalen, östlichen Weddellmeerschelf überwiegend von Suspensionsfressern wie Schwämmen und Bryozoen dominiert werden (VOSS, 1988), die als Nahrung für die Fische ungeeignet sind, nutzen sie vermehrt leicht erreichbare, saisonal abundante Nahrung aus der Wassersäule.

Diese Tendenz zu einer pelagischen Lebensweise wird bei der Gattung *Trematomus* besonders deutlich, da sie insgesamt sehr viel leichter in Seewasser sind als andere demersale Notothenioiden (EASTMAN, 1993). Durch diesen Vorteil haben sie die Möglichkeit mit geringem

Energieaufwand in höheren Schichten zu fressen. EASTMAN (1993) sieht diese Entwicklung als ein Anzeichen für die „ökologische Plastizität“ der Gattung *Trematomus*. Die Fische sind, abhängig vom Angebot, in der Lage Nahrung sowohl vom Boden als auch aus der Wassersäule zu entnehmen.

Am weitesten in dieser Entwicklung sind *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus*. Sie sind morphologisch betrachtet pelagische Arten, mit einer benthopelagischen Ernährungsweise, in der die Zooplankton-Anteile höher sind als bei anderen Arten. Beide kommen sowohl auf ungestörten als auch auf gestörten Flächen vor. Ungestörte Gebiete werden allerdings bevorzugt besiedelt, da hier die großen Schwämme zu finden sind, auf deren Oberseite sich die Fische niederlassen, um ihre energiesparende „Sit-and-wait“ Freß-Strategie zu verfolgen. In ihrer Ernährung sind sich die Arten, bezogen auf das Zooplankton, sehr ähnlich. Der benthische Anteil besteht bei *T. lepidorhinus* aus Polychaeten und Amphipoden und bei *T. eulepidotus* aus Cephalaspidea (Opisthobranchia), was bedeutet, daß hier die Konkurrenz untereinander äußerst gering ist. Zooplankton-Organismen scheinen in so ausreichendem Maße vorhanden zu sein, daß hier keine Konkurrenz zu befürchten ist.

In die gleiche Kategorie wie diese beiden Arten fällt auch *T. nicolai*, eine von der Morphologie her eher benthische Art, deren Ernährung aber ebenfalls als benthopelagisch einzuordnen ist. Diese Art kam ausschließlich auf gestörten Flächen vor, wo die Abundanz von *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* geringer war. Die Nahrungszusammensetzung von *T. hansonii* entsprach auch einem benthopelagischen Freßmuster, unterschied sich aber deutlich von der Ernährung der anderen Arten, da sich der eigentlich omnivore Fisch hier auf Eier und andere Fische spezialisiert hat. Somit steht diese Art außer Konkurrenz für die anderen benthopelagischen Fische.

*T. pennellii* und *T. scotti* sind in ihrem Körperbau eindeutig benthisch ausgerichtet. Die Ernährung der beiden Arten ist sehr ähnlich und setzt sich zum Großteil aus benthischen Organismen zusammen. Pelagische Nährtiere waren zwar in den Mägen beider Arten vertreten, nahmen aber keine bedeutende Position ein. Diese beiden Arten vermeiden Konkurrenz, indem sie unterschiedliche Gebiete besiedeln: *T. pennellii* kommt fast ausschließlich auf gestörten Flächen vor, während *T. scotti* ungestörte Flächen besiedelt.

Wie bereits in Abschnitt 6.2 beschrieben, besiedelt *T. scotti* bevorzugt Flächen, wo sessile benthische Organismen weniger dominant sind (GUTT & EKAU, 1996). Der Vorteil solcher Flächen liegt darin, daß hier die Abundanz anderer Invertebraten (z.B. Polychaeten, Crustaceen) höher (GERDES *et al.*, 1992) und der Zugang zu diesen leichter ist (GUTT & EKAU, 1996). Daraus ergibt sich die Frage, warum diese Art dann so selten auf gestörten Flächen

anzutreffen ist, wo sessile Epifauna, zumindest in frisch gestörten Gebieten, definitiv in geringerem Umfang vorhanden ist. Zudem wurde *T. scotti* erhöht auf gestielten Schwämmen und Ascidien sitzend beobachtet (EKAU & GUTT, 1991). Zu diesen Schwämmen gehört zum Beispiel *Stylocordyla borealis*, eine Art, die ebenso wie die Ascidie *Molgula pedunculata*, als Indikator-Organismus gestörter Flächen gilt (GUTT *et al.*, 1999). Theoretisch müßten also die gestörten Gebiete für diese Art einen optimalen Lebensraum darstellen. Dennoch werden diese Flächen eindeutig gemieden. Die Gründe hierfür könnten zum einen in dem Fehlen von großen Schwämmen als Versteckmöglichkeit für die recht kleine Art liegen. Zum anderen breiten sich ab einem gewissen Sukzessionsstadium einige sessile Taxa zum Teil zunächst massenartig aus (STARMANS, 1997), was wiederum den Zugang zu anderen benthischen Evertibraten erschweren könnte. Außerdem gehörten sessile Polychaeten der Familie Maldanidae zu den bevorzugten Nährtieren von *T. scotti*, die auf relativ frisch gestörten Flächen vermutlich nicht präsent sind. Die letzte und wahrscheinlichste Möglichkeit ist eine Verdrängung durch den größeren *T. pennellii*, der auf diesen Flächen bereits die Nische des Benthofressers besetzt.

Innerhalb der Gattung *Trematomus* findet sich also eine nahezu perfekte Trennung der ökologischen Nischen. Die Vermeidung von Konkurrenz wird auf drei verschiedenen Wegen erreicht:

1. durch vertikale Trennung (bentho-pelagische und benthische Ernährungsweise)
2. durch partielle Spezialisierung (*T. hansonii*, *T. eulepidotus* und *T. nicolai*)
3. durch horizontale Trennung innerhalb eines Ernährungstyps

Eine vergleichbare vertikale Nischtrennung wurde auch bei anderen Notothenioiden nachgewiesen (TARGETT, 1981; GRÖHSLER, 1994). Eine derartig kleinräumige, horizontale Trennung unter Antarktischfischen wurde bisher lediglich für diese Gattung beschrieben (KNUST & SCHRÖDER, 1999; BRENNER *et al.*, im Druck). Eine schematische Darstellung der vertikalen und horizontalen Nischenbesetzung ist in Abb. 4.5.1 gezeigt.

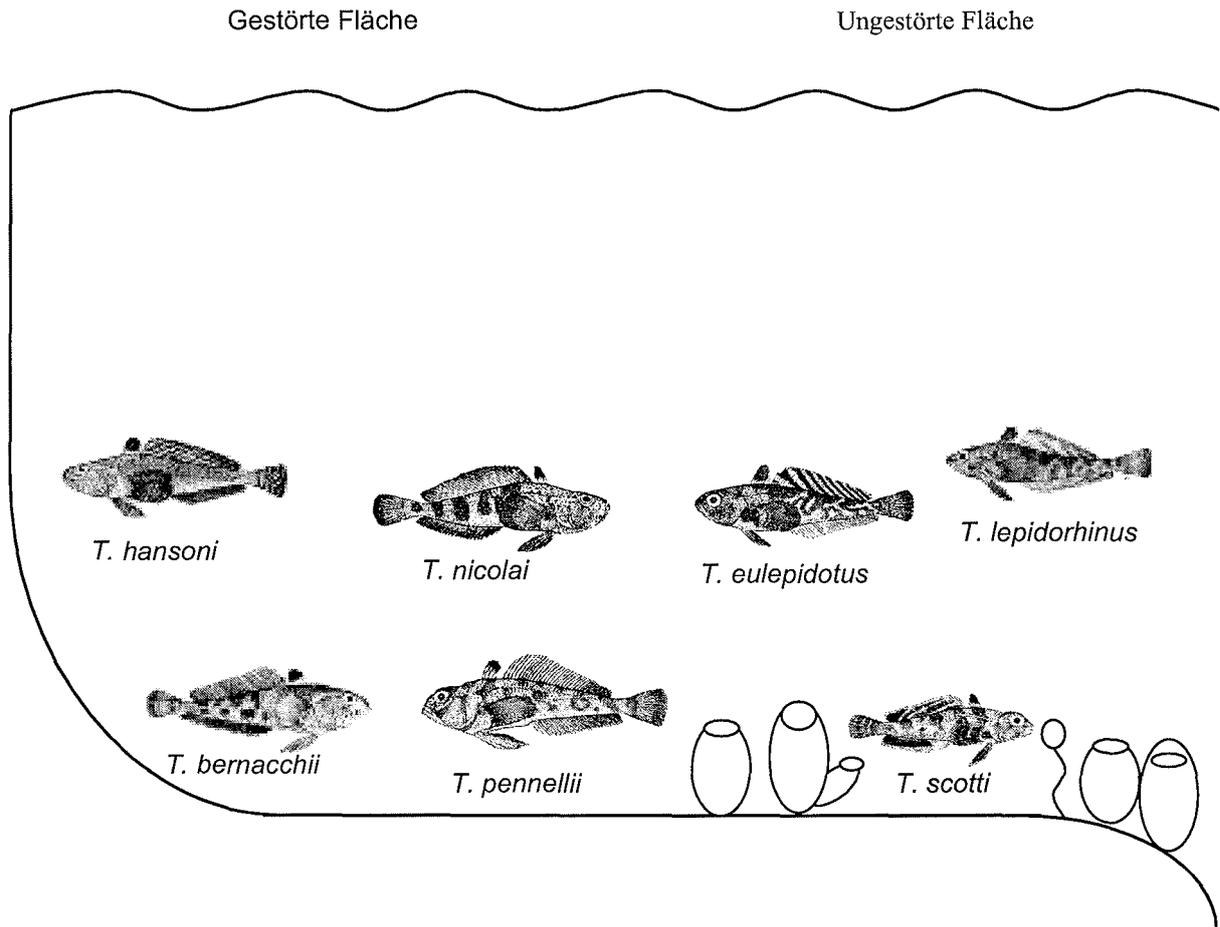


Abb. 4.5.1 Schematische Darstellung der horizontalen und vertikalen Nischen-Trennung auf dem Kontinentalschelf des östlichen Weddellmeeres. Auf ungestörten Flächen besetzt *T. scotti* die Nische des Benthosfresser, während *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* größere Mengen Nahrung aus dem Pelagial aufnehmen. Auf gestörten Flächen fressen *T. bernacchii* und *T. pennellii* überwiegend am Boden, *T. hansonii* und *T. nicolai* ernähren sich benthopelagisch (Abbildungen der Fische aus GON & HEEMSTRA, 1990)

Warum einige Arten zum Teil nachts und früh am Morgen kaum gefressen haben, bleibt ungeklärt. Ein Zusammenhang mit der Verteilung der bevorzugten Nahrung ließ sich nicht erkennen. Alle Notothenioiden besitzen verhältnismäßig große Augen und sind in der Lage auch bei schlechteren Lichtverhältnissen Nahrung visuell auszumachen (EKAU, 1988). Zudem sind sie vermutlich in der Lage, Beutetiere auch mit Hilfe ihres Seitenlinienorgans zu orten (MONTGOMERY *et al.*, 1993). Abgesehen davon müssen die Fische Möglichkeiten haben auch im Dunklen zu fressen, da sie sonst während der langen Wintermonate keine Nahrung aufnehmen könnten. Daß viele Nototheniiden, unter anderem auch *Trematomus*-Arten, dies aber tun, haben TARGETT *et al.* (1987) nachgewiesen.

Auch wenn die Gründe für die unterschiedliche Freßaktivität im Tagesverlauf vorerst unbekannt bleiben, sollten die bevorzugten Freßzeiten der einzelnen Arten doch bei künftigen Fängen für Magenanalysen berücksichtigt werden.

Die Ernährung großer und kleiner Fische unterschied sich in den meisten Fällen nur wenig. Wenn Unterschiede vorhanden waren, lagen diese in erster Linie in der Größe der aufgenommenen Tiere begründet und nicht in einer anderen Ernährungsweise. Untersuchungen an *Pleuragramma antarcticum* haben gezeigt, daß es eine vertikale Staffelung der verschiedenen Größenklassen gibt, die sich auch in der Ernährung der Tiere widerspiegelt (HUBOLD, 1985). Es ist zwar bekannt, daß auch die *Trematomus*-Arten pelagische Larven haben (z.B. HUBOLD, 1990; HUBOLD & EKAU, 1990; WHITE & PIATKOWSKI, 1993), doch weiß man nicht genau, in welchem Entwicklungsstadium die Fische zu einem Leben am Boden übergehen. Ebenso ist unbekannt, ob sie direkt aus den oberen Wasserschichten zum Boden wandern oder ob es wie bei *P. antarcticum* eine vertikale Staffelung gibt, wo die Tiere mit zunehmender Tiefe immer größer werden. Es waren zwar bei einigen Arten viele kleine, juvenile Tiere vorhanden, doch läßt sich nicht bestätigen, daß diese in höheren Wasserschichten gefressen haben. Bei *T. eulepidotus* war eher das Gegenteil der Fall: hier haben kleine Fische vermehrt Benthos gefressen und größere Tiere überwiegend pelagische Nahrungstaxa. Statt einer vertikalen Verteilung der Größenklassen gibt es hier eher Hinweise auf eine horizontale Trennung. Auf ungestörten Flächen kommen überwiegend kleine *T. eulepidotus* und große *T. lepidorhinus* vor. Große *T. eulepidotus* und kleine *T. lepidorhinus* sind vermehrt auf gestörten Flächen zu finden. Hierbei könnte es sich ebenfalls um eine Vermeidung von Konkurrenz handeln, da kleine *T. eulepidotus* vor allem Gastropoden und Copepoden, große *T. lepidorhinus* hingegen eher Euphausiaceen fressen. Auch große *T. eulepidotus* ernähren sich vorwiegend von Euphausiaceen, während kleine *T. lepidorhinus* neben Euphausiaceen auch eine hohe Biomasse an Amphipoden konsumiert haben. Kämen große Tiere beider Arten zusammen in einem Gebiet vor, wäre die Konkurrenz um Euphausiaceen höher. Die Konkurrenz zwischen großen Fischen der einen Art mit kleinen Fischen der anderen Art ist dagegen geringer. Eine zwar großräumigere, aber doch horizontale Verteilung juveniler und adulter Fische wurde z.B. auch für *Notothenia rossii* nachgewiesen (DUHAMEL & HUREAU, 1985).

Ob es sich hier wirklich um eine trophische Trennung kleiner und großer Fische handelt, kann an dieser Stelle nicht eindeutig geklärt werden. Es wäre aber durchaus denkbar und sollte näher untersucht werden.

Die Auswirkungen von Eisbergstrandungen sind auch auf höherer Ebene der Nahrungskette definitiv sichtbar, besonders an Arten, die sich überwiegend von Benthos ernähren. Die gestörten Bereiche werden nicht aufgesucht, weil hier eine bestimmte bevorzugte Nahrung zu finden ist, denn die Ernährung war, abgesehen von einigen sessilen Taxa, auf beiden Flächen sehr ähnlich. Auf den gestörten Flächen werden Nischen frei, die auf den großen, ungestörten Flächen bereits besetzt sind. Durch die Besiedlung dieser Gebiete wird die intraspezifische Konkurrenz bei Arten mit ähnlicher Ernährung deutlich herabgesetzt. Am Beispiel von *T. eulepidotus* und *T. lepidorhinus* gilt dies eventuell auch für die innerartliche Konkurrenz.

In Gebieten, die über einen langen Zeitraum immer wieder Störungen ausgesetzt sind, müssen diese also nicht unbedingt von Nachteil sein. Dies gilt allerdings nur für Schädigungen, die in einem gewissen Zeitraum vom Gesamt-Ökosystem, z.B. durch Wiederbesiedlung, kompensiert werden können.

Auf dem Schelf des östlichen Weddellmeeres hat sich die Gattung *Trematomus* den natürlichen Störungen optimal angepaßt und sich diese zu Nutze gemacht. Durch ihre ökologische und trophische Plastizität hat diese Gruppe anderen Fischen gegenüber Vorteile, die es ihnen ermöglichen, eine dominante Position in der Fischfauna dieses Gebietes einzunehmen.

## 5. Literatur

- ANDRIASHEV, A.P. (1963): On the composition and origin of the Antarctic pelagic fish fauna. *Biologie Antarctique*, Hermann, Paris, pp. 271-272
- ANTARKTIS ONLINE (2000): <http://antarktis.here.de>
- ARNAUD, F. & BRANCH, M.L. (1991): The Pycnogonida of subantarctic Marion and Prince Edward Islands: Illustrated keys to the species. *South African Journal of Antarctic Research* 21 (1): 65-71
- ARNAUD, P.M. (1977): Adaptations within the Antarctic marine benthic ecosystems. In LLANO, G.A. (ed.): *Adaptations within Antarctic Ecosystems. Proceedings of the Third SCAR Symposium on Antarctic Biology*, Washington
- ARNAUD, P. & HUREAU, J.C. (1966): Régime alimentaire de trois Téléostéens Nototheniidae antarctiques (Terre Adélie). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco* 66 (1368): 1-24
- ARNTZ, W., BREY, T. & GALLARDO, V.A. (1994): Antarctic Zoobenthos. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 32: 241-304
- BARNARD, J.L. (1969): The families and genera of marine gammaridean Amphipods. *United States National Museum Bulletin* 271, Washington
- BOYSEN-ENNEN, E. & PIATKOWSKI, U. (1988): Meso- and macrozooplankton communities in the Weddell Sea, Antarctica. *Polar Biology* 9: 17-35
- BRADFORD-GRIEVE, J.M., MARKHASEVA, E.L., ROCHA, C.E.F. & ABIAHY, B. (1999): Copepoda. In BOLTOVSKOY, D. (ed.): *South Atlantic Zooplankton*, Vol. 2. Backhuys Publishers, Leiden Netherlands, pp. 869-1098
- BRANCH, M.L. (1994): The Polychaeta of subantarctic Marion and Prince Edward Islands: Illustrated keys to the species and results of the 1982-1989 University of Cape Town surveys. *South African Journal of Antarctic Research* 24 (1 & 2): 3-52

- BRANCH, M.L., ARNAUD, P.M., CANTERA, J. & GIANAKOURAS, D.** (1991): The benthic Mollusca and Brachiopoda of subantarctic Marion and Prince Edward Islands: 1) Illustrated keys to the species, 2) Records of the 1982-1989 University of Cape Town surveys. *South African Journal of Antarctic Research* 21 (1): 45-64
- BRANCH, M.L., GRIFFITH, C.L., KENSLEY, B. & SIEG, J.** (1991): The benthic Crustacea of subantarctic Marion and Prince Edward Islands: Illustrated keys to the species and results of the 1982-1989 University of Cape Town surveys. *South African Journal of Antarctic Research* 21 (1): 3-43
- BRANCH, M.L., JANGOUX, M., ALVÁ, V., MASSIN, C.I. & STAMPANATO, S.** (1993): The Echinodermata of subantarctic Marion and Prince Edward Islands. *South African Journal of Antarctic Research* 23 (1 & 2): 37-70
- BRANCH, M.L. & WILLIAMS, G.C.** (1993): The Hydrozoa, Octocorallia and Scleractinia of subantarctic Marion and Prince Edward Islands: Illustrated keys to the species and results of the 1982-1989 University of Cape Town surveys. *South African Journal of Antarctic Research* 23 (1 & 2): 3-24
- BRENNER, M., BUCK, B.H., CORDES, S., DIETRICH, L., JACOB, U., MINTENBECK, K., SCHRÖDER, A., BREY, T., KNUST, R. & ARNTZ, W.E.** (im Druck): The role of iceberg scours in niche separation within the Antarctic fish genus *Trematomus*. *Polar Biology* 2001 24: 502-507
- BREY, T., KLAGES, M., DAHM, C., GORNY, M., GUTT, J., HAIN, S., STILLER, M. & ARNTZ, W.E.** (1994): Antarctic benthic diversity. *Nature* 368: 297
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M.** (1994): Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation. Natural Environment Research Council, UK
- COLWELL, R.K. & FUTUYMA, D.J.** (1971): On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52 (4): 567-576
- DALPADO, P. & GJØSÆTER, J.** (1988): Feeding ecology of the Lanternfish *Benthoosema pterotum* from the Indian Ocean. *Marine Biology* 99: 555-567

- DAYTON, P.K.** (1990): Polar benthos. In SMITH, W.O. (ed.): Polar Oceanography, Part B: Chemistry, Biology, and Geology. Academic Press, Boston, pp. 631-685
- DAYTON, P.K., MORDIDA, B.J. & BACON, F.** (1994): Polar marine communities. *Amer. Zool.* 34: 90-99
- DAYTON, P.K., ROBILLIARD, G.A. & PAINE, R.T.** (1970): Benthic faunal zonation as a result of anchor ice at McMurdo Sound, Antarctica. In HOLDGATE, M.W. (ed.): Antarctic Ecology, Volume 1. Academic Press, London New York, pp. 244-258
- DUHAMEL, G. & HUREAU, J.C.** (1985): The role of zooplankton in the diets of certain subantarctic marine fish. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 421-429
- EASTMAN, J.T.** (1985): *Pleuragramma antarcticum* (Pisces, Nototheniidae) as food for other fishes in McMurdo Sound, Antarctica. *Polar Biology* 4: 155-160
- EASTMAN, J.T.** (1985): The evolution of neutrally buoyant Notothenioid fishes: their specializations and potential interactions in the Antarctic marine food web. In Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 430-436
- EASTMAN, J.T.** (1991): The fossil and modern fish faunas of Antarctica: evolution and diversity. In DI PRISCO, G., MARESCA, B. & TOTA, B. (eds.): Biology of Antarctic Fish. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 116-130
- EASTMAN, J.T.** (1993): Antarctic Fish Biology. Academic Press, Inc.
- EASTMAN, J.T. & DE VRIES, A.L.** (1982): Buoyancy studies of Notothenioid fishes in McMurdo Sound, Antarctica. *Copeia* 2: 385-393
- EASTMAN, J.T. & DEVRIES, A.** (1982): Buoyancy studies of Notothenioid fishes in McMurdo Sound, Antarctica. *Copeia* 2: 385-393

- EASTMAN, J.T. & DEVRIES, A.L. (1986): Antarctic fishes. *Scientific American* 255 (5): 106-114
- EKAU, W. (1988): Ökomorphologie nototheniider Fische aus dem Weddellmeer, Antarktis. *Berichte zur Polarforschung* 51. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- EKAU, W. (1989): Egg development of *Trematomus eulepidotus* REGAN, 1914 (Nototheniidae, Pisces) from the Weddell Sea, Antarctica. *Cybium* 13 (1): 213-219
- EKAU, W. (1989): Egg development of *Trematomus eulepidotus* (Nototheniidae, Pisces) from the Weddell Sea, Antarctica. *Cybium* 13 (1): 213-219
- EKAU, W. & GUTT, J. (1991): Notothenioid fishes from the Weddell Sea and their habitat, observed by underwater photography and television. Proc. NIPR Symp. *Polar Biology* 4: 36-49
- EKAU, W., HUBOLD, G. & WÖHRMANN, A. (1987): Fish and fishlarvae. In SCHNACK-SCHIEL, S.B. (ed.): The Winter Expedition of RV Polarstern to the Antarctic (ANT V/1-3). *Berichte zur Polarforschung* 39: 210-218. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- EVERSON, I. (1977): The living resources of the Southern Ocean. *FAO GLO/SO/77/1*, Rome, p. 100
- FOSTER, B.A. & MONTGOMERY, J.C. (1993): Planktivory in benthic Nototheniid fish in McMurdo Sound, Antarctica. *Environmental Biology of Fishes* 39: 313-318
- GERDES, D., KLAGES, M., ARNTZ, W.E., HERMAN, R.L., GALÉRON & L., HAIN, S. (1992): Quantitative investigations on macrobenthos communities in the southeastern Weddell Sea shelf based on multibox corer samples. *Polar Biology* 12: 291-301
- GON, O. & HEEMSTRA, P.C. (1990): Fishes of the Southern Ocean. J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown

- GROBE, H.** (1995): Aus dem Geschichtsbuch der Polarmeere. In HEMPEL, I. & HEMPEL, G. (eds.): Biologie der Polarmeere. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena, pp. 45-57
- GRÖHSLER, T.** (1992): Fische: Untersuchungen zum Mageninhalt. In EMSCHERMANN, P., HOFFRICHTER, O., KÖRNER, H. & ZISSLER, D. (eds.): Meeresbiologische Exkursion. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena, pp. 229-233
- GRÖHSLER, T.** (1994): Feeding habits as indicators of ecological niches: Investigations of Antarctic fish conducted near Elephant Island in late autumn / winter 1986. *Arch. Fish. Mar. Res.* 42 (1):17-34
- GUTT, J.** (1995): Unterwasserfernsehen – wofür der Ökologe in den Polargebieten ein Auge am Meeresboden braucht. In HEMPEL, I. & HEMPEL, G. (eds.): Biologie der Polarmeere. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena, pp. 248-257
- GUTT, J., BUSCHMANN, A., DIJKSTRA, J., DIMMLER, W., PIEPENBURG, D. & TEIXIDÓ, N.** (1999): Study on benthic resilience of the macro- and megabenthos by imaging methods. In ARNTZ, W.E. & GUTT, J. (eds.): The Expedition ANTARKTIS XV / 3 (EASIZ II) of RV "Polarstern" in 1998. *Reports on Polar Research* 301: 17-22
- GUTT, J. & EKAU, W.** (1996): Habitat partitioning of dominant high Antarctic demersal fish in the Weddell Sea and Lazarev Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 206: 25-37
- GUTT, J., STORCH, V. & ARNTZ, W.E.** (1998): Benthosforschung im Südpolarmeer: Forschung schafft Vielfalt. *Biologie in unserer Zeit* 6: 362-370. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- HAMPTON, I.** (1985): Abundance, distribution and behaviour of *Euphausia superba* in the Southern Ocean between 15° and 30° E during FIBEX. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 294-302
- HARTMAN, O.** (1978): Polychaeta from the Weddell Sea quadrant, Antarctica. Biology of the Antarctic Seas 6, *Antarctic Research Series* 26: 125-223

**HARTMANN-SCHRÖDER, G.** (1996): Polychaeta. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena

**HEMPEL, G.** (1985): Antarctic marine food webs. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 266-270

**HEMPEL, I.** (1985): Variation in geographical distribution and abundance of larvae of Antarctic Krill, *Euphausia superba*, in the Southern Atlantic Ocean. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 304-307

**HEMPEL, I.** (1985): Vertical distribution of larvae of Antarctic Krill, *Euphausia superba*. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 308-310

**HUBOLD, G.** (1985): Stomach contents of the Antarctic Silverfish *Pleuragramma antarcticum* from the southern and eastern Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biology* 5: 43-48

**HUBOLD, G.** (1990): Seasonal patterns of ichthyoplankton distribution and abundance in the southern Weddell Sea. In KERRY, K.R., HEMPEL, G. (eds.): Antarctic Ecosystems. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 149-158

**HUBOLD, G.** (1992): Zur Ökologie der Fische im Weddellmeer. *Berichte zur Polarforschung* 103. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

**HUBOLD, G. & EKAU, W.** (1989): Feeding patterns of post-larval and juvenile Notothenioids in the Southern Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biology* 10: 225-260

**HUBOLD, G., HEMPEL, I. & MEYER, M.** (1988): Zooplankton communities in the southern Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biology* 8: 225-233

**HUBOLD, G. & TOMO, A.P.** (1988): Age and growth of Antarctic Silverfish *Pleuragramma antarcticum* from the Southern Weddell Sea and Antarctic Peninsula. *Polar Biology* 9: 205-212

**HUREAU, J.C.** (1964): Contribution à la connaissance de *Trematomus bernacchii* BOULENGER. Biologie Antarctique, Hermann, Paris, pp. 481-487

**JOHNSON, B.** (ed.)(1995): Virtual Antarctica. <http://www.terraquest.com>

**KELLERMANN, A.** (1989): Catalogue of early life stages of Antarctic Notothenioid fishes. In KELLERMANN, A. (ed.): Identification key and catalogue of larval Antarctic fishes. *BIOMASS Sci. Ser.* 10: 45-136

**KELLERMANN, A.** (1989a): The larval fish community in the zone of seasonal pack-ice cover and its seasonal and interannual variability. *Arch. FishWiss.:* 39 (19): 81-90

**KELLERMANN, A. & KOCK, K.-H.** (1984): Postlarval and juvenile Notothenioids (Pisces, Perciformes) in the Southern Scotia Sea and Northern Weddell Sea during FIBEX 1981. *Meeresforschung* 30: 82-93

**KNUST, R. & SCHRÖDER, A.** (1999): Effects of iceberg scouring on the fish community and the role of *Trematomus spp.* as predator on the benthic community in early successional stages. In ARNTZ, W.E. & GUTT, J. (eds.): The Expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II) of RV „Polarstern“ in 1998. *Reports on Polar Research* 301: 22-25. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

**KOCK, K.-H.** (1985): Krill consumption by Antarctic Notothenioid fish. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 437-444

**KOCK, K.-H.** (1992): Antarctic Fish and Fisheries. Cambridge University Press

**KOZLOV, A.N.** (1978): Ecological-physiological characteristics of some Antarctic species of fish. *Tr.VNIRO* 120: 75-84.

**LA MESA, M., VACCHI, M. CASTELLI, A. & DIVIACO, G.** (1997): Feeding ecology of two Nototheniid fishes, *Trematomus hansonii* and *Trematomus loennbergii*, from Terra Nova Bay, Ross Sea. *Polar Biology* 17: 62-68

- LIEN, R., SOLHEIM, A., ELVERHØI, A. & ROKOENGEN, K.** (1989): Iceberg scouring and sea bed morphology on the eastern Weddell Sea, Antarctica. *Polar Research* 7: 43-57
- MAKAROV, R.R., NAUMOV, A.G. & SHEVTSOV, V.V.** (1970): The Biology and the distribution of the Antarctic Krill. In HOLDGATE, M.W. (ed.): Antarctic Ecology, Volume 1. Academic Press, London New York, pp. 173-176
- MONTGOMERY, J. & CLEMENTS, K.** (2000): Disaptation and recovery in the evolution of Antarctic fishes. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 267-270
- MONTGOMERY, J.C., FOSTER, B.A., MILTON, R.C. & CARR, E.** (1993): Spatial and temporal variations in the diets of nototheniid fish in McMurdo Sound, Antarctica. *Polar Biology* 13: 429-431
- NORTH, A.W.** (1991): Review of the early life history of Antarctic Notothenioid fish. In DI PRISCO, G., MARESCA, B. & TOTA, B. (eds.): Biology of Antarctic Fish. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 70-86
- OLASO, I., RAUSCHERT, M. & DE BROYER, C.** (2000): Trophic ecology of the family Artedidraconidae (Pisces: Osteichthyes) and its impact on the eastern Weddell Sea benthic system. *Marine Ecology Progress Series* 194: 143-158
- PAKHOMOV, E.A.** (1997): Feeding and exploitation of the food supply by demersal fishes in the Antarctic part of the Indian Ocean. *Journal of Ichthyology* 37 (5): 360-380
- PAKHOMOV, E.A.** (1998): Feeding plasticity of the Antarctic fish *Trematomus hansonii* BOULENGER, 1902 (Pisces: Nototheniidae): the influence of fishery waste on the diet. *Polar Biology* 19: 289-292
- PAKHOMOV, E.A.** (1998): Diet of two Antarctic Dragonfish (Pisces: Bathydraconidae) from the Indian sector of the Southern Ocean. *Antarctic Science* 10 (1): 55-61
- PAKHOMOV, E.A., PANKRATOV, S.A. & GORELOVA, T.A.** (1995): Food web of juvenile Antarctic fish. *Oceanology* 34 (4): 521-532

- PAKHOMOV, E.A. & PERESSINOTTO, R.** (1996): Antarctic neritic Krill *Euphausia crystallorophias*: spatio-temporal distribution, growth and grazing rates. *Deep-Sea Research* 43: 59-87
- PAKHOMOV, E.A. & TSEYTLIN, V.B.** (1992): Diet of seven species of Antarctic fishes and estimation of their daily rations. *Journal of Ichthyology* 32 (5): 31-41
- PENNINGTON, M.** (1985): Estimating the average food consumption by fish in the field from stomach content data. *Dana* 5: 81-86
- PERMITIN, Y.E.** (1970): The consumption of Krill by Antarctic fishes. In HOLDGATE, M.W. (ed.): Antarctic Ecology, Volume 1. Academic Press, London New York, pp. 177-182
- PILOU, E.C.** (1966): Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and disuse. *Am. Nat.* 100: 463-465
- SACHS, L.** (1999): Angewandte Statistik. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- SCHWARZBACH, W.** (1988): Die Fischfauna des östlichen Weddellmeeres: geographische Verbreitung, Nahrung und trophische Stellung der Fischarten. *Berichte zur Polarforschung* 54. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- SCHIEL, S.** (1998): Die calanoiden Copepoden des östlichen Weddellmeeres, Antarktis: Saisonales Vorkommen und Lebenszyklen dominanter Arten. Habilitationsschrift, Kiel
- SCHRÖDER, A., LOMBARTE, A., OLASO, I. & KNUST, R.** (1999): Demersal fish fauna. In ARNTZ, W.E. & GUTT, J.: The Expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II) of RV „Polarstern“ in 1998. *Reports on Polar Research* 301: 124-131. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- SCHULZ, G.A.** (1978): Species of Asellotes (Isopoda: Paraselloidea) from Anvers Island, Antarctica. *Biology of the Antarctic Sea* 6, *Antarctic Research Series* 26: 1-35
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W.** (1949): The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois press, Urbana Chicago

- SIEG, J. & WÄGELE, J.W.** (Hrsg.) (1990): Fauna der Antarktis. Verlag Paul Parey, Berlin Hamburg
- SIEGEL, V.** (1989): Winter and spring distribution and status of the Krill stock in Antarctic Peninsula waters. *J. Arch. FischWiss.* 39: 45-72. Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg
- STARMANS, A.** (1997): Vergleichende Untersuchung zur Ökologie und Biodiversität des Mega-Epibenthos der Arktis und Antarktis. *Berichte zu Polarforschung* 250. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- STILLER, M.** (1996): Verbreitung und Lebensweise der Aphroditiden und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer und im Lazarevmeer (Antarktis). *Berichte zur Polarforschung* 185. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- TARGETT, T.E.** (1981): Trophic ecology and structure of coastal Antarctic fish communities. *Marine Ecology Progress Series* 4: 243-263
- TARGETT, T.E., YOUNG, K.E., KONECKI, J.T. & GRECAY, P.A.** (1987): Research on wintertime feeding in Antarctic fishes. *Antarctic Journal of the United States* 22 : 211-213
- TATTERSALL, O.S.** (1955): Mysidacea. *Discovery Reports* 28: 1-190
- VACCHI, M., LA MESA, M. & CASTELLI, A.** (1994): Diet of two coastal Nototheniid fish from Terra Nova Bay, Ross Sea. *Antarctic Science* 6 (1): 61-65
- VORONINA, N.M.** (1970): Seasonal cycles of some common Antarctic Copepod species. In HOLDGATE, M.W. (ed.): Antarctic Ecology, Volume 1. Academic Press, London New York, pp. 162-172
- VOSS, J.** (1988): Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos des Weddellmeeres, Antarktis. *Berichte zur Polarforschung* 45. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

- WÄGELE, J.W.** (1991): Antarctic Isopoda Valvifera, synopsis of the Antarctic benthos, volume 2. In WÄGELE, J.W. & SIEG, J.: *Theses Zoologicae* 14: 12-207
- WEBER, L.H. & EL-SAYED, S.Z.** (1985): Spatial variability of phytoplankton and the distribution and abundance of Krill in the Indian sector of the Southern Ocean. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 284-293
- WESTHEIDE, W. & UND RIEGER, R.** (1996): *Spezielle Zoologie, Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena
- WHITE, M.G. & PIATKOWSKI, U.** (1993): Abundance, horizontal and vertical distribution of fish in eastern Weddell Sea micronekton. *Polar Biology* 13: 41-53
- WHITE, P.S. & PICKETT, S.T.A.** (1985): Natural disturbance and patch dynamics. An Introduction. In PICKETT, S.T.A., WHITE, P.S. (eds.): *Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, Orlando, pp. 3-13
- WILLIAMS, R.** (1985): Trophic relationship between pelagic fish and Euphausiids in Antarctic waters. In SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 452-459
- WYANSKI, D.M. & TARGETT, T.E.** (1981): Feeding biology of fishes in the endemic Antarctic Harpagiferidae. *Copeia* 3: 686-693
- ZANDER, C.D.** (1982): Feeding ecology of littoral Gobiid and Blenniid fish of the Banyuls area (Mediterranean Sea), I. main-food and trophic dimension of niche and ecotope. *VieMil.* 32 (1): 1-10

## 6. Anhang

### 6.1 Datentabellen für den Vergleich der Ernährung kleiner und großer Fische

Tab. 6.1.1 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Nahrungstaxa bei kleinen und großen *T. eulepidotus*. Angegeben sind zum einen die Dominanzen der Großtaxa und zum anderen die Dominanzen der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der Großtaxa

Nahrungstaxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	Fische <= 20 cm (n=11)	Fische > 20 cm (n=10)	Fische <= 20 cm (n=11)	Fische > 20 cm (n=10)
<b>Gastropoda</b>	<b>38,095</b>	<b>7,059</b>	<b>66,087</b>	<b>5,508</b>
Prosobranchia	0	8,333	0	2,295
Opisthobranchia	100	91,667	100	97,705
<b>Polychaeta</b>	<b>0</b>	<b>0,588</b>	<b>0</b>	<b>0,001</b>
Polychaeta unid.	0	100	0	100
<b>Ostracoda</b>	<b>0</b>	<b>0,588</b>	<b>0</b>	<b>0,016</b>
<b>Copepoda</b>	<b>28,571</b>	<b>5,294</b>	<b>0,605</b>	<b>0,194</b>
<i>Metridia sp.</i>	100	50	100	31,776
<i>C. propinquus</i>	0	12,500	0	14,953
<i>Euchaeta sp.</i>	0	25	0	52,960
Cyclopoida	0	12,500	0	0,312
<b>Euphausiacea</b>	<b>19,048</b>	<b>82,941</b>	<b>19,044</b>	<b>93,619</b>
<i>E. superba</i>	0	5,042	0	18,565
<i>E. crystallorophias</i>	50	74,790	99,211	81,013
Furcilia-Stadien	50	20,168	0,789	0,422
<b>Amphipoda</b>	<b>2,381</b>	<b>2,353</b>	<b>3,776</b>	<b>0,621</b>
Gammaridea	100	50	100	5,620
Hyperiidia	0	50	0	94,380
<b>Isopoda</b>	<b>9,524</b>	<b>1,176</b>	<b>0,202</b>	<b>0,041</b>
Cymothoida	100	100	100	100
<b>Osteichthyes</b>	<b>2,381</b>	<b>0</b>	<b>10,286</b>	<b>0</b>

Tab. 6.1.2 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Nahrungstaxa bei kleinen und großen *T. lepidorhinus*. Angegeben sind zum einen die Dominanzen der Großtaxa und zum anderen die Dominanzen der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der Großtaxa

Nahrungstaxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	Fische <= 14cm (n=11)	Fische > 14cm (n=10)	Fische <= 14cm (n=11)	Fische > 14cm (n=10)
<b>Gastropoda</b>	<b>0,758</b>	<b>0</b>	<b>0,010</b>	<b>0</b>
Opisthobranchia	100	0	100	0
<b>Polychaeta</b>	<b>5,303</b>	<b>5,820</b>	<b>18,142</b>	<b>13,234</b>
Polynoidae	14,286	36,364	1,257	26,379
Phyllodocidae	0	9,091	0	0,252
Polychaeta unid.	85,714	54,545	98,743	73,369
<b>Crustacea unid.</b>	<b>0</b>	<b>0,529</b>	<b>0</b>	<b>3,120</b>
<b>Ostracoda</b>	<b>5,303</b>	<b>0</b>	<b>0,139</b>	<b>0</b>
<b>Copepoda</b>	<b>11,364</b>	<b>10,582</b>	<b>1,358</b>	<b>0,841</b>
<i>Metridia sp.</i>	64,286	55	83,824	25,991
<i>C. acutus</i>	28,571	20	5,882	14,097
<i>C. propinquus</i>	7,143	15	10,294	27,753
<i>Euchaeta sp.</i>	0	5	0	31,718
Cyclopoida	0	5	0	0,441
<b>Euphausiacea</b>	<b>68,182</b>	<b>75,661</b>	<b>42,956</b>	<b>58,552</b>
<i>E.superba</i>	0	1,587	0	32,910
<i>E. crystallorophias</i>	4,494	6,349	83,449	54,905
Furcilia-Stadien	95,506	92,063	16,551	12,185
<b>Decapoda</b>	<b>0</b>	<b>0,529</b>	<b>0</b>	<b>16,703</b>
<b>Mysidaceae</b>	<b>0</b>	<b>1,058</b>	<b>0</b>	<b>0,296</b>
<b>Amphipoda</b>	<b>9,091</b>	<b>5,820</b>	<b>37,395</b>	<b>7,253</b>
Gammaridea	100	100	100	100

Tab. 6.1.3 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Nahrungstaxa bei kleinen und großen *T. nicolai*. Angegeben sind zum einen die Dominanzen der Großtaxa und zum anderen die Dominanzen der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der Großtaxa

Nahrungstaxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	Fische <= 24cm (n=8)	Fische > 24 cm (n=8)	Fische <= 24cm (n=8)	Fische > 24 cm (n=8)
<b>Gastropoda</b>	<b>0</b>	<b>2,632</b>	<b>0</b>	<b>4,584</b>
Opisthobranchia	0	100	0	100
<b>Crustacea unid.</b>	<b>1,587</b>	<b>10,526</b>	<b>5,214</b>	<b>43,983</b>
<b>Copepoda</b>	<b>6,349</b>	<b>23,684</b>	<b>0,123</b>	<b>0,360</b>
<i>Metridia sp.</i>	75	77,778	95,833	62,931
<i>C. acutus</i>	25	0	4,167	0
Calanoida unid.	0	22,222	0	37,069
<b>Euphausiacea</b>	<b>14,286</b>	<b>21,053</b>	<b>16,109</b>	<b>10,516</b>
<i>E. crystallorophias</i>	16,667	28,571	86,601	99,457
Furcilia-Stadien	83,333	71,429	13,399	0,543
<b>Mysidaceae</b>	<b>28,571</b>	<b>7,895</b>	<b>16,616</b>	<b>5,613</b>
<b>Amphipoda</b>	<b>41,270</b>	<b>28,947</b>	<b>61,738</b>	<b>34,939</b>
Gammaridea	100	90,909	100	99,370
Caprellidea	0	9,091	0	0,630
<b>Tanaidacea</b>	<b>1,587</b>	<b>0</b>	<b>0,005</b>	<b>0</b>
<b>Isopoda</b>	<b>6,349</b>	<b>5,263</b>	<b>0,195</b>	<b>0,006</b>
Cymothoidea	100	100	100	100

Tab. 6.1.4 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Nahrungstaxa bei kleinen und großen *T. pennellii*. Angegeben sind zum einen die Dominanzen der Großtaxa und zum anderen die Dominanzen der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der Großtaxa

Nahrungstaxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	Fische <= 15cm (n=11)	Fische > 15 cm (n=11)	Fische <= 15cm (n=11)	Fische > 15 cm (n=11)
<b>Hydrozoa</b>	<b>0</b>	<b>1,478</b>	<b>0</b>	<b>0,006</b>
<b>Anthozoa</b>	<b>0</b>	<b>0,493</b>	<b>0</b>	<b>0,905</b>
<b>Gastropoda</b>	<b>0</b>	<b>6,897</b>	<b>0</b>	<b>6,186</b>
Prosobranchia	0	85,714	0	88,973
Opistobranchia	0	14,286	0	11,027
<b>Bivalvia</b>	<b>1,639</b>	<b>0</b>	<b>0,890</b>	<b>0</b>
<b>Polychaeta</b>	<b>11,475</b>	<b>7,882</b>	<b>44,463</b>	<b>36,103</b>
Polynoidae	75	85,714	91,373	96,535
Phyllodocidae	25	7,143	8,627	0,018
Sabellidae	0	7,143	0	3,447
<b>Pantopoda</b>	<b>1,639</b>	<b>0</b>	<b>0,033</b>	<b>0</b>
<b>Crustacea unid.</b>	<b>1,639</b>	<b>0</b>	<b>6,328</b>	<b>0</b>
<b>Ostracoda</b>	<b>0</b>	<b>0,985</b>	<b>0</b>	<b>0,801</b>
<b>Copepoda</b>	<b>26,230</b>	<b>3,448</b>	<b>3,098</b>	<b>0,053</b>
<i>Metridia sp.</i>	6,250	71,429	14,894	86,486
<i>C. acutus</i>	0	28,571	0	13,514
<i>C. propinquus</i>	6,250	0	6,383	0
<i>Euchaeta sp.</i>	12,500	0	42,553	0
Calanoida unid.	62,500	0	34,043	0
Cyclopoida	12,500	0	2,128	0
<b>Euphausiacea</b>	<b>9,836</b>	<b>5,911</b>	<b>2,439</b>	<b>14,213</b>
<i>E. superba</i>	0	45,455	0	78,205
<i>E. crystallorophias</i>	0	27,273	0	21,486
Furcilia-Stadien	100	27,273	100	0,309
<b>Mysidaceae</b>	<b>1,639</b>	<b>2,463</b>	<b>1,978</b>	<b>1,738</b>
<b>Amphipoda</b>	<b>36,066</b>	<b>64,039</b>	<b>40,409</b>	<b>30,281</b>
Gammaridea	95,455	91,538	95,106	95,907
Hyperidea	4,545	2,308	4,894	0,401
Caprellidea	0	6,154	0	3,691
<b>Tanaidacea</b>	<b>8,197</b>	<b>0</b>	<b>0,330</b>	<b>0</b>
<b>Isopoda</b>	<b>1,639</b>	<b>5,419</b>	<b>0,033</b>	<b>6,013</b>
Sphaeromatidea	0	27,273	0	83,670
Asellota	0	9,091	0	0,395
Valvifera	0	27,273	0	15,912
Cymothoida	100	36,364	100	0,024
<b>Osteichthyes</b>	<b>0</b>	<b>0,985</b>	<b>0</b>	<b>3,699</b>

Tab. 6.1.5 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Nahrungstaxa bei kleinen und großen *T. scotti*. Angegeben sind zum einen die Dominanzen der Großtaxa und zum anderen die Dominanzen der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der Großtaxa

Nahrungstaxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	Fische <= 10cm (n=21)	Fische > 10cm (n=25)	Fische <= 10cm (n=21)	Fische > 10cm (n=25)
<b>Hydrozoa</b>	<b>0</b>	<b>0,578</b>	<b>0</b>	<b>0,002</b>
<b>Gastropoda</b>	<b>0</b>	<b>0,578</b>	<b>0</b>	<b>0,195</b>
Prosobranchia	0	100	0	100
<b>Polychaeta</b>	<b>42,520</b>	<b>38,728</b>	<b>81,261</b>	<b>57,510</b>
Aphroditidae	0	4,545	0	0,905
Polynoidae	12,903	2,273	10,346	1,054
Phyllodocidae	16,129	13,636	5,862	15,078
Hesionidae	0	4,545	0	0,495
Syllidae	6,452	2,273	0,638	0,163
Maldanidae	48,387	47,727	31,979	26,344
Terebellidae	9,677	9,091	34,733	22,171
Sabellidae	6,452	15,909	16,443	33,791
<b>Arachnida</b>	<b>0</b>	<b>0,578</b>	<b>0</b>	<b>0,002</b>
<b>Ostracoda</b>	<b>0,787</b>	<b>0,578</b>	<b>0,007</b>	<b>0,002</b>
<b>Copepoda</b>	<b>3,937</b>	<b>4,046</b>	<b>0,098</b>	<b>0,172</b>
<i>Metridia sp.</i>	20	33,333	78,571	10,811
<i>C. acutus</i>	20	50	7,143	87,838
<i>C. propinquus</i>	20	16,667	7,143	1,351
Cyclopoida	40	0	7,143	0
<b>Euphausiacea</b>	<b>1,575</b>	<b>4,046</b>	<b>0,126</b>	<b>3,864</b>
<i>E. crystallorophias</i>	0	50	0	90,748
Furcilia-Stadien	100	50	100	9,252
<b>Mysidaceae</b>	<b>0,787</b>	<b>0</b>	<b>0,392</b>	<b>0</b>
<b>Amphipoda</b>	<b>25,197</b>	<b>28,324</b>	<b>9,047</b>	<b>30,627</b>
Gammaridea	100	100	100	100
<b>Cumacea</b>	<b>2,362</b>	<b>0,578</b>	<b>1,051</b>	<b>0,949</b>
<b>Isopoda</b>	<b>20,472</b>	<b>13,873</b>	<b>7,491</b>	<b>6,491</b>
Anthuridea	0	9,524	0	9,783
Asellota	30	9,524	11,736	10,616
Valvifera	5	28,571	70,708	74,964
Cymothoida	0	52,381	0	4,638
<b>Crinoidea</b>	<b>0,787</b>	<b>0</b>	<b>0,470</b>	<b>0</b>
<b>Eier</b>	<b>1,575</b>	<b>8,092</b>	<b>0,056</b>	<b>0,186</b>

## 6.2 Datentabellen für den räumlichen Vergleich der Ernährung zwischen ungestörten und gestörten Flächen

Tab. 6.2.1 Präsenz [%], mittlere Abundanz (n) und mittlere Biomasse [g] der Nahrungstaxa bei *T. eulepidotus* in ungestörten und gestörten Gebieten ( $\pm$  95 %-Vertrauensbereich)

Taxa	Abundanz		Biomasse [g]		Präsenz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört	ungestört	gestört
Gastropoda	1,4438 $\pm$ 1,0580	0,8261 $\pm$ 0,7447	0,1231 $\pm$ 0,0806	0,0710 $\pm$ 0,0710	71,4	25,0
Polychaeta	0,0256 $\pm$ 0,0534	0	<0,0001 $\pm$ <0,0001	0	4,8	0
Crustacea spp.	0	0,0732 $\pm$ 0,0943	0	0,0010 $\pm$ 0,0012	0	12,5
Ostracoda	0,0226 $\pm$ 0,0472	0	0,0001 $\pm$ 0,0001	0	4,8	0
Copepoda	0,8680 $\pm$ 1,1766	10,9201 $\pm$ 16,2476	0,0015 $\pm$ 0,0016	0,0147 $\pm$ 0,0225	38,1	37,5
Euphausiacea	2,8704 $\pm$ 1,7378	19,9555 $\pm$ 31,6560	0,2919 $\pm$ 0,2518	0,2444 $\pm$ 0,1728	61,9	66,7
Mysidacea	0	0,0179 $\pm$ 0,0371	0	0,0002 $\pm$ 0,0005	0	4,2
Amphipoda	0,1158 $\pm$ 0,0985	0,4428 $\pm$ 0,5575	0,0049 $\pm$ 0,0065	0,0031 $\pm$ 0,0045	23,8	12,5
Isopoda	0,5322 $\pm$ 1,0217	0	0,0007 $\pm$ 0,0012	0	14,3	0
Osteichthyes	0,0570 $\pm$ 0,1188	0,0406 $\pm$ 0,0841	0,0137 $\pm$ 0,0285	0,0225 $\pm$ 0,04649	4,8	4,2
Fischeier	0	0,0436 $\pm$ 0,0901	0	0,0007 $\pm$ 0,0015	0	4,2

Tab. 6.2.2 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der von *T. eulepidotus* gefressenen Großtaxa

Taxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört
<b>Gastropoda</b>				
Prosobranchia	1,300	0	0,320	0
Opisthobranchia	98,700	100	99,680	100
<b>Polychaeta</b>				
Polychaeta unid.	100	0	100	0
<b>Copepoda</b>				
<i>Metridia sp.</i>	88,954	94,732	68,108	82,036
<i>C. propinquus</i>	3,063	0	8,043	0
<i>Euchaeta sp.</i>	5,149	5,268	23,695	17,964
Cyclopoida	2,833	0	0,155	0
<b>Euphausiacea</b>				
<i>E. superba</i>	4,171	1,055	14,837	24,745
<i>E. crystallorophias</i>	71,524	4,815	84,777	65,160
Furcilia- Stadien	24,305	94,130	0,386	10,094
<b>Amphipoda</b>				
Gammaridea	62,915	0	54,162	0
Hyperiidea	37,085	100	45,838	100
<b>Isopoda</b>				
Cymothoida	100	0	100	0

Tab. 6.2.3 Präsenz [%], mittlere Abundanz (n) und mittlere Biomasse [g] der Nahrungstaxa bei *T. hansonii* in ungestörten und gestörten Gebieten ( $\pm 95\%$ -Vertrauensbereich)

Taxa	Abundanz		Biomasse [g]		Präsenz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört	ungestört	gestört
Gastropoda	0	0,0198 $\pm 0,0332$	0	0,0032 $\pm 0,0049$	0	16,7
Polychaeta	0	0,0062 $\pm 0,0136$	0	0,0194 $\pm 0,0428$	0	8,3
Pantopoda	0	0,0051 $\pm 0,0112$	0	0,0004 $\pm 0,0009$	0	8,3
Copepoda	0,0182 $\pm 0,0578$	0,1276 $\pm 0,2426$	< 0,0001 $\pm < 0,0001$	0,0002 $\pm 0,0004$	25	16,7
Euphausiacea	0,0182 $\pm 0,0578$	0,0744 $\pm 0,1090$	< 0,0001 $\pm < 0,0001$	0,0009 $\pm 0,0014$	25	25,0
Decapoda	0	0,0053 $\pm 0,0116$	0	0,0023 $\pm 0,0051$	0	8,3
Amphipoda	0,0401 $\pm 0,1121$	0,0403 $\pm 0,0230$	0,0047 $\pm 0,0131$	0,0019 $\pm 0,0025$	50,0	66,7
Isopoda	0	0,0061 $\pm 0,0099$	0	0,0020 $\pm 0,0045$	0	16,7
Osteichthyes	0,0133 $\pm 0,0249$	0,0146 $\pm 0,0237$	0,3852 $\pm 1,0804$	0,0275 $\pm 0,0572$	50,0	16,7
Fischeier	0,8093 $\pm 2,5753$	13,8871 $\pm 14,5457$	0,0134 $\pm 0,0426$	0,3514 $\pm 0,3550$	25,0	41,7
Sonstige Eier	0	0,9015 $\pm 1,9842$	0	0,0003 $\pm 0,0006$	0	8,3

6.2.4 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der von *T. hansonii* gefressenen Großtaxa

Taxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört
<b>Gastropoda</b>				
Prosobranchia	0	74,262	0	60,815
Opisthobranchia	0	25,738	0	39,185
<b>Polychaeta</b>				
Aphroditidae	0	100	0	100
<b>Copepoda</b>				
<i>Metridia</i> sp.	100	93,274	100	99,739
Calanoida unid.	0	6,726	0	0,261
<b>Euphausiacea</b>				
<i>E. crystallorophias</i>	0	8,815	0	93,712
Furcilia- Stadien	100	91,185	100	6,288
<b>Amphipoda</b>				
Gammaridea	54,715	55,372	96,955	99,803
Hyperidea	45,285	44,628	3,045	0,197
<b>Isopoda</b>				
Sphaeromatidea	0	29,579	0	99,979
Cymothoidea	0	70,421	0	0,021

Tab. 6.2.5 Präsenz [%], mittlere Abundanz (n) und mittlere Biomasse [g] der Nahrungs-Taxa bei *T. lepidorhinus* in ungestörten und gestörten Gebieten ( $\pm$  95 %-Vertrauensbereich)

Taxa	Abundanz		Biomasse [g]		Präsenz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört	ungestört	gestört
Gastropoda	0,1072 $\pm$ 0,2236	0	< 0,0001 $\pm$ < 0,0001	0	4,8	0
Polychaeta	1,6721 $\pm$ 0,5216	0,5520 $\pm$ 0,6001	0,0412 $\pm$ 0,0246	0,0257 $\pm$ 0,0337	76,2	22,2
Crustacea spp.	0,0965 $\pm$ 0,2013	0,2361 $\pm$ 0,4980	0,0081 $\pm$ 0,0170	0,0096 $\pm$ 0,0203	4,8	5,6
Ostracoda	0,8100 $\pm$ 0,7563	0	0,0002 $\pm$ 0,0002	0	23,8	0
Copepoda	3,5009 $\pm$ 1,6357	445,8901 $\pm$ 183,0054	0,0035 $\pm$ 0,0026	0,4302 $\pm$ 0,1922	66,7	88,9
Euphausiacea	21,3329 $\pm$ 11,7163	0	0,1476 $\pm$ 0,1106	0	81,0	0
Decapoda	0,0595 $\pm$ 0,1240	0	0,0268 $\pm$ 0,0559	0	4,8	0
Mysidacea	0,1736 $\pm$ 0,3621	0	0,0007 $\pm$ 0,0015	0	4,8	0
Amphipoda	2,2954 $\pm$ 1,1485	1,7377 $\pm$ 1,6751	0,0591 $\pm$ 0,0457	0,0074 $\pm$ 0,0092	61,9	22,2
Isopoda	0	2,1695 $\pm$ 2,0187	0	0,0009 $\pm$ 0,0010	0	33,3

Tab. 6.2.6 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der von *T. lepidorhinus* gefressenen Großtaxa

Taxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört
<b>Gastropoda</b>				
Prosobranchia	0	0	0	0
Opisthobranchia	100	0	100	0
<b>Polychaeta</b>				
Polynoidae	82,059	38,662	98,966	5,013
<i>Phyllodoceidae</i>	17,941	61,338	1,034	94,987
<b>Copepoda</b>				
<i>Metridia sp.</i>	57,927	98,714	51,371	95,417
<i>C. acutus</i>	25,420	0,019	9,258	0,016
<i>C. propinquus</i>	11,270	0,160	20,781	0,377
<i>Euchaeta sp.</i>	2,721	0,727	18,341	4,131
Cyclopoida	2,662	0,380	0,249	0,059
<b>Euphausiacea</b>				
<i>E. superba</i>	0,648	0,238	14,244	24,540
<i>E. crystallorophias</i>	5,014	2,510	69,330	50,312
Furcilia- Stadien	94,338	97,253	16,426	25,149
<b>Amphipoda</b>				
Gammaridea	100	85,822	100	96,669
Hyperidea	0	14,178	0	3,331
<b>Isopoda</b>				
Cymothoida	0	68,815	0	16,662
Isopoda unid.	0	31,185	0	83,338

Tab. 6.2.7 Präsenz [%], mittlere Abundanz (n) und mittlere Biomasse [g] der Nahrungs-Taxa bei *T. nicolai* in ungestörten und gestörten Gebieten ( $\pm$  95 %-Vertrauensbereich)

Taxa	Abundanz		Biomasse [g]		Präsenz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört	ungestört	gestört
Gastropoda	-	0,0236 $\pm$ 0,0503	-	0,0035 $\pm$ 0,0075	-	6,3
Crustacea spp.	-	0,1032 $\pm$ 0,1119	-	0,0211 $\pm$ 0,0212	-	31,3
Copepoda	-	0,3449 $\pm$ 0,3196	-	0,0003 $\pm$ 0,0002	-	50,0
Euphausiacea	-	0,5988 $\pm$ 0,3750	-	0,0210 $\pm$ 0,0173	-	56,3
Mysidacea	-	1,0875 $\pm$ 2,0516	-	0,0219 $\pm$ 0,0347	-	31,3
Amphipoda	-	1,5976 $\pm$ 1,2741	-	0,0711 $\pm$ 0,0458	-	75,0
Tanaidacea	-	0,0398 $\pm$ 0,0849	-	< 0,0001 $\pm$ < 0,0001	-	6,3
Isopoda	-	0,3183 $\pm$ 0,4471	-	0,0002 $\pm$ 0,0004	-	25,0

Tab. 6.2.8 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der von *T. nicolai* gefressenen Großtaxa

Taxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört
<b>Gastropoda</b>				
Opisthobranchia	-	100	-	100
<b>Copepoda</b>				
<i>Metridia sp.</i>	-	70,575	-	75,463
<i>C. acutus</i>	-	19,929	-	2,347
Calanoida unid.	-	9,496	-	22,189
<b>Euphausiacea</b>				
<i>E. crystallorophias</i>	-	24,673	-	93,409
Furcilia- Stadien	-	75,327	-	6,591
<b>Amphipoda</b>				
Gammaridea	-	98,361	-	99,739
Caprellidea	-	1,639	-	0,261
<b>Isopoda</b>				
Cymothoida	-	70,174	-	84,826
Isopoda unid.	-	29,826	-	15,174

Tab. 6.2.9 Präsenz [%], mittlere Abundanz (n) und mittlere Biomasse [g] der Nahrungs-Taxa bei *T. pennellii* in ungestörten und gestörten Gebieten ( $\pm$  95 %-Vertrauensbereich)

Taxa	Abundanz		Biomasse [g]		Präsenz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört	ungestört	gestört
Hydrozoa	0,0195 $\pm$ 0,0421	0,0822 $\pm$ 0,0960	0,0131 $\pm$ 0,0283	< 0,0001 $\pm$ < 0,0001	7,1	13,6
Anthozoa	0	0,0416 $\pm$ 0,0866	0	0,0052 $\pm$ 0,0109	0,0	4,5
Gastropoda	0,3851 $\pm$ 0,3643	0,3654 $\pm$ 0,3438	0,1508 $\pm$ 0,1800	0,0215 $\pm$ 0,0276	35,7	27,3
Bivalvia	0	0,2404 $\pm$ 0,5001	0	0,0006 $\pm$ 0,0014	0,0	4,5
Polychaeta	0,4076 $\pm$ 0,1517	2,3698 $\pm$ 1,2742	0,0858 $\pm$ 0,0786	0,1675 $\pm$ 0,2157	85,7	68,2
Pantopoda	0,1805 $\pm$ 0,2249	0,2286 $\pm$ 0,4754	0,0172 $\pm$ 0,0273	<0,0001 $\pm$ 0,0001	21,4	4,5
Crustacea spp.	0	0,2592 $\pm$ 0,5392	0	0,0050 $\pm$ 0,0104	0,0	4,5
Ostracoda	0,0732 $\pm$ 0,0878	0,0428 $\pm$ 0,0618	0,0048 $\pm$ 0,0104	0,0021 $\pm$ 0,0042	21,4	9,1
Copepoda	0,0839 $\pm$ 0,1813	5,2772 $\pm$ 4,1760	0,0003 $\pm$ 0,0005	0,0030 $\pm$ 0,0021	7,1	50,0
Euphausiacea	0,0192 $\pm$ 0,0414	2,1581 $\pm$ 1,7974	0,0017 $\pm$ 0,0036	0,0587 $\pm$ 0,0621	7,1	50,0
Decapoda	0,0785 $\pm$ 0,1317	0	0,2008 $\pm$ 0,4017	0	14,3	0,0
Mysidacea	0,1678 $\pm$ 0,3625	0,4104 $\pm$ 0,5373	0,0044 $\pm$ 0,0094	0,0097 $\pm$ 0,0116	7,1	18,2
Amphipoda	6,7892 $\pm$ 6,5765	9,8192 $\pm$ 6,1235	0,2970 $\pm$ 0,2554	0,1439 $\pm$ 0,1038	100,0	72,7
Tanaidacea	0	1,2395 $\pm$ 1,4429	0	0,0003 $\pm$ 0,0004	0,0	13,6
Isopoda	1,5792 $\pm$ 1,2175	0,5295 $\pm$ 0,5742	0,2971 $\pm$ 0,2252	0,0206 $\pm$ 0,0288	85,7	27,3
Osteichthyes	0,0352 $\pm$ 0,0761	0,0352 $\pm$ 0,0539	0,2356 $\pm$ 0,5089	0,0062 $\pm$ 0,0117	7,1	9,1

Tab. 6.2.10 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der von *T. pennellii* gefressenen Großtaxa

Taxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört
<b>Gastropoda</b>				
Prosobranchia	42,282	84,404	20,541	90,142
Opisthobranchia	57,718	15,596	79,459	9,858
<b>Polychaeta</b>				
Polynoidae	25,936	79,122	2,590	96,991
Phyllodocidae	74,064	19,618	97,410	1,284
Sabellidae	0	1,261	0	1,725
<b>Copepoda</b>				
<i>Metridia</i> sp.	0	8,622	0	20,993
<i>C. acutus</i>	0	1,729	0	1,542
<i>C. propinquus</i>	100	5,024	100	5,375
<i>Euchaeta</i> sp.	0	9,189	0	32,391
Calanoida unid.	0	66,228	0	38,058
Cyclopoida	0	9,208	0	1,642
<b>Euphausiacea</b>				
<i>E. superba</i>	0	6,819	0	63,096
<i>E. crystallorophias</i>	100	7,869	100	32,917
Furcilia- Stadien	0	85,312	0	3,986
<b>Amphipoda</b>				
Gammaridea	99,288	94,223	99,621	94,779
Hyperiidia	0	2,974	0	1,227
Caprellidea	0,712	2,804	0,379	3,995
<b>Isopoda</b>				
Sphaeromatidea	14,985	15,944	22,243	83,383
Asellota	50,505	4,497	12,224	0,381
Valvifera	34,511	14,452	65,533	16,089
Cymothoida	0	65,107	0	0,146

Tab. 6.2.11 Präsenz [%], mittlere Abundanz (n) und mittlere Biomasse [g] der Nahrungs-Taxa bei *T. scotti* in ungestörten und gestörten Gebieten ( $\pm$  95 %-Vertrauensbereich)

Taxa	Abundanz		Biomasse [g]		Präsenz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört	ungestört	gestört
Hydrozoa	0,0384 $\pm$ 0,0773	1,0676 $\pm$ 4,5937	<0,0001 $\pm$ <0,0001	0,0001 $\pm$ 0,0005	2,2	3,3
Gastropoda	0,0541 $\pm$ 0,1090	0	0,0005 $\pm$ 0,0009	0	2,2	0
Polychaeta	8,7993 $\pm$ 4,8700	1,0676 $\pm$ 4,5937	0,1878 $\pm$ 0,0988	0,1149 $\pm$ 0,4943	43,5	33,3
Arachnida	0,0482 $\pm$ 0,0972	0	<0,0001 $\pm$ <0,0001	0	2,2	0
Ostracoda	0,4643 $\pm$ 0,8806	0	<0,0001 $\pm$ 0,0001	0	4,3	0
Copepoda	1,4776 $\pm$ 1,2095	0	0,0007 $\pm$ 0,0007	0	17,4	0
Euphausiacea	0,5284 $\pm$ 0,4373	0	0,0077 $\pm$ 0,0114	0	15,2	0
Mysidacea	0,1416 $\pm$ 0,2852	0	0,0008 $\pm$ 0,0016	0	2,2	0
Amphipoda	9,5415 $\pm$ 4,3165	11,6480 $\pm$ 43,4136	0,0915 $\pm$ 0,0743	0,0509 $\pm$ 0,1132	78,3	66,7
Cumacea	0,6351 $\pm$ 0,9462	0	0,0044 $\pm$ 0,0051	0	6,5	0
Tanaidacea	0	4,5944 $\pm$ 13,4795	0	0,0015 $\pm$ 0,0059	0	66,7
Isopoda	7,2169 $\pm$ 3,8193	0	0,0252 $\pm$ 0,0143	0	60,9	0
Crinoidea	0,1416 $\pm$ 0,2852	0	0,0009 $\pm$ 0,0019	0	2,2	0
Sonstige Eier	0,5417 $\pm$ 0,5546	0	0,0003 $\pm$ 0,0003	0	8,7	0

Tab. 6.2.12 Individuen- und Biomasse-Dominanz [%] der Unterordnungen, Familien und Arten innerhalb der von *T. scotti* gefressenen Großtaxa

Taxa	Individuen-Dominanz [%]		Biomasse-Dominanz [%]	
	ungestört	gestört	ungestört	gestört
<b>Gastropoda</b>				
Prosobranchia	100	0	100	0
<b>Polychaeta</b>				
Aphroditidae	1,213	0	0,371	0
Polynoidae	12,778	0	11,948	0
Phyllodocidae	14,205	0	9,315	0
Hesionidae	1,262	0	0,207	0
Syllidae	6,013	0	0,581	0
Maldanidae	46,793	0	31,691	0
Terebellidae	11,149	0	28,210	0
Sabellidae	6,588	100	17,678	100
<b>Copepoda</b>				
<i>Metridia</i> sp.	18,002	0	35,750	0
<i>C. acutus</i>	40,259	0	57,391	0
<i>C. propinquus</i>	16,542	0	3,658	0
Calanoida unid.	3,757	0	0,831	0
Cyclopoida	21,440	0	2,370	0
<b>Euphausiacea</b>				
<i>E. crystallorophias</i>	40,027	0	89,936	0
Furcilia- Stadien	59,973	0	10,064	0
<b>Amphipoda</b>				
Gammaridea	100	100	100	100
<b>Isopoda</b>				
Anthuridea	1,702	0	5,739	0
Asellota	35,939	0	26,066	0
Valvifera	5,896	0	54,268	0
Cymothoida	56,463	0	13,928	0

### 6.3. English legends of tables and figures

**Fig. 1.1** (p. 3) (A) On undisturbed bottoms a three-dimensional life zone is built by sponges and other sessile benthos (in the sponge a *Trematomus sp.* is hiding). (B) Area recently disturbed by iceberg scouring (photos: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

**Table 1.4.1** (p. 4) Families within the suborder Notothenioidei and the number of Antarctic species

**Fig. 2.1.1** (p. 7) The map shows a detail of the Antarctic continent around the Weddell Sea. The trawled areas are marked (KN = *Kapp Norvegia*, AUS = *Austasen*)

**Table 2.1.1** (p. 8) The trawled stations with position, time and depth at trawling start and trawling end (ungestört = undisturbed area; gestört = disturbed area)

**Table 2.1.2** (p. 9) Maturity stages after EVERSON (1977) for female fish

**Table 2.1.3** (p. 9) Maturity stages after EVERSON (1977) for male fish

**Table 2.2.1** (p. 12) Used literature for taxonomic identification

**Fig. 3.1.1** (p. 22) In figure A and B the dominance of individuals in undisturbed (A) and disturbed areas (B) is shown. C and D shows the dominance of biomass in undisturbed (C) and disturbed areas (D)

**Fig. 3.1.2** (p. 24) Average abundance and biomass [g] with standard deviation of *Trematomus spp.* (15 min. trawling time) in undisturbed (light grey) and disturbed areas (dark grey)

**Fig. 3.1.3** (pp. 26-28) A-F Average number of size classes (total length in cm) in the investigated *Trematomus* species. The values are referred to 15 min. trawling duration

**Table 3.1.1** (p. 29) Results of the *Kolmogoroff-Smirnoff-Test* ( $\hat{D}$ ) and the *U-Test* (U) for the comparison of length frequencies between undisturbed and disturbed areas.  $n_1, n_2$  = number of individuals. \* = significantly different (level of significance  $\alpha = 0,05$ )

Fig. 3.1.4 (p. 30) A-F Average abundance of juveniles (J), males (M) and females (F) in undisturbed and disturbed areas. The values are referred to 15 min. trawling duration

**Table 3.2.1** (p. 32) Number of examined stomach per species and station

**Fig. 3.2.1 - Fig. 3.2.6** (pp. 33-38) Frequency of degree of stomach fullness (A; MF) and state of prey digestion (B; Verdg.) after DALPADO & GJØSÆTER (1988), depending on station and time, respectively

**Table 3.2.2** (p. 39) To compare the diet of fish of different size classes a division into "small" (= klein) and "big" (= groß) was made. The lengths and number of fish included in this division was depending on species

**Fig. 3.2.7 – Fig. 3.2.11** (pp. 40, 42, 44, 46, 49) Dominance of individuals and biomass [%] of prey in the diet of small (light grey) and big fish (dark grey)

**Table 3.2.3 – Table 3.2.7** (pp. 41, 43, 45, 47, 50) Results of the comparison of diet similarity (Bray-Curtis-Similarity) and of the test of significance (Global R and corresponding level of significance in %)

**Fig. 3.2.12** (p. 52) A-F Proportion of stomach weight to body weight [g] of investigated species. Additionally the formula for calculation of the regression (y) and its accuracy ( $R^2$ ) is shown

**Fig. 3.2.13 – Fig. 3.2.18** (pp. 55, 58, 61, 64, 67, 70) Average abundance (A) and biomass (B) of prey including 95 %- confidence interval in undisturbed and disturbed areas

**Table 3.2.8 – Table 3.2.13** (pp. 56, 59, 62, 65, 68, 71) Diversity  $H'$  (*Shannon-Wiener-Index*; SHANNON & WEAVER, 1949) and Evenness  $E'$  (PILOU, 1966) of diet composition in undisturbed and disturbed areas

**Table 3.2.14** (p. 72) Proportional indices of diet-overlap after COLWELL & FUTUYAMA (1971) (np = not present)

**Fig. 3.2.19** (p. 74) Main-food-indices (MFI; ZANDER, 1982) of the most important prey items

**Fig. 3.2.20** (p. 75) Two-dimensional cluster of similarity of main-food-indices (Bray-Curtis-Similarity)

**Fig. 3.2.21** (p. 76) MDS-Plot (multi-dimensional) of similarity of main-food-indices (Bray-Curtis-Similarity)

**Fig. 4.4.1** (p. 87) Benthic-pelagic *T. eulepidotus* in an undisturbed area (photo: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

**Fig. 4.4.2** (p. 90) *T. lepidorhinus*, resting on a sponge (photo: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

**Fig. 4.4.3** (p. 91) *T. pennellii* on a disturbed bottom (photo: J. GUTT, AWI Bremerhaven)

**Fig. 4.5.1** (p. 97) Schematic representation of horizontal and vertical niche separation on the continental shelf of the eastern Weddell Sea. In undisturbed areas *T. scotti* occupies the niche of a benthic-feeder, whereas *T. eulepidotus* and *T. lepidorhinus* are prevailing pelagic feeders. On disturbed bottoms *T. pennellii* and *T. bernacchii* are taking in benthic prey close to the bottom. *T. hansonii* and *T. nicolai* are benthic-pelagic feeders

**Table 6.1.1 – Table 6.1.5** (pp. 111-115) Dominance of individuals and biomass [%] of prey items fed by small and big fish. Dominance of main items and dominance of suborders, families and species within these are given, additionally

**Table 6.2.1, 6.2.3, 6.2.5, 6.2.7, 6.2.9, 6.2.11** (pp. 116, 118, 120, 122, 123, 125) Presence [%], average abundance (n) and average biomass [g] of prey items in undisturbed and disturbed areas ( $\pm$  95 %- confidence interval)

**Table 6.2.2, 6.2.4, 6.2.6, 6.2.8, 6.2.10, 6.2.12** (pp. 117, 119, 121, 122, 124, 126) Dominance of individuals and biomass [%] of suborders, families and species within the fed main item

### Danksagung

Ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, deren Unterstützung mir das Studium nicht nur ermöglicht, sondern auch sehr erleichtert hat. Für die einzigartige Möglichkeit an dieser Antarktis-Expedition teilzunehmen möchte ich Prof. Arntz und Rainer Knust recht herzlich danken. Der Spaß bei der Arbeit an Bord ging dank der Anwesenheit der spanischen Kollegen Bernat Artigues und José Gonzales nie verloren. Dem „Doc“ von Polarstern danke ich noch einmal für das Zusammenflicken der geschundenen Knochen und Sabine für die Hilfe bei all den Tätigkeiten, die ein einarmiges Wesen nicht alleine bewältigen kann.

Viele Anregungen für diese Arbeit verdanke ich der ständigen Diskussionsbereitschaft von Bela Buck, Alexander Schröder, Ute Jacob und meiner gesamten Arbeitsgruppe. Sie alle standen mir bei kleinen und großen Problemen jederzeit hilfreich zu Seite. Ein spezieller Dank geht auch nach München an meinen Schnecken-Spezialisten Michi Schrödl, ohne dessen Hilfe eine Identifizierung der Cephalaspidea nicht möglich gewesen wäre.

Prof. Saint-Paul möchte ich für die Bereitschaft danken, das Zweitgutachten dieser Arbeit zu übernehmen.

