

Die Häufigkeit des Ichthyoplanktons an der Oberfläche des mittleren und südlichen Atlantischen Ozeans¹

VON HANS-CHRISTIAN JOHN

Eingang des Ms. 20. 8. 1976

Kurzfassung

Von Mitte November 1970 bis Ende April 1971 wurde von Bord des FFS „Walther Herwig“ auf 3 transatlantischen Schnitten quantitativ Neuston gesammelt. Die Individuen- und Artenhäufigkeit des Ichthyoplanktons wurde für hydrographisch unterschiedliche Seegebiete ermittelt und verglichen. Tropische und neritische Gebiete fielen durch Maximalwerte auf, sofern nicht jahreszeitlich bedingte Ausnahmen auftraten. Die höchsten Individuendichten im Oberflächennwasser wurden tagsüber festgestellt, während die Artenzahl nachts anstieg.

Abstract

Frequency of ichthyoplankton at the surface of the Central and Southern Atlantic Ocean

From middle of November 1970 to the end of April 1971 from board of the RV “Walther Herwig” quantitative neuston samples were taken on 3 transatlantic sections. Numbers of individuals and species of ichthyoplankton were compared for hydrographically distinct areas. Tropical and neritic areas showed maximum values unless seasonal differences yielded exceptions. Highest concentrations of individuals in the surface layer have been observed during daytime, whilst species numbers increased during nighttime.

Resumen

Frecuencia del ictioplankton en la superficie del Atlantico Central y del Sur

De la mitad de Noviembre 1970 hasta fines de Abril 1971 se pescaba neuston durante 3 secciones transatlánticas de bordo del B.I. «Walther Herwig». Se investigó y comparó los números de individuos y de especies de ictioplankton por áreas distintas por la hidrografía. Regiones tropicales o neríticas mostraron valores máximos, pero ocurrieron excepciones estacionales. Los números de individuos en aguas superficiales estuvieron más grande durante el día, mientras que el número de especies aumentaba durante la noche.

Einleitung

Von Mitte November 1970 bis Ende April 1971 führte das FFS „Walther Herwig“ eine Forschungsreise nach Südamerika und Südafrika durch. Während der drei transatlantischen Schnitte wurden Neustonfänge gemacht, die hauptsächlich zu einer Bestandsaufnahme des oberflächennahen Ichthyoplanktons durch den Autor dieser Arbeit dienen sollten. Beabsichtigt war die Erweiterung taxonomischer Kenntnisse der Fischbrut und die Erfassung der Artenzusammensetzung, der Verbreitungsgrenzen, der relativen Artenhäufigkeit und Gesamthäufigkeit pro Seegebiet, soweit möglich unter Berücksichtigung jahreszeitlicher und tageszeitlicher Unterschiede.

¹ Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS „Walther Herwig“ nach Südamerika XLV.

Vom Evertebratenplankton dieser Fänge sind die Ostracoden (MOGUILEVSKI und ANGEL 1975) und die Pontelliden (WEIKERT 1975) bereits bearbeitet. Die Untersuchung weiterer Gruppen ist begonnen bzw. vorgesehen.

Die Neustonuntersuchungen während der „Walther-Herwig“-Reise 36 wurden von Professor HEMPEL angeregt und vom Institut für Seefischerei an der Bundesforschungsanstalt für Fischerei ermöglicht. Die Probennahme und Materialbearbeitung wurde durch die finanzielle Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Für die Hilfe bei der Probennahme bin ich der Besatzung der „Walther Herwig“ zu besonderem Dank verpflichtet. Wertvolle Hilfe bei der Bearbeitung des Materials erhielt ich durch die Herren Dres. COLLETTE, GIBBS, HARTMANN, HEMPEL, NELLEN und KREFFT.

1 Material und Methoden

Während der Reise wurden auf vorgegebenen Schnitten 290 quantitativ auswertbare Neustonhols gemacht, die rund 7800 Fischlarven und Jungfische erbrachten. Die angenäherte Stationslage zeigt Abb. 1.

Zum Einsatz kamen zwei Geräte: Bei niedrigen Geschwindigkeiten bis 5 kn fischte ein zweistufiger Davidsammler (HEMPEL und WEIKERT 1972), bei dem jedoch die Netzöffnungen (30×15 cm, Tauchtiefe des Obernetzes etwa 10 cm) im vorderen Drittel des Gerätes montiert waren, um Konzentrationsänderungen im Plankton durch Scheuchwirkung zu verringern. Bei höheren Geschwindigkeiten, allgemein bei 7 kn, wurde der Prototyp eines neuentwickelten Hochgeschwindigkeitssammlers nach dem Prinzip von SAMEOTO und JAROSZYNSKI, 1969, verwandt. Dieses Gerät hatte eine Netzöffnung von 30×30 cm bei einer Eintauchtiefe von ca. 15 cm. Eine Skizze des Gerätes findet sich bei JOHN, 1975, eine Weiterentwicklung, die auch unter schweren Wetterbedingungen einsetzbar ist, wurde von JOHN, 1976a, beschrieben.

Die Verwendung unterschiedlicher Gerätetypen war zur Zeitersparnis erforderlich. Beide Sammler fischten mit einer Maschenweite von 500μ .

Der Einsatz beider Gerätetypen verteilte sich folgendermaßen:

Tabelle 1. Verteilung der Gerätetypen auf die Hols

Hochgeschwindigkeitssammler Holnummern	Davidsammler Holnummern
1– 17	18– 41
42–118	119–146
147–176	177–290

Sofern frei wählbar, wurde die Stationszeit folgendermaßen gelegt: Täglich lag je ein Hol gegen 09 und 15 Uhr Ortszeit (aus Gründen der Zeitersparnis mußte der 15-Uhr-Hol später auf die Mittagszeit verschoben werden) sowie mindestens jeweils ein weiterer Hol etwa 1 Stunde und 4 Stunden nach Sonnenuntergang.

Jede Möglichkeit zu zusätzlichen Hols wurde ausgenutzt, soweit möglich lagen Zusatzhols abends, um Angaben über die Vertikalwanderung der Organismen zu gewinnen.

Um Schiffszeit zu sparen, gute Filtrationsleistung zu gewährleisten, Beschädigungen der Ichthyoplankter zu vermeiden und quantitativ sortieren zu können, wurde entsprechend der jeweiligen Schleppgeschwindigkeit die Holdauer meist so gewählt, daß der Gesamtfangbereich des jeweiligen Gerätes etwa 100 m^3 Wasser filtrierte. In die Größengruppe 100 bis $109,9 \text{ m}^3$ fiel dann auch die größte Anzahl der Hols ($n = 59$), das durchschnittliche filtrierte Volumen betrug aber $123,0 \text{ m}^3$ ($s = 37,5 \text{ m}^3$; $n = 290$).

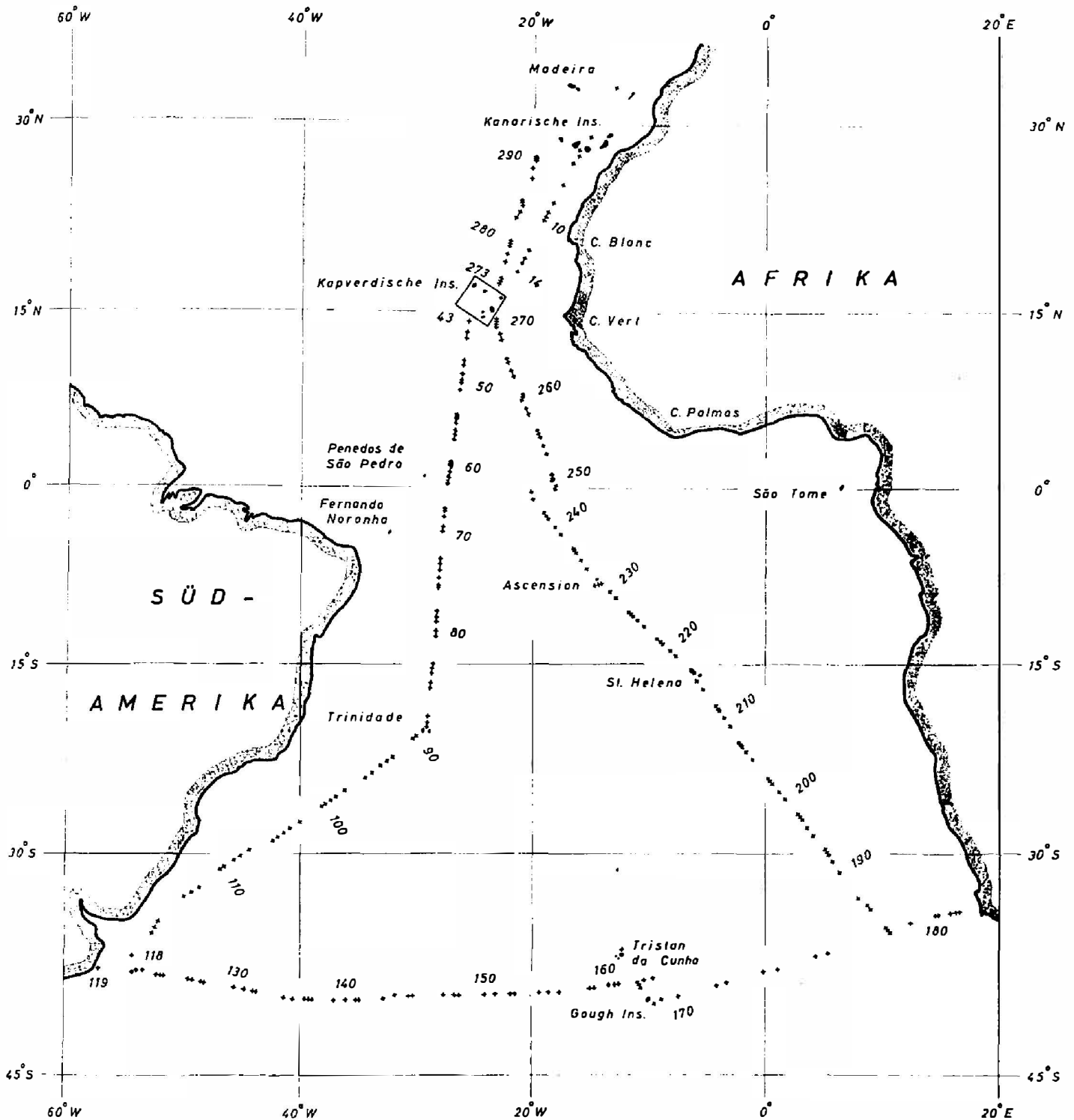


Abb. 1. Stationskarte

Für jeden Hol wurden die Temperatur der Wasseroberfläche, Seegang und Wind sowie die Lichtverhältnisse protokolliert. Soweit es die sonstigen Arbeiten erlaubten, wurde künstliche Beleuchtung bei Nachthols vermieden. Der Oberflächensalzgehalt wurde täglich ein- bis zweimal bestimmt. Die genauen Positionen der Hols und sonstigen Daten sind bei JOHN, 1975, vollständig tabelliert.

Die quantitativen Angaben dieser Arbeit über die Individuenhäufigkeiten sind auf Standardvolumina von 100 m³ bezogen. Statistische Prüfungen (Tests auf Korrelation und Berechnung der Regressionsgeraden) zeigten, daß für die Korrekturen der Indi-

viduendichten im Bereich unserer Holzgrößen das allgemein übliche Verfahren zulässig ist, wonach die Individuenzahl entsprechend dem abgefischten Volumen steigt.

Auf eine Korrektur der Artenhäufigkeit auf Standardvolumina konnte dagegen verzichtet werden, da zwar eine signifikante Korrelation vorlag, der Regressionskoeffizient aber nahe Null war.

2 Ergebnisse

2.1 Die Artenzusammensetzung des Ichthyoplanktons

Unter den insgesamt 7808 gefangenen Fischlarven waren mindestens 73 Taxa vertreten, die zu folgenden Ordnungen gehören: Clupeiformes, Scopeliformes, Anguilliformes, Beloniformes, Gadiformes, Syngnathiformes, Zeiformes, Mugiliformes, Perciformes, Dactylopteriformes, Pleuronectiformes, Echeneiformes und Tetraodontiformes. An dieser Stelle kann aus Platzgründen nur eine gekürzte Artenliste mit den wichtigsten bzw. häufigsten Taxa gegeben werden. Eine vollständige Liste mit Verbreitungsangaben findet sich bei JOHN, 1975.

Zahlenmäßig am bedeutendsten waren die Arten der Ordnung Beloniformes (62 % vom Gesamtfang), Scopeliformes (15 %), Syngnathiformes (11 %), Perciformes (5 %) und Clupeiformes (2 %).

Von den Syngnathiformes wurden nur Postlarven und Juvenile der Art *Macrorhamphosus scolopax* (Linnaeus, 1758) im Nordostatlantik gefangen, die Ergebnisse sind z. T. bereits veröffentlicht (EHRICH und JOHN 1973). Von den Scopeliformes gehörten die meisten Tiere zur Familie Myctophidae. Unsere Myctophiden erbrachten nur geringe Erweiterungen der bisherigen Kenntnisse, ausgenommen den Nachweis von *Myctophum spinosum* (Steindachner, 1867) im Südostatlantik (Agulhasstrom-Ausläufer). Da unser Myctophidenmaterial für die Arbeit von KREFFT 1974 mitherrangezogen wurde, sei darauf verwiesen.

Die Ordnungen Beloniformes und Perciformes haben unter dem Ichthyoneuston der wärmeren Meere große Bedeutung. Aus dem Material an Beloniformes sind bereits die taxonomisch-zoogeographischen Erkenntnisse aus den Exocoetidenlarvenfängen veröffentlicht (JOHN 1976b). Weitere Arbeiten zur Zoogeographie und Ökologie wichtiger Taxa dieser beiden Ordnungen sind in Vorbereitung.

2.2 Die regionale Individuen- und Artenhäufigkeit der oberflächennahen Ichthyoplankter

Für eine statistische Untersuchung, ob Unterschiede in der Individuen- und Artendichte verschiedener Seegebiete vorliegen, mußten zunächst die tageszeitlichen Unterschiede ausgeschaltet werden, die durch tagesperiodische Unterschiede in der Vertikalverteilung vieler Taxa bedingt sind.

Der geringe Umfang des Materials ließ es nicht zu, für die verschiedenen Regionen jeweils gleiche Zeitgruppen getrennt zu prüfen, daher wurde versucht, die Tagesperiodik in den Individuen- und Artenhäufigkeiten durch übergreifende Mittelwertbildung zu eliminieren. Eine Glättung über 5 Hols (dies entspricht der durchschnittlichen Zahl der Hols pro Tag) ergab eine Kurve, die immer noch tageszeitliche Maxima und Minima aufwies. Diese Tagesperiodizität wurde bei einer Glättung über 9 Hols nicht mehr sichtbar. Die aus den entsprechend geglätteten Individuen- und Artenhäufigkeiten resultierenden Kurven zeigen die Abb. 2a–c und 3 für die drei Schnitte getrennt.

Für die zeichnerische Darstellung der Individuenhäufigkeit mußte wegen der stark variierenden Werte eine logarithmische Darstellung gewählt werden.

Tabelle 2. Artenliste (nur häufige bzw. relevante Taxa)

Taxon	Ind.Zahl
CLUPEIFORMES	
Clupeidae	
<i>Sardinella maderensis</i> (Lowe, 1841)	27
Engraulidae	
<i>Engraulis anchoita</i> Hubbs u. Marini, 1935	32
Gonostomatidae	
<i>Cyclothone</i> sp. oder spp.	49
indet.	33
SCOPELIFORMES	
Myctophidae	
<i>Hygophum macrochir</i> (Günther, 1864)	28
<i>Gonichthys coccoi</i> (Cocco, 1892)	71
<i>Gonichthys barnesi</i> Whitley, 1943	93
<i>Centrobranchus nigroocellatus</i> (Günther, 1873)	27
<i>Myctophum affine</i> (Lütken, 1892)	195
<i>Myctophum nitidulum</i> Garman, 1889	138
<i>Myctophum spinosum</i> (Steindachner, 1867)	3
<i>Myctophum asperum</i> Richardson, 1844	141
<i>Symbolophorus veranyi/boops</i> (Moreau, 1888)/(Richardson, 1844)	76
indet. Larven	385
BELONIFORMES	
Scomberesocidae	2276
<i>Scomberesox saurus</i> (Walbaum, 1792)	
<i>Scomberesox</i> sp. n. Parin, 1968	
Hemirhamphidae indet.	1071
Exocoetidae	
<i>Exocoetus volitans</i> Linnaeus, 1758	1142
<i>Exocoetus obtusirostris</i> Günther, 1866	
<i>Cypselurus</i> spp.	64
<i>Prognichthys gibbifrons</i> (Cuvier u. Valenc., 1846)	55
<i>Hirundichthys</i> sp. oder spp. und	
<i>Danichthys rondeletii</i> (Cuvier u. Valenc., 1846)	62
indet.	165
SYNGNATHIFORMES	
Macrorhamphosidae	
<i>Macrorhamphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)	853
MUGILIFORMES	
Mugilidae indet.	36
Atherinidae	
? <i>Atherina incisa</i> Jenyns, 1842	31
PERCIFORMES	
Carangidae	
<i>Naucrates ductor</i> (Linnaeus, 1758)	31
Coryphaenidae	
<i>Coryphaena equiselis</i> Linnaeus, 1758	70
Sparidae indet.	32
Pomacentridae	
? <i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)	49
Chilodactylidae	
<i>Palunolepis grandis</i> (Günther, 1860)	23
Blenniidae indet.	115
Scombridae	
<i>Auxis thazard</i> (Lacépède, 1802)	17
Istiophoridae	
<i>Makaira nigricans</i> Lacépède, 1802	10
indet. Perciformes	26
unbestimmbare Larven bzw. Reste	272
hier nicht tabellierte Taxa	110

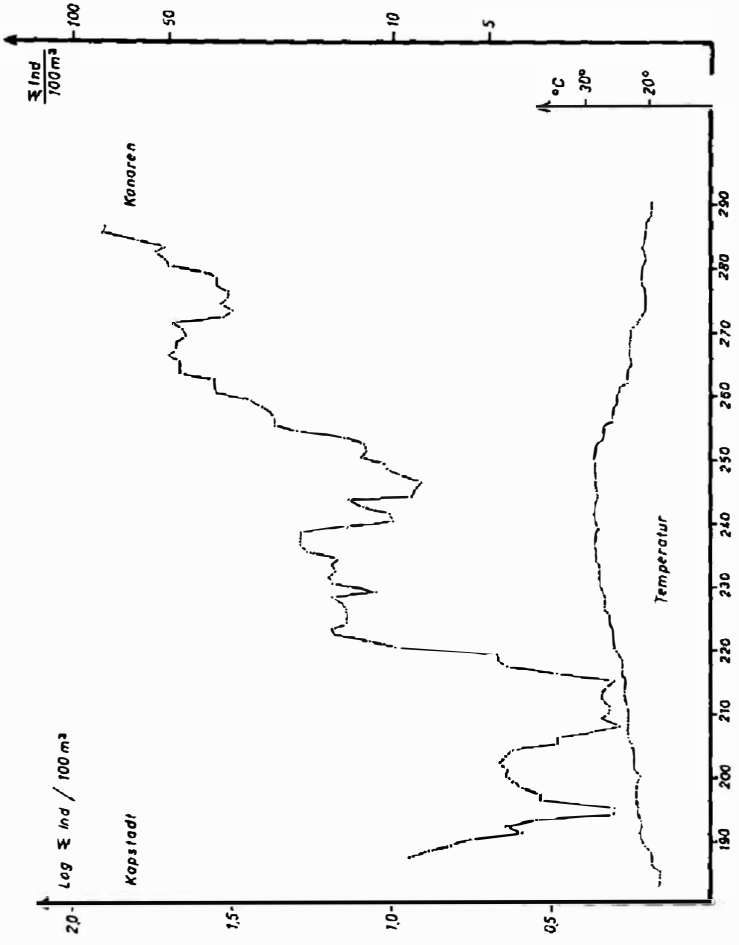
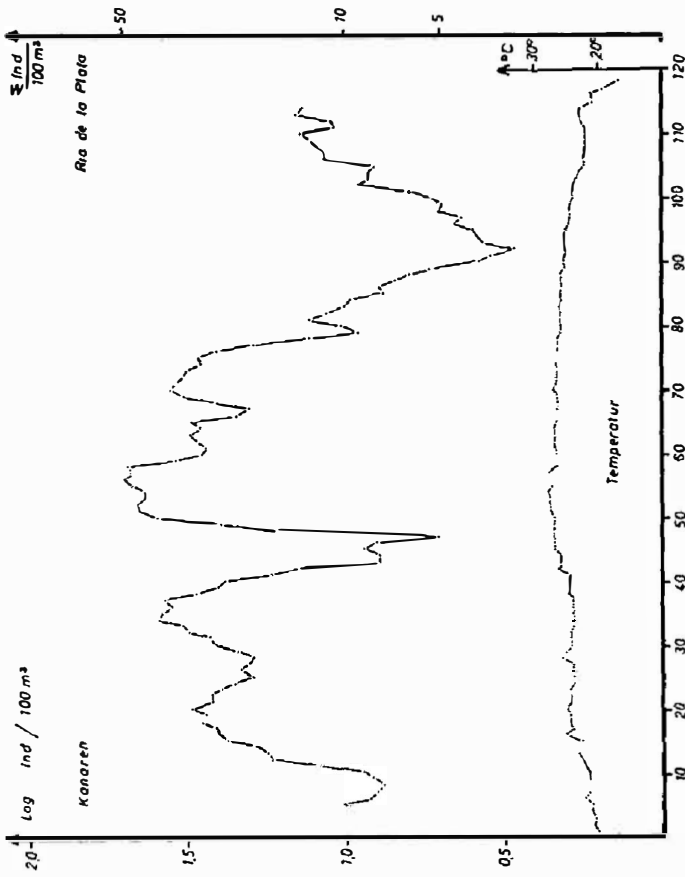
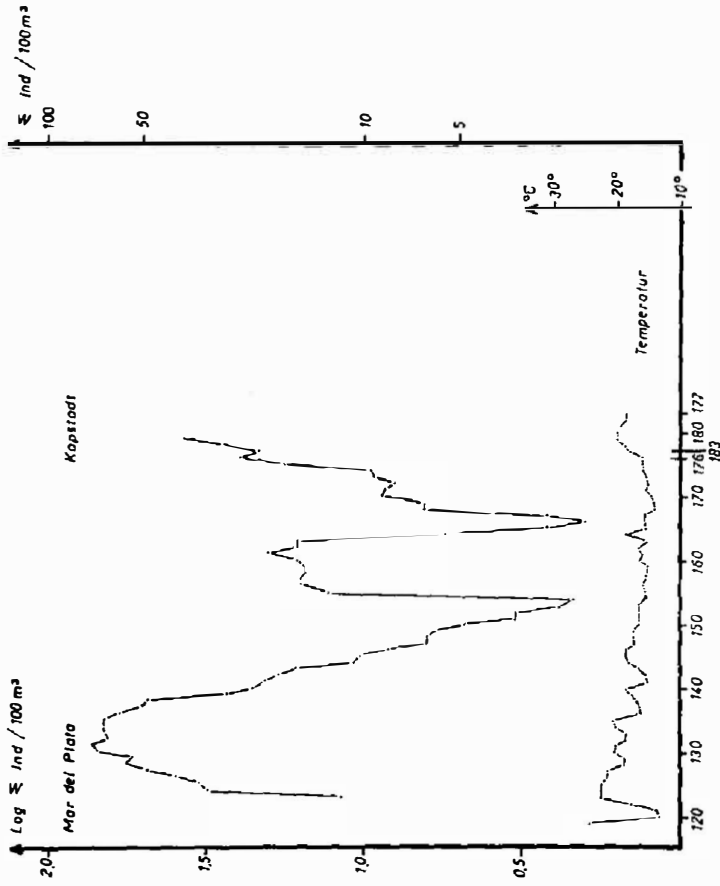


Abb. 2. Die Individuenhäufigkeiten während der drei Schnitte. - Abb. 2a (oben links), Schnitt I. - Abb. 2b (oben rechts). Schnitt II. - Abb. 2c (unten). Schnitt III

Dem Vorteil der geglätteten Darstellung, daß tageszeitliche Unterschiede nicht in Erscheinung treten, steht als Nachteil gegenüber, daß kleinräumige Änderungen ebenfalls verdeckt werden und weiterhin die ermittelten Faunengrenzen etwas verlagert sein können. In gewissem Umfang werden auch Häufigkeitsunterschiede nivelliert. Dazu entfallen am Anfang und Ende eines Schnittes jeweils 4 Hols.

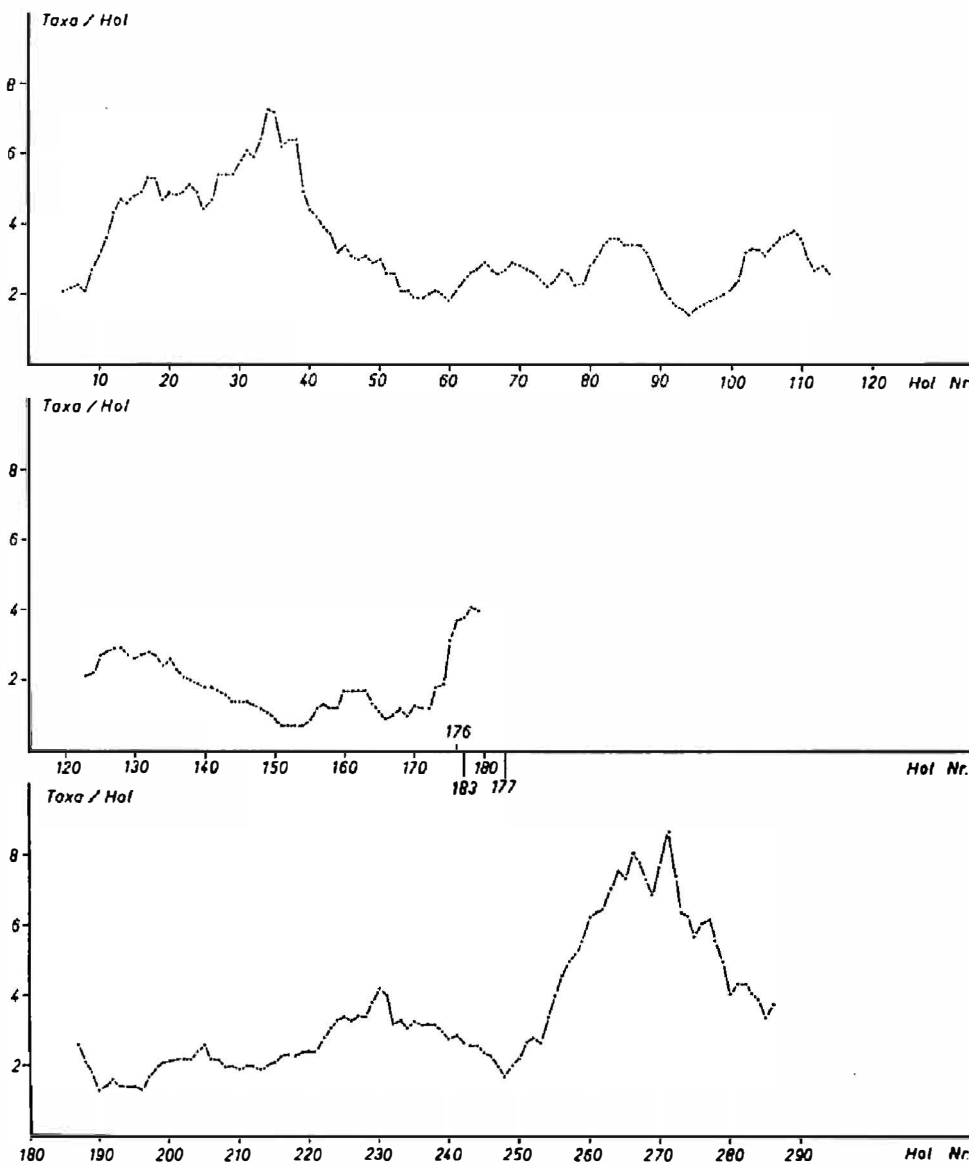


Abb. 3. Artenhäufigkeiten während der Schnitte I-III (von oben nach unten)

Aus den Kurven lassen sich Gebiete bestimmter Individuen- bzw. Artenhäufigkeit (in geringerer Deutlichkeit) ablesen. Die gemessenen Oberflächentemperaturen sind in die Diagramme eingetragen.

Wie ein Vergleich der vorerst willkürlich aus dem Diagramm entnommenen Häufigkeitsgrenzen unter Berücksichtigung der genannten hydrographischen Daten mit den Stromkarten, Oberflächentemperaturen und Salzgehaltsdaten in den entsprechenden Monatskarten des DHI (1954 und 1956) zeigt, können die Häufigkeitsmuster der Diagramme leicht bestimmten Stromsystemen oder anderen hydrographischen Regionen zugeordnet werden (Tab. 2).

Es wird jetzt untersucht, ob die Unterschiede zwischen den angenommenen Faunenzonen statistisch signifikant sind. Hierzu mögen die folgenden Tabellen dienen:

Tabelle 3. Regionale Unterschiede, Schnitt I

Region	KaS	KvS	KvA	Näq	Üz	Säq	Säq	BrS	BrS-ner
Hol Nr.	5-11	12-26	27-41	42-48	49-59	60-67	68-78	79-105	106-114
n Hols	7	15	15	7	11	8	11	27	9
Ø Ind.zahl	9,0	23,6	28,1	9,6	42,1	27,1	27,9	6,7	12,3
s Ind.zahl	1,5	4,1	7,1	4,0	7,4	3,9	6,9	2,7	1,3
Ø Artenzahl	2,6	4,8	5,4	3,3	2,3	2,5	2,6	2,6	3,2
s Artenzahl	0,6	0,3	1,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,7	0,5
FG ₂	20	28	20	16	17	17	36	34	
F Ind.zahl	83,04	4,52	40,62	112,63	27,35	0,08	189,28	34,13	
Unterschied signifikant	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja
F Artenzahl	153,08	3,36	18,37	32,28	1,04	0,54	0,01	5,97	
Unterschied signifikant	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	ja

Abkürzungen der Regionen: KaS = Kanarenstrom; KvS = Kap-Verde-Strom; KvA = Kap-Verde-Archipel; Näq = Nordäquatorialstrom; Üz = Übergangszone; Säq = Südäquatorialstrom; BrS = Brasilstrom; ner = neritisch; BgS = Benguelastrom; Kom = Komplex aus neritischen Falklandstrom- und Brasilstromeinflüssen; WwT = Westwindtrift; AgS = Agulhasstrom; ÄGg = Äquatorialer Gegenstrom.

Die drei Schnitte werden getrennt analog der vermuteten Regionen tabelliert. Die erste und letzte Holnummer und die resultierende Zahl der Hols pro Region sind in den oberen zwei Zeilen angegeben. Die folgenden zwei Zeilen geben die durchschnittliche Individuenhäufigkeit und die zugehörige Standardabweichung an, die nächsten zwei Zeilen die Werte für die Artenhäufigkeit.

Als statistischer Test wurde die einfache Varianzanalyse zwischen jeweils nur zwei benachbarten Regionen gewählt, woraus sich als erste Zahl der Freiheitsgrade $FG_1 = 1$ ergibt. Die aus der Gesamtzahl der verglichenen Hols resultierende Zahl der zweiten Freiheitsgrade ist in Zeile 7 tabelliert. Zeile 8 zeigt den Wert F der Varianzanalyse der Individuenhäufigkeit, Zeile 9 gibt an, ob die Unterschiede in der durchschnittlichen Individuenzahl auf dem 5 %-Niveau signifikant sind. Die Zeilen 10 und 11 zeigen die entsprechenden Ergebnisse für die Artenhäufigkeit. Erwähnt sei noch, daß die wahre Artenzahl höher liegen dürfte, da in verschiedenen Fällen nur höhere Taxa erfaßt werden konnten. Dies gilt für die Schnitte I und III in höherem Maße als für Schnitt II, wo wohl nur bei den Larven der Myctophiden mehrere Arten in einem Taxon enthalten sein können. Die möglichen Auswirkungen werden in der späteren Interpretation der Diagramme diskutiert werden.

Zusammenfassende Betrachtung

Die Hols 5-11 und 280-286 liegen im Gebiet des Kanarenstroms. Es folgt für die Hols 12-26 und 272-279 die Region

des Kap-Verde-Stroms, der in den Nordäquatorialstrom mit hohen Oberflächentemperaturen bis 27° C übergeht (Hols 42–48 und 254–271). In Schnitt I liegt dazwischen noch der Abschnitt mit den Hols 27–41 innerhalb des Kap-Verde-Archipels, dieser Abschnitt ist als neritischer Bereich durch eine hohe Artenhäufigkeit charakterisiert. Vor dem Abschnitt des Südäquatorialstroms (Hols 60–78 und 217–239) mit den ebenfalls hohen Oberflächentemperaturen wurde eine Übergangszone mit den höchsten gemessenen Temperaturen (bis zum 28,5° C) und relativ niedriger Artenhäufigkeit (2,3 bzw. 2,5 Taxa pro Hol) gefunden, die die Hols 49–59 und 240–253 umfaßte. Dies ist ein Gebiet unbeständiger Strömungen wechselnder Richtungen, nur im Gebiet der Hols 250–255 liegt nach den Monatskarten des DHI 1956 der ziemlich beständige Äquatoriale Gegenstrom vor.

Tabelle 4. Regionale Unterschiede, Schnitt II

Region	Kom	WwT	ner	WwT	WwT-AgS
Hol Nr.	123–143	144–154	155–163	164–170	171–181
n Hols	21	11	9	7	9
∅ Ind.zahl	44,7	5,8	16,1	4,9	18,2
s Ind.zahl	19,9	3,0	1,8	2,6	10,3
∅ Artenzahl	2,3	1,0	1,4	1,1	2,8
s Artenzahl	0,4	0,3	0,3	0,2	1,2
FG ₂	30	18	14	14	
F Ind.zahl	40,81	82,98	106,05	11,01	
Unterschied signifikant	ja	ja	ja	ja	
F Artenzahl	78,80	6,56	5,06	12,28	
Unterschied signifikant	ja	ja	ja	ja	
Vergleich der Holgruppen 144–154 mit 164–170: FG ₂ = 16; F Ind.zahl = 0,39; Unterschied nicht signifikant; F Artenzahl = 0,10; Unterschied nicht signifikant. – Abkürzungen s. Tab. 3.					

Im Verlauf des Schnittes I folgt auf die Zone des Südäquatorialstroms das weiträumige Gebiet des Brasilstromes etwa zwischen den Hols 79 und 114, dies Gebiet ist jedoch in der Häufigkeit des Ichthyoplanktons nicht einheitlich. So zeichnet sich der Abschnitt zwischen den Hols 90 und 100 durch gleichzeitige niedrige Individuendichte und Artenhäufigkeit aus, ohne daß dafür eine Erklärung gegeben werden kann. Für das folgende Gebiet der Hols 106–114 überwiegt bereits der Einfluß des Küstengebietes und des Falklandstromausläufers.

Im Südteil des Schnittes III wurde zwischen den Hols 195 und 216 der Benguelastrom erfaßt, ein nach der Individuenhäufigkeit ebenfalls uneinheitliches Gebiet. Bei Beginn dieses Schnittes wurde ein Wirbelgebiet (LENZ 1975) mit relativ hohen Individuen- und Artendichten durchquert.

Der Schnitt II verlief meist im Gebiet der Westwindtrift. Zu Beginn wurde allerdings zwischen den Hols 123 und 143 erst der Falklandstrom und dann ein Mäander des Brasilstroms überquert, dazu kam ein Hol dicht unter der argentinischen Küste. Dies alles bewirkte die hohe Individuen- und Artenzahl in diesem Abschnitt, wo auch noch subtropische Tiere erbeutet wurden. Eine weitere Störung des Bildes ergab sich durch die Nähe der Inseln Tristan da Cunha und Gough Island (Auftreten neritischer Arten) und eine Temperaturanomalie nördlich von Tristan da Cunha, wo bei einer Oberflächentemperatur von 19,5° C subtropische Arten des Ichthyoplanktons sowie von Copepoden (WEIKERT 1975) gefunden wurden, dies ergab einen Anstieg beider

Tabelle 5. Regionale Unterschiede, Schnitt III

Region	Wirbel	BgS	BgS	Säq	Säq-AGg	Näq	KvS	KaS
Hol Nr.	187-194	195-205	206-216	217-239	240-253	254-271	272-279	280-286
n	8	11	11	23	14	18	8	7
Ø Ind.zahl	5,3	3,8	2,3	13,8	11,0	37,7	34,3	61,6
s Ind.zahl	2,3	0,8	0,4	4,4	1,9	10,9	2,2	13,4
Ø Artenzahl	1,7	2,0	2,1	3,1	2,5	6,4	6,1	4,0
s Artenzahl	0,5	0,4	0,1	0,5	0,4	1,5	0,7	0,4
FG ₂	17	20	32	35	30	24	13	
F Ind.zahl	4,02	33,65	74,13	4,99	81,62	0,75	32,48	
Unterschied signifikant	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	
F Artenzahl	2,36	0,19	46,12	18,31	93,78	0,36	49,70	
Unterschied signifikant	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	

Abkürzungen s. Tab. 3.

Häufigkeitskurven zwischen den Hols 155 und 163. Der starke Anstieg der Kurven zwischen den Hols 171 und 181 ist dadurch bedingt, daß neben ozeanischen Arten aus dem Ausläufer des Agulhasstroms auch Arten der südafrikanischen Küste zu den typischen Vertretern der Oberflächenfauna der Westwindtrift traten.

Generell ist auffallend, daß der Verlauf der Kurve der Artenhäufigkeit fast stets dem Verlauf der Individuenhäufigkeitskurve folgt. Eine deutliche Ausnahme macht nur die Region des Kanarenstroms in Schnitt III, wo einer Abnahme der Artenhäufigkeit eine starke Zunahme der Individuendichte gegenübersteht. Dies kann jedoch durch das jahreszeitliche Massenaufreten der Gattung *Macrorhamphosus* erklärt werden. Die Individuenhäufigkeiten der Schnitte I und III sind in den gleichen hydrographischen Regionen zwischen dem Kap-Verde- und dem Südäquatorialstrom unterschiedlich, obwohl dort keine wesentlichen jahreszeitlichen Unterschiede zu erwarten sind. Daher dürfen die gewonnenen Werte der durchschnittlichen Individuenhäufigkeiten nicht als allgemeingültig angesehen werden. Eine quantitative Charakterisierung der Seegebiete ist vielleicht an Hand typischer Arten möglich.

Das Seegebiet der Tropen, wozu in Schnitt I noch der größte Teil des Brasilstroms gerechnet werden muß, ist auch das Hauptvorkommensgebiet der Jugendstadien der Exocoetiden. Da diese artenreiche Familie wegen der unvollkommenen Bestimmung der kleinen Larven als nur ein Taxon gewertet wurde, liegen die Kurven der Artenhäufigkeit zwischen den Hols 12-105 und 217-279 wohl wesentlich höher, doch dies hat vermutlich wenig Einfluß auf die Tendenz der Kurven, da für die häufigeren Arten dieser Familie eine ziemlich gleichmäßige Verbreitung in dem genannten Gebiet gefunden wurde.

Insgesamt gesehen entsprechen diese Ergebnisse recht gut den Darstellungen, die HENTSCHEL 1933 und 1942 sowie SCHOTT 1944 für andere Planktonformen gaben. Eine gute Übereinstimmung finden unsere Individuendichten auch mit den Werten der relativen Besiedlungsdichten von FRIEDRICH 1950, allerdings fällt die südliche Tropenzone bei uns durch höhere Werte auf.

2.3 Jahreszeitliche Unterschiede in der Individuen- und Artenhäufigkeit

Während der hier bearbeiteten Reise wurde nur der Fahrtabschnitt zwischen den Kanaren und Kap-Verde-Inseln zu verschiedenen Jahreszeiten erfaßt, auf der Ausreise im Spätherbst und der Heimreise im Frühjahr. Dazu stimmt die geographische Lage der Schnitte nicht genau überein. Dennoch gibt der Vergleich der beiden nördlichen Regionen der Schnitte I und III Hinweise auf jahreszeitliche Unterschiede, die in der Arbeit von EHRICH und JOHN 1973 ebenfalls nachgewiesen wurden.

Der Vergleich der erwähnten Holzgruppen erfolgt wie im Abschnitt über regionale Unterschiede beschrieben. Die verglichenen Daten und Ergebnisse zeigt Tab. 6.

Tabelle 6. Vergleich der beiden nördlichsten Holzgruppen der Schnitte I und III zu verschiedenen Jahreszeiten

Holz Nr.	5-11	280-286	12-26	272-279
n Hols	7	7	15	8
Ø Ind.zahl	9,0	61,6	23,6	34,3
s Ind.zahl	1,5	13,4	4,1	2,2
Ø Artenzahl	2,6	4,0	4,8	6,1
s Artenzahl	0,6	0,4	0,3	0,7
FG ₂	12		21	
F Ind.zahl	106,67		47,58	
Unterschied signifikant	ja		ja	
F Artenzahl	31,09		38,66	
Unterschied signifikant	ja		ja	

Es zeigt sich, daß im Frühjahr sowohl die Individuen- wie auch die Artenhäufigkeit im Oberflächenwasser dieses Seegebietes signifikant höher liegt. Dies dürfte durch das Auftreten von Jugendstadien von Arten bedingt sein, deren Laichzeit auf den Winter und das Frühjahr beschränkt ist. Ein Vergleich von Neustonuntersuchungen des FS „Meteor“ zu verschiedenen Jahreszeiten in nahegelegenen Seegebieten stützt dieses Ergebnis (JOHN 1973). Es sei erwähnt, daß in diesem Falle die höheren Individuenzahlen im Frühling durch die Massenfänge von *Scomberesox* und *Macrorhamphosus* bedingt sind.

Auch HARTMANN (pers. Mitt.) kam beim Vergleich von Literatur- und unveröffentlichten Daten zum gleichen Ergebnis. Darüber hinaus zeigte sein Vergleich, daß diese Zone eine höhere Ichthyoneustondichte als die verglichenen mediterranen und borealen Gebiete des Nordostatlantiks aufweist.

2.4 Tageszeitliche Unterschiede in der Individuen- und Artenhäufigkeit des oberflächennahen Ichthyoplanktons

Es wurden die Individuenzahlen pro Standardhol (100 m³) für verschiedene Zeitgruppen getrennt. Als Zeitgruppen wurden die Zeiten 07-10 Uhr (Morgen), 10-14

Uhr (Mittag), 14–18 Uhr (Nachmittag), 18–20 Uhr (Abend) und 20–24 Uhr (Nacht) gewählt. Auf die Nachmittagsgruppe entfielen während der Schnitte II und III nur wenige Hols, so daß sie nur für den ersten Schnitt berücksichtigt werden kann. Da regionale Unterschiede nicht auszuschließen waren, wurden vorerst alle drei Schnitte getrennt in Zeitgruppen untergliedert, eine einfache Varianzanalyse zwischen je zwei Gruppen zeigte jedoch, daß zwischen den Individuenhäufigkeiten gleicher Zeitgruppen des ersten und dritten Schnittes keine signifikanten Unterschiede bestanden, obwohl sich die durchschnittlichen Individuenzahlen teilweise stark unterschieden.

Daher wurden die gleichen Zeitgruppen der beiden Nord-Süd-Schnitte zusammengefaßt. Die durchschnittliche Individuendichte in den Nachthols betrug nur 50,4 % der Häufigkeit in der vorhergehenden Zeitgruppe, eine Varianzanalyse zwischen den 4 Zeitgruppen zeigte, daß dieser Unterschied signifikant ist ($F = 4,205$ bei 3 und 197 Freiheitsgraden).

Ein detaillierter statistischer Vergleich aller Zeitgruppen untereinander mittels t-Test ergab, daß die Zeitgruppe Nacht immer von allen anderen Zeitgruppen verschieden ist. Beim Vergleich mit der Zeitgruppe Morgen ist der Unterschied schwach signifikant, zu allen anderen Zeitgruppen ließ sich ein hochsignifikanter Unterschied nachweisen. Zwischen den Zeitgruppen Morgen bis Abend sind die Unterschiede nicht statistisch gesichert.

Es kann vermutet werden, daß die höheren Individuendichten tagsüber durch die Einwanderung von Arten des tagespositiven fakultativen Neustons bedingt werden. Diese Einwanderung dürfte während der Morgenstunden noch im Gange sein, was erklären könnte, daß der Unterschied zwischen den morgendlichen Taghols und den Nachthols nur schwach signifikant ist. Diese Hypothese wird durch die analoge Untersuchung des Schnittes II gestützt. Dort wurden kaum Vertreter des tagpositiven fakultativen Neuston gefangen. Entsprechend sind keine signifikanten Unterschiede in den Individuenhäufigkeiten verschiedener Zeitgruppen nachzuweisen.

Der tageszeitliche Verlauf der Artenhäufigkeit zeigt in dem vorliegenden Material dagegen ein anderes Bild, das wahrscheinlich für ozeanisches Ichthyoneuston typisch ist. Sowohl auf den Nord-Süd-Schnitten wie auch entlang der subtropischen Konvergenz war nachts die Artenzahl höher als am Tage. Dies ist durch das Aufsteigen mesopelagischer Arten zur Oberfläche bedingt. Diese Arten sind im Pleustal zwar mit gewisser Regelmäßigkeit, aber meist geringer Individuenzahl zu finden, weshalb die Abnahme der Individuendichte durch Abwanderung der tagespositiven Tiere nicht durch die Einwanderung des nachtpositiven Ichthyoplanktons kompensiert wird. Dieses Bild wird wiederum deutlich bei der Betrachtung des Schnittes II, wo tagsüber fast ausschließlich *Scomberesox saurus* erbeutet wurden, die entweder keinen Tagesgang aufweisen (PARIN, 1967, sowie unsere Untersuchungen), oder mit etwas größerer Häufigkeit während der Nacht im Pleustal erscheinen, aber auch tagsüber vertreten sind (HARTMANN 1970a und 1970b). Die durchschnittlichen Artenzahlen lagen tagsüber in diesem Seegebiet auch nur bei 1,1 und 1,7 Arten, abends und nachts stieg die durchschnittliche Zahl der Taxa dagegen auf 2,1 und 2,9 pro Hol an. Würden aus diesem Schnitt noch die subtropischen Arten aus den Ausläufern des Brasilstroms und Agulhasstroms als Irrgäste eliminiert werden, wäre der Unterschied noch deutlicher zu sehen. Für den Schnitt II ist der Unterschied zwischen Nacht- und Taghols mit $F = 3,098$ bei 3 und 58 Freiheitsgraden und die Schnitte I und III zusammengefaßt mit $F = 7,475$ bei 3 und 197 Freiheitsgraden signifikant.

Zusammenfassung

Von Mitte November 1970 bis Ende April 1971 wurde von Bord des FFS „Walther Herwig“ auf 3 transatlantischen Schnitten zwischen den Kanarischen Inseln, Südamerika, Südafrika und

den Kanarischen Inseln quantitativ Neuston gesammelt. Die höchsten Individuendichten und Artenhäufigkeiten des Ichthyoplanktons traten generell in den Tropen (Äquatorialstromregion) sowie in neritischen Gebieten auf. Eine Ausnahme macht der Kanarenstrom während des Frühjahrs, bedingt durch die begrenzte Laichzeit der Art *Macrorhamphosus scolopax*, deren frühe Stadien ein Massenvorkommen im Oberflächenwasser zeigen. Die niedrigsten Werte lagen im Benguelastrom, der Westwindtrift und im mittleren Verlauf des Brasilstroms. Aber auch engräumig zeigten hydrographisch unterschiedliche Regionen statistisch signifikante Unterschiede. Die Werte pro Gebiet wurden tabelliert sowie graphisch aufgetragen. Die Tendenzen der Häufigkeitskurven ergaben gute Übereinstimmungen mit den von anderen Autoren ermittelten Planktondichten. Die Ichthyoplanktonhäufigkeit zeigte auch tagesperiodische Unterschiede. So ging nachts die Individuendichte an der Oberfläche signifikant zurück, da Arten, die tagsüber oberflächenpositiv sind, nachts z. T. in tiefere Schichten abwanderten. Umgekehrt stieg nachts die Artenhäufigkeit durch Einwanderung von nachtpositiven fakultativen Neustern sowie durch das gelegentliche Auftreten von Irrgästen.

Summary

From the middle of November 1970 to the end of April 1971 from board of the RV "Walther Herwig" quantitative neuston samples were taken on 3 transatlantic transections between South-America, South-Africa and the Canary Islands. Highest concentrations of individuals and species of ichthyoplankton were found in the tropics (region of the Equatorial Currents) and in neritic areas. The Canary Current makes an exception during spring, due to the limited spawning season of *Macrorhamphosus scolopax*, its early life stages show a mass-occurrence in surface layers. Lowest values were found in the Benguela Current, the Roaring Forties and in the central zone of the Brasil Current. But even in small scale most hydrographically distinct areas showed statistically significant differences. Values per area have been tabulated and shown in graphs. Tendencies of the curves are in good agreement with plankton densities investigated by other authors. Ichthyoplankton densities showed diurnal variations. During night time numbers of individuals decreased because of the downward migration of some of the species which are surface positive in day time. On the other hand the number of species increased by night for the immigration of night-positive facultative neustonic animals or occasional catches of forms which normally do not occur at the surface.

Literatur

- DHI, 1954: Monatskarten für den Südatlantischen Ozean. Dt. Hydrograph. Inst., Hamburg.
 — 1956: Monatskarten für den Nordatlantischen Ozean. Dt. Hydrograph. Inst., Hamburg.
- EHRICH, S.; JOHN, H. CH., 1973: Zur Biologie und Ökologie der Schnepfenfische (Gattung *Macrorhamphosus*) vor Nordwestafrika und Überlegungen zum Altersaufbau der adulten Bestände der Großen Meteorbank. „Meteor“ ForschErgebn. D 14, 87–98.
- FRIEDRICH, H., 1950: Versuch einer Darstellung der relativen Besiedlungsdichte in den Oberflächenschichten des Atlantischen Ozeans. Kieler Meeresforsch. 7, 108–121.
- HARTMANN, J., 1970a: Verteilung und Nahrung des Ichthyoneuston im subtropischen Nordostatlantik. „Meteor“ ForschErgebn. D 8, 1–60.
 — 1970b: Juvenile saury pike (*Scomberesox saurus* Walb.), an example of ichthyoneuston. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 33, 245–255.
- HEMPEL, G.; WEIKERT, H., 1972: The neuston of the subtropical and boreal North-Eastern Atlantic Ocean. A review. Mar. Biol. 13, 70–88.
- HENTSCHEL, E., 1933: Allgemeine Biologie des Südatlantischen Ozeans. I. Das Pelagial der oberen Wasserschichten. Wiss. Ergebn. dt. atlant. Exped. „Meteor“ 11, 1–168.
 — 1942: Eine biologische Karte des Atlantischen Ozeans. Zool. Anz. 137, 103–123.
- JOHN, H. CH., 1973: Oberflächennahes Ichthyoplankton der Kanarenstromregion. „Meteor“ ForschErgebn. D 15, 36–50.
 — 1975: Untersuchungen am oberflächennahen Ichthyoplankton des mittleren und südlichen Atlantischen Ozeans. Diss. Fachber. Math. Naturwiss. Kiel.
 — 1976a: Beschreibung eines Zweistufen-Neustonsammlers nach dem Prinzip von SAMEOTO und JAROSZYNSKI. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 24, 342–344.
 — 1976b: Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS „Walther Herwig“ nach Südamerika. XLIII. Larvalformen atlantischer Exocoetiden. Arch. FischWiss. 26, 115–135.
- KREFFT, G., 1974: Investigations on midwater fish in the Atlantic Ocean. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 23, 226–254.

- LENZ, W., 1975: Untersuchungen zur inneren hydrographischen Struktur des südlichen und mittleren Atlantiks (0–2000 m Tiefe) mit zoogeographischen Anmerkungen. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 24, 1–22.
- MOGUILEVSKY, A.; ANGEL, M. V., 1975: Halocyprid ostracods in Atlantic neuston. Mar. Biol. 32, 295–302.
- PARIN, N. V., 1967: Diurnal variations in the larval occurrence of some oceanic fishes near the ocean surface. Oceanology 7, 115–121.
- SAMEOTO, D. D.; JAROSZYNSKI, L. D., 1969: Otter surface sampler: a new neuston net. J. Fish. Res. Bd. Can. 26, 2240–2244.
- SCHOTT, G., 1944: Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg: Boysen.
- WEIKERT, H., 1975: Distribution and occurrence of pontellids (Copepoda, Calanoida) in the Central and South Atlantic Ocean. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 24, 134–150.
- Anschriß des Verfassers:* HANS-CHRISTIAN JOHN, Zoologisches Institut der Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, D-2000 Hamburg 13