

# MARINBIOLOGISCHER KURS

*Roseil*

## CALVI - KORSIKA



**September 2000**

# Teilnehmer

## Leitung:

Univ. Prof. Dr. Reinhard Rieger

A.Univ. Prof. Dr. Christian Sturmbauer

## Tutoren:

Mag. Sanja Baric

Mag. Reinhold Hanel

## Studenten:

Bernhard Arai

Anita Brandstätter

Meinrad Drexel

Nina Duftner

Nikolaus Gantner

Christian Gritsch

Robert Gschwentner

Martina Hrouda

Beate Kirchberger

Stephan Koblmüller

Renate Kopp

Harald Sammer

Bernhard Stadlbauer

Monika Summerer

Marlene Thaler

Sebastian Voigt

# Inhaltsverzeichnis

## Allgemeiner Teil – Ökologie und Faunistik des marinen Littorals

- Die Fauna des Blockfelds
- Die Infauna der *Posidonia*-Wiesen
- Das Phytal der Felsbiotope um Calvi
- Infauna des Phytals
- Die Meiofauna des Sediments

## Projektteil

Brandstätter, A., R. Kopp, B. Stadlbauer, S. Voigt und C. Sturmbauer. Tageszeitliche Veränderungen im Ernährungsverhalten von *Coris julis* und *Symphodus tinca* (Labridae) an der Küste von Calvi, Korsika.

Gantner, N., S. Koblmüller, H. Sammer und R. Hanel. Tageszeitliche Aktivitätsrhythmen littoraler Fischarten.

Gantner, N., S. Koblmüller, H. Sammer und R. Hanel. Vergleich der Ernährungsgewohnheiten und der Pharyngealbezahnung ausgewählter Lippfischarten.

Voigt, S. Die Gattung *Aphanius* (Nardo, 1827).

Arai, B., M. Drexel, C. Gritsch und R. Rieger. Biologie der vagilen Infauna von *Posidonia*-Rhizomen und Algen unter besonderer Berücksichtigung der Polychaetenfamilie der Syllidae.

Hrouda, M., M. Summerer, M. Thaler und R. Gschwentner. Autökologie, Systematik und Biologie eines mesopsammalen Vertreters der Sagittiferidae (Plathelminthes, Acoela).

# Die Fauna des Blockfelds

## Einleitung

Am ersten „Arbeitsstag“ des marinbiologischen Kurses galt es, das Biotop Blockfeld mit seiner charakteristischen Makrofauna kennenlernen. Da das Hauptgestein der korsischen Küste harter Granit ist, ist das Substrat nur mit sehr wenigen Rissen und Spalten durchsetzt. Daher gibt es praktisch keine Endofauna. Allerdings wird die Küste oft aus grobem Geröll gebildet, zwischen dem eine große Anzahl von Tieren anzutreffen ist.

## Material und Methoden

Das Biotop Blockfeld wurde gezielt nach Makrofauna abgesucht. Die Organismen wurden mit Handnetzen, Plastiksäckchen oder auch mit der bloßen Hand gefangen. Die gesammelten Organismen wurden in Seewasserbehältern aufbewahrt und anschließend bestimmt. Dadurch, daß das Geröll ziemlich grob ist und in einer dicken Schicht den Boden bedeckt und zudem erst ab einer Wassertiefe von etwa drei Metern zu finden ist, wurden verhältnismäßig wenige Tiere gefangen.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden von uns 32 Arten der Makrofauna des Blockfeldes bestimmt. Sie sind im folgenden aufgelistet.

### PORIFERA

Demospongiae

*Ircinia cf. variabilis*

### CNIDARIA

Scyphozoa

*Pelagia noctiluca*

Anthozoa

Hexacorallia

*Balanophyllia europaea*

Actiniaria

Actiniidae

*Anemonia sulcata*

*Actinia equina*

RHIZOPODA

Foraminifera

*Miniacinia miniacea*

ECHIURIDA

Echiurinea

*Bonaellia viridis*



MOLLUSCA

Placophora

Chitonida

Chitonidae

*Chiton olivaceus*

*Callochiton laevis*

Lepidopleuridae

*Lepidopleurus coyetanus*

Gastropoda

Prosobranchia

Archaeogastropoda

Vetigastropoda

Trochoidea

Trochidae

*Gibbula sp.*

Caenogastropoda

Mesogastropoda

Littorinoidea

Littorinidae

*Littorina neritoides*

Neogastropoda

Muricoidea

Murididae

*Thais haemastoma*

Buccinoidea

Pyrenidae

*Columbella rustica*

Bivalvia

Autobranchia

Pteriomorpha

Pteriina

Pectinoidea

Pectinidae

*Chlamys varius*

Cephalopoda

Octobranchia

Octipodidae

*Octopus vulgaris*

ANNELIDA

Polychaeta

Sedentaria

Serpulidae

*Pomatoceros triqueter*

*Spirorbis pagenstecheri*

NEMERTINI

Palaeonemertini

ARTHROPODA

Crustacea

Brachyura

Maidae

*Maia verrucosa*

BRYOZOA

Cyclostomata

*Lichenopora radiata*

*Idomonea serpens*

ECHINODERMATA

Holothurioidea	Holothuridae	<i>Holothuria helleri</i> <i>Holothuria tubulosa</i> <i>Stichopus regalis</i>
Echinoidea		
Regularia	Diadematoidea	
Stirodonta	Arbaciidae	<i>Arbacia lixula</i>
Camerodonta	Toxopneustidae	<i>Sphaerechinus granularis</i>
	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
Ophiuridea	Ophiurae	
	Ophiodermata	Ophiodermatidae
		<i>Ophioderma longicaudum</i> <i>Ophiothrix fragilis</i> <i>Ophiomyxa pentagona</i> <i>Asterina gibbosa</i>
Asteroidea		

TUNICATA

Ascidiacea	<i>Botryllus schlosseri</i>
------------	-----------------------------

# Die Infauna der *Posidonia*-Wiesen

## Einleitung

*Posidonia oceanica* ist eine prärienbildende Seegras-Art, wächst vornehmlich auf Sedimentböden und kommt bis in eine Tiefe von 40 m vor. Das Neptungsgras kommt endemisch im ganzen Mittelmeer vor, wobei die Bestände allerdings rückgängig sind. Die Blätter sind oft reich besiedelt mit kurzlebigen, sessilen Arten. Auf den Rhizomen finden sich auch mehrjährige Arten. älterer Pflanzen sind zumeist reich mit sessilen Arten bedeckt (v.a. Algen, Tentaculaten, Rhizopoden), während die Rhizome vor allem vagiler Fauna reichlich Platz bietet.

Systematik: Angiospermae

Monocotyledoneae

Potamogetonaceae

*Posidonia oceanica*

## Material und Methoden

Die *Posidonia*-Rhizome wurden auf einem Sedimentboden in einer Tiefe von ca. 5 Metern entnommen. Um die vagile Infauna so vollständig wie möglich zu erhalten, wurden die Proben sofort nach dem Abschneiden in Säckchen verpackt. Im Labor wurden die Rhizome ca. 15 Minuten lang in einer Lösung aus 50% Seewasser und 50% Magnesiumchlorid getränkt, danach mehrere Male gut ausgeschüttelt. Die Rhizome wurden zur makroskopischen Untersuchung entnommen und die übriggebliebene Lösung durch ein 60 µm-Sieb gefiltert. Der Rückstand am Sieb wurde auf Petrischalen verteilt und analysiert. Zur Bestimmung der Infauna wurde ein Stereomikroskop verwendet. Zur Untersuchung der Blätter wurden diese abgeschnitten und ebenfalls unter dem Stereomikroskop untersucht.

## Ergebnisse

### Epibionten auf den Blättern:

Rhodophyta		Corallinaceae	<i>Fosliella farinosa</i>
Bryozoa		Electrinidae	<i>Electra posidoniae</i>
Rhizopoda	Foraminifera	Nonionidae	<i>Elphidium crispum</i>
Cnidaria	Hydrozoa	Sertularidae	<i>Dynamena calolinii</i>
		Plumulariidae	<i>Monotheca sp.</i>

### Fauna in den Rhizomen:

Rhizopoda	Foraminifera	Monotremidae	<i>Miniacina miniacina</i>
Ciliata	Peritricha	Zoothamniidae	<i>Zoothamnium duplicata</i>
Annelida	Polychaeta		
	Sedentaria	Cimulidae	<i>Cirriformia sp.</i>
	Serpulimorpha	Sabellidae	Sabellinae
		Serpulidae	Spirorbinae
			<i>Spirorbis pagenstecheri</i>
		Serpulinae	<i>Pomatocercus triquerer</i>
	Errantia	Eunicidae	<i>Lysidice ninetta</i>
		Syllidae	Syllinae
		Phyllodocidae	<i>Typosyllis variegata</i>
		Nereidae	<i>Eulalia viridis</i>
		Chrysopetalidae	<i>Chrysopetalum debile</i>
Mollusca			
	Conchifera		
	Gastropoda		
	Opisthobranchia	Cephalaspidae	<i>Chrysallida sp.</i>
	Prosobranchia	Halistidae	<i>Haliotis lamellosa</i>
Arthropoda			
	Crustacea		
	Copepoda		
		Harpacticoidae	
		Porcellidiidae	<i>Porcellidium viride</i>
	Malacostraca		
	Decapoda	Yolatheidae	<i>Yolatheia intermedio</i>
		Alpheidae	<i>Alpheus sp</i>
	Amphipoda		
	Isopoda	Gnathiidae	<i>Gnathia phallomejopsis</i>

# Das Phytal der Felsbiotope um Calvi

## Einleitung

Von Pflanzenbeständen bewachsene Substrate des marinen Littorals bezeichnet man als Phytal. Das Vorkommen von Algen in diesem Lebensraum ist stark von der Festigkeit des Bodengrundes bestimmt. Entscheidend ist auch dessen Exposition zum Licht sowie die Absorption des Lichtes mit zunehmender Tiefe. Das Ziel unserer Untersuchungen war es, die verschiedenen Algengruppen kennenzulernen, ein Herbarium der häufigsten Arten zu erstellen und ihre Verteilung an verschiedenen exponierten Bereichen der Felsküste in unterschiedlichen Tiefen zu beobachten.

## Morphologie und Entwicklungszyklen der Chlorophyta, Rhodophyta und Phaeophyta

Nahezu alle Vertreter der Algen leben photoautotroph und sind relativ einfach gebaut. Es gibt Einzeller, Zellfäden, Zellkolonien und auch feste, vielzellige Bautypen, die im Aufbau den Gefäßpflanzen ähneln. Die Zellwände bestehen meist aus einer Polysaccharidmatrix, wobei der Hauptbestandteil Cellulose ist. Die Zellteilung erfolgt wie auch bei Tieren, Pilzen und Protozoen über Furchungsteilungen. Die einzelnen Gruppen der Algen unterscheiden sich sehr stark in ihrem Biochemismus (Pigmente, Reservestoffe, Zellwandmaterial), Begeißelung, Entwicklungsmechanismen und Morphologie.

Die Chlorophyta sind mit circa 7.000 Arten die formenreichste Algengruppe. Sie sind überwiegend limnisch jedoch auch marin. Es gibt mikroskopisch kleine Vertreter, andere wie *Codium magnum* werden jedoch mehr als 8 m lang und 25 cm breit. In die Klasse der Chlorophyceen gehört eine der einfachsten Grünalgen: *Clamydomonas*. *Clamydomonas* ist klein, birnenförmig und bewegt sich mit Hilfe ihres Geißelpaares, die Fortpflanzung erfolgt entweder ungeschlechtlich (Mitose) oder aber geschlechtlich durch das Verschmelzen zweier Individuen. Die beweglichen und koloniebildenden Chlorophyceen bilden mit *Clamydomonas* zusammen die sogenannte volvocale Entwicklungslinie, die durch einen aufsteigenden Komplexitätsgrad gekennzeichnet ist. Während *Gonium* noch eine flache Tafel mit gleichgestalteten Zellen ist, treten erste Polarisierungen und damit Zellspezialisierungen bei der kugelförmigen *Eudorina* auf.

Bei *Volvox* kann man bereits vegetative und generative Zellen unterscheiden. Neben der Bildung von Tochterkolonien kommt es zu einer zunehmenden Spezialisierung in der

Fortpflanzung durch die Entwicklung von Isogamie (*Gonium*, *Pandorina*) zu Oogamie (*Volvox*, *Eudorina*). Neben vielkernigen Chlorophyceen wie *Cladophora* mit einem isomorphen Generationswechsel treten auch fadenförmige und parenchymatische Organisationsformen auf. Ein filamentöser Vertreter ist zum Beispiel *Ulothrix*, die mit einer rhizoiden Basalzelle am Substrat festhaftet. *Oedogonium* vermehrt sich ungeschlechtlich über Zoosporen und geschlechtlich über Oogamie, wobei männliche und weibliche Gametangien gebildet werden (Antheridium bzw. Oogonium). Der Meersalat (*Ulva*) bildet bereits einen zweizellschichtigen Thallus, der einen noch wenig differenzierten Vegetationskörper darstellt. Gameten und Sporen sind anisogam, Sporophyt und Gametophyt sind isomorph und lassen sich nur durch die Art ihrer Fortpflanzungsanlagen unterscheiden.

Die Abteilung der Phaeophyta mit 1500 Vertretern dominieren die Felsküsten der kälteren Meeresgebiete. Bekannt sind die ausgedehnten Tangwälder des Nordpazifiks oder das massenhafte Auftreten der Braunalge *Sargassum* in der Sargasso-See. Der Thallusbau der Braunalgen ähnelt an Komplexität dem der Gefäßpflanzen. Eine Unterteilung erfolgt in Rhizoid (Haftorgan), Cauloid (Achse) und einen blattartigen Thallus (Phylloid). Im Zentrum des Cauloids befindet sich ein phloemartiges Leitgewebe mit Siebplatten, über das die Assimilate im Pflanzenkörper verteilt werden. Da wasserlebende Algen kein Wasserleitsystem benötigen, fehlen Xylem-ähnliche Strukturen. Die Meristeme, das heißt die Bereiche mit starker Teilungsaktivität, befinden sich für gewöhnlich im Phylloid. Es können jedoch auch einzelne oder mehrere Apikalzellen meristemische Funktion haben. Neben derart hochorganisierten Formen treten auch einfacher gebaute Formen auf, die aus verzweigten Fadenbüscheln bestehen.

Die Entwicklungszyklen von Braunalgen weisen einen Generationswechsel auf, wobei sowohl Sporophyt als Gametophyt freilebend sind. *Ectocarpus* hat einen isomorphen Generationswechsel. Bei *Laminaria* hingegen tritt ein heteromorpher Generationswechsel auf, wobei der Sporophyt dominiert. Bei *Fucus* ist der Kernphasenwechsel gametisch und die Zygote wächst direkt zu einem diploiden Organismus heran. Ähnlich wie bei den Landpflanzen (Moose, Farne, höhere Pflanzen) kann man eine Tendenz zur Dominanz des Sporophyten auf Kosten der Gametophytengeneration beobachten, die schließlich zum Verschwinden des Gametophyten führt.

Der Verbreitungsschwerpunkt der Rhodophyten liegt in den wärmen und tropischen Meeren, mit zahlreichen Vertretern auch in den kalten Meeresgebieten. In der Abteilung der

Rhodophyta kommen keine begeißelten Stadien vor. Der Bauplan und die Entwicklungszyklen sind hochkomplex. Rotalgen haben durch Nutzung und Weiterverarbeitung der äusseren Zellwandpolysaccharide zu Agar-Agar und Carageen eine ökonomische Bedeutung. Kalkrotalgen spielen bei der Bildung von Korallenriffen eine gewisse Rolle. Innerhalb der Rotalgen gibt es wenige einzellige oder koloniale Formen bis hin zu heterotrichen Zellfäden. Letztere sind oft stark verzweigt und sekundär verwachsen und bilden ein Flechtgewebe (Plectenchym). Die Thalli höher organisierter Formen wachsen vorwiegend durch Spitzenwachstum der einzelnen Fäden. Beim Springbrunnentypus lagern sich zahlreiche parallele, dichotom verzweigte Zellfäden zu zwei- oder dreidimensionalen Wachstumstypen zusammen. Bei dem sogenannten Zentralfadentypus hingegen wachsen wirtelige Verzweigungen unterhalb der Scheitelzelle von einem einzigen Zentralfaden aus. In den meisten Fällen ist der Generationswechsel isomorph, es treten jedoch auch zahlreiche heteromorphe Typen auf.

Die Gametophyten bei *Polysiphonia* entstehen aus haploiden Tetrasporen. Die unbeweglichen Spermatiden entstehen in Spermatangien. Das weibliche Karpogon entwickelt die Trichogyne als längliches Empfängnisorgan mit Eizellenfunktion. Das Spermatium wandert nach der Auflösung der Zellwände zum Eikern an der Basis des Karpogons. Nach der Reifung der Karposporen (Mitosporen) werden diese aus dem Karposporangium entlassen und bilden die zweite Generation, den Tetrasporophyten, der in den Tetrasporangien die meiotischen Tetrasporen ausbildet.

## Material und Methoden

In einer Bucht südlich der Marinbiologischen Station Stareso wurden zwei vertikale Transekte im Felslitoral untersucht. Der steil abfallende Bereich in südöstlicher Exposition wurde in 4 Bereiche unterteilt (0-1 m, 1-3 m, 3-5 m und unterhalb von 5 m) und von jeweils 2 Personen besammelt. Dabei wurde rein visuell abgeschätzt, ob die verschiedenen Algen dominant, subdominant oder vereinzelt vorkamen. Das in nördlicher Exposition gelegene Transekt (0-0,5 m; 0,5-2 m; 2-4 m; 4-5 m und unterhalb von 5 m) wurde ebenso bearbeitet, zudem wurde noch zwischen besonntem und beschattetem Gebiet unterschieden. Nach der Bestimmung wurden die Algen herbarisiert. Die Fixierung erfolgte in 100 % Formol für circa 1,5 Stunden. Anschließend wurden die Pflanzen in Süßwasser gewaschen, auf Zeichenpapier ausgebreitet und mit entsprechender Etikettierung zwischen Filterpapier gepresst.

## Ergebnisse

Auffallend ist die unterschiedliche Verteilung der Algenfamilien in den beiden Transekten (siehe Tab.1). Im südöstlich gelegenen Abschnitt überwiegen die Phaeophyceae. *Padina pavonia* aus der Familie der Dictyotaceae dominiert dort bis in eine Tiefe von 5 m. Ebenfalls dominant sind *Dictyota linearis* und *Halopteris filicina*. Nur *Halopteris filicina* kommt in beiden Transekten als dominante Art in verschiedenen Tiefenstufen vor und scheint demnach eine relativ unempfindliche Art zu sein. Die Exposition und das Licht limitieren jedoch die Verbreitung anderer Arten. Schattenliebende Chlorophyceae (*Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*) und kalkinkrustierende Rotalgen der Familie Corallinaceae wie *Corallina mediterranea* und *Jania rubens* dominieren im nördlich gelegenen Transekt bereits in den obersten Tiefenstufen den Algenbestand, während sie im südlicheren Abschnitt erst ab einer Tiefe von 1 bis 3 Meter zu den subdominanten Arten zählen. Zu den schattenliebenden Arten werden allgemein auch die unverkalkten niederliegenden Rotalgen wie zum Beispiel *Peysonnelia squamaria* gezählt. Dies bestätigen die Ergebnisse unserer Beobachtungen. *Peysonnelia* ist im besonnteren Transekt erst ab einer Tiefe von ca. 3 m als subdominante Art erfaßt, während sie im nördlich exponierten Gebiet bereits in 0 bis 0,5 m Tiefe vorhanden ist und ab 4 bis 5 m Tiefe zu den dominierenden Arten zählt. Insgesamt sind entlang des nördlich exponierten Transektes weniger Arten beschrieben, was darauf hindeutet, dass dort die Bedingungen für die Besiedlung durch Algen ungünstiger sind, als in etwas sonnigeren Bereichen des Litorals.



S – O – Exposition			N – Exposition		
0-1 m	dominant: <i>Padina pavonia</i> <i>Cystosira</i> sp. <i>Halopteris filicina</i> <i>Jania rubens</i>	subdominant: <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Dictyota linearis</i> <i>Acetabularia acetabulum</i> <i>Dictyopteris membranacea</i> <i>Codium adhaerens</i> <i>Cladophora prolifera</i> <i>Colpomenia senuosa</i> <i>Amadyomenes stellata</i>	0-0,5 m	dominant: <i>Corallina mediterranea</i> <i>Jania rubens</i>	subdominant: <i>Peysonnelia squamaria</i> <i>Cladophora prolifera</i>  vereinzelt: <i>Halimeda tuna</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Dictyopteris membranacea</i> <i>Sphaerococcus coronopifolius</i>
1-3 m	dominant: <i>Padina pavonia</i> <i>Dictyota linearis</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Jania rubens</i>	subdominant: <i>Udotea petiolata</i> <i>Corallina mediterranea</i> <i>Amadyomene stellata</i> <i>Peysonnelia squamaria</i> <i>Halimeda tuna</i> <i>Amphiroa rigide</i>  vereinzelt: <i>Codium bursa</i> <i>Cladophora prolifera</i>	0,5-2 m	beschattet	besonnt
				<i>Udotea petiolata</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Halimeda tuna</i>	<i>Jania rubens</i> <i>Corallina mediterranea</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Peysonnelia squamaria</i> <i>Dictyota dichotoma</i>
3-5 m	dominant: <i>Padina pavonia</i> <i>Dictyota linearis</i> <i>Halopteris filicina</i>	subdominant: <i>Amadyomene stellata</i> <i>Corallina mediterranea</i> <i>Jania rubens</i> <i>Lithophyllum</i> sp. <i>Amphiroa rigide</i>  vereinzelt: <i>Udotea petiolata</i> <i>Halimeda tuna</i>	2-4 m	dominant : <i>Corallina mediterranea</i> <i>Padina pavonia</i> <i>Udotea petiolata</i> <i>Halopteris filicina</i>	vereinzelt : <i>Halimeda tuna</i>
<5 m	dominant: <i>Halopteris filicina</i>	subdominant: <i>Dictyota linearis</i> <i>Amphiroa rigida</i> <i>Padina pavonia</i> <i>Peysonnelia squamaria</i> <i>Nemastoma dichotoma</i> <i>Pseudolithophyllum expansum</i> <i>Halimeda tuna</i> <i>Codium adhaerens</i> <i>Udotea petiolata</i> <i>Lithophyllum</i> sp.	4-5 m	<i>Halimeda tuna</i> <i>Udotea petiolata</i> <i>Jania rubens</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Peysonnelia squamaria</i> <i>Padina pavonia</i> <i>Falkenbergia ruvolanosa</i>	
			<5 m	beschattet	besonnt
				<i>Falkenbergia ruvolanosa</i>	<i>Udotea petiolata</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Falkenbergia ruvolanosa</i> <i>Padina pavonia</i> <i>Peysonnelia squamaria</i>

Tabelle 1: Zonierung der Algengruppen an verschiedenen exponierten Stellen des Felslitorals

## Artenliste

### Kl. Chlorophyceae

Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora prolifera</i> (ROTH) KÜTZ.
Dasycladales	Dasycladaceae	<i>Acetabularia acetabulum</i> (L.) SILVA
Caulerpales	Codiaceae	<i>Udotea petiolata</i> (TURRA) BÖRGES. <i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Sol.) Lam. <i>Codium bursa</i> (L.) C. Ag. <i>Codium adhaerens</i> (CABRERA) AG.

### Kl. Phaeophyceae

#### UKl. Isogeneratae

Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Dictyota dichotoma</i> (HUDS.) LAM. <i>Dictyota linearis</i> (AG.) GREV. <i>Dictyopteris membranacea</i> (STACKH.) BATT. <i>Padina pavonia</i> (L.) GAIL.
Sphacelariales	Stypocaulaceae	<i>Halopteris filicina</i> KÜTZ.

#### UKl. Heterogeneratae

Scytosiphonales	Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i> (MERT.) DERB ET SOL.
-----------------	------------------	--

#### UKl. Cyclospora

Fucales	Cystoseiraceae	<i>Cystoseira</i> sp.
---------	----------------	-----------------------

### Kl. Rhodophyceae

#### UKl. Floridae

Nemalionales	Bonnemaisoniaceae	<i>Falkenbergia rufolanosa</i> (HARVEY) SCHMITZ
Cryptonemiales	Squamariaceae	<i>Peysonnelia squamaria</i> (GMEL.) DEC.
	Corallinaceae	<i>Lithophyllum</i> sp.
		<i>Pseudolithophyllum expansum</i> (PHIL.) LEMOINE
		<i>Corallina mediterranea</i> ARESCH.
		<i>Jania rubens</i> (L.) LAMOUR.
<i>Amphiroa rigida</i> LAMOUR.		
Gigartinales	Nemastomaceae	<i>Nemastoma dichotoma</i> J. AG.
	Spaerococcaceae	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i> (GOOD. ET WOODW.)

## Literatur

- LÜNING, K. (1985): Meeresbotanik, Verbreitung, Ökophysiologie und Nutzung Mariner Makroalgen. – Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1. Auflage, 375 S.
- OTT, J. (1996): Meereskunde. – Ulmer Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 369 S.
- RAVEN, P. H., EVERT, R. F., EICHHORN, S. E. (1987): Biology of Plants. – Worth Publications, New York, 4. Auflage, 775 S.
- RIEDL, R. (1983): Fauna und Flora des Mittelmeeres. – Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 3. Auflage, 836 S.
- STRASSBURGER, E., SITTE, P. (1999): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Spektrum Verlag, Heidelberg, 34. Auflage, 1007 S.
- STREBLE, H., KRAUTER, D. (1982): Das Leben im Wassertropfen, Franckh Verlag, Stuttgart, 8. Auflage, 399 S.

## Infauna des Phytals

Für diesen Themenschwerpunkt wurden einerseits *Posidonia*-Blätter aus verschiedenen Tiefen, andererseits Algenproben von unterschiedlichen Standorten gesammelt und zur Auswertung in kleine Becken mit Seewasser gegeben. Anschließend wurden die Proben nach Organismen abgesucht und diese –wenn möglich- auf Artniveau bestimmt. Aus zeitlichen Gründen konnte aus der Vielzahl der gefundenen Organismen nur ein Teil genau bestimmt werden, so fehlen in folgender Aufstellung viele sehr kleine Organismen (v. a. kleine Crustaceen und verschiedene Würmer).

Liste der mindestens auf Gattungsniveau bestimmten Arten:

### PROTOZOA:

RHIZOPODA:	Foraminifera:	Homotremidae:	<i>Miniacina miniacea</i>
		Nonionidae:	<i>Elphidium crispum</i>
CILIATA:	Peritricha:	Zoothamniidae:	<i>Zoothamnium duplicata</i>

### METAZOA:

CNIDARIA:	Anthozoa:	Aliciidae:	<i>Alicia mirabilis</i>	
		Actiniidae:	<i>Actinia equina</i> <i>Anemonia sulcata</i>	
		Hydrozoa:	Sertulariidae:	<i>Dynamena cavolinii</i>
		Plumulariidae:	<i>Monothecca sp.</i>	
	Scyphozoa:	Semaeostomae:	<i>Pelagia noctiluca</i>	
NEMERTINI:		Tetrastemmatidae:	<i>Tetrastemma flavidum</i>	
MOLLUSCA:	Placophora:			
		Acanthochitonida:	<i>Acanthochitona communis</i> <i>Acanthochitona fascicularis</i>	
		Chitonida:	Chitonidae:	<i>Chiton olivaceus</i>
			Ischnochitonidae:	<i>Callochiton laevis</i>
			Lepidopleurida:	<i>Lepidopleurus cajetanus</i>
		Gastropoda:	Chromodorididae:	<i>Hypselodoris gracilis</i>
		Haliotidae:	<i>Haliotis lamellosa</i>	

	Bivalvia:	Pectinidae:	<i>Chlamys multistriata</i>
		Limidae:	<i>Mantellum inflatum</i> <i>Lima lima</i>
		Arcidae:	<i>Arca noae</i> <i>Striarca lactea</i>
ANNELIDA:	Polychaeta:	Cimulidae:	<i>Cirriformia sp.</i>
		Serpulidae:	<i>Serpula vermicularis</i> <i>Pomatoceros triqueter</i> <i>Spirorbis pagenstecheri</i>
		Sabellidae:	<i>Sabella pavonina</i> <i>Branchiomma lucullana</i>
		Polynoidae:	<i>Lagisca extenuata</i> <i>Harmothoë sp.</i>
		Eunicidae:	<i>Eunice harassii</i> <i>Lysidice ninetta</i>
		Syllidae:	<i>Typosyllis variegata</i> <i>Autolytus sp.</i> <i>Exogone naidina</i> <i>Brania pusilla</i> <i>Pionosyllis pulligera</i>
		Dorvilleidae:	<i>Dorvillea rubrovittata</i>
CRUSTACEA:	Copepoda:	Porcellidiidae:	<i>Porcellidium viride</i>
	Decapoda:	Galatheidae:	<i>Galathea intermedia</i> <i>Galathea squamifera</i>
		Maiidae:	<i>Macropodia rostrata</i> <i>Acanthonyx lunulatus</i> <i>Pisa tetraodon</i>
		Xanthidae:	<i>Xantho poressa</i>
		Alpheidae:	<i>Alpheus sp.</i>
	Anisopoda:	Paratanaidae:	<i>Leptocheilia savignyi</i>
	Amphipoda:	Gammaridae:	<i>Eucrangonyx sp.</i>
		Hyperiididae:	<i>Themisto gracilipes</i>
TENTACULATA:	Bryozoa:	Aeteidae:	<i>Aetea sp.</i>

Lichenoporidae: *Lichenopora radiata*  
Electrinidae: *Electra posidoniae*  
Cheiloporinidae: *Cryptosula pallasiana*

ECHINODERMATA:

Asteroidea: Asterinidae: *Asterina gibbosa*  
Echinoidea: Echinidae: *Paracentrotus lividus*  
Arbaciidae: *Arbacia lixula*  
Ophiuroidea: Ophiodermatidae: *Ophioderma longicaudum*  
Holothurioidea: Holothuriidae: *Holothuria helleri*

TUNICATA: Ascidiacea: Polyclinidae: *Sidnyum turbinatum*  
Botryllinae: *Botryllus schlosseri*

## Die Meiofauna des Sediments

### Einleitung

Weitaus die meisten Bewohner von Sandböden sind kleine Organismen zwischen 63  $\mu\text{m}$  und 0,5 mm Größe. Diese im Sandlückensystem lebenden mikroskopischen Organismen mit Vertretern aus fast allen Tiergruppen bilden die Meiofauna der Sandböden. Allen gemeinsam ist eine längliche Körperform mit wenigen lateralen Anhängen. Dieser wurmförmige Bau erleichtert die freie Bewegung zwischen den Sandkörnern. Als weitere biologische Anpassung an diesen Speziallebensraum haben viele Arten ein spezielles Zwei-Komponenten-Klebsystem entwickelt. Es besteht aus zwei Arten von Drüsenzellen, von denen die eine die Haftsubstanz, die andere die Ablösesubstanz sezerniert. Außerdem müssen in die Epidermiszellen oder die Cuticula noch starke Fasern eingelagert sein, die den angreifenden Zugkräften standhalten können.

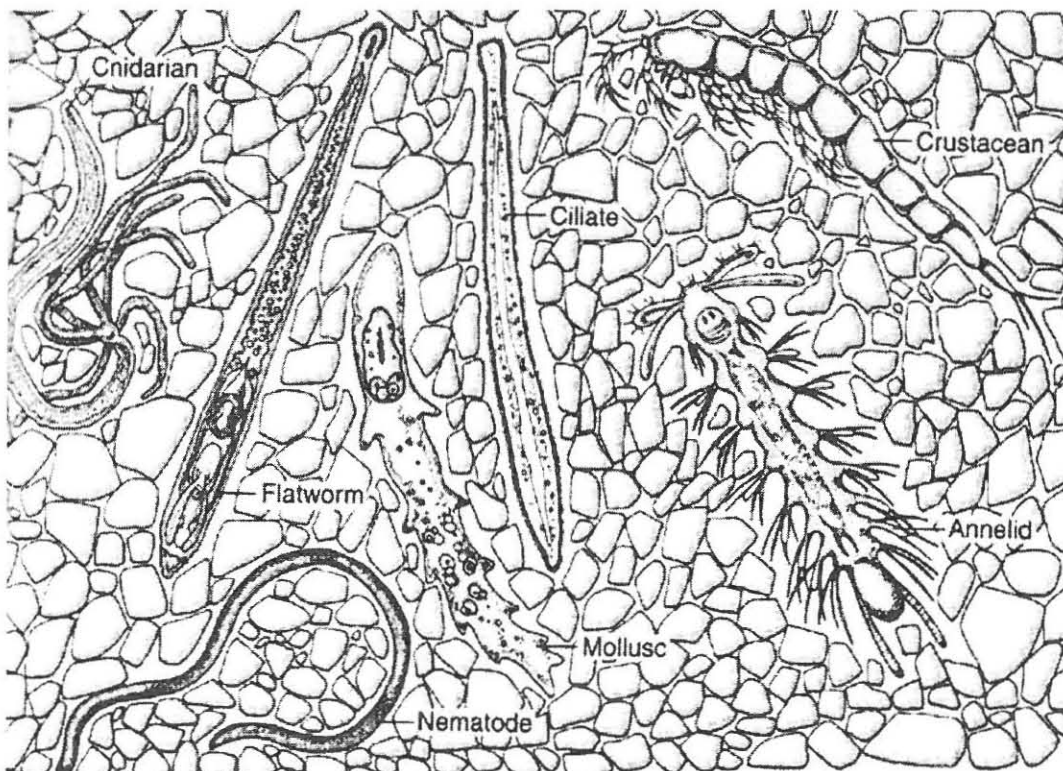


Abb.:1 Meiofauna-Organismen

## Ökologie

Die Mehrzahl der Tiere dieses Lebensraums weist keine pelagischen Larvenformen auf. Die Entwicklung erfolgt direkt aus Eiern, die z.T. am Substrat angeklebt werden. Kleinräumige Verbreitung findet aber dennoch durch das Ausschwemmen eines kleinen Anteils der Populationen ins Plankton statt. Großräumige Verbreitung ist fast ausschließlich durch Verschleppung mit Schiffen o.ä. möglich. Die einzelnen Arten haben sich in ihrer über 180 Mio.-jährigen Geschichte kaum weiterentwickelt, sondern ihre Anpassungen an die bis heute unveränderten Sandparameter beibehalten. Die Größe der Meiofauna-Populationen unterliegt saisonalen Schwankungen, mit einem Maximum während der Sommermonate. Die Abundanz ist wie in jedem Ökosystem abhängig von abiotischen Faktoren wie Nahrung und Räuberdruck, sowie von intra- und interspezifischen Wechselwirkungen. Als allgemeiner Abundanzrichtwert werden  $10^6$  Individuen/m<sup>2</sup> angegeben. Die größten Organismendichten sind in schlammigen Deltasubstraten zu finden, die kleinsten in der Tiefsee.

## Rolle der Meiofauna in bentischen Prozessen

Meiofaunaorganismen ernähren sich hauptsächlich von Diatomeen, Protozoen, Detritus und Bakterien. Einige Turbellarien sind zudem räuberisch und leben von anderen Meiofauna-Tieren. Durch die detritivore Lebensweise werden Nährstoffe remineralisiert und für höhere trophische Ebenen wieder zugänglich gemacht. Besonders in Schlammböden stellt die Meiofauna eine wichtige Nahrungsgrundlage dar, die von Depositfressern, Suspensionsfressern, aber auch von schwimmenden Prädatoren wie Fischen und Garnelen genutzt wird.

## Reaktion der Meiofauna auf bentische Störungen bzw. Verschmutzung

Aufgrund der großen Abundanzen, der kurzen Lebenszyklen, dem relativ stationären Habitat, den bentischen Larven, sowie der Akkumulation von Giftstoffen, stellt die Meiofauna grundsätzlich einen sensitiven Indikator für umweltbedingte Störungen dar. Bei jeder Veränderung kommt es zu einer sofortigen Abnahme in der Diversität, die Artenzahl erholt sich aber auch wieder sehr rasch. Leider ist die Bestimmung vieler Gruppen auf Artniveau schwierig und aufwendig. Da die Art aber für genaue Aussagen über den Verschmutzungsgrad unbedingt erforderlich ist, wird die Meiofauna bisher nur unzureichend in Umweltstudien miteinbezogen. Eine sehr einfache Methode, um diese Organismen doch als Indikator für Verschmutzung bzw. Sedimentänderung zu verwenden, ist die Errechnung des Nematoden/Copepoden Verhältnisses (Parker, 1978). Während Nematoden relativ



unempfindlich sind, reagieren Crustaceen äußerst sensibel auf Änderungen ihrer Umwelt. Je mehr Nematoden im Verhältnis zu den Copepoden gefunden werden, desto gravierender ist die Störung. Diese Methode läßt allerdings nur grobe Schlussfolgerungen zu.

#### Abiotische Faktoren

Allgemeine Parameter wie Ort (Längen- und Breitengrad), Datum, Zeit, Wetter, Temperatur von Luft und Wasser spielen bei der Zusammensetzung der Meiofauna eine große Rolle. Weiters wichtig sind physiographische Faktoren wie Strandortprofil, Strömungs- und Lichtexposition, Tidenhub, sowie einmündende Flüsse oder vorgelagerte Inseln. Die ausschlaggebenden Eigenschaften des Porenwassers sind Salinität, pH-Wert, Sauerstoff-Diffusionsrate, Redoxeigenschaften, sowie der Grundwasserlevel. Am stärksten beeinflusst wird die Meiofauna allerdings vom Substrat. Hier spielt die Korngröße die wichtigste Rolle. Sie ist u.a. abhängig von Exposition, Strömung und Schwebstoffgehalt und beeinflusst ihrerseits viele andere Substratparameter wie Porosität, Permeabilität, Sauerstoff- und Salzgradienten. Zwischen 2 mm und 100 µm Korngröße spricht man von Sand. Der Sortierungsgrad gibt die Verteilung der Größenfraktionen an. Die "particle roundness" ist ein Maß für Sphärizität und Eckigkeit der Sandkörner, und beschreibt somit deren Aussehen. Das totale interstitielle Wasservolumen, also der gesamte zur Verfügung stehende Lebensraum der Meiofauna-Organismen, ist abhängig von der Porosität des Substrats. Der Wassersättigungsgrad und der Gehalt an organischem Material sind weitere bestimmende Faktoren. All diese Parameter sollten sofort bei der Probennahme bzw. nach Erhalt der Laborwerte für das speziell dafür entnommene Substrat auf einem Datenblatt festgehalten werden.

## Material und Methoden

### Probennahme

Die Proben wurden am 20. 9. 2000 in der großen Sandbucht (siehe *Symsagittifera*-Protokoll) vorsichtig mit Hilfe von 5 l Plastiksäcken in verschiedenen Wassertiefen (0,5 m bis ca. 9 m) genommen. Deren Inhalt (Sand und Meerwasser) wurde in Plastikgefäße gekippt und für einige Zeit stehen gelassen, um den Organismen die Wanderung in die oberflächennahen Sandschichten zu ermöglichen. Danach wurden die obersten 1–1,5 cm Substrat abgeschöpft und je ca. 100 cm<sup>3</sup> Sand in einen Erlenmeyer-Kolben überführt. Nach Zugabe von Seewasser und MgCl<sub>2</sub> (7,14 %, Meerwasser isotonisch) im Verhältnis 1:1 wurde das Gefäß geschüttelt und für einige Minuten abgestellt. Die Organismen wurden dabei unter der Wirkung von

MgCl<sub>2</sub> relaxiert und lösten sich somit von den Sandkörnern ab. Das Gemisch wurde erneut geschüttelt und in einen Filter mit einem Porendurchmesser von 60 µm dekantiert. Die dabei abgefangenen Tiere wurden mit Hilfe einer Spritzflasche mit Seewasser in eine Petrischale gewaschen. Außerdem wurde der gespülte Filter in eine weitere Petrischale gestellt, damit auch die kleinen Vertreter der Sand–Meiofauna die Poren des Filters verlassen und sich geotaktisch nach unten bewegen. Die verschiedenen Organismen wurden unter der Stereolupe betrachtet und einzelne Individuen in kleine Urschälchen überführt, um sie isoliert beobachten zu können. Zur genaueren Betrachtung wurden die Tiere auf ein Deckglas gegeben und im Durchlichtmikroskop untersucht und so gut als möglich bestimmt.

#### Herstellen von Präparaten

Das Tier wurde mit Hilfe einer Glaspipette mit ausgezogener Spitze herausortiert, auf einen Objektträger überführt und mit einem Tropfen MgCl<sub>2</sub> (7,14%, Meerwasser isotonisch) relaxiert. Danach wurde es mit einem mit Wachsfüßchen versehenen Deckglas bedeckt. Nach der Lebendbeobachtung wurde der Organismus mit 4%igem Formolglycerin fixiert. Dazu wurde ein Tropfen des Fixativs an einen Deckglasrand gegeben und durch Anlegen eines Filterpapiertes an den gegenüberliegenden Rand durchgesaugt. Zum Schluss wurde das Präparat durch die Umrandung des Deckglases mit Nagellack luftdicht versiegelt (eingedeckt). Für Dauerpräparate soll das Formolglycerin durch Glycerinwasser, das ebenso durchgesaugt wird, ersetzt werden, da Formol mit der Zeit das Gewebe zerstören würde.

#### Weitere Methoden der Probenverarbeitung:

##### Aufbewahrung der Proben

Können die Sedimente nach der Probenentnahme nicht sofort weiterverarbeitet werden, müssen sie so aufbewahrt werden, dass die lebende Meiofauna später extrahiert werden kann. Zu diesem Zweck wird ein Behälter zu 50% mit dem zu untersuchenden Sediment gefüllt, mit einer dünnen Wasserschicht bedeckt und mit Sauerstoff versorgt. Die Haltbarkeit von Feinsedimenten beträgt ca. 24 – 28 h, jene von Sandsedimenten wesentlich länger. Die quantitative Auswertung der Meiofauna ist nur unmittelbar nach der Probenentnahme sinnvoll, weil einerseits viele Tiere nur eine kurze Generationsdauer besitzen, andererseits Räuber vorhanden sind, welche Individuenzahlen mancher Tiergruppen dezimieren. Für die Auswertung einer horizontalen Verteilung der Kleinstlebewesen empfiehlt sich ebenfalls eine

sofortige Untersuchung der Proben oder das Tieffrieren bei  $-20^{\circ}\text{C}$ , da die Tiere durch die Veränderungen abiotischer Faktoren zu wandern beginnen.

#### Sieben der Proben

Je nach dem welche Organismen das Ziel einer Untersuchung darstellen, verwendet man Filter mit unterschiedlichem Porendurchmesser:

1000  $\mu\text{m}$  – obere Größengrenze der Meiofauna

500  $\mu\text{m}$  – juvenile Makrofauna (temporäre Meiofauna)

63  $\mu\text{m}$  – untere Größengrenze der Meiofauna

#### Extraktion der Organismen

Die Anwendung verschiedenster Techniken zur Extraktion ist abhängig

- von der Art des Sediments
- von der Art des erwünschten Ergebnisses: quantitativ oder qualitativ
- ob die Studie spezifisch für bestimmte Taxa ist
- ob die Organismen lebend oder konserviert sein sollen.

Tab.: Methoden zur Extraktion

Grobes Sediment	Feines/schlammiges Sediment
Klimaverschlechterung (Änderung der Temperatur, $\text{O}_2$ – Entzug) nur für mobile Organismen geeignet nicht quantitativ	Klimaverschlechterung nur für bestimmte Taxa geeignet nicht qualitativ
Dekantieren (nach Anästhetikum)	Begasung
Ausschwemmung	Durchsieben und Untersuchung des Überstandes
Seewassereis - Methode	

ad Seewassereismethode:

Diese Extraktionsmethode eignet sich besonders gut für Sedimente, die eine Kapillarstruktur aufweisen, wie z.B. Sand. Die Organismen werden geschmolzenem Seewasser ausgesetzt und dabei hauptsächlich durch zwei physiographische Parameter beeinflusst:

- a) die Formation des Salinitäts- und Temperaturgradienten von niedriger zu hoher Salinität bzw. Temperatur, die durch den Schmelzprozess entstehen.
- b) Langsame Perfusion des Wassers durch die Sediment – Säule

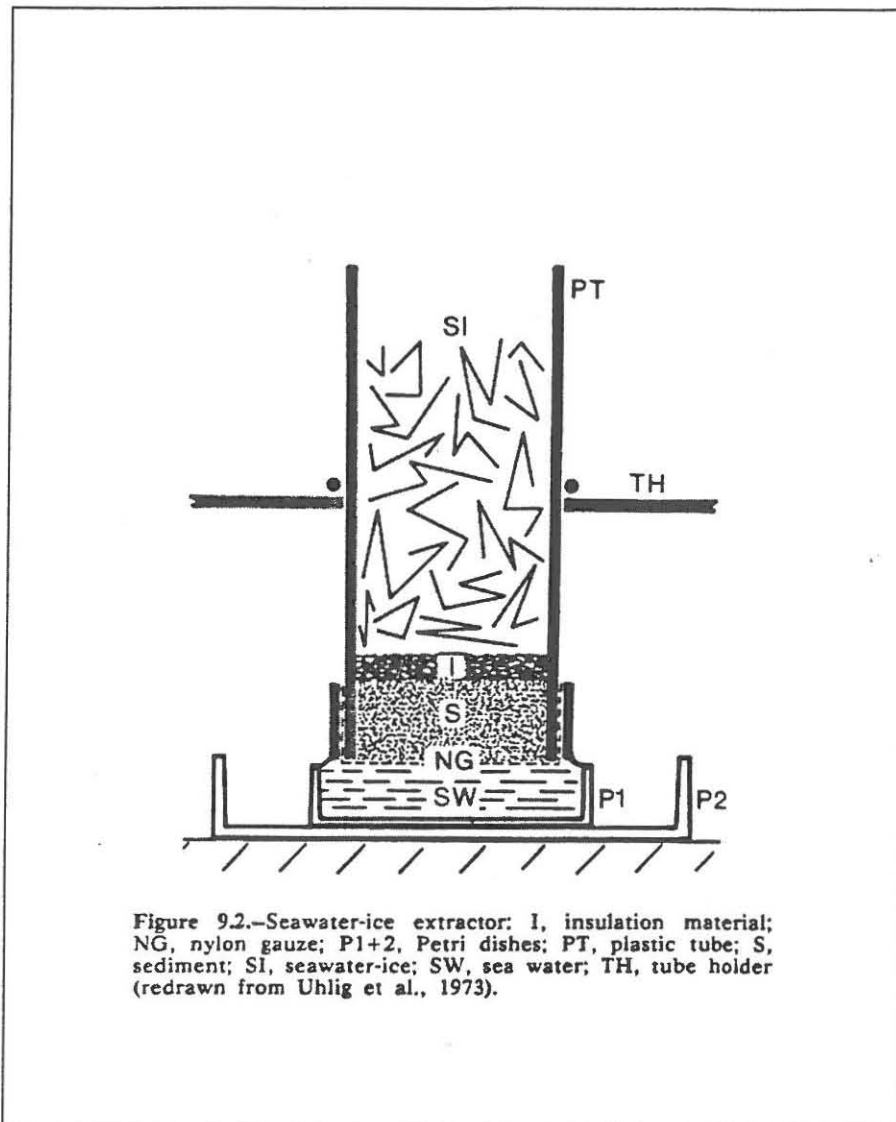


Abb. 2: Seewassereis-Methode

Vorgehensweise:

Für die Extraktion wird eine Plastikröhre (Länge: 15 cm, Durchmesser: 5 cm) verwendet, auf der an einem Ende ein Nylonnetz mit einer Maschenweite von 100-150  $\mu\text{m}$  angebracht ist. In diesen Zylinder werden ca. 50  $\text{cm}^3$  Sediment gefüllt, mit einer Schicht aus Baumwolle bedeckt und darauf schließlich Seewassereis gegeben. Die Baumwolle dient dazu, um den direkten Kontakt zwischen Sediment und Seewassereis zu verhindern. Die gefüllte Plastikröhre wird anschließend so über eine Petrischale mit gefiltertem Seewasser adjustiert, dass das Nylonnetz mit der Oberfläche des Wassers in Kontakt gerät. Die Petrischale wird in eine größere Petrischale gestellt, um das überströmende Wasser aufzufangen.

Dabei werden die meisten vagilen Taxa, wie Turbellarien, Gastrotrichen, Ciliaten und Flagellaten aus dem Sediment in die darunterliegende Petrischale getrieben. Andere Taxa, wie z.B. Nematoden können nicht quantitativ extrahiert werden.

### Fixierung und Aufbereitung der Proben

#### 1. Fixierung mit Formalin

Für die Untersuchung von "hard meiofauna" (z.B. Nematoda, Copepoda, Kinorhyncha) verwendet man eine 10%ige Formalinlösung. "Soft meiofauna" wie Gastrotricha, Turbellaria, und Nemertini sind allerdings nach einer Behandlung mit Formalin nur mehr schwer identifizierbar und sollten daher lebend extrahiert werden.

#### 2. Mikrowellen – Fixierung

Diese Methode der Fixierung ist v.a. für histologische Untersuchungen an marinen Evertebraten wie z.B. "soft meiofauna" und Protozoa geeignet.

#### 3. Fixierung mit Glutaraldehyd

Auch diese Methode wird v.a. für "soft meiofauna" und Protozoa verwendet. Die Tiere werden zunächst mit MgCl<sub>2</sub> betäubt und nach 1–2 h in kaltes, frisches, 2 %iges Glutaraldehyd gegeben. Derartig fixierte Proben können mehrere Monate gekühlt gelagert werden.

### Bestimmte Tiergruppen aus dem Sediment

Protozoa	Ciliata		
	Rhizopoda		
Gastrotricha			<i>Pseudostomella</i>
Plathelminthes	Acoela	Sagittiferidae	<i>Symsagittifera corsicae</i>
		Convolutidae	<i>Convoluta</i> sp.
	Proseriata		
	Rhabdocoela		<i>Eukalyptorhynchia</i> sp.
Sipunculida			
Annelida	Polychaeta (Errantia)	Hesionidae	
		Nerillidae	
Crustacea	Copepoda	Cyclopoida	<i>Oithona</i> sp.
		Harpacticoida	
	Cumacea	Bodotriidae	
	Amphipoda	Caprellidae (Gespensterkrebse)	
Arachnida	Acari		

# Tageszeitliche Veränderungen im Ernährungsverhalten von *Coris julis* und *Symphodus tinca* (Labridae) an der Küste von Calvi, Korsika

## Einleitung

Zu den Labriden gehören marine, meist farbenprächtige Arten mit ausgeprägtem Sexualdimorphismus. Die Fortbewegung der Lippfische erfolgt mit den Brustflossen, wobei die Schwanzflosse der Steuerung dient. Durch diesen Antrieb ist es Labriden möglich, sich in Korallenriffen flexibel auf kleinem Raum zu bewegen. Mit ihren mehr als 600 Arten gehört diese Fischfamilie zu den artenreichsten der Erde. Manche Vertreter werden in den Tropen als Speisefische gefangen. Ihre wirtschaftliche Bedeutung beruht aber eher auf der Verwendung als Putzerfische zur Parasitenbekämpfung in Lachszuchten. Bevorzugte Lebensräume bilden vor allem küstennahe Standorte, Korallenriffe, Algenbestände und Seegraswiesen (*Posidonia*-Bestände). Einige Arten besitzen ein ausgeprägtes Balzverhalten und betreiben Brutpflege. Die Nahrung besteht hauptsächlich aus Krebsen, Muscheln und anderen Wirbellosen. Nur wenige sind herbivor. Die vorliegende Studie wurde an den littoralen Labridenarten *Symphodus tinca* der Unterfamilie der Labrinae, und an *Coris julis*, einem Vertreter der Unterfamilie der Corinae, in einer Hafengebucht vor Calvi, Korsika durchgeführt, wobei das Hauptaugenmerk auf deren Verhalten im Funktionskreis der Nahrungserwerbes gelegt wurde.

### *Coris julis* (Meerjunker):

Ihr Verbreitungsgebiet liegt im Mittelmeer und im Ostatlantik von Skandinavien bis zu den Kanaren. Dort besiedeln sie vor allem felsigen Untergrund und *Posidonia*-Bestände bis 120 m Tiefe. Während der Nacht ziehen sie sich in den Sandboden zurück um zu schlafen. *Coris julis* ist ein protogyner Zwitter, dessen Geschlechtsumwandlung etwa im dritten Lebensjahr erfolgt. In jedem Territorium gibt es ein dominantes und mehrere subdominante Männchen. Letztere unterscheiden sich in ihrem Äußeren kaum von den Weibchen. Das territoriale Männchen hat einen deutlich erhöhten Energieaufwand, da es in seinem Revier patrouilliert und während der Paarungszeit sehr aggressiv gegenüber Artgenossen auftritt. Es bleibt ihm zudem nur wenig Zeit zur Nahrungsaufnahme. Die Größe der Territorien ist von der Dichte der dominanten Männchen abhängig.

### ***Symphodus tinca* (Pfauenlippfisch):**

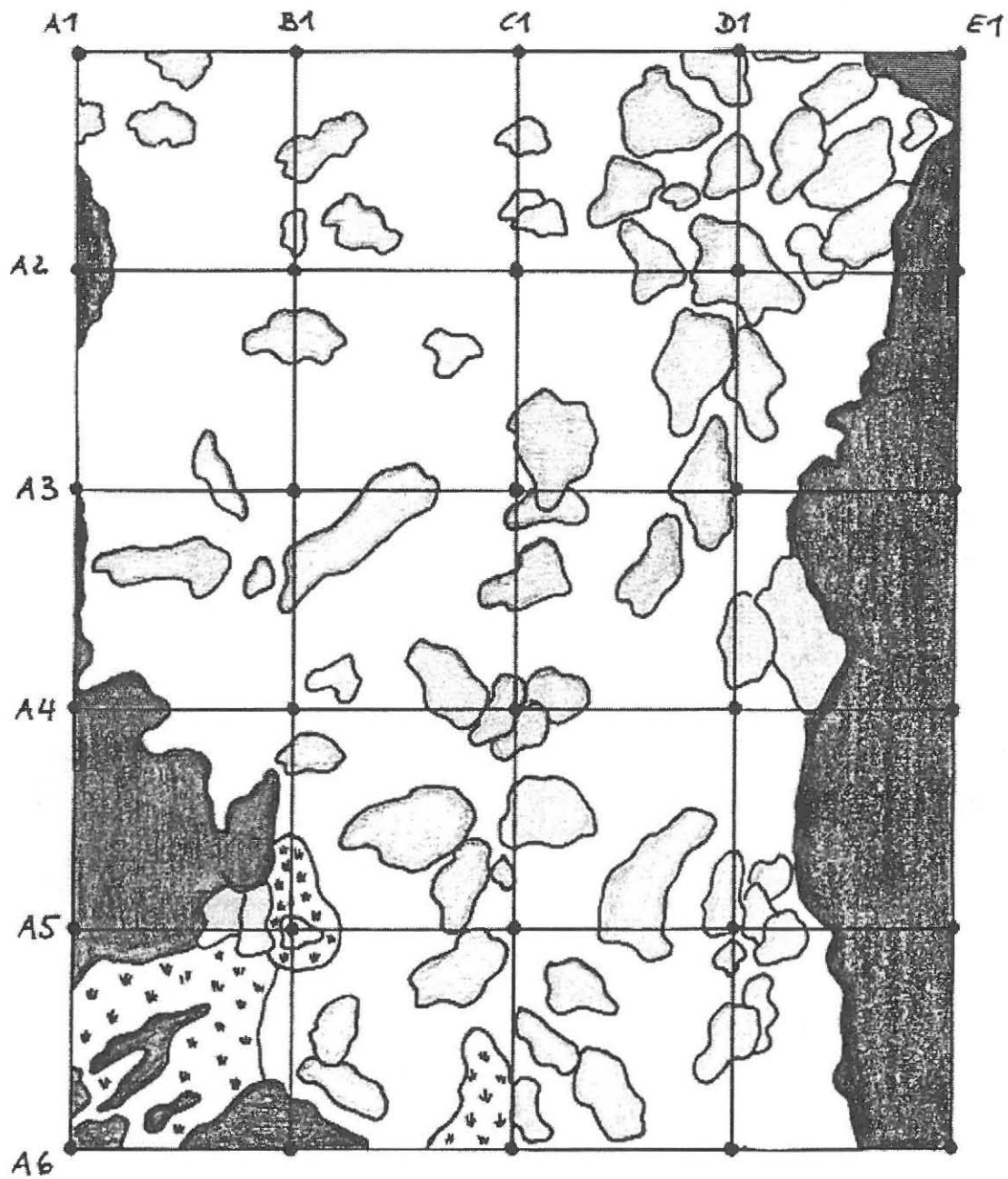
Ihr Verbreitungsgebiet ist Mittelmeer, Schwarzes Meer und Ostatlantik. Das bevorzugte Substrat besteht hauptsächlich aus felsigem Untergrund und *Posidonia*-Wiesen bis zu 80 m Tiefe. Die Fortpflanzung erfolgt im Frühling. Wie bei *Coris julis* ist auch *S. tinca* protogyn, das heißt, die weiblichen Gonaden bilden sich vor den männlichen Gonaden aus. Der Geschlechtswechsel findet meist im 3. Lebensjahr statt. Auch bei dieser Art gibt es territoriale Männchen, deren Verhalten offenbar weniger gut untersucht ist.

## **Material und Methoden**

### *1. Untersuchungsgebiet*

Die Untersuchung wurde an drei aufeinanderfolgenden Tagen im September 2000 in Stareso, Station de Recherches Sous-Marine et Océanographiques, einige Kilometer von Calvi entfernt, durchgeführt. Das Beobachtungsareal erstreckte sich über 384 m<sup>2</sup> und befand sich ca. 200 m östlich von der Station. Um eine gute Beobachtung der Fische zu ermöglichen, wurde eine Bucht mit geringer Hanglage, geringer Tiefe und steinigem Untergrund gewählt. Das Gebiet wurde von groben Blöcken gebildet, dazwischen lagen sandige Stellen. An einer Seite grenzte das Gebiet an eine *Posidonia*-Wiese. Die Blöcke waren dicht mit Aufwuchs (epilithische Algen, Mikroorganismen und Detritus) bedeckt, an dem *Symphodus tinca* und einige andere Labriden tagsüber weideten. Das Transekt wurde in 4 mal 4 m große Quadrate unterteilt. Die Ecken der Quadrate wurden mit flachen Felsbröcken gekennzeichnet, die mit vorher mit den ebenen Koordinaten A<sub>i</sub>, i=1,...,6, bis E<sub>i</sub>, i=1,...,6, beschriftet worden waren. Entlang von drei Transektlinien wurde die Wassertiefe in 2 m Abständen gemessen, die Umrisse des Substrates wurden schnorchelnd gezeichnet, und eine Karte wurde erstellt (Fig. 1, 2 und 3).

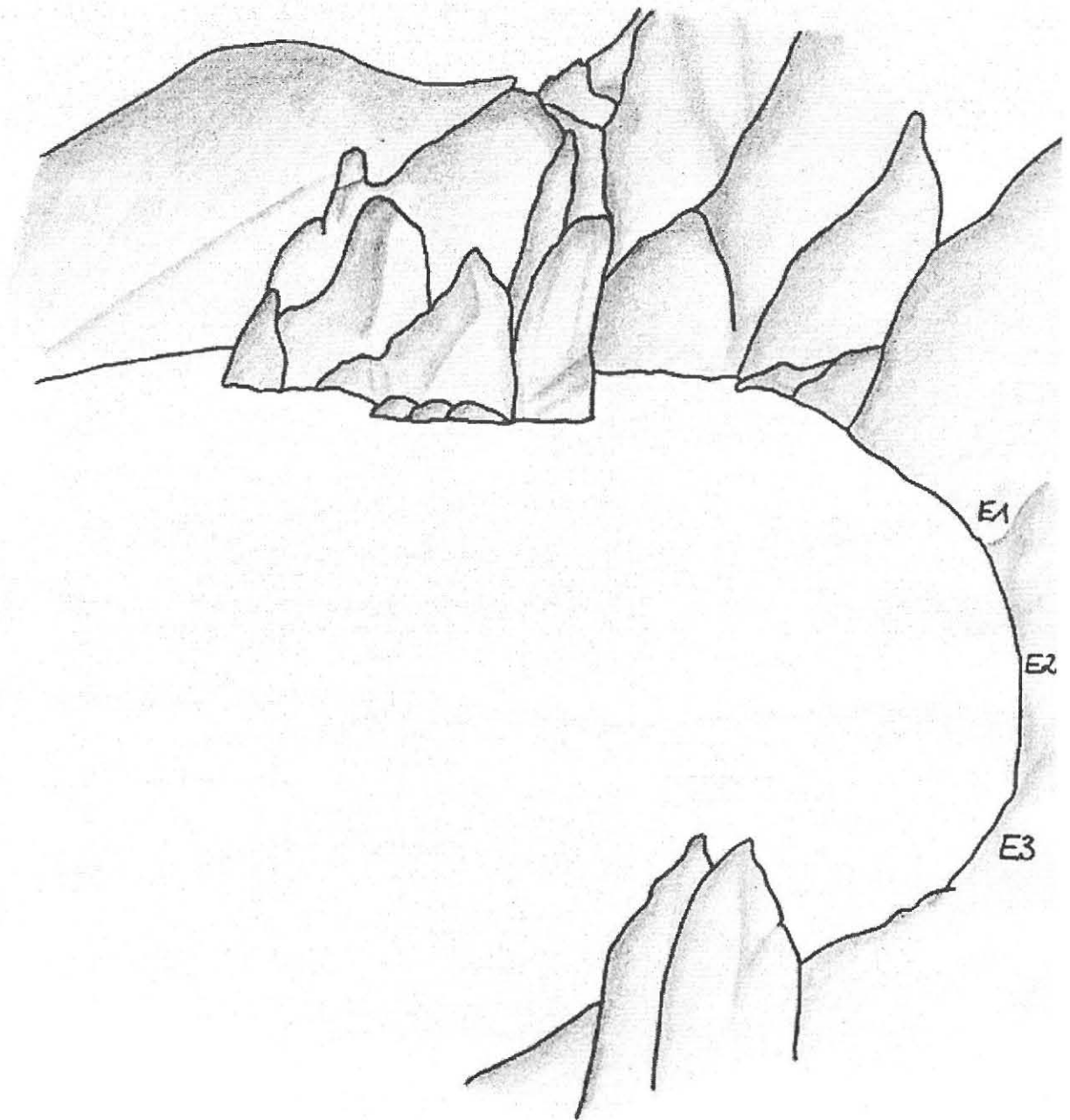




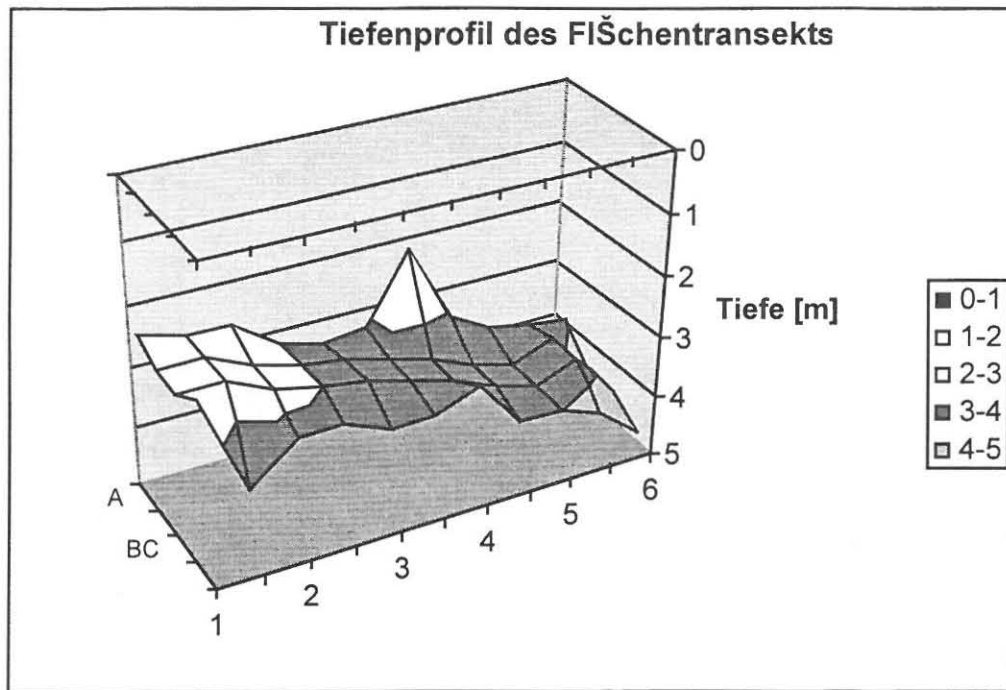
Figur 1: Grundriß des Flächentranssektes

- |         |             |
|---------|-------------|
| schwarz | Felsküste   |
| grau    | Steinblöcke |
| weiß    | Untergrund  |
| A1-B1   | 4 Meter     |
| A1-A2   | 4 Meter     |





Figur 2: Schrägriß des Flächentransektes



Figur 3: Tiefenprofil

## 2. Fang und Markierung der Fische

Fünf Individuen von *Symphodus tinca* und fünf Individuen von *Coris julis* wurden innerhalb des Transektes mit Handnetzen gefangen und im Nasslabor gewogen. Nach Bestimmung der Gesamt- und der Standardlänge wurde jedes Individuum mit einer kleinen, bunten Plastikscheibe mit 3 mm Radius markiert. Die Plastikscheiben wurden an der Basis des fünften Flossenstrahls mit einem dünnen Nylonfaden befestigt. Nach der Markierung wurden die Fische wieder im Transekt ausgesetzt, wo man sie bis auf vier Meter Entfernung anhand der bunten Plastikscheiben wieder erkennen konnte.

Tab. 1: Fischparameter

Fischart	Markierung	Standardlänge [cm]	Totallänge [cm]	Gewicht [g]
<i>Symphodus tinca</i>	Lila / rechts	14,8	17,2	60,0
<i>Symphodus tinca</i>	Lila / rechts	12,7	15,9	84,3
<i>Coris julis</i>	Lila / links	11,0	13,2	16,5
<i>Coris julis</i>	Lila / links	13,6	15,4	34,6
<i>Labrus merula</i>	Lila / links	12,1	15,2	52,9
<i>Coris julis</i>	Rot / links	13,4	15,6	36,7
<i>Coris julis</i>	Rot / links	8,9	10,4	9,2
<i>Symphodus tinca</i>	Rot / links	13,0	15,7	51,96
<i>Labrus merula</i>	Rot / links	7,2	9,0	9,85

<i>Symphodus tinca</i>	Blau / links	16,0	19,0	97,5
<i>Symphodus tinca</i>	Weiß / links	14,0	15,5	67,1
<i>Symphodus rostratus</i>	Gelb / links	10,0	11,3	17,6
<i>Coris julis</i>	Rot / rechts	12,4	14,3	Kein Wert

### 3. Beobachtungen

Über einen Zeitraum von vier Tagen wurden jeweil viermal in folgenden Zeitintervallen die Beobachtungen durchgeführt:

Morgens: 07:00 – 08:00 Uhr

Vormittags: 08:00 – 13:00 Uhr

Nachmittags: 13:00 – 18:00 Uhr

Abends: 18:00 – 19:00 Uhr

Alle Beobachtungen wurden in Teamwork ausgeführt, wobei ein Partner den Fisch schnorchelnd beobachtete und dem auf einem Felsen sitzenden Teamkollegen mittels vorher vereinbarter Handzeichen das Verhalten des beobachteten Labriden mitteilte. Dieser war mit einer Stoppuhr ausgestattet und notierte bei jedem neuen Handzeichen den Zeitpunkt und das Verhalten. Eine Normbeobachtungseinheit dauerte 5 Minuten. Zu jeder Tageszeit sollten möglichst viele der wiedergefundenen Fische insgesamt jeweils 30 Minuten beobachtet werden. Anschließend wurde für jedes beobachtete Individuum das Verhältnis der einzelnen Verhaltenskategorien in Prozent der Gesamtbeobachtungszeit der jeweiligen Tagesperiode errechnet.

#### 3.1. Verhaltenskategorien:

Handzeichen	Verhalten	Definition der Verhaltenskategorie
1	Nahrungsaufnahme	Zeitraum vom ersten Bissen bis zum Weiterschwimmen
2	Nahrungssuche	Fortbewegungsverhalten im Sinne des Nahrungserwerbs
3	Ortswechsel	Fortbewegung ohne ersichtliche Intention zum Nahrungserwerb oder zur sozialen Interaktion
4	Soziale Interaktion	Alle sozialen Verhaltensmuster, wie agonistische, aggressive oder sexuell motivierte Verhaltensweisen
5	Ruhe	Rein respiratorische Aktivität
Faust	Außer Sicht	

## Ergebnisse

Um die verschiedenen Individuen vergleichen zu können, wurden die Werte der einzelnen Mediane gegenübergestellt und auf ihre Maxima bzw. Minima untersucht. Dabei wurde folgende Reihenfolge eingehalten: in den verschiedenen Verhaltenskategorien wurden als erstes die Diagramme der einzelnen Individuen in Bezug auf ihre Besonderheiten diskutiert, hierauf folgte die Besprechung des Diagramms, das sich auf die Werte für die gesamten beobachteten Individuen bezog.

### 1. *Symphodus tinca*

#### 1.1. Nahrungsaufnahme

Bei dem blau markierten *Symphodus tinca* (Abb. 1) befanden sich die prozentuellen Anteile der einzelnen Tagesperioden für die Verhaltenskategorie Nahrungsaufnahme auf einer Ebene (45%), nur in der dritten Tagesperiode war der Wert deutlich erhöht (70%). Für den weiß markierten *Symphodus tinca* (Abb. 2) traf diese Aussage nicht zu, da die Medianwerte meist im Bereich von 50% lagen und der Anteil in der zweiten Tagesperiode nach unten auf 45% abwich. Bei der Verhaltenskategorie Nahrungsaufnahme ist zu bemerken, dass sich die Medianwerte bei den gesamten beobachteten Individuen (Abb. 3) über alle Tagesperioden gesehen in einem ähnlichen Wertebereich befanden, nämlich zwischen 55 und 60%. Der maximale Medianwert lag in der vierten Tagesperiode, wobei sich dieser von dem der dritten nur gering unterschied. Das Minimum fand man in der zweiten Periode.

#### 1.2. Nahrungssuche

Für den blau markierten *Symphodus tinca* (Abb. 4) liegt der maximale Medianwert in der zweiten Tagesperiode. Der prozentuelle Anteil der vierten Periode war der geringste. Bei dem weiß markierten *Symphodus tinca* (Abb. 5) und den gesamten beobachteten Individuen (Abb. 6) fand man den maximalen Median in der zweiten Tagesperiode. Die Werte aller Mediane lagen im Bereich zwischen 10 und 45%. In allen drei Diagrammen war eine deutliche absteigende Tendenz zu erkennen, wobei sich die maximalen Medianwerte bei allen in der zweiten Tagesperiode und die minimalen in der vierten befanden. Die Mediane der ersten und dritten Periode lagen, außer bei *Symphodus tinca* (blau markiert) (Abb. 4), auf einer Ebene (25%).

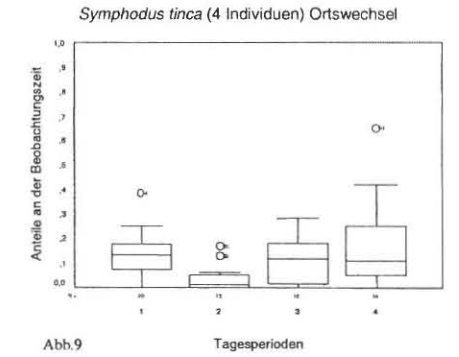
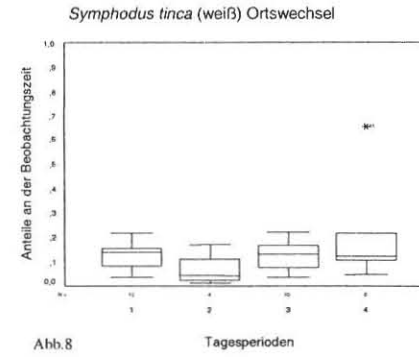
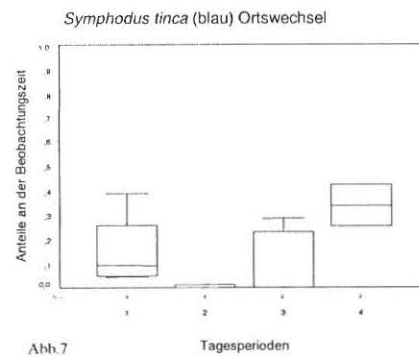
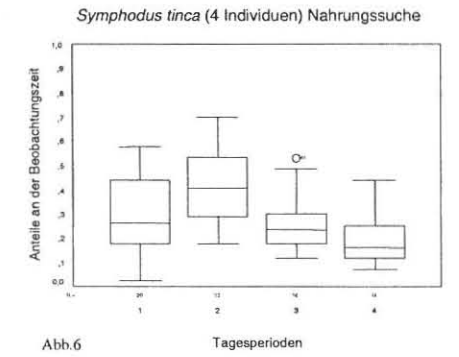
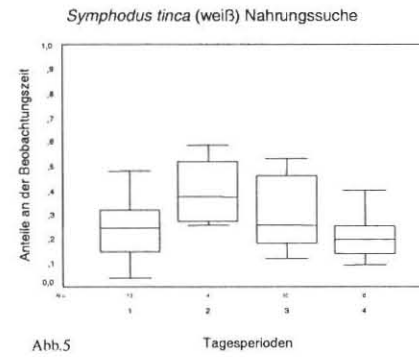
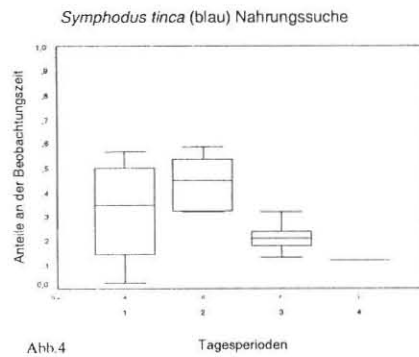
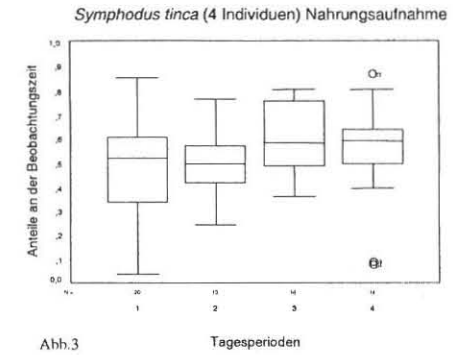
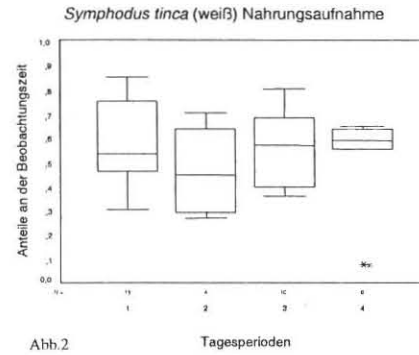
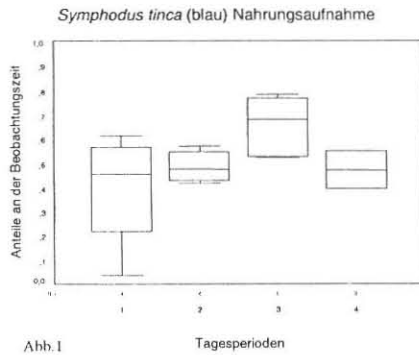


Abb.1-Abb.9: Tagesverlauf der Verhaltenskategorien (Nahrungsaufnahme, Nahrungssuche und Ortswechsel) von vier Individuen der Art *Symphodus tinca*, angegeben in prozentuellen Anteilen an der gesamten Beobachtungszeit. Jeder Balken repräsentiert fünfminütige Beobachtungseinheiten (N= Anzahl der Beobachtungseinheiten) pro Fisch in vier Tagesperioden (I= 07.00h- 08.00h, II= 08.00h- 13.00h, III= 13.00h- 18.00h, IV= 18.00h- 19.00h). Der Median ist als horizontaler Balken dargestellt. Die statistische Analyse wurde mit dem Programm SPSS 10.0 erstellt.

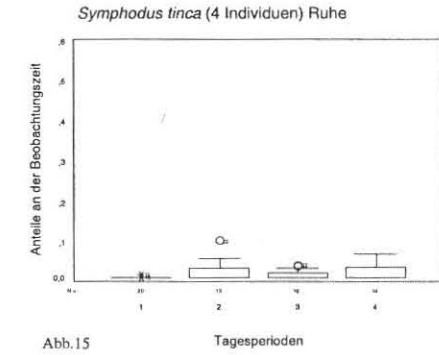
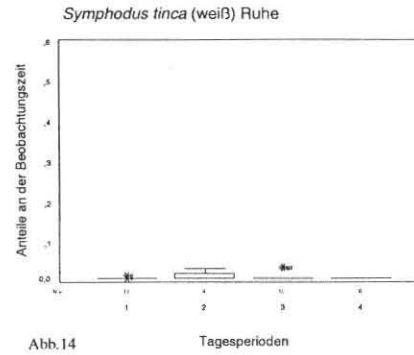
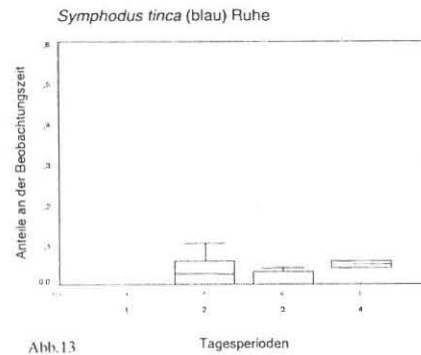
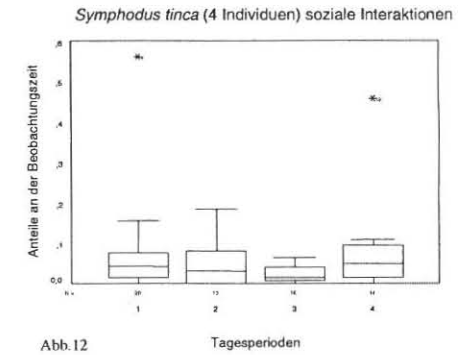
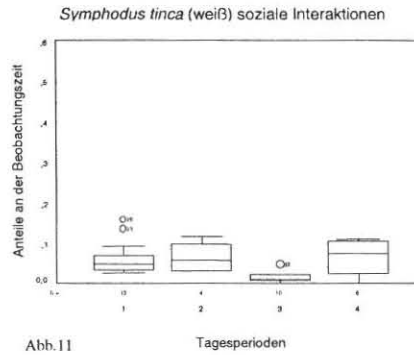
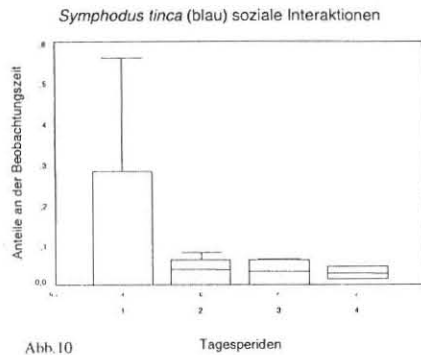


Abb.10-Abb.15: Tagesverlauf der Verhaltenskategorien (soziale Interaktionen und Ruhe) von vier Individuen der Art *Symphodus tinca*, angegeben in prozentuellen Anteilen an der gesamten Beobachtungszeit. Jeder Balken repräsentiert fünfminütige Beobachtungseinheiten (N= Anzahl der Beobachtungseinheiten) pro Fisch in vier Tagesperioden (I= 07.00h- 08.00h, II= 08.00h- 13.00h, III= 13.00h- 18.00h, IV= 18.00h- 19.00h). Der Median ist als horizontaler Balken dargestellt. Die statistische Analyse wurde mit dem Programm SPSS 10.0 erstellt.

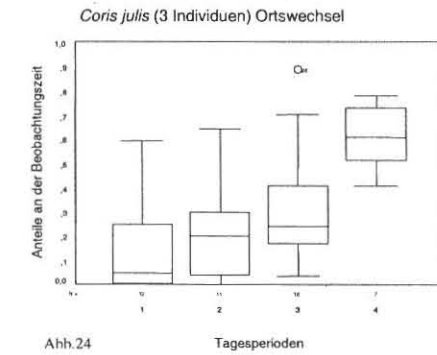
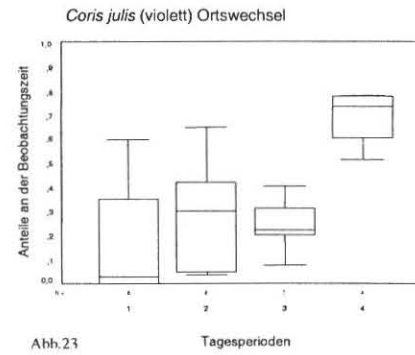
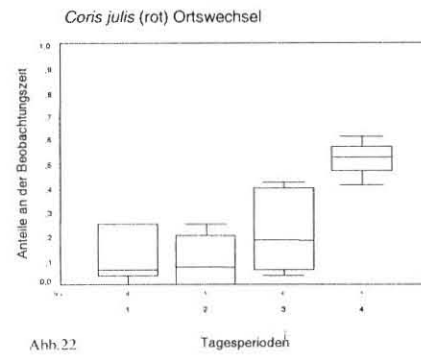
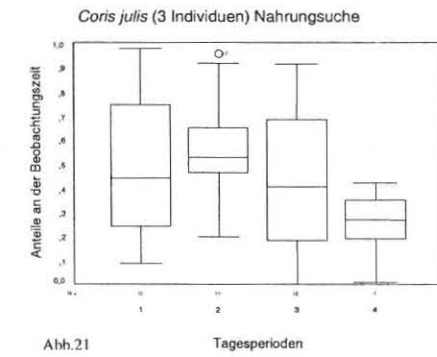
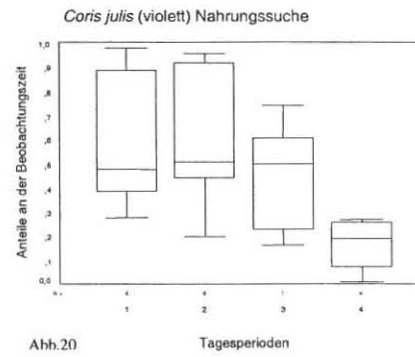
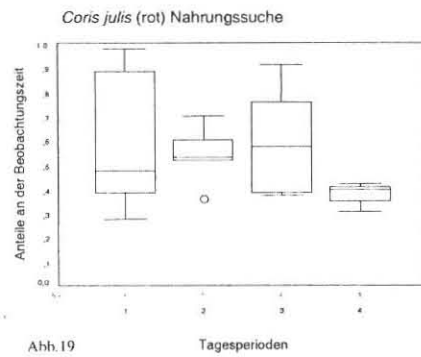
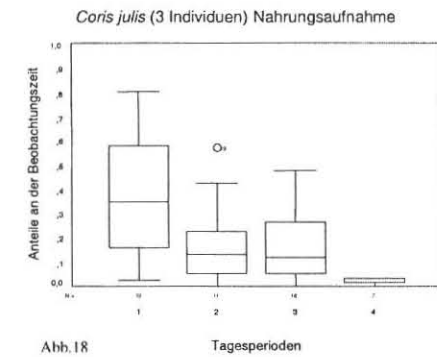
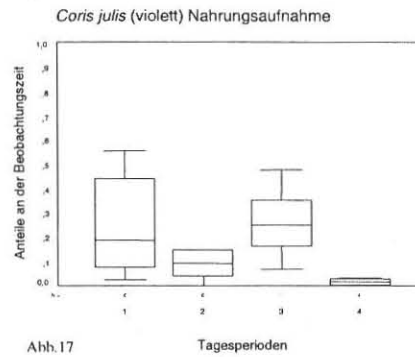
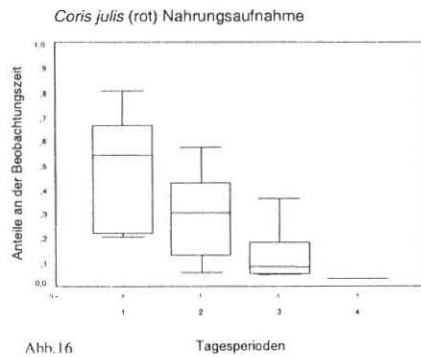


Abb.16-Abb.24: Tagesverlauf der Verhaltenskategorien (Nahrungsaufnahme, Nahrungssuche und Ortswechsel) von drei Individuen der Art *Coris julis*, angegeben in prozentuellen Anteilen an der gesamten Beobachtungszeit. Jeder Balken repräsentiert fünfminütige Beobachtungseinheiten (N= Anzahl der Beobachtungseinheiten) pro Fisch in vier Tagesperioden (I= 07.00h- 08.00h, II= 08.00h- 13.00h, III= 13.00h- 18.00h, IV= 18.00h- 19.00h). Der Median ist als horizontaler Balken dargestellt. Die statistische Analyse wurde mit dem Programm SPSS 10.0 erstellt.

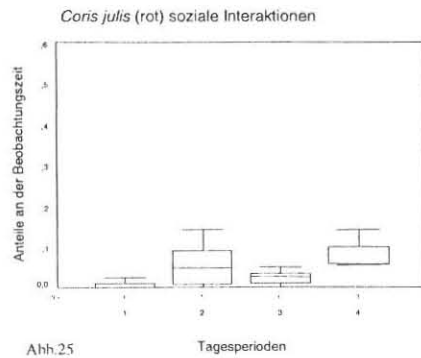


Abb.25

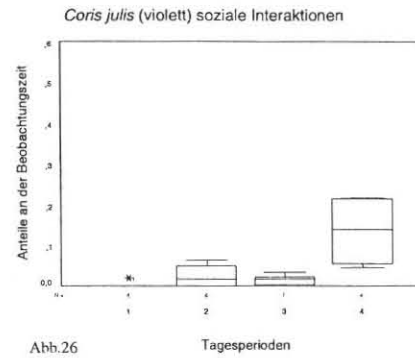


Abb.26

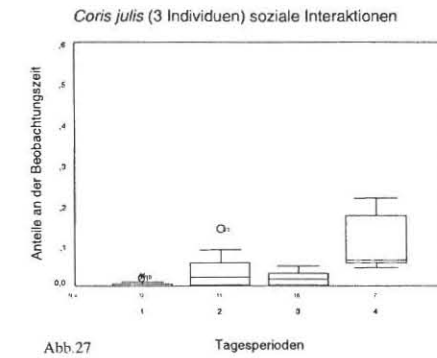


Abb.27

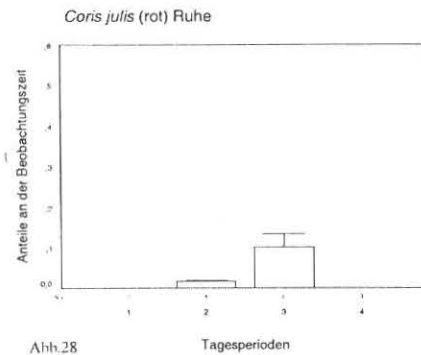


Abb.28

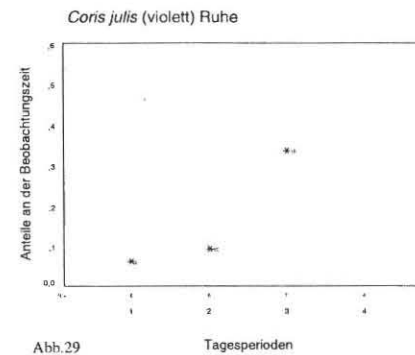


Abb.29

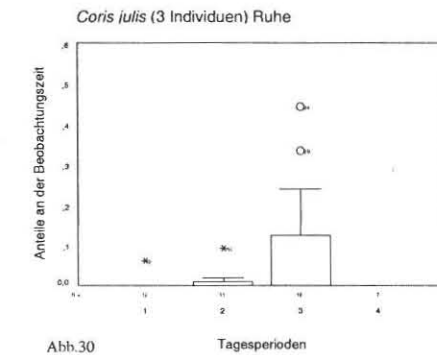


Abb.30

Abb.25-Abb.30: Tagesverlauf der Verhaltenskategorien (soziale Interaktionen und Ruhe) von drei Individuen der Art *Coris julis*, angegeben in prozentuellen Anteilen an der gesamten Beobachtungszeit. Jeder Balken repräsentiert fünfminütige Beobachtungseinheiten (N= Anzahl der Beobachtungseinheiten) pro Fisch in vier Tagesperioden (I= 07.00h- 08.00h, II= 08.00h- 13.00h, III= 13.00h- 18.00h, IV= 18.00h- 19.00h). Der Median ist als horizontaler Balken dargestellt. Die statistische Analyse wurde mit dem Programm SPSS 10.0 erstellt.



### 1.3. Ortswechsel

Der Medianwert der vierten Periode bei dem blau markierten *Symphodus tinca* (Abb. 7) war auffallend erhöht. Er betrug 35% und stellte so eine Ausnahme gegenüber den anderen Individuen dar. Bei dem weiß markierten *Symphodus tinca* (Abb. 8) fiel die Gleichförmigkeit der einzelnen Medianwerte, alle lagen um die 15%, auf, wobei nur die zweite Tagesperiode mit einem Wert von 5% davon abwich. Für die gesamten beobachteten Individuen (Abb. 9) konnte die gleiche Aussage getroffen werden, nur dass der Medianwert in der zweiten Periode unter 5% lag. Allgemein kann gesagt werden, dass sich die Medianwerte der einzelnen Perioden in einem ähnlichen Bereich befanden, nämlich bei Werten zwischen 5 und 15%. Das Minimum lag in der zweiten Tagesperiode.

### 1.4. Soziale Interaktionen

Die erste Tagesperiode beim *Symphodus tinca* (blau markiert) (Abb. 10) stellte den niedrigsten Medianwert. In den übrigen festgelegten Zeitspannen lagen alle Mediane bei 5%. Bei dem weiß markierten *Symphodus tinca* (Abb. 11) war der geringste Medianwert in der dritten Tagesperiode zu finden, die restlichen Mediane lagen im Bereich von 5 bis 10%. Das Diagramm aller beobachteten Individuen (Abb. 12) zeigte den minimalen Medianwert ebenfalls in der dritten Periode. Die anderen Mediane lagen, wie bei den anderen Diagrammen, auf gleicher Höhe bei etwa 5%.

### 1.5. Ruhe

Der Anteil der Verhaltenskategorie Ruhe an der Gesamtbeobachtungszeit ist bei allen Individuen (Abb. 13, Abb. 14 und Abb. 15) sehr gering. Den höchste Anteil fand man jedoch bei allen drei Diagrammen in der zweiten Tagesperiode.

## 2. *Coris julis*

### 2.1. Nahrungsaufnahme

Bei dem rot markierten *Coris julis* (Abb. 16) lag der maximale Medianwert in der ersten und der minimale in der vierten Tagesperiode, wodurch eine abnehmende Tendenz zu erkennen war. Der maximale Medianwert trat bei dem violett markierten *Coris julis* (Abb. 17) in der dritten Tagesperiode auf. Die allmähliche Abnahme der Medianwerte war somit unterbrochen. Auch bei den gesamten beobachteten Individuen (Abb. 18) befand sich das Maximum in der ersten und das Minimum in der vierten Periode. Die Medianwerte der zweiten und dritten Tagesperiode unterschieden sich hier jedoch nur gering und lagen beide

um die 15%. Alle Individuen, außer der mit der violetten Marke, wiesen ihre höchsten Medianwerte in der ersten Tagesperiode auf. Sie kamen im Bereich zwischen 35 und 55% zu liegen. Im Verlauf des Tages war bei allen eine absteigende Tendenz zu erkennen.

## 2.2. Nahrungssuche

Bei *Coris julis* (rot markiert) (Abb. 19) lag der maximale Medianwert in der dritten Tagesperiode, wobei er sich kaum von dem der zweiten unterschied. Das Minimum fand man in der ersten Periode. Es lag in einem ähnlichen Bereich wie der Medianwert der vierten. Den höchsten Medianwert bei dem violett markierten *Coris julis* (Abb. 20) fand man in der zweiten Tagesperiode. Er war jedoch nur gering höher als die Werte der ersten und dritten Tagesperiode. Das Minimum lag in der vierten Periode. Bei den gesamten beobachteten Individuen (Abb. 21) befand sich der maximale Medianwert ebenfalls in der zweiten und der minimale in der vierten Tagesperiode. Allgemein kann gesagt werden, dass bei allen außer bei dem rot markierten *Coris julis* (Abb. 19) das Maximum der Medianwerte in der zweiten und das Minimum in der vierten Tagesperiode zu erkennen waren. Die maximalen Werte waren im Bereich von 50 bis 60% und die der Minima zwischen 20 und 35% zu finden. Ansonsten stellten die Diagramme einen ähnlichen Kurvenverlauf wie in der Verhaltenskategorie Nahrungssuche bei *Symphodus tinca* dar.

## 2.3. Ortswechsel

Bei *Coris julis* (rot markiert) (Abb. 22) fand man eine aufsteigende Kurve mit dem Minimum in der ersten und einem verhältnismäßig hohen Maximum in der vierten Tagesperiode. In der dritten Tagesperiode bei dem violett markierten *Coris julis* (Abb. 23) wurde die ansteigende Tendenz durch einen geringen Abnahme des Medianwerts unterbrochen. Auch hier lag der minimale Medianwert in der ersten und der maximale in der vierten Tagesperiode. Bei den gesamten beobachteten Individuen (Abb. 24) konnte eine relativ gleichmäßig ansteigende Kurve erkannt werden. Im Verhaltensbereich Ortswechsel war bei allen beobachteten Individuen eine gleichförmige, aufsteigende Kurve erkennbar, wobei die maximalen Medianwerte stets in der vierten Tagesperiode im Bereich zwischen 50 bis 75% und die minimalen Werte immer in der ersten Periode zwischen 3 und 5% zu liegen kamen.

## 2.4. Soziale Interaktionen

Bei dem rot markierten *Coris julis* (Abb. 25) fand man das Minimum der einzelnen Medianwerte in der ersten und das Maximum in der vierten Tagesperiode. Die Kurve war

jedoch nicht gleichförmig, da in der Medianwert dritten Periode einen relativ geringeren Wert annahm. Diese Aussage traf bei *Coris julis* (violett markiert) (Abb. 26) ebenfalls zu, nur dass der maximale Wert höher war und die Medianwerte der zweiten und dritten Tagesperiode auf einer Ebene lagen. Bei dem Diagramm der gesamten beobachteten Individuen (Abb.27) wurde dieser Kurvenverlauf bestätigt.

### 2.5. Ruhe

Wie bei *Symphodus tinca* war auch hier der Anteil der Verhaltenskategorie Ruhe an der Gesamtbeobachtungszeit bei allen Individuen (Abb.13, Abb.14 und Abb.15) sehr gering. Den höchste Anteil fand man jedoch bei allen in der dritten Tagesperiode.

## Dikussion

### 1. Biologie von *Symphodus tinca*

Diese Art erreicht eine Größe bis 45 cm. Die Färbung variiert zwischen bräunlich-grünlich bis gelblich mit blauen und roten Punkten, die in Längsreihen über den gesamten Körper verteilt sind. Charakteristisch sind die schwarzen Flecken jeweils auf der Schwanzwurzel und oberhalb der Basis der Brustflossen. Die typischen Lebensräume von *Symphodus tinca* sind algenbewachsene Fels- und Sandböden sowie Seegraswiesen. *Symphodus tinca* ernährt sich hauptsächlich von Algen, die sie im Felslithoral abgrasen. Ein geringerer Bestandteil sind wirbellose Bodenbewohner. Die Brutzeit findet in Corsica von Anfang April bis Ende Juli statt. Es findet eine Geschlechtsumwandlung vom Männchen zum Weibchen statt.

### 2. Biologie von *Coris julis*

Individuen von *Coris julis* werden bis zu 25 cm groß. Ihr Körper ist langgestreckt und besitzt einen zugespitzten Kopf. Es treten je nach Alter und Jahreszeit geschlechtsspezifische Färbungen auf: Bei Weibchen und juvenilen Tieren ist der Rücken und die obere Hälfte der Körperseite orangebraun und die untere Hälfte und der Bauch weiß gefärbt. Die Kiemendeckel kennzeichnet am hinteren Ende ein kleiner blauer Fleck. Der Rücken der Männchen ist blaugrau bis grünlichbraun. Auffallend ist ein keilförmiger Fleck hinter den Brustflossen und ein oranges wellenförmiges Längsband. Die typischen Lebensräume von *Coris julis* sind algenbewachsenes Litoral sowie Seegraswiesen. *Coris julis* ernährt sich vorwiegend von Wirbellosen aus dem Phytal. Da die Nahrung eine höhere Qualität hat, können die Individuen selektiver fressen. Das heißt sie verwenden im Gegensatz zur Art

*Symphodus tinca* mehr Zeit für die Nahrungssuche, nehmen aber eine geringere Nahrungsmenge auf. Die Brutzeit dauert in Corsica von Anfang April bis Ende August, vermutlich aber das gesamte Jahr.

### 3. Vergleich der Verhaltenskategorien

#### 3.1. Verhaltenskategorie Nahrungserwerb

Die Verhaltenskategorie Nahrungserwerb setzt sich aus den Einzelkategorien Nahrungsaufnahme und Nahrungssuche zusammen und bezieht sich jeweils auf die gesamten beobachteten Individuen jeder Art. Bei den gesamten Individuen von *Coris julis* waren über den Tagesverlauf gesehen keine größeren prozentuellen Schwankungen in der Kategorie Nahrungserwerb zu erkennen. Nur der Medianwert der vierten Tagesperiode wich etwas nach unten ab. Im Unterschied dazu war bei den Individuen von *Symphodus tinca* eine zur vierten Tagesperiode deutlich absteigende Tendenz augenfällig. Vergleicht man Abb. 18 mit Abb. 21, dann ist eindeutig zu erkennen dass die Individuen von *Coris julis* prozentuell mehr Zeit für die Nahrungssuche als für die Nahrungsaufnahme aufbringt. Die Individuen von *Symphodus tinca* investieren im Gegensatz dazu prozentuell mehr Zeit für die Nahrungsaufnahme als für die Nahrungssuche. Daraus kann geschlossen werden, dass *Coris julis* selektiver frißt als *Symphodus tinca*. Dies wird ebenfalls durch die unterschiedliche Nahrung bestätigt (siehe Mageninhaltsproben).

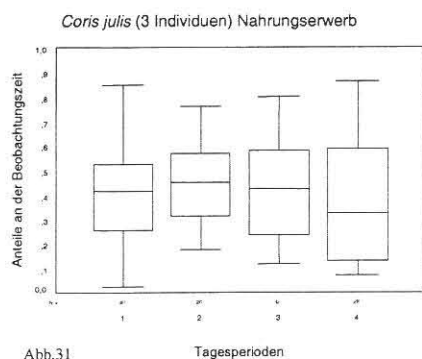


Abb.31

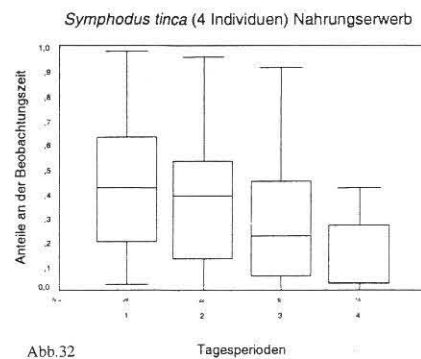


Abb.32

#### 3.2. Vergleich der beiden Kategorien Ortswechsel und Nahrungssuche

Die Diagramme sind bei beiden Arten gegenläufig. Bei *Symphodus tinca* ist dies an den Maxima noch deutlicher als an den Meridianen zu erkennen.

### 3.3. Vergleich der Kategorie Ortswechsel zwischen den beiden Arten

Der prozentuelle Anteil der Kategorie Ortswechsel bei *Symphodus tinca* ist im Vergleich zu *Coris julis* gering. Der maximale Wert des Meridians betrug nie mehr als 20% und wies damit einen kleineren Aktionsradius auf. Im Gegensatz dazu zeigt *Coris julis* prozentuell mehr Bewegung im Sinne des Ortswechsels. Die Aktivität nimmt zur vierten Periode hin zu, da sie abends das Felslithoral verlassen, um ihre Schlafplätze in den Seegraswiesen (*Posidonia*) aufsuchen.

### 3.4. Vergleich der Kategorie soziale Interaktionen zwischen den beiden Arten

Bei beiden Arten ist auffällig, dass sie nur einen geringen Anteil an der Gesamtzeit für soziale Interaktionen aufwenden. Das könnte die Folge davon sein, dass außerhalb der Brutzeit beobachtet wurde. *Symphodus tinca* weist keinen auffälligen Tagesgang auf, bei *Coris julis* gibt es jedoch ein deutliches Maximum in der vierten Tagesperiode. Dies könnte in dem erhöhten Anteil an der Kategorie Ortswechsel, was ein häufigeres Aufeinandertreffen der Individuen zur Folge hat, begründet sein.

### 3.5. Vergleich der Kategorie Ruhe zwischen den beiden Arten

Auf Grund des maximalen Anteils der Kategorie Ortswechsel und dem relativ hohen Anteil an Nahrungssuche in der ersten Tagesperiode ergibt sich bei *Symphodus tinca* für die Kategorie Ruhe ein Medianwert von Null. Diese Aussage trifft ebenfalls *Coris julis* zu.

## 4. Verhalten im Tagesverlauf

In dem Kapitel Tagesverlauf werden die einzelnen Tagesperioden anhand ihrer unterschiedlichen prozentuellen Aufteilung der Verhaltenskategorien miteinander verglichen.

### 4.1. *Symphodus tinca*:

1. Periode:

Hauptkategorien: Nahrungserwerb

maximaler Anteil: Ortswechsel und soziale Interaktionen

minimaler Anteil: Ruhe

Die erste Periode ist somit die aktivste Zeit.

2. Periode:

Hauptkategorie: Nahrungserwerb mit maximalem Anteil in der Kategorie Nahrungssuche

minimaler Anteil: Ortswechsel

durchschnittlicher Anteil: soziale Interaktion

3. Periode:

Hauptkategorie: Nahrungserwerb mit geringem Anteil in der Kategorie Nahrungssuche

durchschnittlicher Anteil: Ortswechsel und Ruhe

geringer Anteil: soziale Interaktion

4. Periode:

Hauptkategorie: Nahrungserwerb mit größter Differenz zwischen Kategorie Nahrungsaufnahme und Kategorie Nahrungssuche (Abb. 3 und Abb. 6)

durchschnittlicher Anteil: Ortswechsel, soziale Interaktionen und Ruhe

Diese Periode ist somit die mit der geringsten Aktivität, wobei die Anteile der einzelnen Kategorien zueinander relativ ausgeglichen erscheinen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass *Symphodus tinca* über den gesamten Tagesverlauf gleich viel Zeit in die Nahrungsaufnahme investiert.

#### 4.2. *Coris julis*:

1. Periode:

maximaler Anteil: Nahrungsaufnahme

durchschnittlicher Anteil: Nahrungssuche

minimaler Anteil: Ortswechsel, soziale Interaktionen und Ruhe

2. Periode:

maximaler Anteil: Nahrungssuche

durchschnittlicher Anteil: Nahrungsaufnahme, Ortswechsel, soziale Interaktionen und Ruhe

In dieser Periode finden die Individuen aufgrund am wenigsten Nahrung im Verhältnis zum Suchaufwand

3. Periode:

durchschnittlicher Anteil: Nahrungsaufnahme, Nahrungssuche, Ortswechsel und soziale Interaktionen

maximaler Anteil: Ruhe

Diese Periode zeigt die geringste Aktivität.

4. Periode:

minimaler Anteil: Nahrungsaufnahme, Nahrungssuche und Ruhe

maximaler Anteil: Ortswechsel und soziale Interaktionen

In dieser Periode nehmen die Individuen fast keine Nahrung mehr auf. Den größten Anteil der Zeit verbringen sie mit der Verhaltenskategorie Ortswechsel (siehe Abb. 22, Abb. 23 und

Abb. 24). Die Individuen der Art *Coris julis* fressen viel selektiver (siehe Kapitel Biologie), da sie aufgrund ihrer Nahrung auffällig mehr Zeit für die Nahrungssuche als für die Nahrungsaufnahme verwenden müssen.

### *5. Probleme bei der Beobachtung*

Erst einen Tag nach der Markierung wurden begonnen die Tiere zu beobachten. Die Individuen sollten sich in diesem Zeitraum vom Stress wieder erholt und in das soziale Gefüge eingegliedert haben, um eine unbeeinflusste Messung zu ermöglichen. Um die Störungen zu minimieren, sollte die Beobachtung von der Wasseroberfläche aus ohne hektische Bewegungen erfolgen. Schwierigkeiten bereiteten die klare Unterscheidung der Verhaltenskategorien Nahrungssuche und Ortswechsel. Um die Subjektivität der Ergebnisse zu relativieren wurden die Diagramme der Kategorien Nahrungssuche und Nahrungsaufnahme zur Kategorie Nahrungserwerb siehe (Abb. 30 und Abb. 32) zusammengefasst.

### *6. Zukunftsperspektiven*

Da die Beobachtungen außerhalb der Brutzeit stattfanden, könnten in weiteren Studien ein Vergleich mit dem Verhalten in der Brutzeit angestellt werden. Außerdem wäre es sinnvoll die Kategorie soziale Interaktionen in mehrere Unterkategorien, wie z.B. Revier- und Putzverhalten oder intra- und interspezifisches Verhalten, zu gliedern.



# Tageszeitliche Aktivitätsrhythmen littoraler Fischarten

## Einleitung

Primäres Ziel unserer Untersuchung des küstennahen Litorals war eine Darstellung der Aktivitätsunterschiede im Tagesgang der einzelnen Fischarten bezogen auf das Substrat. Wir wählten dazu die Methode des Linientranssekts, da mit ihr die Erfassung der verschiedenen Gattungen (in allen möglichen Lebensräumen) am besten möglich ist. Um ein Maximum an Fischarten beobachten zu können, wählten wir einen 140 Meter langen und 6 Meter breiten Abschnitt vor dem Hafen der Station STARESO, der verschiedene Substrate (Blockfeld, *Posidonia*, etc.) sowie verschiedene Tiefen (3 – 9 m) beinhalten musste. Neben den Aktivitätsraten der einzelnen Gattungen konnten wir auch eine Abundanzschätzung aus unseren Ergebnissen errechnen, da wir auch die relative Häufigkeit der gesichteten Arten in unserer Studie erhoben haben.

## Material und Methoden

Auswahl der Strecke:

Es wurde besonders darauf geachtet, dass sich verschiedene Substrate im Verlauf des Transekts vertreten waren (Blockfeld fein/grob, *Posidonia* und deren Übergang). Das Tiefenprofil wurde von einem SCUBA-Taucher mittels Tauchcomputer ermittelt, später ausgedruckt und auf die Strecklänge rückgerechnet. Die Streckenlänge wurde an der Oberfläche mittels abgemessener Schnur ermittelt: Länge gesamt: 132 m, eingeteilt in vier Abschnitte. Diese Einteilung erfolgte nach dem jeweiligen Substrat: Abschnitt 1: 19 m, feines Blockfeld; Abschnitt 2: 50 m, grobes Blockfeld; Abschnitt 3: 23 m, *Posidonia*; Abschnitt 4: 40 m Grenze zw. feinem Blockfeld und *Posidonia*. Der Beginn des ersten Abschnitts wurde ca. 15 m von der Einstiegsstelle der Beobachter entfernt gewählt, um Störungen der Fauna durch das Einsteigen zu minimieren.



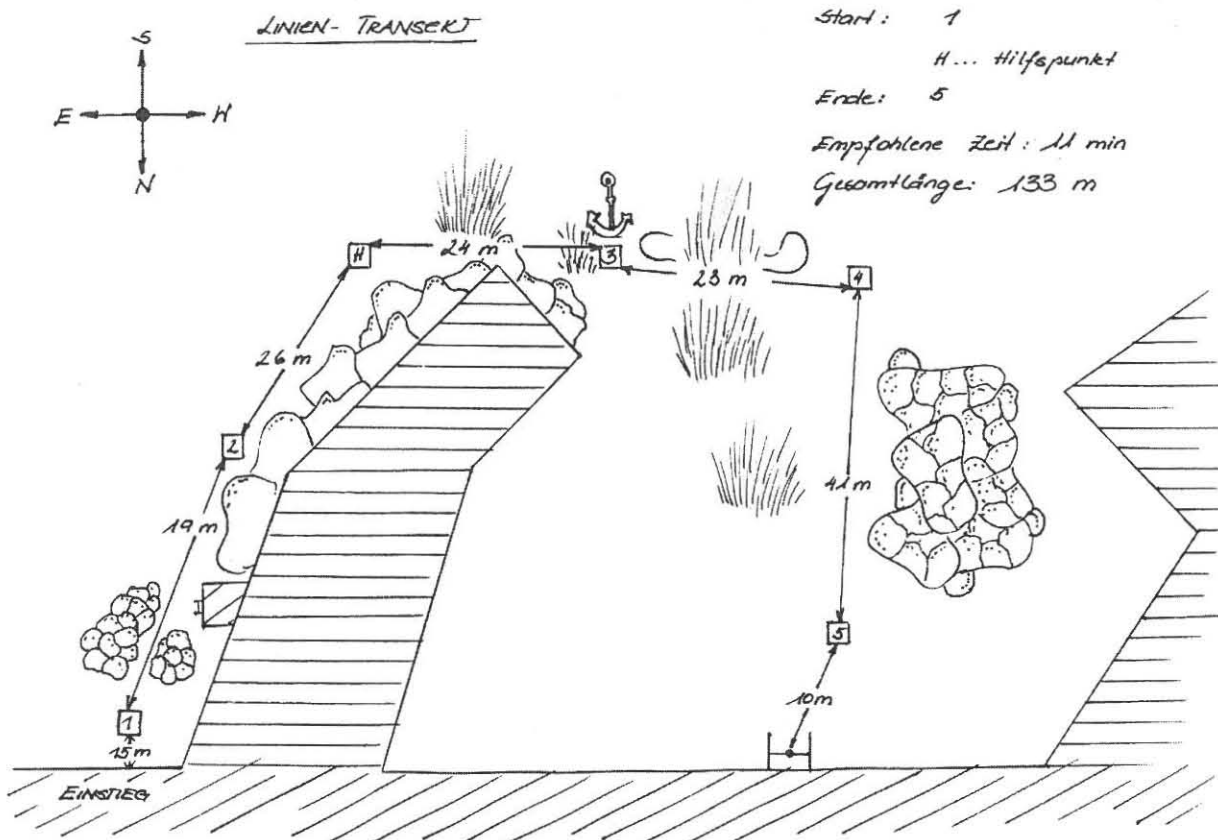


Abbildung 1: Darstellung der Schnorchelstrecke.

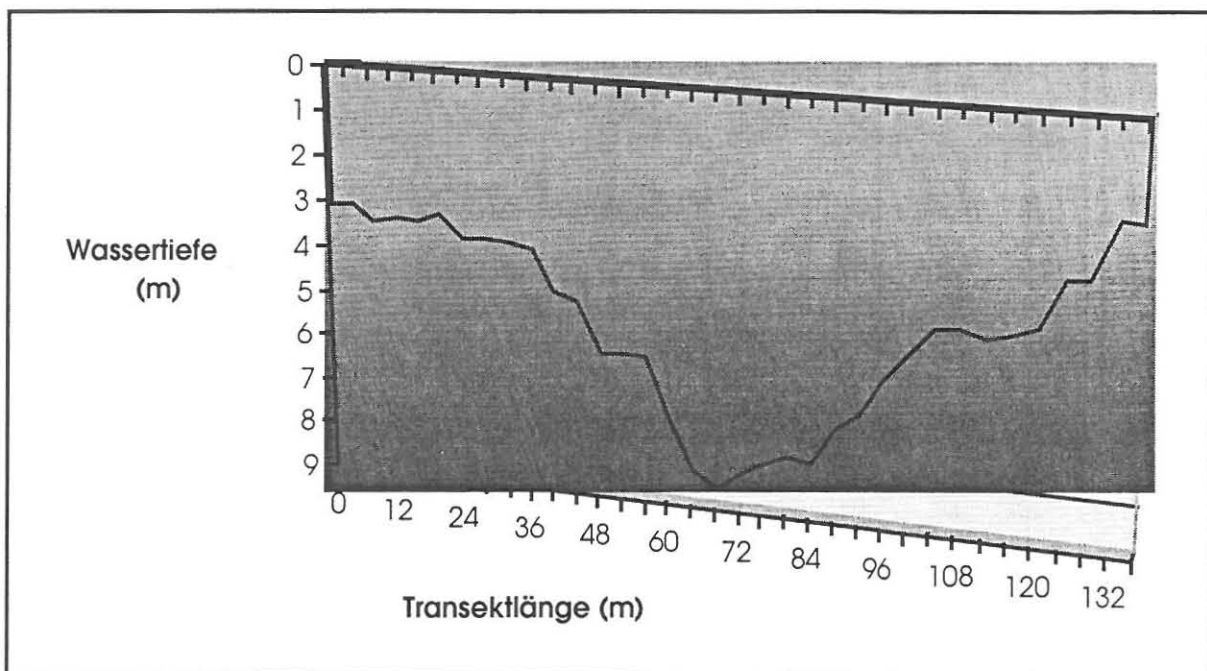


Diagramm 1: Tiefenprofil des Linientransektes.

#### Markierung der Untersuchungszone:

Die Abschnitte wurden unter Wasser markiert. In einer Höhe von etwa 1 m über Grund wurden weiße, leere Plastikmilchflaschen mit Leinen an genügend großen Steinen (oder 2 kg Tauchblei) befestigt. Die Flaschen wurden mit wasserfestem Textmarker von 1 bis 5 nummeriert, um die Enden der Abschnitte zu markieren. Nachträglich wurden vier weitere baugleiche Hilfsbojen in das Transekt eingefügt, um auch in der Nacht und bei verminderter Sichtweite die Strecke beim Abschnorcheln finden zu können. Der Beobachtungsbereich wurde links und rechts durch mit einem "X" markierte (schwarzer wasserfester Textmarker), flache Steine eingegrenzt. Diese wurden jeweils 3 m links und rechts jeder Markierungsboje am Grund sichtbar abgelegt.

#### Beobachtung und Aufzeichnung:

Die Beobachter wurden mit Neoprenanzügen, Schnorchel, Brille und Flossen ausgestattet, weiters in der Nacht mit einer Tauchlampe. Die beobachteten Fischarten und deren Häufigkeit wurden auf einer Schreibtafel mit Bleistift noch im Wasser jeweils am Ende eines Abschnitts protokolliert. Um die Aufnahme im Wasser zu erleichtern, wurde auf der Tafel bereits eine Tabelle mit den zu erwartenden Fischarten vorgefertigt. An Land wurden danach alle Ergebnisse sofort in ebenfalls vorgefertigte Tabellen eingetragen. Aus diesen Rohdaten wurden dann Diagramme über die relative Häufigkeit der einzelnen Arten im Tagesgang angefertigt (siehe unten). Die Zahlen der y-Achse geben keine absoluten Häufigkeiten an, sondern entsprechen folgenden Werten:

0 = 0 Fische

1 = 1 Fisch

2 = 2-5 Fische

3 = 6-20 Fische

4 = 21-50 Fische

5 = Schwarm

#### Beobachtungsintervalle:

Die Beobachtungen wurden immer zu zweit durchgeführt. Das Transekt wurde mit konstanter Geschwindigkeit durchschnorchelt und am Ende jedes Sektors wurden die Beobachtungen nach kurzer Konferenz eingetragen. Die Beobachtungsintervalle wurden wie folgt festgelegt. Am ersten Tag wurden die Fischzählungen ab 14.00 alle zwei Stunden (bis um 18.00 am nächsten Tag) durchgeführt. Am zweiten Tag wurde das Intervall auf 20 Minuten verkürzt

(18.00 - 20.00 bzw. Tag 3: 06.00 - 08.00), um genauer ermitteln zu können, wann bestimmte Fischarten am Abend verschwinden, bzw. wann sie am Morgen wieder auftauchen.

## Ergebnisse und Diskussion

<b>Familie</b>	<b>Art</b>
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>
Congridae	<i>Conger conger</i>
Gadidae	<i>Phycis phycis</i>
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>
	<i>Atherina hepsetus</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i>
	<i>Scorpaena porcus</i>
Serranidae	<i>Epinephelus marginatus</i>
	<i>Serranus cabrilla</i>
	<i>Serranus scriba</i>
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i>
Carangidae	<i>Seriola carpenteri</i>
Centracanthidae	<i>Spicara maena</i>
Sparidae	<i>Boops boops</i>
	<i>Diplodus annularis</i>
	<i>Diplodus puntazzo</i>
	<i>Diplodus sargus</i>
	<i>Diplodus vulgaris</i>
	<i>Oblada melanura</i>
	<i>Pagellus erythrinus</i>
	<i>Sarpa salpa</i>
	<i>Sparus aurata</i>
	<i>Spondyliosoma cantharus</i>
Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i>
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>
Labridae	<i>Coris julis</i>
	<i>Thalassoma pavo</i>
	<i>Symphodus melanocercus</i>
	<i>Symphodus mediterraneus</i>
	<i>Symphodus ocellatus</i>
	<i>Symphodus roissali</i>
	<i>Symphodus rostratus</i>
	<i>Symphodus tinca</i>
	<i>Labrus merula</i>
	<i>Labrus viridis</i>
Mugilidae	<i>Liza aurata</i>
	<i>Mugil sp.</i>

**Tabelle 1:** Auflistung aller im Linientransekt beobachteter Fischarten.

Fehlerquellen:

Um gut interpretierbare Ergebnisse zu erhalten, wurden für die Auswertung nur diejenigen Fischarten berücksichtigt, die mit einer gewissen Regelmäßigkeit vorkamen. So war es zum Beispiel für unsere Fragestellung nicht zielführend, Diagramme von Fischen zu erstellen, die einmal oder nur wenige Male gesichtet wurden, und diese dann bezüglich eines zeitlichen Aktivitätsmusters zu diskutieren. Aus diesem Grund wurden seltene Fische wie *Labrus viridis*, *Epinephelus marginatus*, *Spondyllosoma cantharus* und andere nicht berücksichtigt. Bei Schwarmfischen war die Interpretation der Ergebnisse ebenfalls nur bedingt möglich. Aufgrund der Tatsache, dass man nur die Fische innerhalb des markierten Streifens berücksichtigen und zählen beziehungsweise schätzen durfte, ergaben sich bei so mancher Fischart erhebliche Schwankungen, die auf der Methode des Linientranssektes an sich zurückzuführen waren. So konnte es beispielsweise vorkommen, dass man zwar regelmäßig einen kleinen Schwarm Fische der Art *Sciaena umbra* sah, dieser sich aber in den meisten Beobachtungen außerhalb des Transsektes befindet. Korrekter Weise durfte man diese Sichtungen natürlich nicht in sein Datenblatt eintragen.

Eine weitere Schwierigkeit konnte sich durch die teils schlechte Erkennbarkeit und Unterscheidbarkeit der Fischarten ergeben. Vor allem in der Nacht war es für einen an der Oberfläche schwimmenden Schnorchler unmöglich, zum Beispiel die einzelnen *Scorpaena*-Arten voneinander zu unterscheiden. Aus diesem Grunde wurden diese Arten unter *Scorpaena sp.* in einem einzigen Diagramm zusammengefasst. Aber nicht nur schlechte Lichtverhältnisse konnten Schuld an einer falschen Artbestimmung sein. Zur richtigen Bestimmung einer Fischart unter Wasser brauchte es oftmals einen geschulten Blick und Übung. Um jedoch den Fehler entstehend durch unterschiedliches Wissen über die Fischvielfalt zu minimieren, wurde der Transekt immer in Zweierteams abgeschwommen, wobei mindestens einer von beiden Routine darin besaß.

Aus all diesen Gründen wird ersichtlich, dass der Linientransekt nicht für jede Fischart die beste Methode zur Bestimmung des tageszeitlich abhängigen Aktivitätsrhythmus ist. Doch vor allem für die im Mittelmeer recht artenreichen Labriden erhält man brauchbare und gut interpretierbare Ergebnisse. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass die Unterschiede in der Häufigkeit einer Fischart in den einzelnen Sektoren auch durch Fehler verzerrt sein können: Zum einen weisen die Sektoren Unterschiede in ihrer Länge auf, zum anderen ist die Wassertiefe beispielsweise im Sektor 3 durchwegs groß und den Untergrund bildet Seegras, was sich beides negativ auf die Fischerkennung und -zählung auswirkt. Doch die Bestimmung

der Häufigkeiten war ja nicht unser primäres Ziel, sondern die Ermittlung der Aktivitätsrhythmen der (häufigsten) Arten.

Beobachtung im Zwei-Stunden-Rhythmus :

Wie die Tabellen im Anhang zeigen, sind die Labriden-Arten durchwegs tagaktiv. So wurde *Symphodus tinca* ab 20 Uhr in keinem Sektor mehr gesichtet. Erst um 8 Uhr am nächsten Morgen war diese Art wieder regelmäßig zu beobachten. Auch mit den restlichen Labriden-Arten verhielt es sich ähnlich. *Symphodus ocellatus* verschwand sogar schon zwischen 16 und 18 Uhr und war am Morgen um 8 Uhr wieder sichtbar. *Symphodus roissali* und *Coris julis* verhielten sich bezüglich ihres Aktivitätsmusters ähnlich wie *Symphodus tinca*.

Andere Arten wie *Sarpa salpa*, *Diplodus annularis*, *Diplodus vulgaris* oder *Oblada melanura* (alle zu den Spariden gehörig) waren mehr oder weniger ausgeprägt allzeit aktiv. Ziemlich tagaktiv scheint *Sarpa salpa* zu sein, der zwischen 18 und 8 Uhr nur einmal (2-5 Fische) um 2 Uhr im Sektor 1 gesichtet wurde. Auch *Diplodus annularis* war am Tag etwas aktiver als in der Nacht, doch *Diplodus vulgaris* und *Oblada melanura* wurden regelmäßig am Tag und in der Nacht gefunden. *Apogon imberbis* und die *Scorpaena*-Arten hingegen gehören zu den nachtaktiven Fischen. So ist *Apogon imberbis* am Tag zwischen den Felsblöcken in Ritzen recht gut versteckt, doch ab 20 Uhr war diese Art leicht zu entdecken. Um 6 Uhr schließlich war kein *A. imberbis* mehr zu sehen. Ähnlich, wenn vielleicht auch nicht so deutlich, verhielt es sich mit den *Scorpaena*-Arten (siehe Diagramm).

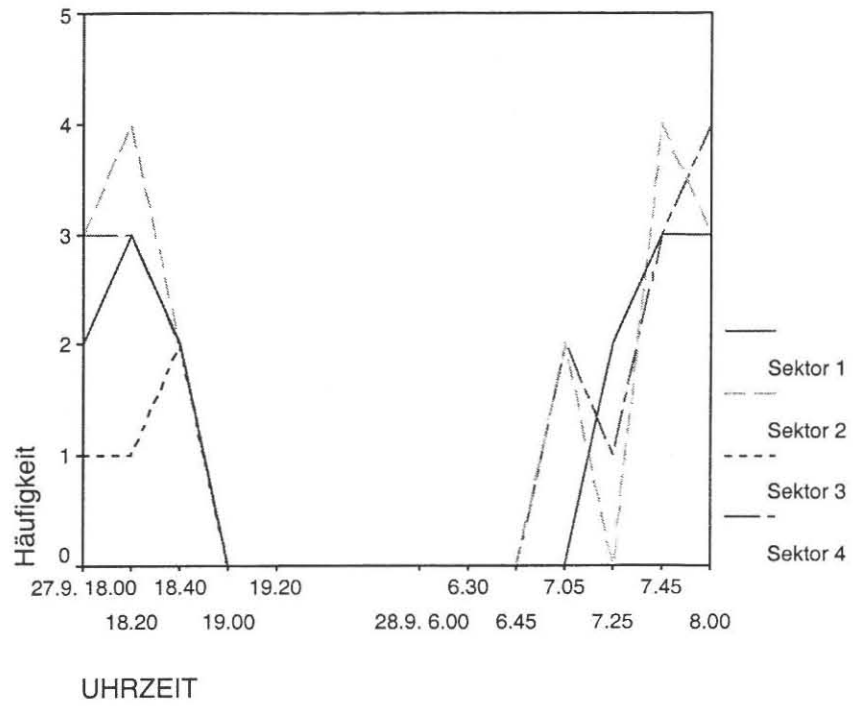
Beobachtung im 20 Minuten-Rhythmus (abends und morgens):

Um die Zeitpunkte des Verschwindens beziehungsweise des Auftauchens verschiedener (sinnvoll vor allem bei Labriden-) Arten zu ermitteln, wurden diese kurzen Beobachtungsintervalle gewählt. Die Labriden-Arten sind durchwegs tagaktiv, doch unterscheiden sich die Zeitpunkte ein wenig, zu denen sie sich unserem Sichtfeld entziehen bzw. wieder für uns sichtbar werden (siehe Tabelle 2).

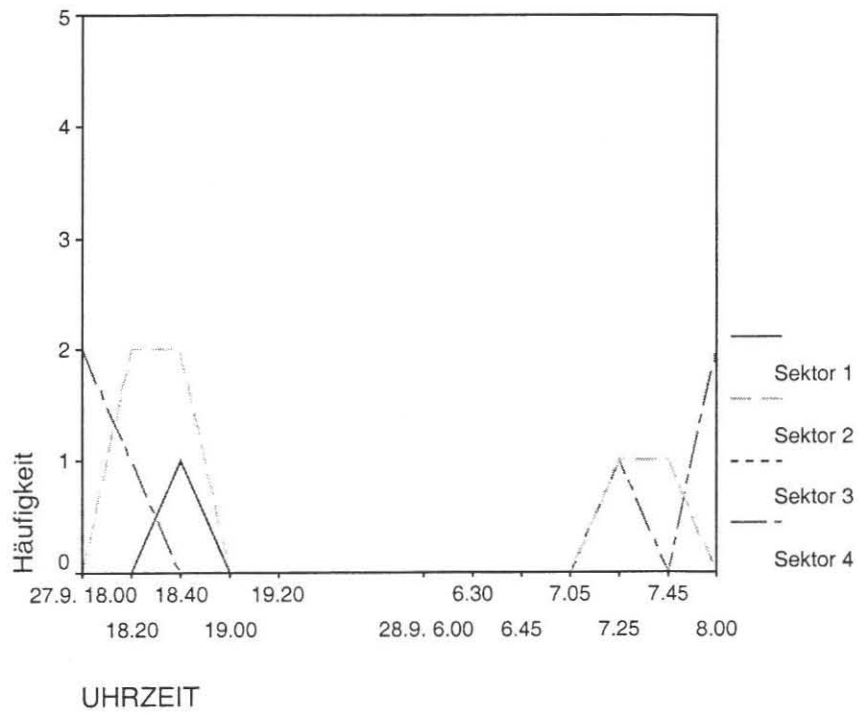
Art	letzte Beobachtung	erste Beobachtung
	abends	morgens
<i>Symphodus tinca</i>	18.40	7.05
<i>Symphodus melanocercus</i>	18.40	7.25
<i>Symphodus ocellatus</i>	18.20	7.05
<i>Symphodus roissali</i>	18.00	7.25
<i>Symphodus rostratus</i>	18.20	7.25
<i>Coris julis</i>	18.20	7.05

**Tabelle 2:** Übersicht über die genauen Zeiten des Verschwindens am Abend und des Auftauchens am Morgen der einzelnen Labriden-Arten.

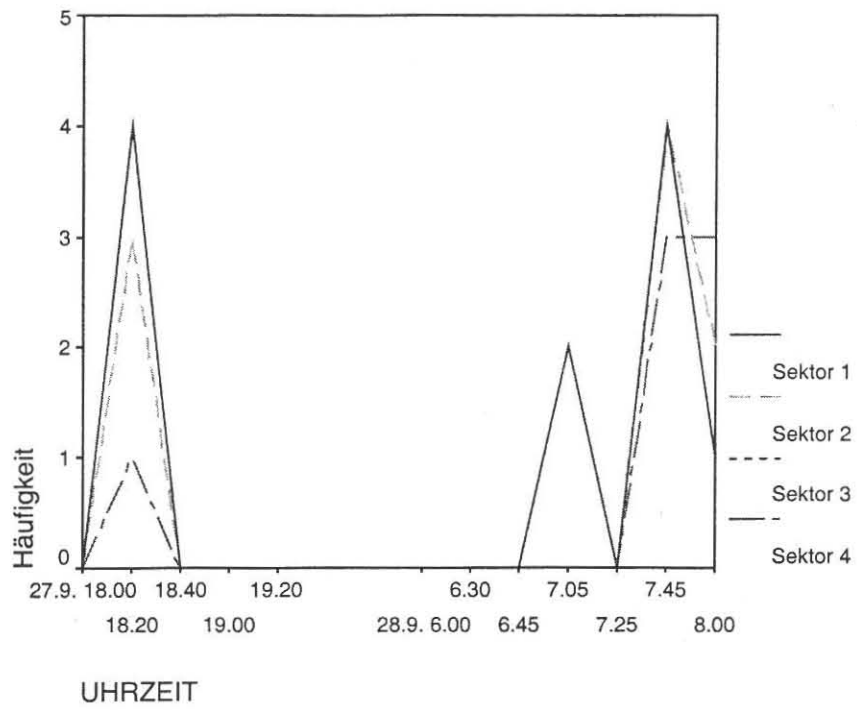
## Symphodus tinca



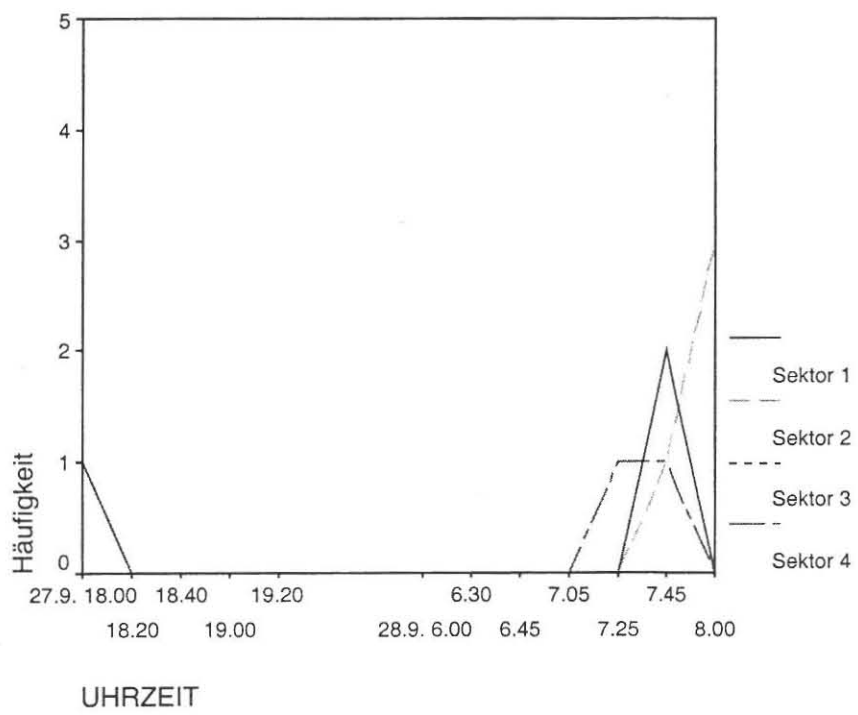
## Symphodus melanocercus



### Symphodus ocellatus

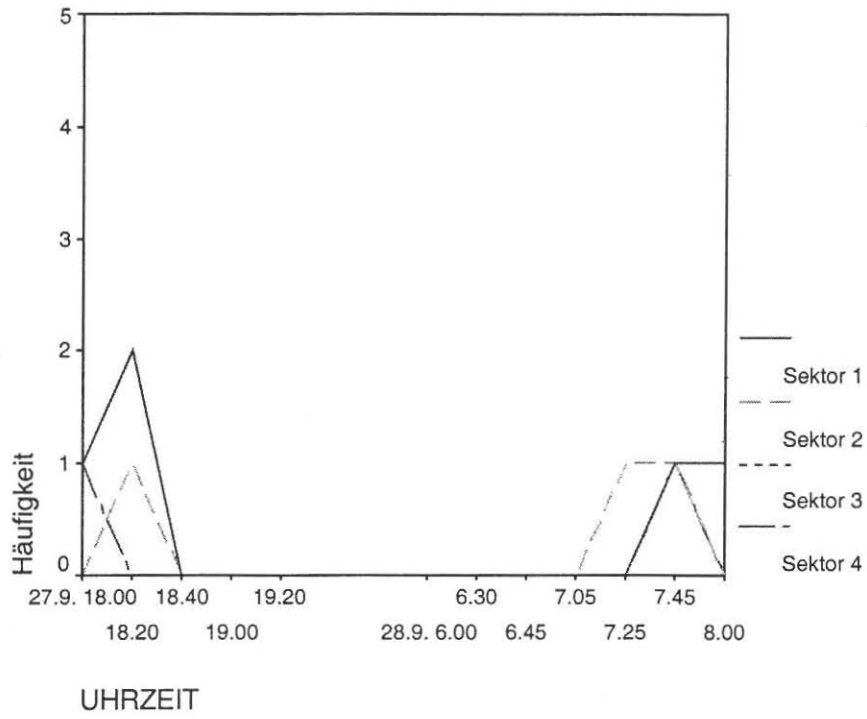


### Symphodus roissali

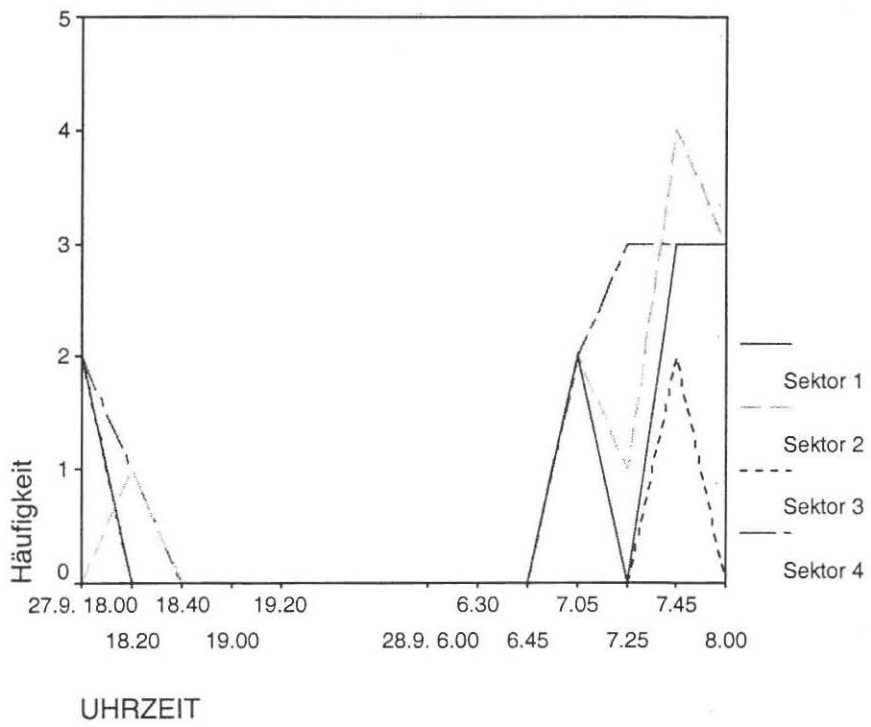




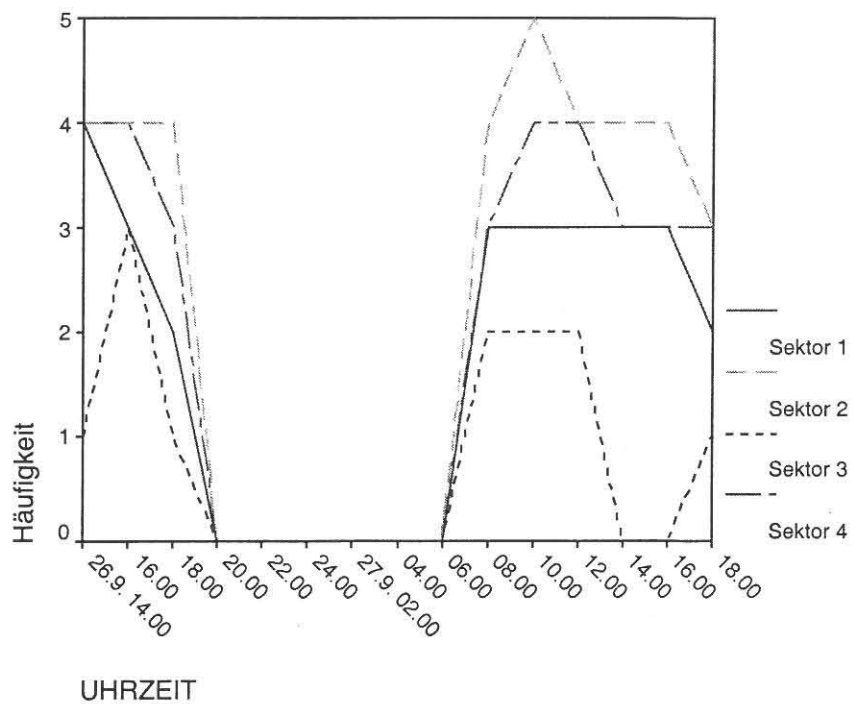
### Symphodus rostratus



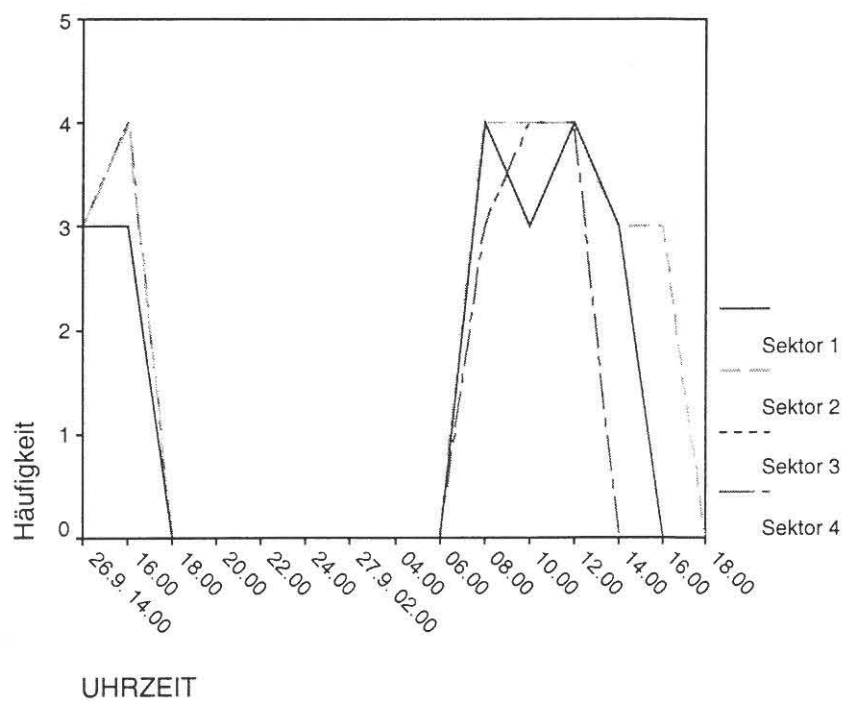
### Coris julis



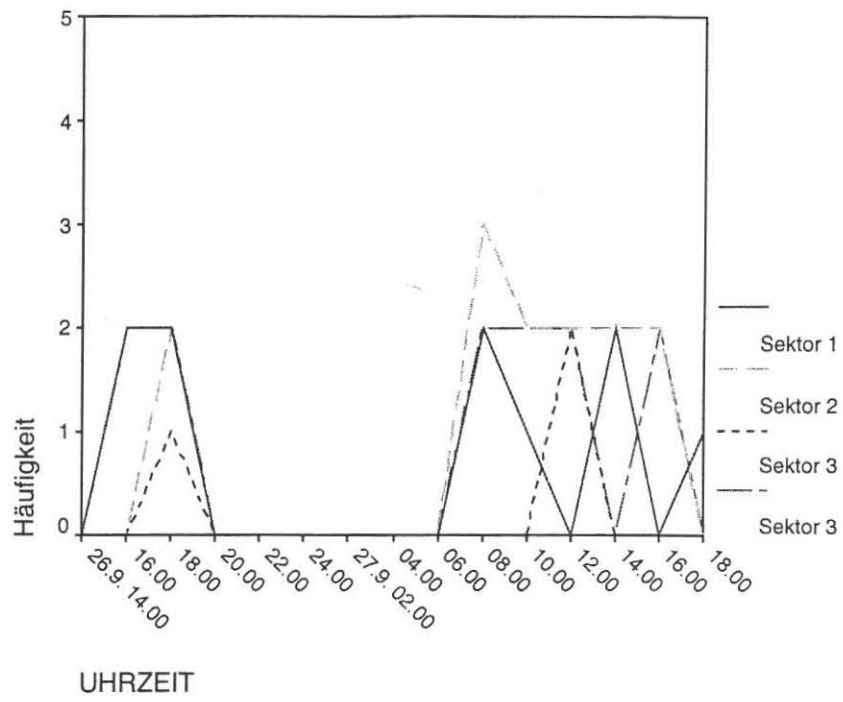
## Symphodus tinca



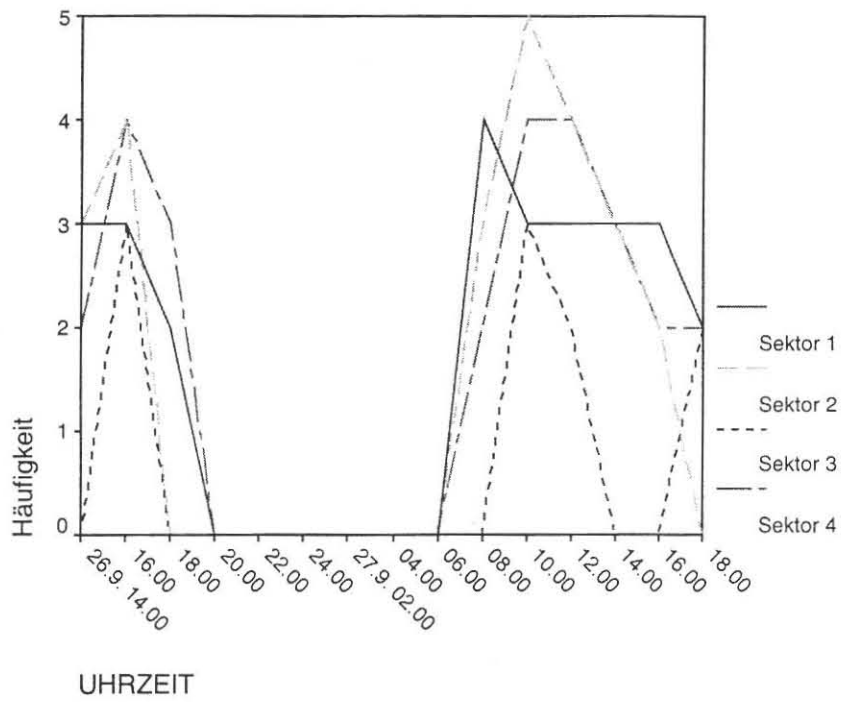
## Symphodus ocellatus



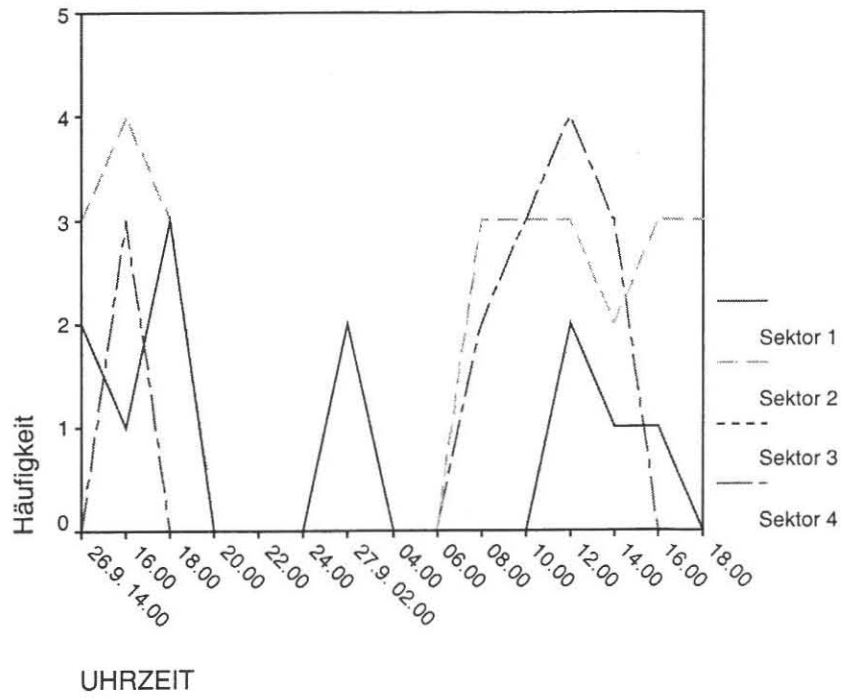
## Symphodus roissali



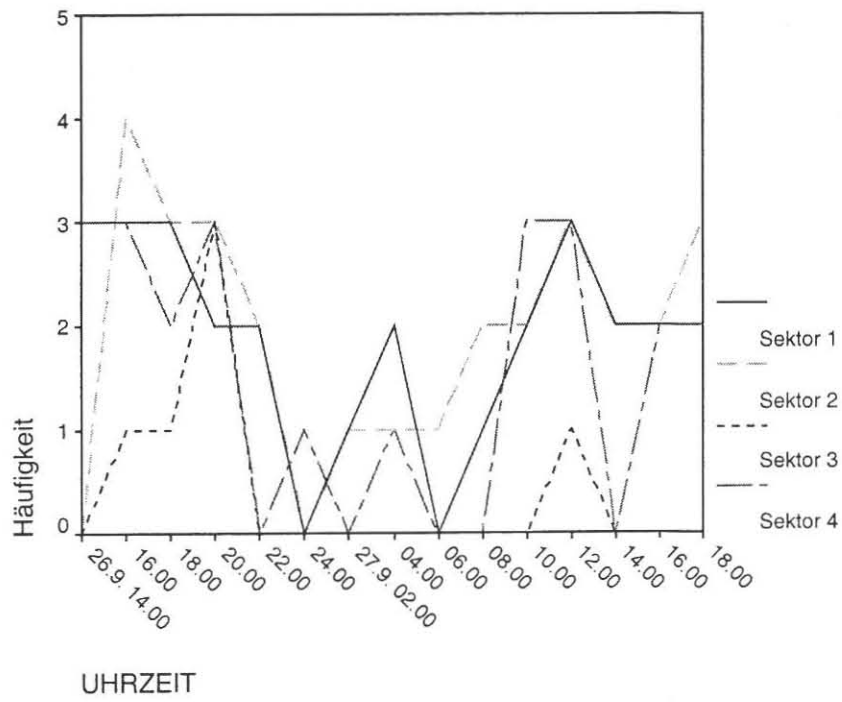
## Coris julis



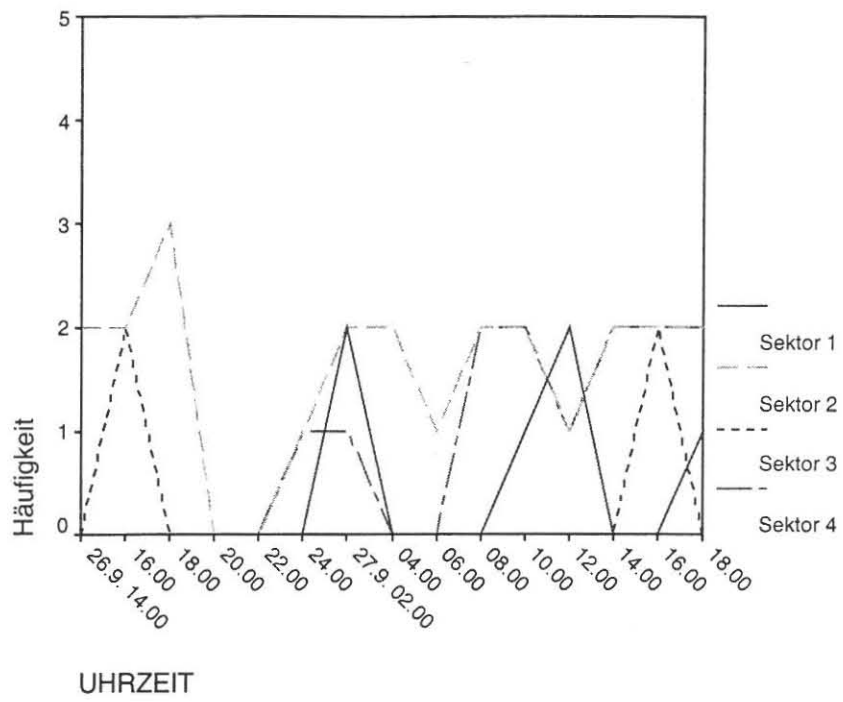
### Sarpa salpa



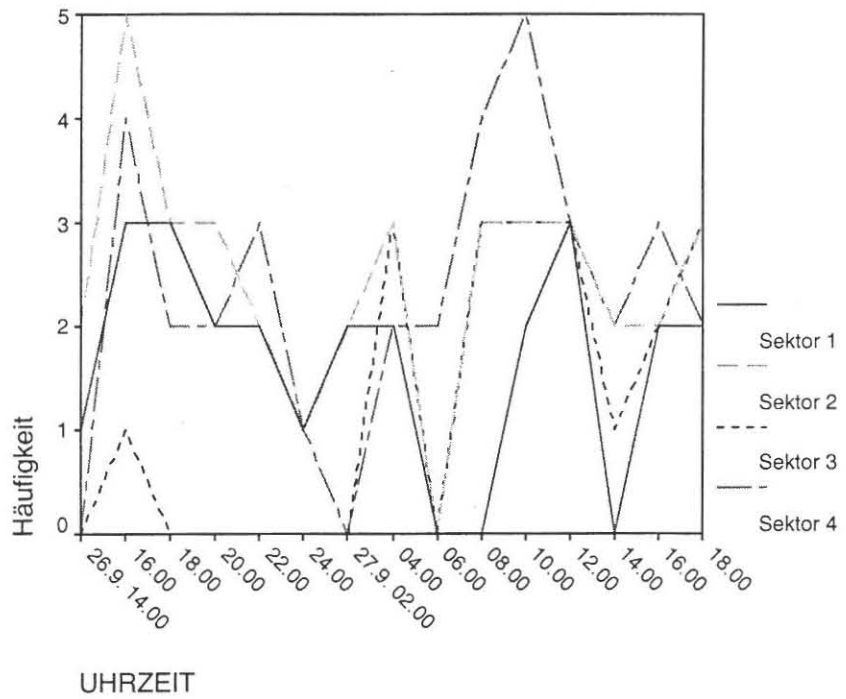
### Diplodus annularis



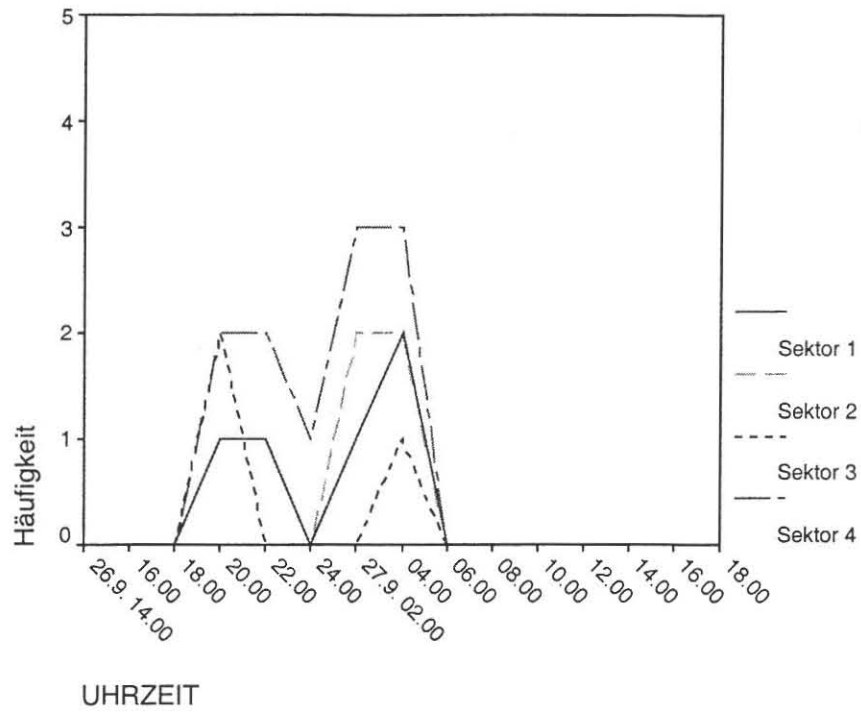
### Diplodus vulgaris



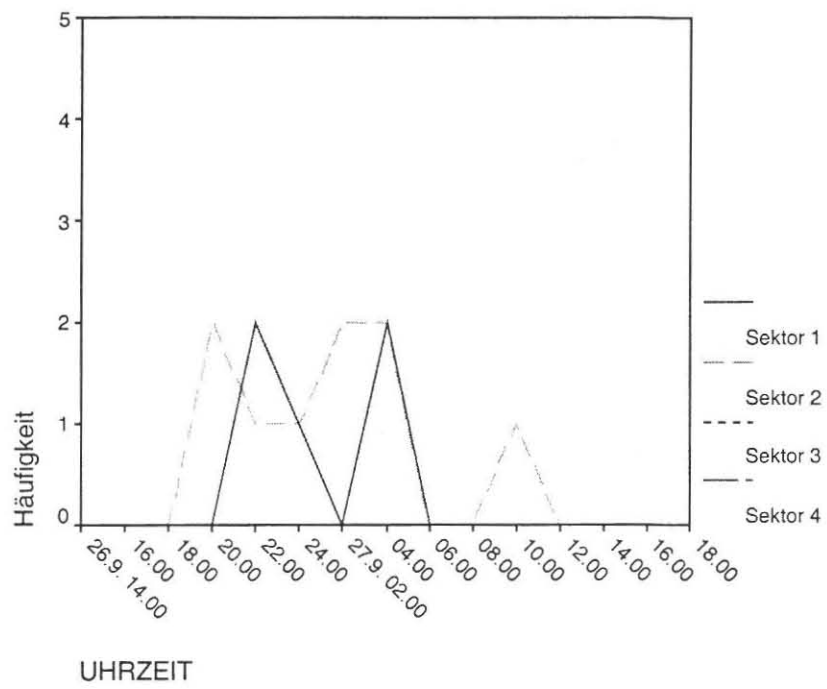
### Oblada melanura



### Apogon imberbis



### Scorpaena sp.



# Vergleich der Ernährungsgewohnheiten und der Pharyngealbezahnung ausgewählter Lippfischarten

## Einleitung

Ziel dieses Projektes war es, zu untersuchen, was ausgewählte Lippfischarten (Familie Labridae) aus Calvi - Korsika fressen und ob es möglich ist, die einzelnen Arten anhand ihrer Pharyngealzähne zu unterscheiden. Wir untersuchten *Labrus merula*, *Symphodus tinca* und *Symphodus roissali* als Vertreter der Unterfamilie Labrinae sowie *Coris julis* als Vertreter der Corinae.

## Material und Methoden

Für unsere Untersuchungen wurden mit *Labrus merula*, *Symphodus tinca*, *Symphodus roissali* und *Coris julis* Lippfischarten ausgewählt, die vor STARESO häufig anzutreffen und auch relativ leicht zu fangen sind. Der Fang der Fische erfolgte schnorchelnd mit Handnetz, Stellnetz oder Harpune. Die gefangenen Fische wurden in einer hochkonzentrierten Lösung MS 222 getötet. Dies sollte möglichst sofort nach dem Fang erfolgen, weil sonst die Verdauung der Nahrung zu weit fortschreitet, um sie genau zu bestimmen. Jedem Individuum wurde eine Nummer zugeordnet. Anschließend wurden Gesamtlänge und Körpergewicht der einzelnen Tiere bestimmt, bevor Magen und Kiemendarm herauspräpariert wurden. Die Mägen wurden entweder sofort geöffnet und untersucht oder für später erfolgte Untersuchungen in Innsbruck in 4%igem Formalin aufbewahrt. Der Mageninhalt wurde so genau wie möglich bestimmt, was oft nicht einfach war, da die Zersetzung der Nahrung zum Teil schon weit fortgeschritten war. In solchen Fällen konnte nur bestimmt werden, ob und wie viel pflanzliche bzw. tierische Nahrung aufgenommen worden war. Ebenso wurde mit den Pharyngealzähnen verfahren. Sowohl die unteren als auch die oberen Pharyngealzähne wurden aus dem Kiemendarm herauspräpariert, unter dem Stereomikroskop betrachtet, zum Teil gezeichnet und zusammen mit dem dazu gehörenden Magen in Formalin aufbewahrt. In Innsbruck wurden dann die restlichen Mägen untersucht. Pharyngealzähne von fünf Individuen von *Symphodus tinca*, *Symphodus roissali* und *Coris julis*, sowie die Pharyngealzähne von zwei Individuen von *Labrus merula* wurden ausgewählt, um sie für eine rasterelektronenmikroskopische Betrachtung zu präparieren, da elektronenoptische Bilder einen besseren Vergleich ermöglichen als Handzeichnungen. Dazu musste zuerst alles die Pharyngealzähne umgebende organische Material entfernt werden. Dies erfolgte in 1n NaOH.

Das Ablösen der organischen Substanz dauerte eine bis mehrere Wochen. Die „sauberen“ Pharyngealzähne wurden dann in destilliertem Wasser weiter aufbewahrt, bis sie in einer aufsteigenden Alkoholreihe (70%, 90%, 100% Methanol) entwässert wurden. Zum Trocknen wurden die Präparate kurz in TMS (Tetramethylsilan) getaucht; dies deshalb, weil der hohe Dampfdruck des TMS dazu führt, dass die Präparate, wenn man sie wieder aus dem TMS nimmt, innerhalb von Sekundenbruchteilen trocknen. Die trockenen Präparate wurden auf einem Aluminiumobjektträger mittels DEPEX und Leitsilber montiert und in der Besputterungsanlage mit einer Goldschicht von einigen 100 Å Dicke bedeckt. Eine derartige Metallbeschichtung war für eine optimale Darstellung von Oberflächenstrukturen im Rasterelektronenmikroskop (REM) nötig. Die fertigen Pharyngealzahnpräparate konnten nun im REM betrachtet und fotografiert werden.

## Ergebnisse und Diskussion

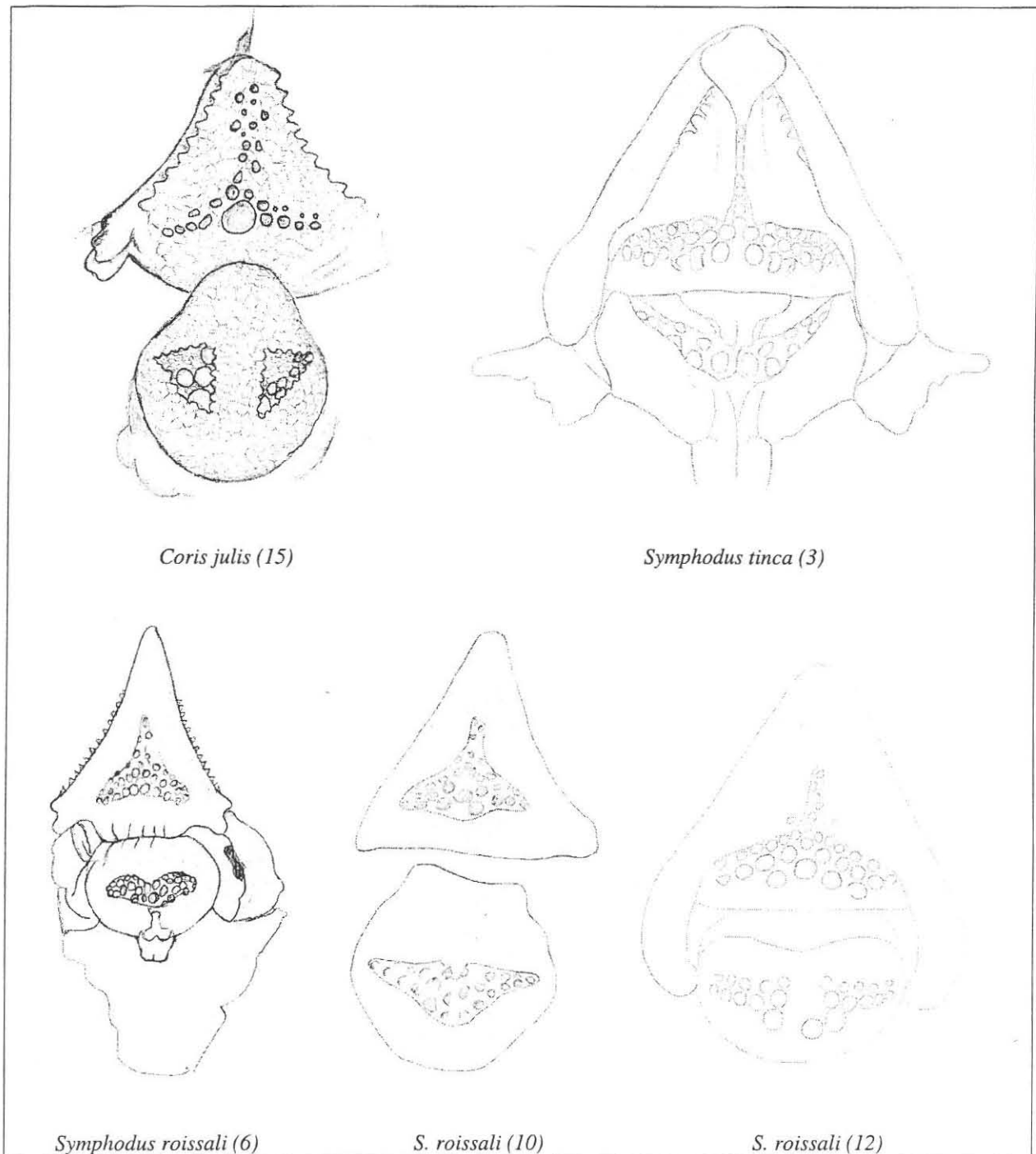
Art	Nahrung
<i>Labrus merula</i>	100% tierisch (v.a. Krabbenteile, Polychaeta)
<i>Symphodus tinca</i>	Meist 5 - 10% pflanzlich (Algenfäden, Debris) Meist 90 - 95% tierisch (viele Amphipoda, Harpacticidae, Milben; einige Ostracoda, Muscheln, Schnecken – v.a. Rissoidae, Foraminiferen – <i>Elphidium crispum</i> ; vereinzelt Nematoda, Polychaeta, Anisopoda, Galatheidae, Garnelen, <i>Caprella sp.</i> , Ophiurida, Fische, Placophora, Chironomidae, Steine) 1 Individuum mit ausschließlich pflanzlichen Nahrungsbestandteilen, 1 Individuum mit ca. ¾ an pflanzlichem Material.
<i>Symphodus roissali</i>	0 – 30% pflanzlich (Algenmaterial, Debris) 70 – 100% tierisch (viele Amphipoda, Schnecken – v.a. Rissoidae; einige Harpacticidae; vereinzelt Garnelen, Fischschuppen)
<i>Coris julis</i>	0 – 10% pflanzlich (Algenfäden) 90 – 100% tierisch (viele Schnecken – v.a. Rissoidae, <i>Turitella sp.</i> , Einsiedlerkrebse – in Rissoidae?; wenige Muscheln; vereinzelt Amphipoda, Garnelen)

**Tabelle 1:** Mageninhalte ausgewählter Lippfischarten (Fam. Labridae) aus Calvi (Korsika)

Beim Vergleich des Mageninhalts zwischen den einzelnen Lippfischarten fällt auf, dass nur *Labrus merula* rein tierisches Material, vor allem Krabbenteile und Polychaeten, im Magen



hatte. Der größte Generalist scheint *Symphodus tinca* zu sein, bei dem von rein pflanzlicher bis zu fast rein tierischer Kost alles vorkommt. Die meisten *S. tinca* ernährten sich allerdings zum größten Teil von tierischer Kost. Tiere mit hohem pflanzlichen Anteil im Mageninhalt waren eher die Ausnahme. So wurden ein Individuum mit ausschließlich pflanzlichen Nahrungsbestandteilen, sowie ein Individuum mit ca.  $\frac{3}{4}$  pflanzlichem Material im Magen gefunden. In der Regel enthielten die Mägen 5 – 10% an pflanzlichen Bestandteilen. Der tierische Anteil der Nahrung setzt sich zum Großteil aus Amphipoden, Harpacticiden und Milben zusammen. Ferner wurden noch Ostracoda, Muscheln, Schnecken, hier vor allem Vertreter der Rissoidae, Foraminiferen der Art *Elphidium crispum*, sowie vereinzelt Nematoden, Polychaeten, Anisopoda, Garnelen, Galatheidae, *Caprella sp.*, Ophiurida, Placophora, Chironomidae und Fischlarven in den Mägen von *S. tinca* gefunden. Ob die in einigen wenigen Mägen gefundenen Steinchen zu einem bestimmten Zweck oder nur zufällig aufgenommen wurden, bleibt offen. *S. roissali* hat unseren Untersuchungen zufolge ähnliche Ernährungsgewohnheiten wie *S. tinca*. Bei dieser Art konnten bis zu ca. 30 % pflanzliche Nahrungsbestandteile gefunden werden, meist betrug der pflanzliche Anteil aber ebenfalls nur 5 – 10%. Ein deutlicher Unterschied zu *S. tinca* ist, dass sich *S. roissali* zu einem viel größeren Anteil von Schnecken zu ernähren scheint. Amphipoden bilden ebenfalls einen wichtigen Bestandteil der Nahrung, Harpacticiden treten aber in einem viel geringeren Ausmaß auf und Milben sind überhaupt nicht zu finden. Weiters waren, wenn auch nur zu einem geringen Prozentsatz, Garnelen und Fischschuppen als Nahrungsbestandteile zu erkennen. *Coris julis* scheint um einiges spezialisierter als die beiden *Symphodus*-Arten zu sein. Im Gegensatz zu den Vertretern der Labrinae waren fast keine intraspezifischen Unterschiede festzustellen, sowohl was die Anzahl der gefressenen Tierarten als auch deren relativen Anteil an der Gesamtnahrungsmenge betrifft. In den Mägen waren fast ausschließlich Schneckengehäuse, v.a. Rissoidae zu finden bzw. Einsiedlerkrebse, die wahrscheinlich in den Gehäusen „wohnten“. Der Anteil an anderen Evertebraten (Muscheln, Garnelen, Amphipoda) war ausgesprochen gering. Die geringe Menge an pflanzlichen Bestandteilen wird wahrscheinlich nur zufällig mit der tierischen Nahrung aufgenommen. Diese Spezialisierung auf bestimmte Nahrung ist auch im Verhalten deutlich zu sehen. Während *C. julis* selektiv Nahrung aufpickt, ist dies bei *S. tinca* nicht zu beobachten.



**Abbildung 1:** Zeichnungen des Pharyngealzahnapparates verschiedener Lippfischarten (Fam. Labridae). Die Zahlen zwischen den Klammern bezeichnen die Probennummer. Von *Symphodus roissali* sind drei Zeichnungen dargestellt, um zu zeigen, dass die Pharyngealzahnapparate relativ unterschiedlich aussehen, wenn sie von verschiedenen Personen gezeichnet werden.

Beim Vergleich des Pharyngealzahnapparates zwischen den einzelnen Arten fällt sofort auf, dass sich *Coris julis* von den Vertretern der Labrinae deutlich unterscheidet. Charakteristisch für *C. julis* ist der einzelne große Zahn auf der oberen Platte. Um zusätzliche Unterschiede zwischen *C. julis* und den Vertretern der Labrinae und eventuelle Unterschiede zwischen den

einzelnen Vertretern der Labrinae zu finden, wurden rasterelektronenoptische Bilder des Pharyngealzahnapparates verglichen.

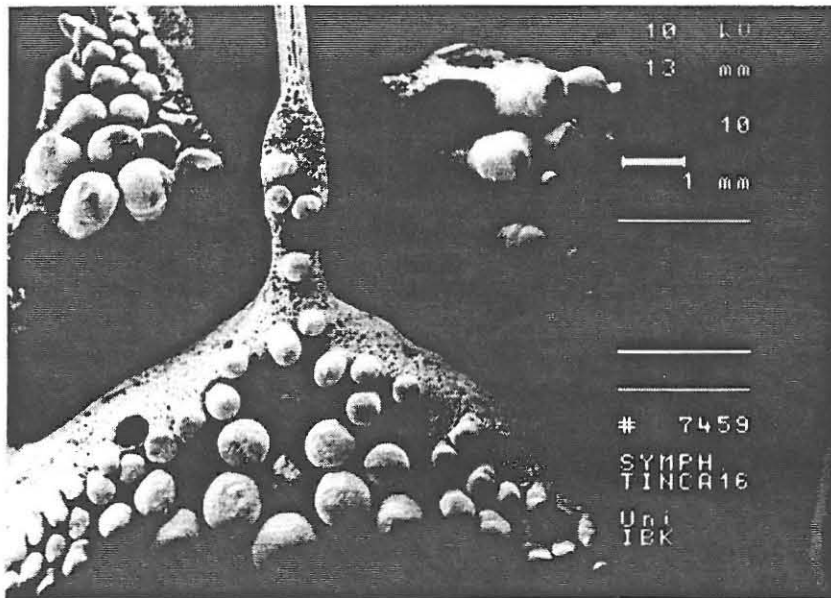


Abbildung 2: *Symphodus tinca* (16) - Pharyngealzähne

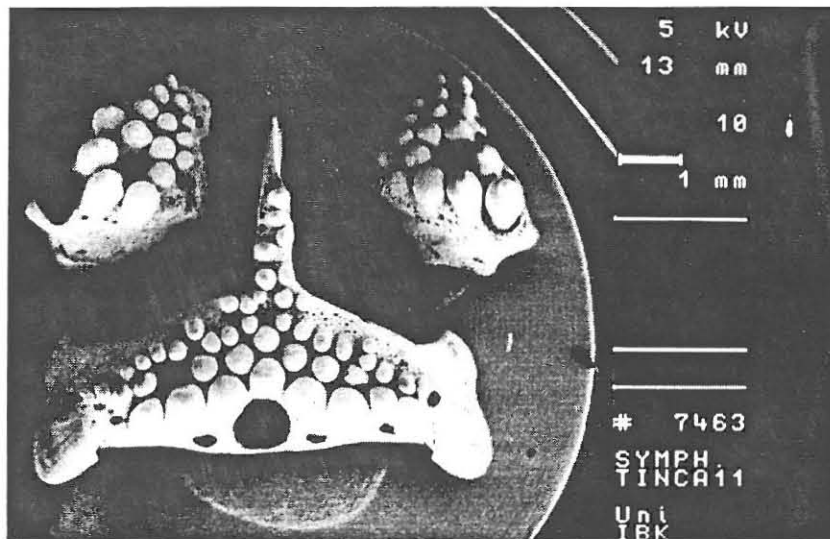


Abbildung 3: *Symphodus tinca* (11) - Pharyngealzähne

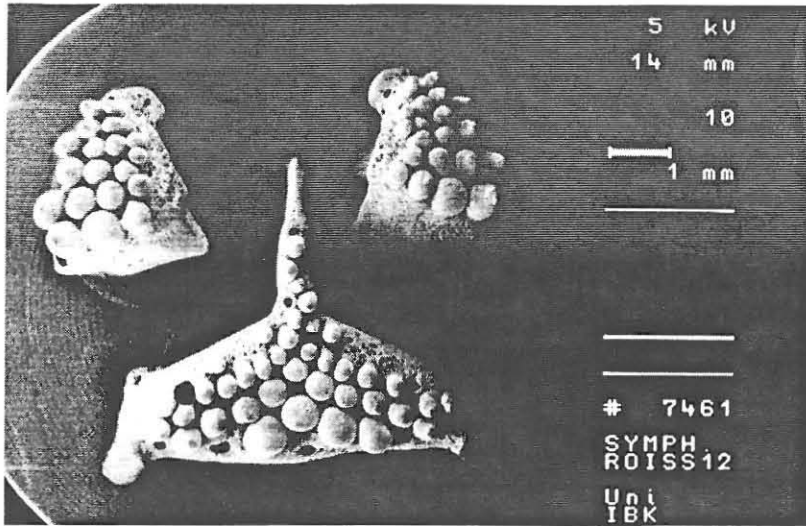


Abbildung 4: *Symphodus roissali* (12) - Pharyngealzähne

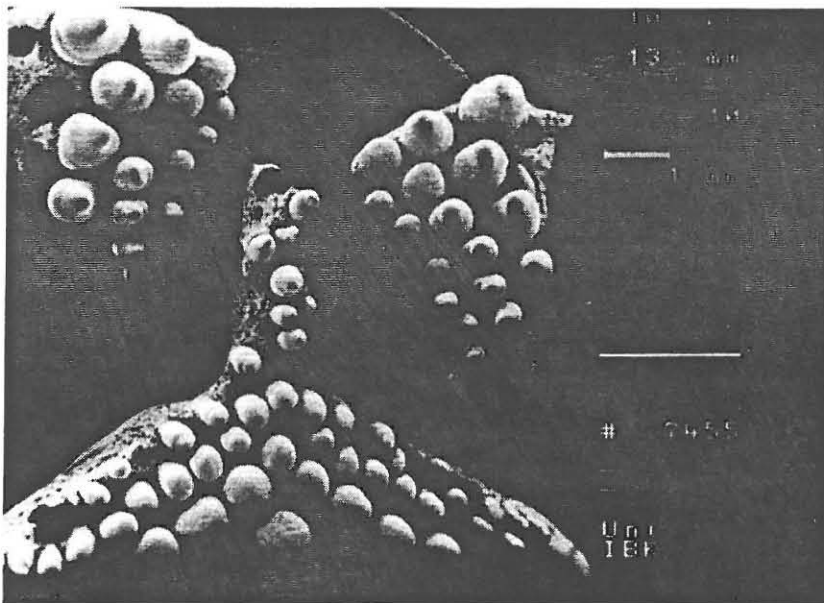


Abbildung 5: *Labrus merula* (1) – Pharyngealzähne

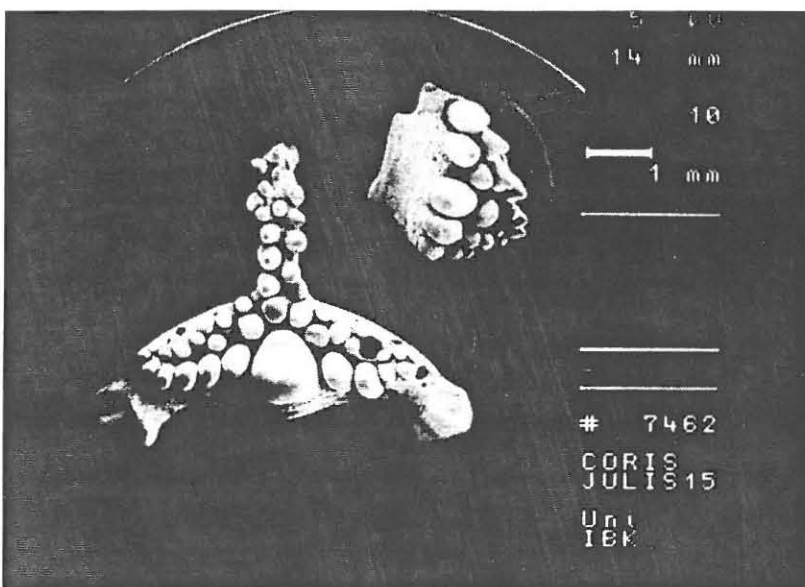


Abbildung 6: *Coris julis* (15) - Pharyngealzähne

Bei den rasterelektronenoptischen Betrachtungen wurden nur die oberen Zahnplatten der einzelnen Arten miteinander verglichen. Die schwarzen Löcher in den Platten rühren von ausgefallenen Zähnen her. Beim Vergleich der elektronenoptischen Bilder fällt auf den ersten Blick auf, dass sich *C. julis* deutlich von den Vertretern der Labrinae unterscheidet. Charakteristisch für *C. julis* ist die bogenförmige Gestalt der oberen Zahnplatte. Ebenso auffällig ist der einzelne sehr große, abgeflachte Zahn auf der oberen Platte. Die Vertreter der Labrinae haben einen Pharyngealzahnapparat mit eher geraden Seiten. Die einzelnen Arten der Labrinae sind kaum voneinander zu unterscheiden. Bei *L. merula* wirkt die obere Pharyngealzahnplatte verhältnismäßig schmaler als bei den beiden *Symphodus*-Arten. *S. tinca* und *S. roissali* sind sich in der Form des Pharyngealzahnapparates äußerst ähnlich. Allerdings bestehen beim Vergleich von etwa gleich großen Tieren bei *S. tinca* die einzelnen Zahnreihen aus mehr Zähnen als bei *S. roissali*. Zudem scheint *S. tinca* einen relativ großen einzelnen Zahn zentral hinter der letzten Zahnreihe zu besitzen.

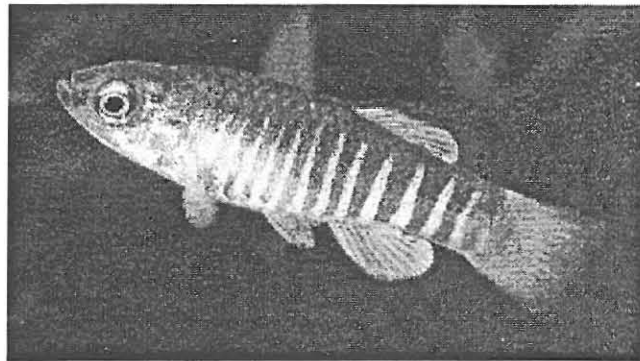
## Anhang

Nr.	Art	Gesamtlänge (cm)	Gewicht (g)
1	<i>Labrus merula</i>	16,5	58
2	<i>Labrus merula</i>	15,6	47
3	<i>Symphodus tinca</i>	11,2	17
4	<i>Symphodus roissali</i>	10,0	18
5	<i>Symphodus roissali</i>	9,3	13
6	<i>Symphodus roissali</i>	8,2	8
7	<i>Symphodus tinca</i>	11,5	18
8	<i>Coris julis</i>	13,0	19
9	<i>Symphodus roissali</i>	9,7	16
10	<i>Symphodus roissali</i>	8,7	10
11	<i>Symphodus roissali</i>	10,4	18
12	<i>Symphodus roissali</i>	10,4	17
13	<i>Coris julis</i>	14,0	22
14	<i>Coris julis</i>	14,4	27
15	<i>Coris julis</i>	11,0	12
16	<i>Symphodus tinca</i>	22,5	144
17	<i>Symphodus tinca</i>	16,8	69
18	<i>Symphodus tinca</i>	10,2	16
19	<i>Coris julis</i>	14,6	25
20	<i>Symphodus tinca</i>	10,5	17
21	<i>Symphodus tinca</i>	9,9	13
22	<i>Symphodus tinca</i>	9,7	11
23	<i>Symphodus tinca</i>	9,8	13
24	<i>Symphodus tinca</i>	9,5	11
25	<i>Symphodus tinca</i>	6,2	2
26	<i>Symphodus tinca</i>	9,5	11
27	<i>Symphodus tinca</i>	6,6	3
28	<i>Symphodus tinca</i>	9,2	13
29	<i>Symphodus tinca</i>	8,1	5
30	<i>Symphodus tinca</i>	6,5	2

Tabelle 2: Liste der beprobten Individuen

## Die Gattung *Aphanius* (Nardo,1827)

### *Evolution*



Die Killifische (Ordnung Cyprinodontiformes) sind eine grosse Gruppe sekundärer Süsswasserfische und beinhalten etwa 900 Arten in annähernd 115 Gattungen. Mit Ausnahme Australiens werden sämtliche Kontinente in gemässigten, subtropischen und tropischen Klimaten besiedelt.

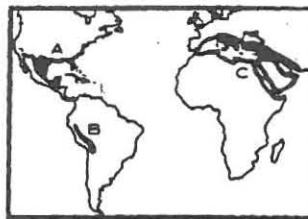


Fig. 1. Distribution of the three groups (sensu Parenti, 1981) comprising Cyprinodontidae: (A) Caribbean cyprinodontids; (B) *Orestias*; and (C) Anasolian cyprinodontids.

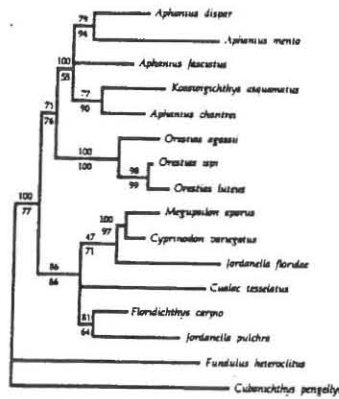
Drei wichtige Gruppen sind auf der Karte angeführt (s.oben)

A) *Cyprinodon* (Nordamerika –Venezuela)

B) *Orestias* (Anden) und

C) *Aphanius* (Eurasien,Nordafrika).

Die Gattung *Orestias* bewohnt das Becken des Titicacasees und angrenzende andine Flüsse. *Aphanius* ist entlang früherer und rezenter Küstenlinien des Mittelmeeres (marin, brackig, selten Süsswasser) verbreitet. *Cyprinodon* lebt entlang des Golfes von Mexico und bewohnt ähnliche Lebensräume wie *Aphanius* und Wüstengewässer in Nordmexico und dem Süden der USA. Aufgrund molekularbiologischer Befunde (Parker und Kornfield, 1995) konnte festgestellt werden, dass die nächsten Verwandten der im Mittelmeer vorkommenden *Aphanius* in der südamerikanischen Gattung zu finden sind. Wie ist das zu erklären?



Es wird angenommen, dass die ancestralen Cyprinodontidae im späten Jura und der frühen Kreide den westlichen Teil der Tethys bewohnten.

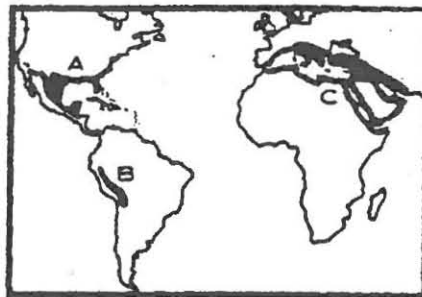


Fig. 1. Distribution of the three groups (sensu Parenti, 1981) comprising Cyprinodontidae: (A) Caribbean cyprinodontids; (B) *Orestias*; and (C) Anatolian cyprinodontids.

1. Mit dem Abdriften Nordamerikas und der Bildung des Atlantiks wurden die Vorfahren der karibischen *Cyprinodons* früh von ihren Tethys-Verwandten getrennt. (Auf der Karte ist eine Verbindung zum Atlantik erkennbar).
2. *Orestias*: Vor etwa 88-100 Millionen Jahren erreichte der globale Meeresspiegel seinen höchsten Stand. Damals war sowohl ein grosser Teil Südamerikas (gepunktete Felder) und Afrikas von epikontinentalen Meeren bedeckt. Zu diesem Zeitpunkt kolonisierten vermutlich Tethys-bewohnende Cyprinodontidae die neu entstandenen marinen Küstenhabitate. Der westlichste Teil dieses neu entstandenen Habitats waren Ausläufer der östlichen Kordillere der Anden. Vermutlich wurden Zuflüsse nahe der Küste besiedelt, und durch geologische Anhebung wurde in späterer Folge eine Ausbreitung in das südlicher gelegene Titicacabecken ermöglicht.
3. *Aphanius*: Die zuvor mehr oder weniger kontinuierliche, panmiktische Ausgangspopulation zerfiel nach und nach in kleinere Teilpopulationen. Durch Kreuzungs- und Hybridisierungsversuche (Villwock, 1982) konnte gezeigt werden, dass circummediterrane Formen und jene des Nahen Ostens von denen der Türkei (Asia Minor) getrennt sind.



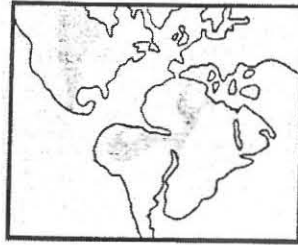
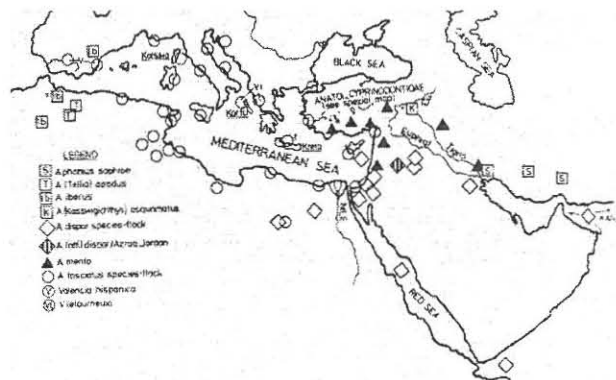


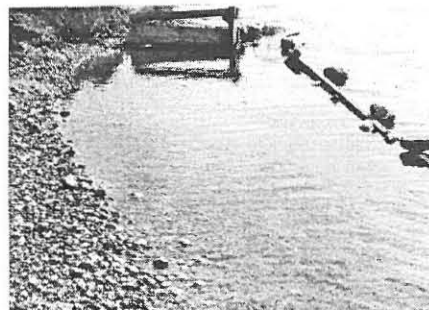
Fig. 5. Hypothesized habitat continuity and range of ancestors to *Orestias* and *Aphanius*. Diagram illustrates position of the South American continent relative to the North American and Eurasian continents and the proto-Atlantic Ocean at the beginning of the Cretaceous eustatic maximum. Shading indicates areas thought to have been covered by epicontinental seas during part or all of this period (adapted from Briggs, 1987; Van der Voo, 1993; and Hallam, 1999).

### Arten des Mittelmeeres



Im westlichen Mittelmeerraum (Spanien, Algerien, Marokko) kommt *A. iberus*, im zentralen und östlichen Mittelmeer *A. fasciatus* vor. Eine weitere Gattung ist *Valencia* mit einem disjunkten Vorkommen in Spanien (*hispanica*) und Griechenland bzw. Albanien (*letourneuxi*).

### Fang von *A. fasciatus* auf Korsika



Im étang d'urbino (Suedostküste Korsikas) konnten etwa 40 überwiegend juvenile und subadulte Tiere gefangen werden. Fangort war die langgestreckte Halbinsel des Strandsees. In der Nähe des Fangortes befinden sich einige Fischerhütten und ein Fischrestaurant. Der Bodengrund dort ist ein Gemisch aus Sand und Schlamm, in Wassertiefen ab ca. 40 cm finden sich dichte *Posidonia*-Bestände. Die juvenilen Tiere traten in relativ grossen Schwärmen oder Schulen auf, die in eine selber angefertigte Falle hineingetrieben und abgefischt werden konnten. Sehr kleine Jungtiere hielten sich in kleinen Buchten und einmündenden Gräben auf.



Grössere, adulte Tiere befanden sich in Tiefen von 2-4 m. Der See ist anscheinend sehr fischreich. Es konnte ausschliesslich marine Begleitfauna bestimmt werden:

Fische: Seenadeln, *Atherina* sp. (Ährenfische), *Dicentrarchus labrax* (Wolfsbarsch), *Gobius* spp. (Grundeln), *Mugil* sp.

Crustacea: *Pachybrachius marmoratus*, *Palaemon elegans* (Garnele)

andere Evertebraten :*Echinaster* sp., *Holothuria* sp., Ascidien

Mantiden und Saltatoria: *Ameles* sp., *Ameles decolor*, *M. religiosa*, *Iris* sp., *Sago pedo* (Saltatoria)

Die Wasserwerte ergaben einen hypersalinen Zustand, eine direkte Verbindung zur See war nicht vorhanden, es besteht jedoch wahrscheinlich Grundwasserkontakt. Die Tiere wurden in Fischbeuteln mit geringer Befüllung und O<sub>2</sub>-Zugabe transportiert und Prof. Villwock (Zoolog. Inst. und Museum Hamburg/ZIM) übergeben. Haltung und Zucht erfolgen entsprechend den Ansprüchen der Art mit Seesalzzusatz und bei Zimmertemperatur. Die Tiere werden omnivor mit Crustaceen (*Daphnia*, *Artemia*), *Tubifex* und pflanzlichem Trockenfutter ernährt. Die laichbereiten Tiere legen ihre Eier in zugegebenen Algen-oder Pflanzenbüscheln ab. Nach Entfernung der Elterntiere können die nach 14-18 Tagen schlüpfenden Jungtiere bereits mit *Artemia* gefüttert werden. Die Geschlechtsreife wird unter guten Bedingungen nach etwa ½ Jahr erreicht. Die Tiere werden für vergleichende systematisch-taxonomische Untersuchungen innerhalb der Gattung gehalten. Dabei werden morphologisch-anatomische (Meristik, etc.) und enzyelektrophoretische Methoden angewandt und Kreuzungsexperimente durchgeführt. Der Fang der Tiere konnte nur durch die aktive Unterstützung von Prof. Rieger, Prof. Sturmbauer und der Kollegen Meinrad Drexel und Stephan Koblmüller durchgeführt werden.

#### Literatur:

Bech, R. 1984. Eierlegende Zahnkarpfen, Neumann Verlag.

Parker, Kornfield. 1995. Molecular Perspective on Evolution and Zoogeography of Cyprinodontid Killifishes (Teleostei; Atherinomorpha), *Copeia* 1:8-21.

Seegers. 1997. Killifishes of the old World Killis 2 , Aqualog.

Villwock. 1982. *Aphanius* (Nardo, 1827) and *Cyprinodon* (Lac, 1803) (Pisces: Cyprinodontidae), an attempt for a genetic interpretation of speciation, *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch.* 20:187-197.

# Biologie der vagilen Infauna von *Posidonia*-Rhizomen und Algen unter besonderer Berücksichtigung der Polychaetenfamilie der Syllidae

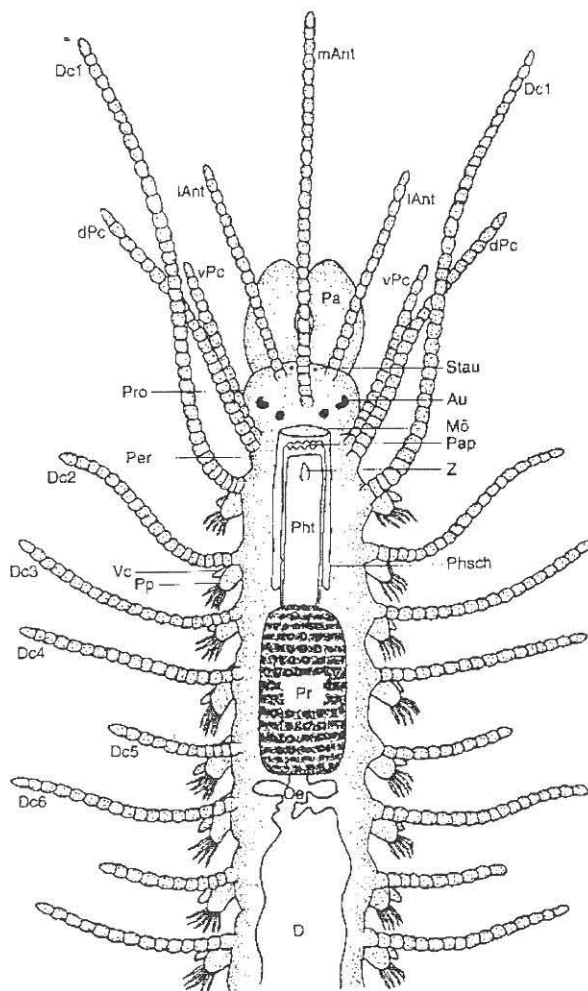
## Einleitung

In diesem Projekt ging es darum, die vagile Infauna von *Posidonia*-Rhizomen und zwei verschiedenen Algenarten quantitativ zu erfassen. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Biologie der Syllidae gelegt.

## Lebensweise und Habitat der Syllidae:

Die Syllidae sind eine Familie der Ordnung Errantia aus der Klasse der Polychaeta. Sie sind eine marine, recht große Familie. Die meisten Arten leben epibiontisch (auf Algen und auf Rhizomen), nur sehr wenige sind Parasiten. Eine besondere Eigenschaft einiger Sylliden ist die Befähigung zur Biolumineszenz, deren Anregung während der Geschlechtsreife durch Mondlicht induziert wird.

## Morphologie:



Der Grundbauplan entspricht dem der meisten Polychaeta, mit deutlicher Segmentierung, an den Segmenten seitliche Ruder (Parapodien), am Prostomium oft Fortsätze (Antennen und Palpen) und am Pygidium Analcirren.

Die Palpen der Syllidae sind paarig und können miteinander verwachsen sein. Meist besitzen sie drei Antennen und zwei Augenpaare. Zusätzlich besitzen einige Arten Stirn- und Augen. Am Peristomium sind ein oder zwei Paar Tentakelcirren. Das Pygidium besitzt paarige Analcirren und häufig einen kurzen, unpaaren Analanhang. Die Morphologie der Borsten ist sehr

unterschiedlich und wichtig für die Systematik. Die Bortensegmente tragen unirame Parapodien, deren Notopodien reduziert sind. Im Parapodium befinden sich Aciculae, stumpfe Borsten, die als Stützskelett für das Parapodium dienen.

Der Vorderdarm der Syllidae erstreckt sich über mehrere Segmente und besteht aus einem komplexen zweiteiligen Axialpharynx und dem Oesophagus. Der Axialpharynx setzt sich aus einem vorderen Pharynx (tubulärer Pharynx) und einem hinteren Proventrikel (radiärer Pharynx) zusammen. Der Pharynx ist ein schlauchförmiger Abschnitt mit dünnem Epithel und einer dicken Cutikula. Er ist nahezu vollständig von einer weichhäutigen Pharynxscheide umgeben, welche anterior in die von außen sichtbare Mundöffnung mündet. Der Tubus kann zur Nahrungsaufnahme ausgestülpt werden, wobei die Pharynxscheide fingerhandschuhartig mitgleitet. Die Bewaffnung des Pharynx besteht aus einem einzelnen Zahn, einem Zahnquartett oder einem Trepan. Der Proventrikel, welcher als Saugmagen arbeitet, besteht aus quergestreifter Muskulatur.

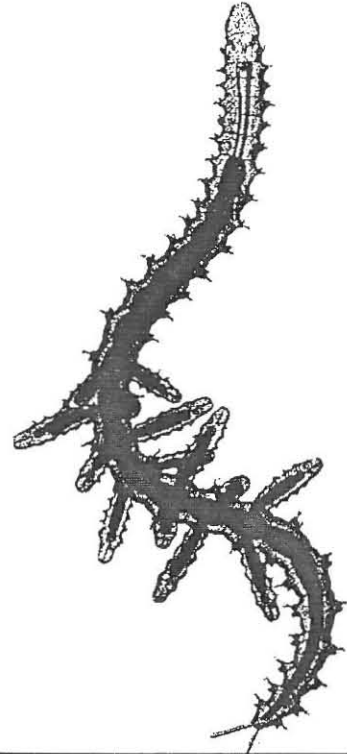


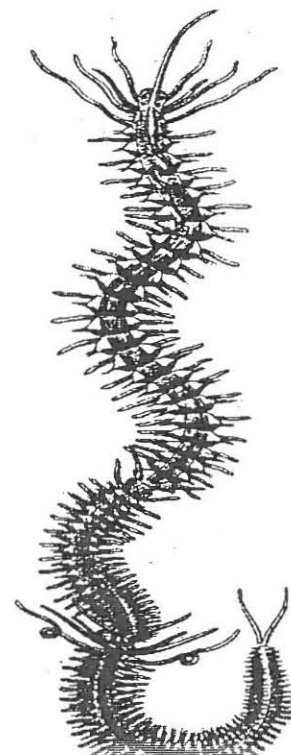
Abb.2: Externe Gestalt: *Exogone rubescens* mit Embryonen

Reproduktion:

Die Reproduktion der Syllidae ist sehr vielgestaltig und kompliziert. Im folgenden soll hier ein kurzer Überblick gegeben werden:

Zur Zeit der Geschlechtsreife sammeln sich die meisten Syllidae zur Fortpflanzung an der Meeresoberfläche. Dazu sind morphologische und physiologische Veränderungen erforderlich (Epitokie), die eine Umstellung in der Bewegung und Verhaltens zur Folge haben.

Es werden zwei Grundformen der Epitokie unterschieden: die Epigamie und die Schizogamie. Bei der Epigamie wandelt sich das ganze Tier in eine epitokie Form um. Oocyten bzw. Spermatozyten entwickeln sich in nahezu allen Körpersegmenten. Die Befruchtung der Eizellen erfolgt extern oder intern. Bei der Schizogamie hingegen sind nur die atoken Tiere vollst. Nahrungsaufnahme befähigt. Sie bringen im Zuge eines Metamorphose Teilstücke (Stolonen, Zooide oder Geschlechtstiere) hervor, die vom Stammtier eine kurzes pelagisches Eigenleben führen und ihre Gameten



außen hin freisetzen und dann zugrunde gehen. Die Stammtiere hingegen überleben und können ihre Segmente regenerieren.

Daneben kommen noch Viviparie, Hermaphroditismus, externe Gestation, laterale Knospung und Architomie vor. Die Viviparie ist eine Form der Brutpflege, bei der sich die Embryonen im Coelomraum des Muttertieres entwickeln und durch Ruptur der Epidermis des Muttertieres freigesetzt werden. Beim Hermaphroditismus werden Oocyten und Spermien gleichzeitig (Simultan-Hermaphroditen) oder zeitlich versetzt (Sukzedan-Hermaphroditen) gebildet. Die externe Gestation stellt ebenfalls eine Form der Brutpflege dar, wobei die Embryonalentwicklung an der Außenseite des Muttertieres stattfindet. Die Embryonen haften dabei mit ihrem Hinterende an der Lateralseite der Segmente des Muttertieres. Das Phänomen der lateralen Knospung kommt nur bei einer Art (*Syllis ramosa*) vor, dabei bilden sich die Sprosse anstelle eines Dorsalcirrus. Bei der Architomie zerfallen die Tiere in Einheiten von wenigen Segmenten, aus welchen neue Individuen entstehen. Dies kann durch herabsetzen der Salinität oder durch ein mit Seewasser isotonisches KCl-Medium künstlich induziert werden.

Tierkette von *Autolytus prolifer*

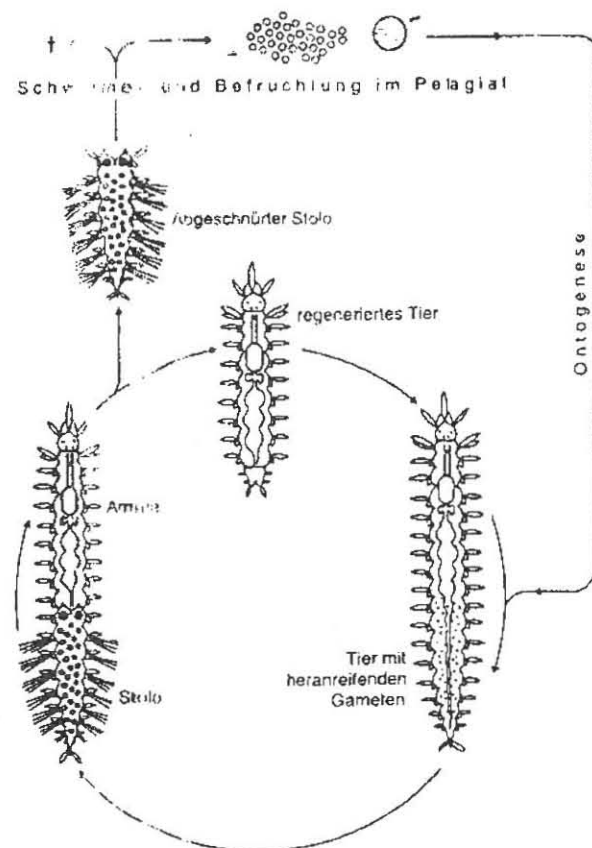


Abb. 4: Fortpflanzungszyklus einer Syllinae (hier: *Typosyllis prolifer*). Nach FRANKE (1979), aus WESTHEIDE & RIEGER (1996).

### Systematik der Syllidae

Fünf Unterfamilien:

#### Syllinae:

Merkmale:

- Palpen vollständig voneinander getrennt
- Ventralcirren vorhanden
- 3 Antennen, die deutlich gegliedert bzw. gekringelt sind
- Borsten überwiegend zusammengesetzt
- Rüssel mit einem großem Zahn

- Reproduktion über Stolone mit Chaetosyllis-Stadien (♀ + ♂ Stadien sehen gleich aus)

#### Eusyllinae:

##### Merkmale:

- Palpen an der Basis miteinander verschmolzen
- Ventralcirren vorhanden
- Null bis drei Antennen, glatt
- Rüssel mit großem Zahn und Chitinring
- Reproduktion direkt

#### Exogoninae:

##### Merkmale:

- Palpen vollständig verwachsen
- Eine bis drei Antennen, gewöhnlich kurz
- Dorsalcirren kurz und ungegliedert
- Ventralcirren vorhanden
- Rüssel mit großem Zahn und weichen Papillen
- Reproduktion direkt, selten indirekt mit vegetativ gebildeten Stolonen

#### Autolytinae:

##### Merkmale:

- Palpen wenig entwickelt, miteinander verschmolzen und meist ventral umgebogen
- Drei Antennen
- Zwei Paar Tentakelcirren
- Dorsalcirren zylindrisch, fadenförmig und nicht gegliedert

- Keine Ventralcirren
- Rüsseleingang mit Kranz von Zähnen (Trepan)
- Keine einzelner großer Zahn
- Reproduktion indirekt durch Sprossung von Stolonen oder direkt

Eurysyllinae:

Merkmale:

- Palpen ventral gelegen, völlig miteinander verwachsen
- Körper breit, stark abgeflacht
- Drei kugelige Antennen
- Zwei Paar kugelige Tentakelcirren
- Doralscirren kugelig
- Ventralcirren vorhanden
- Reproduktion indirekt über vegetativ gebildete Stolone (Generationswechsel)

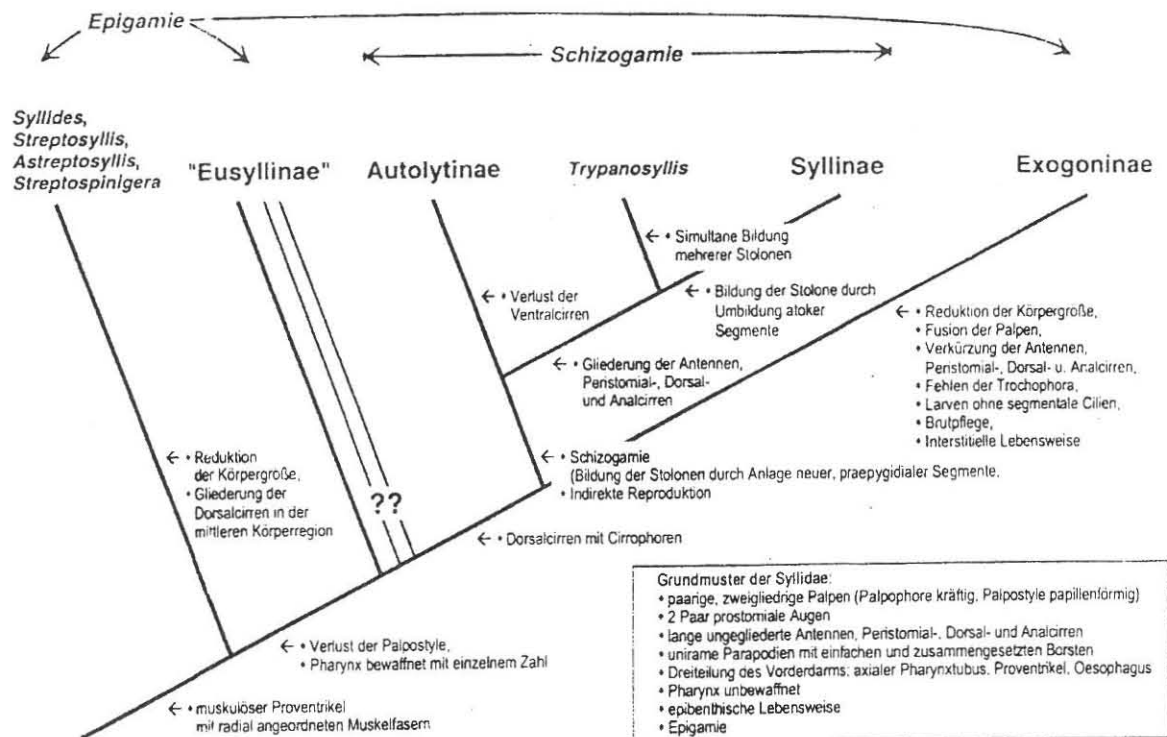


Abb.5: Möglicher phylogenetischer Stammbaum der Syllidae

## Material und Methoden

Besammlung von Posidoniarrhizomen und Algenproben:

Die Rhizome (ohne Blätter) wurden in neun Meter Tiefe geschnitten und vor Ort eingetütet. Es wurden vier Standorte mit je drei Proben besammelt. Die Algen (*Haliopteris filicina* und *Dyctiota dicotoma*) wurden aus drei bis vier Meter Tiefe entnommen und analog zu den Rhizomen unter Wasser eingetütet.

Weitere Behandlung des Probenmaterials:

Um die Individuen zu betäuben und von den Rhizomen und Algen zu trennen, wurden die Proben in Full Strength Magnesiumchlorid ( $MgCl_2$ ) geschüttelt. Anschließend wurden die betäubten Tiere mit einem 60  $\mu m$  Planktonnetz abgeseibt und zur Auswertung mit dem Binokular auf Petrischalen verteilt. Um die Lebensfähigkeit der Organismen über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten wurden die Betäubung mittels Seewasser rückgängig gemacht. Die Petrischalen wurden in eine mit feuchtem, saugfähigem Papier ausgelegte Kammer gegeben, um durch die Verdunstungskälte eine Erwärmung des Wassers zu vermeiden. Gewicht und Volumen der Rhizomstücke wurden bestimmt, die Rhizome und Algen wurden zur Dokumentation in Seewasser-Formol fixiert.

Quantitative Auswertung der Infauna der Rhizome und Algen:

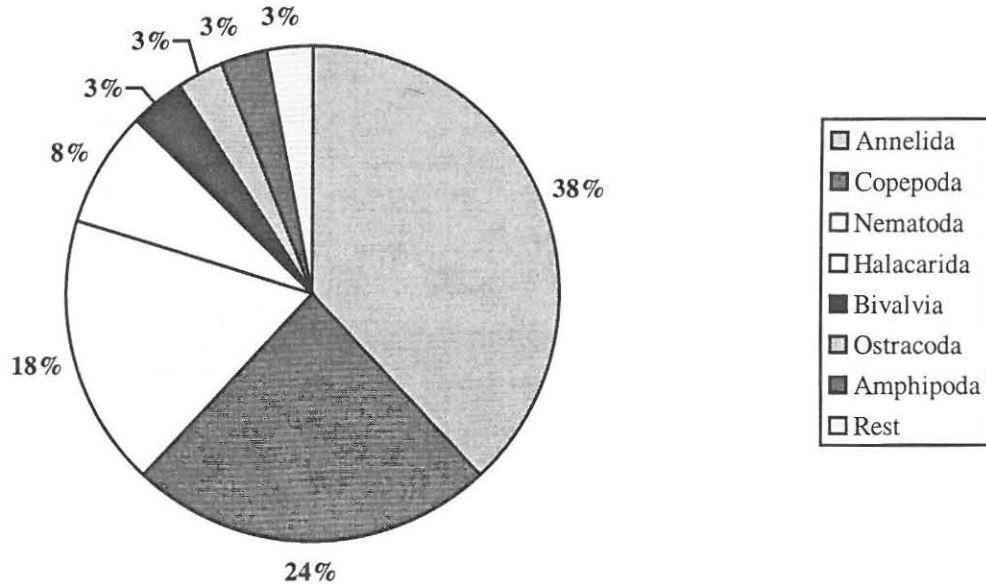
Die Auswertung erfolgte wie oben bereits beschrieben mit dem Binokular. Die Individuen wurden mittels einer fein ausgezogenen Glaspipette nach Großgruppen getrennt und auf kleine Glasröhrchen verteilt, in denen sie mit  $MgCl_2$  betäubt und anschließend mit 4 %igem Formol fixiert wurden.

Schwerpunkt Syllidae:

Die Algen für die Auswertung der Syllidae stammten aus 0,5 m Tiefe. Die Trennung der Algen von den Syllidae erfolgte wie oben beschrieben. Von einigen dieser Tiere wurden Zeichnungen und Präparate angefertigt, die Tiere anschließend möglichst auf Artniveau bestimmt.

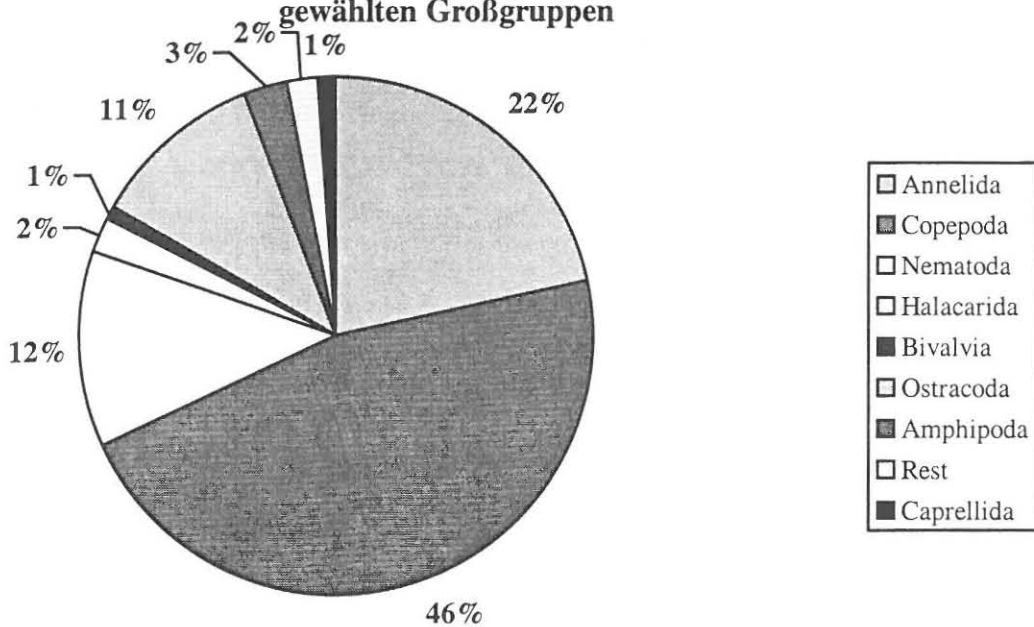
# Ergebnisse

**Posidonia-Rhizom: Quantitative Aufteilung der gefundenen Organismen auf die gewählten Großgruppen**



Quantitative Verteilung der Organismen auf Posidonia-Rhizomen und Algen:

**Algen: Quantitative Verteilung der gefundenen Organismen auf die gewählten Großgruppen**





Wie aus den Abbildungen deutlich wird, dominieren in beiden untersuchten Lebensräumen in Bezug auf die Individuenanzahl Anneliden, Copepoden und Nematoden, wenn auch mit unterschiedlichen Anteilen. So stellen auf den Posidonia-Rhizomen mit 38% die Anneliden die individuenreichste Gruppe, auf den untersuchten Algen hingegen die Copepoden mit 46% aller gefundenen Organismen. Zu der in den Diagrammen als Rest bezeichneten Gruppe zählen Turbellaria, Nemertini, Pantopoda, Isopoda, Chaetognatha, Gastropoda, Ophiuroidea, Insecta, Kinorhyncha und die restlichen gefundenen Crustacea.

#### Syllidae:

Es wurden ca. 15 Arten gefunden, wovon 6 aus 4 Unterfamilien auf Gattungs- bzw. Artniveau bestimmt werden konnten:

Exogoninae: *Exogone naidina*

*Brania pusilla*

Syllinae: *Typosyllis variegata*

*Typosyllis sp.*

Eusyllinae: *Pionosyllis pulligera*

Autolytinae: *Autolytus sp.*

Die restlichen Arten wurden zur weiteren Untersuchung und Bestimmung fixiert und aufbewahrt.

# Autökologie, Systematik und Biologie eines mesopsammalen Vertreterers der Sagittiferidae (Plathelminthes, Acoela)

## Einleitung

Plathelminthes (Plattwürmer) sind vor allem durch ihre parasitischen Vertreter bekannt, wie z.B. dem Leberegel (*Fasciola hepatica*) oder verschiedenen Bandwürmern (*Cestoda*). Die Repräsentanten der freilebenden Plathelminthes (Turbellaria) sind dagegen weniger geläufig. In diese Gruppe werden momentan auch die Acoela mit etwa 300 Arten aus 15 Familien gestellt. Die Acoela sind durch eine spezielle Form der Entwicklung mit einer Spiral-Duett-Furchung sowie durch abgestufte Cilien gekennzeichnet. Weiters ist das Vorkommen einer Statocyste mit einem Statolithen typisch. Eine basale Matrix fehlt mit Ausnahme eines Restes in der Statocystenkapsel. Namengebend für diese Gruppe ist das Fehlen des Darms (a-coel). Die Verdauung erfolgt durch ein zentrales Syncytium, das von einem Randparenchym umgeben ist.

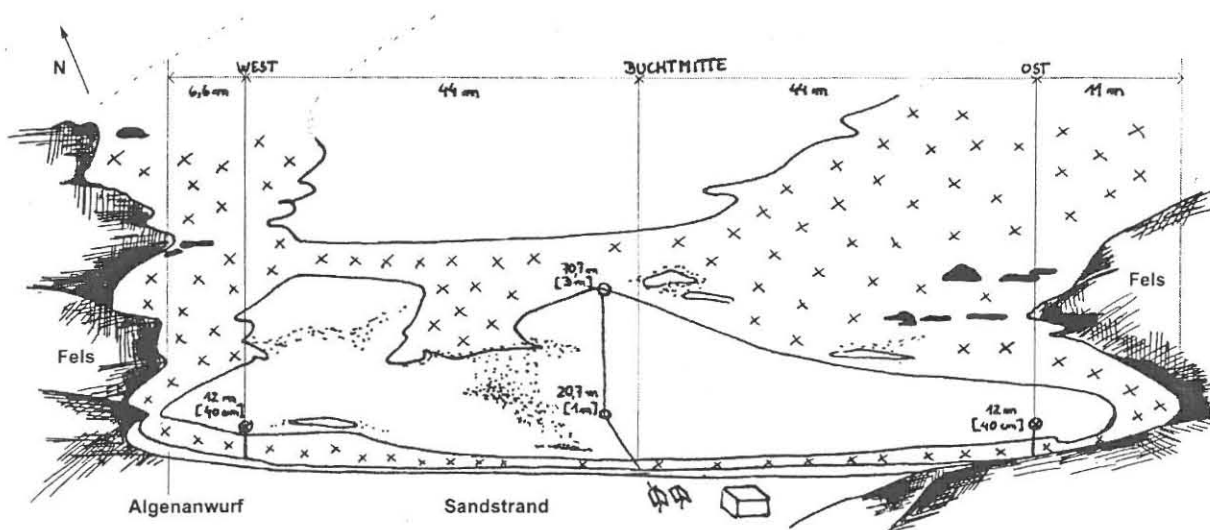
Die phylogenetische Stellung der Acoela ist derzeit umstritten. Auf Grund morphologischer Merkmale werden die Acoelen von vielen Autoren mit den Nemertodermatida zu den Acoelomorpha zusammengefasst und an die Basis der Plathelminthes gestellt. Andere stellen die Acoelen aber als isolierte Gruppe dar, die außerhalb der Plathelminthes steht. Auch molekularbiologische Untersuchungen konnten dahingehend noch keinen Aufschluss geben. Trotz dieser unterschiedlichen Ansichten gelten die Acoelen allgemein als die ursprünglichste Gruppe innerhalb der Bilateria. Untersuchungen an Vertretern dieser Gruppe sind daher von besonderer evolutionsbiologischer Bedeutung, da sie Hinweise auf die Entstehung von Bilateralsymmetrie geben und Informationen zur Ausbildung einer zusätzlichen Körperachse (im Vergleich zu den rotationssymmetrischen Tieren mit nur einer Körperachse) liefern können.

Die Familie der Sagittiferidae wurde 1991 von Mamkaev und Kostenko begründet und 1999 von Gschwentner et al. erweitert. Sie besteht zur Zeit aus vier Gattungen und 14 Arten. Vertreter dieser Familie besitzen alle typischen Merkmale der Acoelen und sind darüberhinaus durch eine sackförmige männliche Genitalöffnung (saccate Antrum) bzw. durch das Vorkommen von Sagittocysten gekennzeichnet. Sagittocysten sind nadelförmige Strukturen, die von einer Drüsenzelle (Sagittocyte) gebildet werden. Sehr häufig sind die Sagittocysten von einem Spiralmuskel umgeben und können wie die Nematocysten der Nesseltiere (Cnidaria) ausgestoßen werden.

Bei Aufsammlungen früherer marinbiologischer Exkursionen in Korsika wurde ein bisher unbeschriebener Vertreter der Sagittiferidae gefunden. Unsere Projektgruppe beschäftigte sich mit der Erforschung und Dokumentation der Lebensweise sowie der Morphologie dieser Tiere. Ziel dieser Arbeit war es, ein möglichst umfangreiches Datenset zu erstellen, um dieses für eine anschließende Erstbeschreibung der Art zu verwenden.

## Material und Methoden

Die Aufsammlungen erfolgten vom 26. bis 29. September 2000 am grossen Sandstrand der Revellata – Halbinsel (Plage de l'Alga, nahe der marinbiologischen Station Stareso: 42°34'48"N; 8°43'29"E) südwestlich von Calvi, Korsika. In dieser Zeit wurden über 1000 Individuen von *Symsagittifera* sp. gesammelt. Die Probenentnahme erfolgte entlang eines mittleren und zweier seitlicher Transekte am Sandstrand (siehe Tafel 1) mit Hilfe speziell angefertigter Core-sampler. Als solche wurden abgeschnittene 100 ml Plastikspritzen verwendet. Die Aussenbedingungen waren: geringer Wellengang, Wassertemperatur 21°C, Lufttemperatur 25°C, Sonnenschein. Da die Tiere nur in den obersten Sandschichten auftraten, betrug die Core-Tiefe 2 cm wodurch ein Sandvolumen von 13,5 ml pro Probe gegeben war. Die Proben der Ost- und Westtransekte wurden alle 0,5 m bis 12 m Abstand zur Küstenlinie (das entsprach einer Wassertiefe von 40 cm) erfasst und quantitativ ausgewertet (siehe Tafel 1).



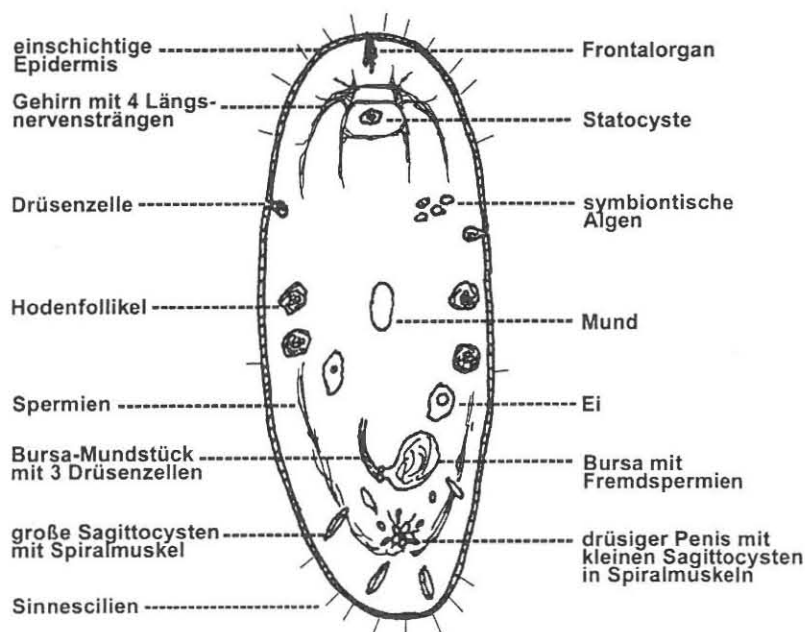
Tafel 1: Schema der Probenstelle am Plage de l'Alga. x, Posidonia Anwurf dicht; gepunktet, lockerer Posidonia Anwurf. Die Wassertiefe steht in eckigen Klammern angegeben. Die Entfernungen von der Küstenlinie ist in m ohne Klammern angegeben.

Entlang des Mitteltransekts wurde ein Tiefenprofil erstellt, wobei bei 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 und 3 m Wassertiefe Cores entnommen wurden. Bei 1 m Wassertiefe wurden zusätzlich 7 Cores quantitativ erfasst und die Begleitfauna ermittelt. Zum Auswaschen der Tiere wurden  $MgCl_2$  (7,14 %, Meerwasser isotonisch) und Siebe mit einer Maschenweite von 60  $\mu m$  verwendet (Verfahren siehe Meiofauna-Protokoll). Die Tiere wurden mit Hilfe von Auf- und Durchlichtmikroskopen beobachtet und mittels Zeichnungen und Photographien dokumentiert. Nach der Lebendbeobachtung wurden die Würmer in 4 % Formolglycerin fixiert und darin eingedeckt.

## Ergebnisse und Diskussion

Morphologie und Verhalten:

*Symsagittifera* sp. ist ein mesopsammaler Vertreter der Acoela mit einer durchschnittlichen Größe von 1 mm im Adultstadium. Die tröpfchenförmige Gestalt des Ciliengleiters erscheint auf Grund der im Körper eingelagerten symbiontischen Algen grünlich. Die Symbionten sind sowohl dorsal als auch ventral unmittelbar unter der einschichtigen Epidermis über den gesamten Körper verteilt (siehe auch Anhang). Daneben kamen einzelne kleine Tiere ohne Grünalgen vor. Lichtmikroskopisch ist knapp hinter dem Frontalorgan eine Statocyste erkennbar (Tafel 2).



Tafel 2: Schema von *Symsagittifera* sp., Körperlänge 1 mm.

Die vier Längsnervenstränge schließen sich anterior zusammen und bilden einen Nervenring um die Statocyste (Tafel 2). Sinnes Cilien ragen über den Ciliensaum hinaus und sind unregelmäßig verteilt. Sie kommen anterior und posterior häufiger vor als lateral. Die an ihren roten Stäbchen leicht zu erkennenden Drüsenzellen sind dorsal über den gesamten Körper verteilt und kommen ventral nicht vor. Die ventro-median gelegene einfache Mundöffnung führt ohne Pharynx in das zentrale verdauende Syncytium.

Die Keimzellen entwickeln sich zu Hodenfollikeln bzw. zu Eizellen. In Richtung der posterior gelegenen Genitalöffnungen nimmt der Reifegrad zu. Die Hodenfollikel zeigen innenliegend Spermatogonien und außenliegend Spermien. Die aus den Follikeln ausgetretenen Spermien bilden einen Bogen um das drüsige männliche Geschlechtsorgan. Der Penis wird aus einer Rosette von 5-7 körnigen Drüsenzellen gebildet. Das unmittelbar in der Nähe liegende Antrum ist sackförmig und entsteht durch eine Einstülpung der ventralen Epidermis. Die Eizellen bilden lateral gelegene Eiketten, die zur weiblichen Genitalöffnung führen. Das nebenliegende Bursalorgan speichert die Spermien des Partners, welche ständig in Bewegung sind. Beim Übergang der Bursa zum sichelförmigen Bursamundstück (ca. 50 µm lang) befinden sich 3 Drüsenzellen. Die Sagittocysten mit den umgebenden Spiralmuskeln befinden sich ausschließlich ventral, vor allem um die posterior gelegenen Geschlechtsöffnungen. Das Auftreten der Sagittocysten konnte nur zusammen mit dem Auftreten von Geschlechtsstrukturen festgestellt werden. Es konnten unterschiedlich lange Spiralmuskeln (ca. 20-30 Stück pro adultes Tier) unterschieden werden. Große Spiralmuskeln waren durchschnittlich 45 µm lang und enthielten zum Teil Sagittocysten. Die Kleineren erreichten eine Länge von 5 -7 µm und wurden gehäuft um das drüsige Penisorgan gefunden. Auch in ihnen waren zum Teil entsprechend kleinere Sagittocysten zu finden. Weiters wurden mittelgroße Spiralmuskeln ohne Nadeln beobachtet. Die Produktion der kleinen und großen Sagittocysten erfolgte in speziellen Drüsenzellen (Sagittocyten) mit großer Vakuole in denen die Nadeln deutlich sichtbar hervortraten. In einer Sagittocyte wurde immer nur eine Nadel beobachtet.

Durch den Cilienschlag der Tiere ist nur eine nach vorn gerichtete Schwimmbewegung möglich. Richtungswechsel erfolgen durch ein Abwinkeln der vorderen Körperhälfte, das mit Hilfe des Hautmuskelschlauches durchgeführt wird. Die Fortbewegung erfolgt häufig schlängelnd (in etwa so: ~~~~) mit zum Teil starken Richtungswechseln bis 90° zur Körperachse. Zur Nahrungsaufnahme wird der Vorderkörper aufgestellt und mit einer raschen Bewegung die Nahrung (z.B. Diatomeen) umschlossen und anschließend in das zentrale Syncytium aufgenommen.

Verbreitung:

*Symsagittifera* sp. konnte nur in den obersten 2 cm der Sandsäule nachgewiesen werden, wobei das Hauptvorkommen zwischen 0 und 1 cm Sandtiefe liegt. Die lichtabhängigen symbiontischen Algen dürften ein tieferes Vorkommen ausschließen. In einer Wassertiefe von 0,5 bis 2,5 m waren die Tiere regelmäßig zu finden. In 0,3 und 3 m Tiefe kamen die Würmer nur noch vereinzelt vor. Die größten Abundanzen (max. 249 Tiere pro 13,5 ml Sandvolumen) wurden in 1 m Wassertiefe des Mitteltransekts festgestellt. Im Westtransekt befanden sich keine Tiere, da die ersten 10 m von der Uferlinie vollständig mit *Posidonia*-Anwurf bedeckt waren und bei 12 m nur grober Sand und Kies vorhanden waren. Auch im Osttransekt waren die ersten 2 m von Algenresten bedeckt und daher frei von *Symsagittifera* sp.. Bei 4 m wurden fünf Individuen gefunden, von 6 bis 12 m traten die Tiere wieder häufiger auf. Insgesamt wurden 839 Tiere aus den sieben quantitativ erfassten Proben des Mitteltransekts ausgezählt und 274 Individuen aus den qualitativen Proben gesammelt. Bei einem zusätzlichen zweiten Waschgang von drei Proben wurden weitere 62 Individuen gezählt (siehe Tafel 3).

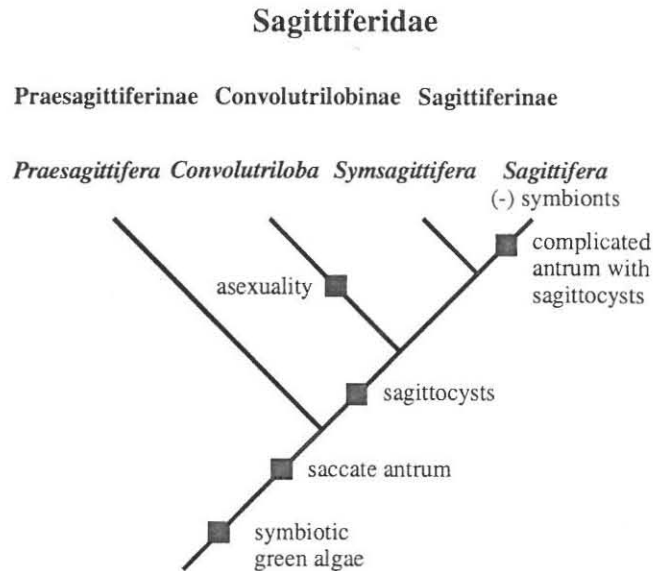
Quantitative Erhebung	groß	mittel	klein (weiß und grün)	gesamt
1	8	18	27	53
2	50	71	81	202
3	17	(3)	18	35 (3)
4	71 (24)	157 (25)	21	249 (49)
5	20	25	35	80
6	12 (4)	19 (6)	1	32 (10)
7	82	40	66	188
gesamt	260 (28)	330 (34)	249	839 (62)

Tafel 3: Ergebnis der Auszählung von *Symsagittifera* sp. aus den quantitativ ermittelten Proben des mittleren Transekts bei 1 m Wassertiefe. Es wurden drei Größenklassen unterschieden. In Klammer: Anzahl der Tiere im zweiten Waschgang.

Insgesamt wurde nur wenig Begleitfauna im Hauptverbreitungsgebiet von *Symsagittifera* sp. (mittleres Transekt: 1 m Wassertiefe, obere 2 cm Sandsäule) erfaßt. Neben einigen Nematoden, Ciliaten und Copepoden (Harpacticoidea) kamen auch vereinzelt Foraminiferen, Polychaeten, Acari und proseriate Turbellarien vor. Das isolierte Auftreten von *Symsagittifera* sp. in dieser eng begrenzten Sandbucht sowie ihre Dominanz und Dichte ist überraschend. Die ökologischen Bedingungen für diese Tiere dürften über Jahre hinweg optimal gewesen sein, da sie auch schon bei früheren Exkursionen an dieser Stelle vermehrt gefunden wurden.

Phylogenetische Stellung:

Das Auftreten von Sagittocysten bei den Adulttieren weist auf eine Zugehörigkeit dieser Tiere zur Familie der Sagittiferidae hin. Weiters besitzen die Tiere ein sackförmiges Antrum, symbiontische Grünalgen und geschlechtliche Vermehrung. Die neue Art wurde deshalb in die Unterfamilie Sagittiferinae und hier in die Gattung *Symsagittifera* gestellt (siehe Tafel 4).



Tafel 4: Taxonomischer Status der Familie Sagittiferidae (Plathelminthes, Acoela) nach Gschwentner et al. 1999.

Bisher wurden 14 Arten der Familie Sagittiferidae, davon sieben der Gattung *Symsagittifera* aus dem Atlantik und Pazifik beschrieben (Mamkaev & Kostenko 1991). Die von uns untersuchte *Symsagittifera* sp. ist die erste Art, die aus dem Mittelmeerbereich bekannt ist. Für eine spätere Erstbeschreibung schlagen wir vor, das Tier nach seinem Fundort <*Symsagittifera corsicae*> zu nennen.

#### *Literatur*

Gschwentner R, Ladurner P, Salvenmoser W, Rieger R, Tyler S (1999) Fine structure and evolutionary significance of sagittocysts of *Convolutriloba longifissura* (Acoela, Platyhelminthes). *Inv Biol* 118: 332-345.

Mamkaev YuV & Kostenko AG (1991) On the phylogenetic significance of sagittocysts and copulatory organs in acoel turbellarians. *Hydrobiol.* 227: 307-314.







## Anhang

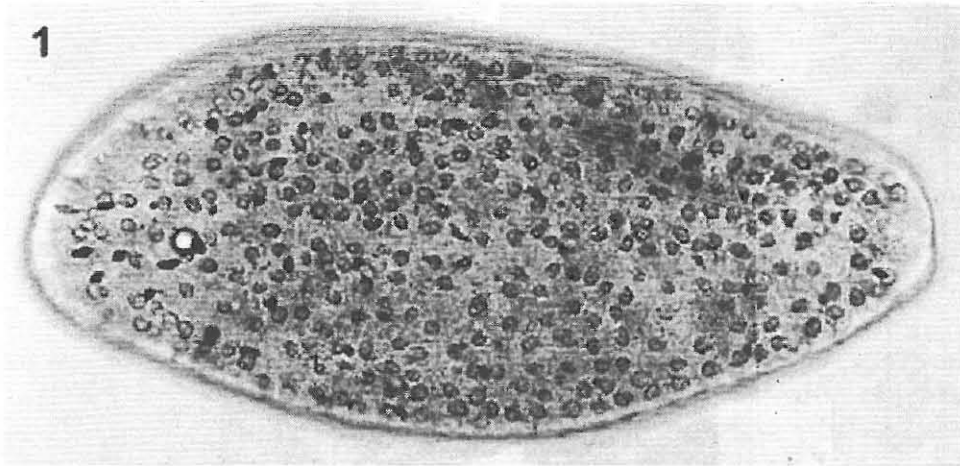


Abb1: *Symsagittifera* sp., adult, ca 1mm lang

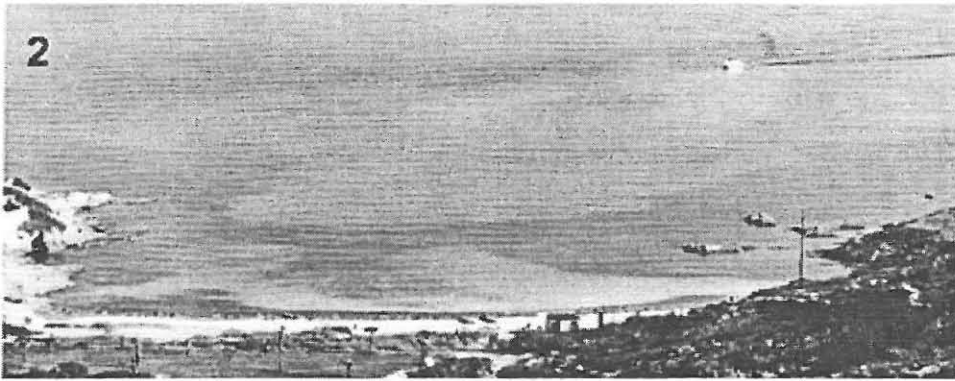


Abb.2: Plage de l'Alga

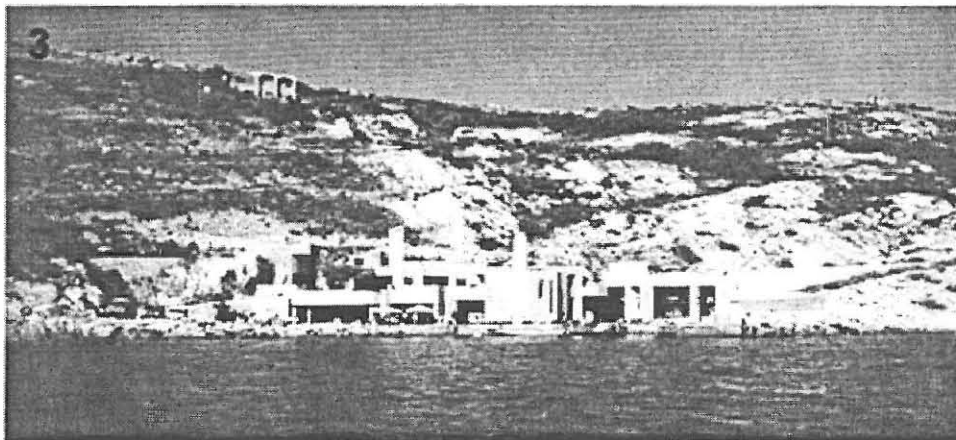


Abb.3: Marinbiologische Station Stareso