



**Marinbiologische
Exkursion
Calvi - Korsika 2006**



Marinbiologische Exkursion Calvi – Korsika 26.08. bis 09.09.2006



Kursteilnehmer

Innsbruck

Aigner Monika
 Baldes Martin
 Eder Marie-Kristin
 Fritz Andreas
 Holotta Markus
 Jenewein Marcell
 Klarca Jasmin
 Kuales Georg
 Mitterstiller Anna-Maria
 Ostermann Thomas
 Perlinger Heike
 Pontasch Stefanie
 Schnegg Raimund
 Schöpf Verena
 Waldner Thomas
 Weinländer Martin
 Zur-Nedden Stephanie

Kiel

Czerny Jan
 Fricke Nico
 Horstkotte Jens
 Johannes David
 Kerby Tina
 Mielke Erik
 Rementin Marina
 Sähn Niko

Kursleitung

Gschwentner Robert
 Hanel Reinhold
 Hobmayer Bert
 Rieger Reinhard



Stehend (v.l.n.r.): Raimund Schnegg, Bert Hobmayer, Marina Rementin, Niko Sähn, Nico Fricke, Reinhold Hanel, Robert Gschwentner, Reinhard Rieger, Martin Weinländer, Marcell Jenewein, David Johannes, Georg Kuales, Erik Mielke;

Hockend und sitzend (v.l.n.r.): Andreas Fritz; Marie-Kristin Eder, Heike Perlinger, Stefanie Pontasch, Tina Kerby, Thomas Ostermann, Jasmin Klarica, Martin Baldes, Anna-Maria Mitterstilller, Verena Schöpf, Markus Holotta, Jan Czerny, Monika Aigner, Jens Horstkotte, Thomas Waldner, Stephanie Zur-Nedden;

Inhaltsverzeichnis

Tagesprotokolle

Das Phytal - Einblick in den Algenbestand des Lebensraumes „Felsküste“	04
Die Fauna des Phytals	08
Die Makrofauna des Blockfeldes	10
Die Fauna des Sandstrandes	14
Coleoptera im Umfeld der „Station de Recherches Sous-Marine et Oceanographique,“	19

Projektarbeiten

Zusammensetzung des Algenbewuchses an besonnten und beschatteten Steilwänden unter Berücksichtigung von Wandleuf und Strahlungsintensität	22
Mollusken	35
„Polychaeta“	47
Experimentelle Seeigel-Embryologie	58
Description of the food habits of nine sympatric wrasse species (Labridae, Perciformes) along the Revellata Peninsula near Calvi, Corsica (Western Mediterranean)	74

Das Phytal - Einblick in den Algenbestand des Lebensraumes „Felsküste“

Fritz A., Schöpf V.;

1. Einleitung

Algen sind sehr formenreich was ihre Größe, Umrisse und Anpassungen betrifft. Aufgrund ihrer Pigmentierung werden die Algen systematisch in drei Großgruppen eingeteilt: Grünalgen (Chlorophyta), Braunalgen (Phaeophyta) und Rotalgen (Rhodophyta).

Chlorophyta

Im Mittelmeer kommen von den ca. 7000 bekannten Arten nur 130 Arten vor. Ihr Aussehen reicht von fädigen, röhrenförmigen bis hin zu blättrigen Formen. Grünalgen weisen die gleiche Pigmentierung wie höhere Pflanzen auf (Chlorophyll a und b, Carotinoide, etc.). Häufig kommen sie im seichten Küstenbenthos vor.

Phaeophyta

Bei den Braunalgen handelt es sich um mehrzellige Algen. Sie verdanken ihre braune Farbe dem Carotinoid Fucoxanthin. Phaeophyta bilden die Hauptvegetation an felsigen Meeresküsten und sind vor allem in der Gezeitenzone vertreten. Sie können jedoch bis in einer Tiefe von ca. 35 m vorkommen.

Rhodophyta

Rotalgen sind mehrzellige, fädige, busch- oder blattförmig ausgebildete Algen. Im Gezeitenbereich herrschen grauviolette, braunrote oder dunkelpurpurne Farben vor. In tieferen Regionen sind sie heller oder intensiver rot gefärbt (Hauptvorkommen in 30 – 60 m). Rotalgen sind beteiligt an der Trottoir Bildung im Mittelmeer.

2. Beprobungsfläche

Für die Probenentnahme wurde eine Felswand des Phytals gewählt. Als Phytal bezeichnet man den lichtdurchfluteten Uferbereich welcher einer Vielzahl von Makrophyten als Lebensraum dient.

Wir fanden eine sonnenexponierte und eine gegenüberliegende, schattige Felswand. Diese befanden sich nahe der Station und waren schwimmend leicht zu erreichen. Zuerst wurde die Tiefe der vertikalen Transekte bestimmt. Hierfür verwendeten wir ein Seil an dessen Ende ein Gewicht befestigt war. Am Seil befanden sich, im Abstand von jeweils einem Meter, Markierungen. Wir ermittelten für die sonnenexponierte Felswand eine Maximaltiefe von ca. 6 m und für die schattige Felswand ca. 7 m (in der Algenliste angegeben als unter 6 m).

3. Beprobung

Ziel der Beprobung war es eine Vegetationsaufnahme entlang der vertikalen Transekte durchzuführen um die dort vorkommenden Arten näher kennen zu lernen. Es wurde jedoch nicht auf die Häufigkeit der jeweilig vorkommenden Algen geachtet. Für die Durchführung der Beprobung waren die Studenten mit ABC-Schnorchelausrüstung und Plastiktüten

ausgerüstet. Wir bildeten Gruppen von jeweils zwei Studenten und jede dieser Gruppen sammelte Algen aus einer bestimmten Tiefe (1-3 m, 3-6 m, 6 m knapp unter 6 m). Um eine exakte Entnahme durchzuführen, wurde die Plastiktüte wie ein Handschuh verwendet, die Alge damit vom Fels gelöst und die Tüte über die losgelöste Alge gestülpt. Danach wurden die gut verschlossenen Plastiktüten zurück zur Station gebracht, deren Inhalt bestimmt und die Ergebnisse in eine Artenliste eingetragen.

4. Artenliste

Stamm	Klasse	Familie	Art	Bemerkungen		
Algae	Phaeophyceae (=Fucophyceae)	Dictyotaceae	<i>Dictyota dichotoma</i>	1-3m lichtexponiert		
			<i>Dictyota linearis</i>	1-3m lichtexponiert		
			<i>Padina pavonica</i>	1-3m lichtexponiert		
				Cystoseiraceae	<i>Cystoseira sp.</i>	1-3m lichtexponiert
				Stypocaulaceae	<i>Halopteris scoparia</i>	1-3m lichtexponiert
		Rhodophyceae	Corallinaceae	<i>Jania rubens</i>	1-3m lichtexponiert	
				<i>Amphiroa rigida</i>	1-3m lichtexponiert	
				Squamariaceae	<i>Peysonnelia squamaria</i>	1-3m lichtexponiert
		Chlorophyceae		Cladophoradeae	<i>Cladophora prolifera</i>	1-3m lichtexponiert
					<i>Chaetomorpha aerea</i>	1-3m lichtexponiert
Valoniaceae	<i>Valonia utricularis</i>			1-3m lichtexponiert		
Phaeophyceae		Dictyotaceae	<i>Padina pavonica</i>	6m lichtexponiert		
Chlorophyceae		Codiaceae	<i>Udotea petiolata</i>	6m lichtexponiert		
			<i>Halimeda tuna</i>	6m lichtexponiert		
			<i>Codium coralloides</i>	6m lichtexponiert		

Phaeophyceae	Stypocaulaceae	<i>Halopteris scoparia</i>	1-3m teilbeschattet
Rhodophyceae	Corallinaceae	<i>Jania rubens</i>	1-3m teilbeschattet

Phaeophyceae	Fucaceae	<i>Fucus virsoides</i>	1-3m Schatten
Ukl. Florideophyceae	Dasyadeae	<i>Dasya corymbifera</i>	1-3m Schatten
Chlorophyceae	Codiaceae	<i>Halimeda tuna</i>	1-3m Schatten
		<i>Udotea petiolata</i>	1-3m Schatten

Phaeophyceae	Dictyotaceae	<i>Dictyota linearis</i>	3-6m Schatten
Rhodophyceae	Squamariaceae	<i>Peysonnelia squamaria</i>	3-6m Schatten

Phaeophyceae	Dictyotaceae	<i>Padina pavonica</i>	Unter 6m teilbeschattet
	Cystoseiraceae	<i>Cystoseira sp.</i>	Unter 6m teilbeschattet

Die einzelnen Lebensräume der Transekte werden von unterschiedlichen Faktoren bestimmt. So ist der Bereich nahe der Wasseroberfläche stark lichtdurchflutet jedoch weist dieser Lebensraum extreme Verhältnisse auf. Diese Abschnitte sind z.B. hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt (Wellen). Anpassungsstrategien sind einerseits Strukturen die stark genug sind um diesen mechanischen Kräften entgegenzuwirken (z.B.: Kalk inkrustierte, feine Glieder bei *Jania rubens*) und andererseits werden Strukturen ausgebildet die flexibel genug sind um sich den Bewegungen des Wassers anzupassen (z.B.: *Dictyota linearis*). Algen die sich tiefer entlang des Transektes ansiedeln sind solchen mechanischen Faktoren nicht in diesem Ausmaß ausgesetzt jedoch kommt es in tieferen Regionen zu einer Abnahme der Lichtqualität und –quantität (Konsequenzen für Photosynthese).

5. Literatur

- Bergbauer, Matthias & Humberg, Bernd (1999): „Was lebt im Mittelmeer“, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 319 Seiten;
- Boudouresque, Ch.-F., Cabioc’h, J., Floc’h J.-Y., Le Toquin, A., Meinesz, A., Verlaque, M. (1992): „Algues des mers d’Europe“; Delachaux et Niestlé, 231 Seiten;
- Hofrichter, Robert (2002): „Das Mittelmeer – Fauna, Flora, Ökologie“, Band I (Allgemeiner Teil), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 607 Seiten;
- Hofrichter, Robert (2004): „Das Mittelmeer – Fauna, Flora, Ökologie“, Band II/1 (Bestimmungsführer), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 859 Seiten;

- Kremer, Bruno P. (1975): „Meeresalgen“, Ziemsen Verlag, Wittenberg, Lutherstadt, 152 Seiten;
- Riedl, Rupert (1983): „Fauna und Flora des Mittelmeeres – ein systematischer Meeresführer für Biologen und Naturfreunde“, Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 836 Seiten;

Fauna des Phytals in der Bucht der marinbiologischen Station STARESO

Kerby T., Klarica J., Pontasch S.;

1. Einleitung

Das Phytal ist ein von Algen und Pflanzen besiedelter Lebensraum, der durch Faktoren wie z.B. Wellen- und Lichtexposition (und damit verbundenes Lichtgefälle), aber auch durch das Substrat selbst, beeinflusst wird.

Die Bucht vor der meeresbiologischen Station „STARESO“ wird von Granitfelsen dominiert, die ein Hartsubstrat darstellen, das Algen eine Anheftungsmöglichkeit bietet. Der beprobte Hafbereich hat vorwiegend mittelgroße bis große Felsblöcke, ist wenig wellenexponiert und weist dadurch einen guten Algenbewuchs auf, der v.a. aus Braun- und Rotalgen besteht.

Durch ihren dichten, buschigen Wuchs entsteht in der Nähe der Pflanzen eine Strömungsberuhigung, was wiederum eine erhöhte Sedimentation und einen erhöhten Nährstoffeintrag für die darin lebenden Organismen bewirkt.

Als typische Epiphyten von *Halopteris filicina* wurden die Algen *Dictyota dichotoma* und *Dictyota linearis* gefunden. *Halopteris* dient diesen Algen somit selbst als Substrat und bietet weiterhin eine Erweiterung des Lebensraumes. Weitere Algen, welche im Felsphytal bestimmt wurden sind *Corallina mediterranea*, *Jania rubens*, *Cladophora prolifera* und *Cystoseira* sp.

Vagile Organismen, wie z.B. Gastropoden, Polychaeten, Echinodermen, Crustaceen etc., nutzen diese Strukturen als Versteck, Lebensraum und Nahrungsgrundlage.

Diese dienen wiederum Räubern aus trophisch höheren Ebenen (z.B. Fische) als Nahrung.

2. Material und Methoden

Zum Einholen des Materials werden kleine Plastiksäckchen über die Algen gestülpt, die Algen abgerissen und der Sack verknötet. Durch diese Methode bleiben auch kleine Tiere im Säckchen und können nicht beim Transport verloren gehen. Im Labor werden die Säcke dann geöffnet und – nach einer makroskopischen Untersuchung – mit deren Inhalt eine Kunststoffflasche bis ca. zur Hälfte gefüllt. Anschließend wird die Flasche mit einem 1:1 MgCl₂-Seewassergemisch aufgefüllt, geschüttelt und für 10 min stehengelassen. Nach dieser Einwirkzeit und einem weiteren Kippen der Flasche wird der Inhalt vorsichtig durch ein 63 µm Netzchen geleert. Anschließend wird das Netz umgedreht, schräg über eine Petrischale gehalten und der Inhalt mit einer Spritzflasche in die Schale gespült. Dieser Vorgang wird mehrfach wiederholt und die Tiere unter dem Binokular bestimmt.

3. Ergebnisse

Stamm	Klasse	Familie	Art
NEMATHELMINTHES	Kinorhyncha	Cyclorhagae	<i>Echinoderes dujardini</i>
PLATHELMINTHES	Turbellaria	Neorhabdoceola	<i>Polycystis naegeli</i>
NEMERTINI		Draconemertidae	
ANNELIDA	Polychaeta	Cirratulidae	<i>Polyphthalmus pictus</i>

		Eunicidae	<i>Eunice torquata</i>
		Nereidae	
		Sabellidae	<i>Fabricia sabella</i>
		Syllidae	<i>Brania sp.</i>
		Terebellidae	<i>Polycirrus aurantiacus</i>
MOLLUSCA	Gastropoda	Rissoidae	<i>Alvania lineata</i>
ARTHROPODA	Crustacea	Caprellidae	<i>Caprella acanthifera</i>
			<i>Phthisica marina</i>
		Gammaridae	
		Maiidae	<i>Pisa sp.</i>
			<i>Anthonyx (Acanthonyx?) lunulatus</i>
		Hippolytidae	<i>Hippolyte varians (?)</i>

Stamm	Klasse	Familie	Art
PHYCOPHYTA	Phaeophyceae	Dictyotales	<i>Dictyota dichotoma</i>
			<i>Dictyota linearis</i>
		Sphacelariales, Stypocaulaceae	<i>Halopteris filicina</i>
	Rhodophyceae	Cryptonemiales, Corallinaceae	<i>Jania rubens</i>
			<i>Corallina mediterranea</i>

4. Diskussion

Insgesamt wurden 16 Tiere bestimmt. Der Großteil davon, nämlich 11 Organismen, konnten bis auf Artniveau klassifiziert werden. Von zwei Organismen konnte nur die Gattung, von weiteren drei Organismen nur die Familie bestimmt werden. Die erhobene Artenzahl ist im Vergleich zu früheren Exkursionen annähernd gleich (2004: 13 Arten; 2002: 17 Arten; 2000: 22 Arten; 1998: 21 Arten; 1992: 3 Arten). Die Zahl der bestimmten Arten lässt keine genaue Aussage über die Diversität der Endofauna des Phytals zu. Wäre mehr Zeit für dieses Projekt investiert worden, so wäre die erhobene Artenzahl mit Sicherheit gestiegen. Es kann jedoch festgestellt werden, dass das Algenphytal einer Vielzahl von Tieren aus unterschiedlichsten Stämmen einen Lebensraum bietet.

5. Literatur

- Riedl, Rupert: Fauna und Flora des Mittelmeeres, 3. Aufl., Hamburg und Berlin, Verlag Paul Parey, 1983.
- Ott, Jörg: Meereskunde, Einführung in die Geologie und Biologie der Ozeane, Stuttgart, Ulmer Verlag, 1988.
- (Vortrag und Projekttag von Prof. Rieger, Calvi 2006)

Die Makrofauna des Blockfeldes

Aigner M., Mielke E., zur Nedden S.;

1. Einleitung

Am ersten Praktikumstag wurde das Blockfeld im Hafenbecken der „Station de Recherches Sous-Marine et Oceanographique STARESO“ untersucht.

Charakteristisch für diesen Lebensraum sind Geröllblöcke unterschiedlichster Größe. Da die Westküste Korsikas hauptsächlich aus Granit besteht, welches im Gegensatz zu Sandstein oder Kalk ein sehr hartes Gestein ist, ist das Substrat mit nur wenigen Rissen und Spalten durchsetzt. Aus diesem Grund ist auch wenig Endofauna vorhanden. Zwischen den Steinen kommt allerdings eine große Anzahl von Organismen des Mesobenthos vor, wie zum Beispiel Echinodermata, Mollusca sowie zahlreiche Fische.

Ein weiterer Aspekt der das Leben im Blockfeld beeinflusst (vor allem sessile Lebewesen) ist die Wendehäufigkeit der Geröllblöcke. Die untersuchte Hafengebucht ist allerdings nur wenig wellenexponiert, was unter anderem am Algenbewuchs mittelgroßer Substratblöcke zu erkennen ist. Diese Tatsache ermöglicht es verschiedensten sessilen Organismen, wie Schwämmen, Bryozoen oder Synascidien die Geröllblöcke zu besiedeln.

2. Material und Methoden

Das Blockfeld wurde hauptsächlich nach Makrofauna abgesucht. Dazu wurden die Studenten mit ABC-Schnorchelausrüstung, kleinen Fangnetzen und Plastiktüten ausgerüstet. Die gesammelten Organismen wurden in Seewasserbehälter überführt, bestimmt und anschließend wieder ins Meer zurückgesetzt.

3. Artenliste

Organismen an der Wasserlinie

Stamm	Klasse	Familie	Art	Bemerkungen
Molluska	Gastropoda	Trochidae	<i>Monodonta turbinata</i>	
		Patellidae	<i>Patella rusitica</i>	

Organismen unter Wasser

Stamm	Klasse	Familie	Art	Bemerkungen
Cnidaria	Hydrozoa	Eudendriidae	<i>Eudendrium sp.</i>	2 m tief auf Steinoberseite
	Scyphozoa	Rhizostomae	<i>Cotylorhiza tuberculata</i>	Freiwasser
		Semaeostomae	<i>Pelagia noctiluca</i>	Freiwasser

	Anthozoa	Actiniidae	<i>Anemonia sulcata</i>	1,5 m tief auf sonnigem Felsen
Annelida	Polychaeta	Amphitritinae	<i>Eupolymnia nebulosa</i>	Unter einem Stein
Echiurida	Echiurinea		<i>Bonellia viridis</i>	
Molluska	Polyplacophora	Lepidopleurida	<i>Lepidopleurus cancellatus</i>	3 m tief unter einem Stein
		Chitonidae	<i>Chiton olivaceus</i>	
		Acanthochitonida	<i>Acanthochiton communis</i>	
Stamm	Klasse	Familie	Art	Bemerkungen
Molluska	Gastropoda	Haliotidae	<i>Haliotis lamellosa</i>	Nur Schale
		Cerithiidae	<i>Gourmya vulgata</i>	3 m tief unter einem Stein
		Columbellidae	<i>Columbella rustica</i>	2, 5 m tief unter einem Stein
		Muricidae	<i>Thais haemastoma</i>	2, 5 m tief
		Buccinidae	<i>Cantharus d'orbigny</i>	
		Favorinidae	<i>Cratena peregrina</i>	3 m tief; saß auf Eudendrium
	Bivalvia	Pinnidae	<i>Pinna rudis</i>	nur Schale, 4 m tief zwischen Posidonia
		Arcidae	<i>Barbatia barbata</i>	6 m tief zwischen Steinen
		Pectinidae	<i>Chlamys multistriata</i>	3 m tief unter einem Stein
	Cephalopoda	Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>	2,5 m tief
Arthropoda	Crustacea Ordnung: Decapoda	Xanthidae	<i>Xantho poressa</i>	2 m tief unter einem Stein
			<i>Eriphia verrucosa</i>	
		Pinnotheridae	<i>Pinnotheres pinnotheres</i>	2 m tief unter einem Stein; mit Eierbeutel am Bauch
		Alpheidae	<i>Athanas nitescens</i>	
		Hippolytidae	<i>Lysmata seticaudata</i>	
		Maiinae	<i>Maia crispata</i>	2 m tief an Steinwand, mit Algen bewachsen

Echinodermata	Echinoidea	Arbaciidae	<i>Arbacia lixula</i>	
		Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>	
	Holothurioidea	Holothuriidae	<i>Holothuria polii</i>	
			<i>Holothuria impatiens</i>	
	Asteroidea	Asterinidae	<i>Asterina gibbosa</i>	
Echinasteridae		<i>Echinaster sepositus</i>	2, 5 m tief	
Stamm	Klasse	Familie	Art	Bemerkungen
Echinodermata	Asteroidea	Astropectinidae	<i>Astropecten spinulosus</i>	2 m tief unter einem Stein; Halbschatten
	Ophiuridea	Ophiomyxidae	<i>Ophiomyxa pentagona</i>	2 m tief unter einem Stein
		Ophiodermatidae	<i>Ophioderma longicaudum</i>	
		Ophiothricidae	<i>Ophiothrix fragilis</i>	
Vertebrata	Osteichthyes	Tripterygiidae	<i>Tripterygion tripteronotus</i>	
		Blennidae	<i>Lipophrys trigloides</i>	
			<i>Blennius sphinx</i>	
		Gobioesocoidei	<i>Lepadogaster candollei</i>	
		Labridae	<i>Coris julis</i>	2 m an einer Steinwand
		Beloniformes	<i>Belone belone</i>	Freiwasser
		Labridae	<i>Symphodus roissali</i>	
			<i>Symphodus tinca</i>	
			<i>Symphodus rostratus</i>	
			<i>Symphodus ocellatus</i>	
<i>Symphodus mediterraneus</i>				
Gesamtzahl				
7	15	40	48	

4. Diskussion

Insgesamt wurden 48 Arten in der Bucht gefunden, davon stellten die Mollusken mit 13, die Fische mit 11 und die Echinodermata mit 10 Arten die dominantesten Gruppen dar. Unter den Mollusken zeigten vor allem verschiedene Vertreter der Gattungen *Gibbula* und *Patella* sowie *Thais haemastoma* eine hohe Adundanz. Die Fische waren mit verschiedensten

Lippfischen und Meerbrassen häufig vertreten. Aus dem Stamm der Echinodermata dominierten die zwei Seeigelarten *Paracentrotus lividus* und *Arbacia lixula*.

Ebenso wie in den vergangenen Jahren waren auch heuer die Mollusken, die am häufigsten vertretene Gruppe. Allerdings wurden in diesem Jahr eindeutig mehr Gastropoden gefunden,. Außerdem wurden heuer zwei Arten aus der Klasse der Asteroidea gefunden, welche 2004 zum Beispiel gar nicht beschrieben worden sind. Die Cnidaria waren mit den Klassen der Hydrozoa, der Scyphozoa und der Anthozoa vertreten, auch diese Gruppen wurden 2004 nicht gefunden. Allerdings wurden in diesem Jahr keine Vertreter der Nemertini gesammelt, eine Klasse die in allen letzten Jahren entdeckt wurde. Was sich, im Vergleich zu der Exkursion 2004, kaum verändert hat sind die vorgefundenen Fischarten.

Von den anderen Stämmen wurden lediglich folgende 4 Arten in allen vergangenen Jahren entdeckt (2000, 2002, 2004, 2006): *Arbacia lixula*, *Chiton olivaceus*, *Columbella rustica* und *Ophiomyxa pentagona*.

5. Literaturangabe

- Poppe/Goto, „European Seashells“ Vol. I u. II, 1993
- Riedl, Fauna und Flora des Mittelmeeres, Verlag Paul Parey, 1983
- Stoffers/Klauke, „Allgemeine Geologie“ Vorl.sript 1996
- Calviberichte 2002 und 2004
- www.fishbase.org
- www.wikipedia.org

Die Fauna des Sandstrandes

Horstkotte J., Perlinger H.;

1. Einleitung

In einem sandigen Litoral setzt sich die Fauna ganz anders zusammen als an einer Felsküste. Sessile Organismen fehlen fast vollkommen, da dieser Lebensraum zu sehr der Wasserbewegung ausgesetzt ist. Man findet hier vor allem grabende Arten, die sich im Sand verbergen. Es gibt auch Organismen, die im interstitiellen Lebensraum zwischen den Sandkörnern vorkommen, meist einen länglichen Körper haben und millimetergroß sind. Während unserer Exkursion wurden Tiere eines nahe gelegenen Sandstrandes, des Plage de la Revelatta bestimmt.

2. Material und Methoden

Um die Salinität des Wassers zu messen wurde ein Refraktometer verwendet, welches den Brechungsindex der Lösung angibt, den man mit Hilfe einer eingebauten Skala in Promille oder psu ablesen kann. Neuerdings ist die Salinität einheitslos. Unsere Messung ergab eine Salinität von 34.

Um die Infauna zu gewinnen wurde mit Probebechern die oberste Sandschicht in Wassertiefen von einem und zwei Metern händisch abgeschöpft.

Andere Tiere wurden händisch oder mit Fangnetzen beim Schnorcheln gesammelt. Muschel- und Schneckenschalen wurden vor allem direkt am Strand an der oberen Gezeitenzone gesammelt, wobei nicht zwischen Arten unterschieden wurde, die ihren Lebensraum im Sand hatten oder von der Felsküste her angeschwemmt wurden.

Die gesammelten Tiere konnten mit Hilfe unserer Bestimmungsliteratur größtenteils bis auf Artebene bestimmt werden. Leider war die Zeit zu knapp, so dass die Infauna leider nicht bestimmt werden konnte.

3. Ergebnisse

Makrofauna des Sandstrandes:				
Familie	Art	2006	2004	2002
Gastopoda				
Trochidae	<i>Jujubinus exasperatus</i>		x	
	<i>Gibbula adansoni</i>		x	
	<i>Gibbula ardens</i>		x	
	<i>Gibbula spratti</i>		x	
	<i>Gibbula umbilicalis</i>	x		
Littorinidae	<i>Littorina littorea</i>		x	
Conidae	<i>Conus ventricosus</i>	x	x	
Aporrhaidae	<i>Aporrhais pespelicani</i>		x	
Scaphandridae	<i>Scaphander lignarius</i>		x	

Familie	Art	2006	2004	2002
Buccinidae	<i>Mitrella scripta</i>		x	
Columberellidae	<i>Amohissa scripta</i>		x	
Turritellidae	<i>Turritella communis</i>	x	x	
Phasianellidae	<i>Tricolia speciosa</i>		x	
	<i>Tricolia pullus</i>		x	
Cerithiidae	<i>Bittium reticulatum</i>		x	
Lacunidae	2 Arten		x	
Nassariidae	<i>Cyclope neritea</i>		x	
Thaididae	<i>Thais haemastoma</i>		x	
Patellidae	<i>Patella aspera</i>			x
	<i>Patella caerulea</i>	x		
Haliotidae	<i>Haliotis lamellosa</i>	x		x
	<i>Hexaplex trunculus</i>	x		
	<i>Neverita josephina</i>	x		
	<i>Ocenebrina edwardsi</i>	x		
	<i>Mitrella sp.</i>	x		
	<i>Calyptreaa chinesis</i>	x		
	<i>Columbella rustica</i>	x		
insgesamt		11	19	2
nur 2006		8	17	1

Bivalvia				
Veneridae	<i>Chamelea gallina</i>		x	
	<i>Venus verrucosa</i>	x	x	
	<i>Dosinia lupinus</i>		x	
	<i>Paphia aurea</i>	x	x	
Arcidae	<i>Arca noae</i>	x	x	x
	<i>Barbatia barbata</i>	x	x	
Limidae	<i>Limaria inflata</i>		x	
Glycimeridae	<i>Glycimeris glycimeris</i>		x	
	<i>Glycimeris pilosa</i>		x	
Spondylidae	<i>Spondylus gaedeopus</i>		x	
Limidae	<i>Lima lima</i>		x	
Pinnidae	<i>Pinna nobilis</i>		x	
Cardiidae	<i>Acardia tuberculatum</i>	x		x
	<i>Cerastoderma edule</i>			x
Chamidae	<i>Chama gryphoides</i>	x		x
Tellinidae	<i>Acropagia balaustina</i>			x
Lucinidae	<i>Ctena decussata</i>			x
	<i>Loripes lacteus</i>			x
	<i>Neverita josephina</i>			x
	<i>Chlamys opercularis</i>	x		
	<i>Tellina tenuis (?)</i>	x		
	<i>Laevicardium oblongum</i>	x		
	<i>Abra segmentum</i>	x		
	<i>Cardita calyculata</i>	x		
	<i>Modiolus barbatus</i>	x		
insgesamt		12	12	8
nur 2006		7	9	5

Cephalopoda				
Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>		x	

Familie	Art	2006	2004	2002
Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i>	x		
Asteroidea				
Ecinasteridae	<i>Echinaster sepositus</i>		x	
Crustacea				
Maiidae	<i>Macropodia rostrata</i>		x	
Paguridae	<i>Diogenes pugilator</i>	x		x
	<i>Clibanarius erythropus</i>			x
Pisces				
Dasyatidae	<i>Dasyatis sp.</i>	x		
Serranidae	<i>Epinephelus marginatus</i>		x	
	<i>Serranus scriba</i>	x		
	<i>Serranus cabrilla</i>		x	
Sparidae	<i>Sarpa salpa</i>	x		
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	x	x	
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i>	x	x	
	<i>Mullus surmuletus</i>	x		
Bothidae	<i>Arnoglossus laterna</i>	x		
	unbestimmt		x	
Triglidae	unbestimmt		x	
Callionymidae	<i>Callionymus sp.</i>		x	
Labridae	<i>Symphodus cinereus</i>	x		
Gobiidae	unbestimmt	x		
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>	x		
Atherinidae	<i>Atherina sp.</i>	x		
Trachinidae	<i>Trachinus draco</i>	x		
insgesamt		13	7	
nur 2006		12	6	

Artenanzahl		38	41	
nur 2002	7			
nur 2004	36			
nur 2006	28			

Tab.1: Gegenüberstellung der erfassten Makrofaunaarten des Sandstrandes der Jahre 2002, 2004 und 2006; die farbliche Markierung hebt Arten hervor, die nur in den Jahren 2002 und 2006 (orange), 2004 und 2006 (grün) oder in allen drei Kursjahren (gelb) gefunden wurden.

4. Diskussion

Verglichen mit den Jahren 2002 und 2004 fallen beträchtliche Unterschiede in den gefundenen Arten der Makrofauna des Psammons auf. Im Jahr 2002 wurden 12 verschiedene Arten gefunden, im Jahr 2004 waren es 41 und im Jahr 2006 belief sich die Artenzahl auf 38.

Jahr	Artenzahl
2002	12
2004	41
2006	38

Nicht nur die Artenanzahl der verschiedenen Jahre schwankt, sondern auch die gefundenen Arten unterscheiden sich erheblich von den jeweils anderen Jahrgängen. In allen drei verschiedenen Jahren wurden viele Arten bestimmt, die nur in diesem Jahr vorkamen.

nur im Jahr	Artenzahl
2002	7
2004	36
2006	28

Besonders bei den Mollusken und den Fischen fallen große Unterschiede auf.

Im Jahr 2002 wurden lediglich 2 Gastropoden bestimmt, 2004 wurden 19 verschiedene Gastropodenarten gefunden, 2006 waren es 11. Dabei gibt es zwischen 2002 und 2006 mit *Haliotis lamellosa* nur eine Art, die in beiden Jahren gefunden wurde. Zwischen den Jahren 2004 und 2006 gibt es mit *Conus ventricosus* und *Turritella communis* zwei Überschneidungen.

Bei den Bivalvia zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Im Jahr 2002 wurden 8 verschiedene Arten gefunden, in den anderen beiden Jahren waren es jeweils 12. Nur *Arca noae* wurde in allen drei Jahren gefunden, und ist auch insgesamt die einzige Art überhaupt, die in allen drei Jahrgängen vorkommt. Weiterhin gibt es zwischen 2006 und den anderen beiden Jahrgängen jeweils zwei Überschneidungen: *Venus verrucosa* und *Barbatia barbata* wurden sowohl 2004 als auch 2006 gefunden, *Aathocardia tuberculatum* und *Chama gryphoides* treten 2002 und 2006 auf.

Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die hier verwendete Artenliste aus dem Jahr 2006 nicht vollständig ist, da in der zweiten Exkursionswoche weitere Mollusken auch aus dem Bereich des Sandstrandes bestimmt wurden. Diese Daten sind für ein umfassenderes Artenspektrum des Psammons zu Rate zu ziehen und sind in diese Auswertung nicht mit eingeflossen. Weiterhin sind viele Organismen anhand ihrer Schale bestimmt worden. Es muss aber nicht notwendiger Weise bedeuten, dass eine Schnecke oder Muschel, deren Schale am Strand gefunden wird, auch hier lebt. Die Schale kann beispielsweise von dem benachbarten Blockfeld an den Sandstrand gespült worden sein. So ist z.B. *Patella sp.* ein typischer Bewohner des Hartsubstrates und kommt nicht auf Sandböden vor.

Bei den Fischen lässt sich ein noch erheblicherer Gradient feststellen. Für das Jahr 2002 liegen keine Daten über beobachtete Fische vor. 2004 wurden insgesamt 7 Arten bestimmt, 2006 waren es 13 Arten. Aber nur zwei Arten, *Mullus barbatus* und *Pagellus mormyrus*, wurden sowohl 2004 als auch 2006 gesichtet, alle anderen Fischarten wurden nur in einem der jeweiligen Jahre beobachtet. Die Unterschiede lassen sich damit erklären, dass einige der gefundenen Arten seltene Zufallsfunde sind, wie beispielsweise *Dasyatis pastinaca* und *Uranoscopus scaber* im Jahr 2006. Andere Arten wie *Serranus scriba* und *Epinephelus marginatus* halten sich meist eher im Blockfeld auf und sind keine typischen

Sandbodenbewohner. Weiterhin sind viele Fische des Psammons äußerst gut getarnt, beispielsweise die Trachinidae und die Bothidae, so dass das Entdecken von Vertretern dieser Gattungen recht schwer fällt.

5. Literatur

- Calvi-Berichte 2002, 2004
- Riedl, Rupert: Fauna und Flora des Mittelmeeres (1983), Verlag Paul Parey

Coleoptera im Umfeld der „Station de Recherches Sous-Marine et Oceanographique,“

Mielke E.

1. Einleitung

Die Käfer bilden die artenreichste Tiergruppe auf unserem Planeten. Bis jetzt kennt man auf der Erde ungefähr 350.000 Käferarten, und es werden immer noch neue entdeckt.

Im Laufe der Stammesgeschichte haben sich Käfer an die verschiedensten Biotope angepasst. Als luftatmende Landtiere besiedeln sie alle ökologischen Nischen auf dem Lande; die einen haben sich hoch spezialisiert, die anderen können sich verschiedenen Umweltbedingungen anpassen. Ganze Käfergruppen, wie die Dytiscidae und Hydrophilidae (Schwimmkäfer und Wasserkäfer) sind sekundär ins Wasser gegangen, machen dort den Hauptteil ihrer Entwicklung durch und haben manche Besonderheiten ausgebildet, die sie in die Lage versetzen, im Wasser existieren zu können. Auch ins Brackwasser sind Käfer eingedrungen, während Salzwasser fast ganz gemieden wird. Es gibt allerdings halophile Arten, die vorwiegend oder ausschließlich an den Meeresküsten leben. Eng an diesen Lebensraum gebundene Arten nennt man auch halobiont.

Dieses Protokoll soll einen ersten Einstieg in die Bestimmung der Käferfauna rund um STARESO geben und neben den meeresbiologischen Arbeiten Ideen zur wissenschaftlichen Untersuchung von Systematik, Physiologie und Ökologie der Coleoptera bieten.

2. Material und Methoden

Zur ersten Erfassung der terrestrischen Insekten-Fauna wurden Köderfallen an drei verschiedenen Standorten aufgestellt. Die Standorte wurden so gewählt, dass unterschiedliche Lebensbedingungen auch unterschiedliche Arten vermuten ließen Abb.1 bis 3.



Die Köderfallen wurden aus Plastikbechern konstruiert, deren Trinköffnung zusätzlich verkleinert wurde um eine Flucht der hineingefallenen Tiere zu verhindern sowie den Fraß durch größere Prädatoren zu vermeiden.

Die Fallen wurden mit verschiedenen Ködern versehen, um eine eventuelle Nahrungspräferenz zu ermitteln. Hierfür wurden Fleisch, Käse, Marmelade, Honig, Wein und Cola (Adis 2002) verwendet. Diese Köder waren in der Station vorrätig. Die Gefäße wurden im jeweiligen Versuchsfeld in ausreichendem Abstand zueinander aufgestellt, um ein

zufälliges Hineinfallen bei der Suche nach anderen Lockstoffen auszuschließen. Die Proben wurden morgens und abends auf gefangene Tiere untersucht.

Zusätzlich wurden in unregelmäßigen Abständen optische Untersuchungen der Vegetation, im Besonderen von Blüten durchgeführt.

Weiterhin wurden an Pflanzenstämmen Zuckerlösungen ausgetragen. Dies wurde ebenfalls mit Wein durchgeführt, dessen Gärungsprozess eine Anlockung von Insekten vermuten ließ. Auch diese Zonen wurden in unregelmäßigen Abständen kontrolliert.

3. Ergebnisse

	Fleisch	Käse	Marmelade	Wein	Cola	Honig
leichte Vegetation	x	x	xx	-	xxx	xx
starke Vegetation	xx	x	xx	X	xxx	xx
Steinfeld	-	-	x	-	-	x

Abb.4: Auflistung der Fängigkeit der Fallenstoffe zu den verschiedenen Versuchsbieten;

- keine Tiere innerhalb 24h, x einzelner oder geringer Nahrungsbesuch, xx vermehrte Tierfluktuation, xxx starke Nahrungsaufnahme durch Tiere

In den Fallen wurden verschiedene Ameisenarten gefangen (*Pheidola pallidula*, *Tapinoma erraticum*), nicht genauer bestimmte echte Wespen (Vespinae) sowie ein Laufkäfer der Gattung *Licinus* (nicht genauer bestimmt, auf Rückflug zerstört). Auf dem Blattwerk wurde bei optischer Untersuchung ein Blattkäfer (*Dicladispa (Hispa) testacea*) entdeckt und auf einem Feldweg eine *Cantharis*-Art (Weichkäfer), die jedoch nicht gefangen werden konnte. Daneben wurden eine Vielzahl von Mauereidechsen (*Podarcis muralis*) gesehen.



Abb.5: *Pheidole pallidula*



Abb.6: *Tapinoma erraticum*



Abb.7: *Podarcis muralis*

4. Auswertung

Da die Fallen nicht selektiv auf Coleopteren wirken, konnte mit dem Ergebnis nur ein allgemeiner Überblick über die aktivsten Nahrungsverwerter des umliegenden Gebietes von STARESO getroffen werden. Grundsätzlich war in den Gebieten mit Vegetation mehr tierische Aktivität zu verzeichnen als im Steinfeld (Abb.4). In den Gebieten mit Vegetation waren die ersten Nahrungsverwerter die Formicidae und zum Teil Vespinae. Die Ameisen treten dabei in sehr großer Zahl auf. Die stärkste Anziehungskraft hatte der Köder Cola. Die geringste Anziehungskraft ging vom Käse aus. Hauptsächlich kann man hier die Attraktivität der Köder vom Zuckergehalt abhängig machen. Dabei müssen die Fleischköder jedoch ausgeschlossen werden, da deren Attraktivität auf Carabidae, Silphidae und andere hauptsächlich auf dem Verwesungsprozess beruht, der eine erhöhte CO₂-Abgabe in die Umgebung zur Grundlage hat (Adis 2002). Der Gärungsprozess des Weins hatte unerwartet wenig Erfolg zu verzeichnen. Die Annahme, dass viele fruchtliebende Tiere durch den Gärungsgeruch hier angelockt werden, kann damit zurückgestellt werden. Grundsätzlich muss man die hohe Anzahl an beobachteten *Podarcis muralis* mit in die Auswertung einbeziehen,

da diese wohl die Topprädatoren bilden. Gerade im Steinfeld, wo die Sonne zu einer starken Erhitzung der Steine beiträgt, wärmen sich die Tiere in großen Mengen. Ein erhohotes Aufkommen von potentieller Nahrung ist damit auszuschließen. Damit ist auch der einzige *Licinus*-Fallenfang in der Nacht zu erklären, da hier die Aktivität von *Podarcis muralis* eher als gering angesehen werden muss. Die vorhandene, hohe Ameisen-Abundanz kann ebenfalls zum Nachteil für die Fallen gewertet werden, wenn man den Verteidigungstrieb der Ameisen um Beute gegenüber anderen Nahrungskonkurrenten berücksichtigt. Allerdings steht dem die Vielzahl an besonderen Lebensgemeinschaften zwischen Kafnern oder Kafelarven und Ameisen gegenüber (Harde/Severa 2000). Das Zusammenleben von Kafnern und Ameisen kann dabei eine sehr unterschiedliche Basis haben, mitunter liegt sogar Parasitismus vor (Gattung Chrysomelidae, Fam. *Clytra*; oder *Potosia cuprea*).

Allgemein kann durch den geringen Umfang der Untersuchung noch keine genauere Aussage über die terrestrische Besiedlung durch Insekten im Allgemeinen und Coleoptera im Speziellen in der näheren Umgebung der Forschungsstation gegeben werden. Durch eine erweiterte Probennahme zum Beispiel durch Baittraps (Giftfallen), oder andere Koderwahl, oder einer längeren Untersuchungsperiode können weitere und genauere Daten eine einfache Einteilung ermöglichen.

5. Literatur

- Harde/Severa (2000) Der Kosmos-Kaferruhrer: mitteleuropäische Kafner
- Abraham, R. (1991) Fang und Präparation wirbelloser Tiere. ISBN 3-437-20461-0
- Adis (2002) Vorlesung: Insektenfauna Amazoniens, Max-Planck-Institut
- Schulz, U. (1996): Vorkommen und Habitatanforderungen von Bodenmakroarthropoden in Natur- und Wirtschaftswäldern: ein Vergleich. (COLEOPTERA, NEMATOCERA: Sciaridae, ARANEA: Linyphiidae im Hienheimer Forst, Niederbayern). Diss., Forstfakultat der Ludwig-Maximilians-Universität München

Zusammensetzung des Algenbewuchses an besonnten und beschatteten Steilwänden unter Berücksichtigung von Wandrelief und Strahlungsintensität

Baldes M., Ostermann T., Kuales G.¹;

„Ich schließe die Augen und fühle das kühle Wasser an meinem Körper und den unendlichen Raum, der mich trägt. Ruhig und schwerelos wie ein Raubvogel schwebe ich fünf Meter tief unter der Oberfläche des Meeres. Eine Welle der Glückseligkeit durchströmt mich. Es ist ganz still hier, wie es oben auf der Erde niemals ist.“

Hans Hass, 1965

1. Einleitung und Zielsetzung

1.1. Allgemeine Betrachtungen

Algen bilden das Phytal des Hartsubstrates. Mit ihren Haftscheiben finden sie im Gegensatz zu den Seegräsern, die mit ihren Wurzeln auf Weichböden angewiesen sind, auch auf Felsen halt. Den Löwenanteil an der Primärproduktion im Meer trägt zwar das Phytoplankton, aber auch die Makroalgen, die sich auf die lichtdurchfluteten Regionen der Küstengebiete der Ozeane beschränken, tragen – vor allem lokal – ihren Teil dazu bei. Außerdem stellen sie einen einzigartigen Lebensraum für große und kleine Organismen dar. In den großen Brauntangwäldern vor Teilen der nordamerikanischen Küste finden zum Beispiel Seeotter ihren Lebensraum. Innerhalb von dichten Algenbeständen und -büscheln wird die Strömungsgeschwindigkeit mitunter bis auf Null herabgesetzt, was unter anderem Polychaeten ausnutzen, und auch die Sauerstoffverhältnisse folgen einem Gradienten.

Gerade in letzter Zeit (seit 1984) wird die Algendiversität im Mittelmeer durch die aus tropischen Gefilden eingeschleppten Arten *Caulerpa taxifolia* und *Caulerpa prolifera* gefährdet. Wo sie auftauchen überwuchern und verdrängen sie die heimischen Arten binnen kurzer Zeit. So auch schon vor Istrien (Gespräch mit Studenten der „Rovinj-Exkursion“). Im Raum von Calvi konnten die beiden Grünalgen bisher noch nicht Fuß fassen und es lohnt sich, die Algenvielfalt hier zu studieren und zu genießen.

1.2. Zielsetzungen des Projektes

Primär sollte von allen Studenten in der ersten Exkursionswoche eine basale Kenntnis der im Exkursionsgebiet vorkommenden Algenarten erworben werden. Darauf aufbauend sollte in der zweiten Woche von der „Algen-Gruppe“ an jeweils einem besonnten und einem beschatteten Standort anhand der dominierenden Algenarten die Zusammensetzung des Algenbestandes sowie die Tiefenzonierung der einzelnen Arten festgestellt werden. Diese Daten sollten auch mit der Messung der Lichtintensität und dem lokalen Wandrelief (Vorsprünge, Überhänge, Risse) in Verbindung gebracht werden.

Bei der Messung der Strahlungsintensität sollte zum einen ermittelt werden, wie der Tagesgang des Lichtes an den untersuchten Stellen der Felswand aussieht und zu welcher

¹ Projektleitung

Tageszeit ein Maximum an Licht für die Photosynthese der Algen zur Verfügung steht, bzw. wie lange diese hohe Lichtintensität auf die Wand einwirkt. Zum anderen sollte spezifisch für die bemessenen Streifen der Felswände festgestellt werden, wie weit gewisse Anteile des Wellenlängenspektrums in Zusammenhang mit dem Relief des Untergrundes in die Tiefe vordringen, wie groß die Totalstrahlung in gewissen Tiefen und an markanten Stellen der Wand tatsächlich ist und wie sich dies auf das Algenwachstum und die Zusammensetzung des Algenbestandes auswirkt.

Weiters sollten diesmal die Algen-Leitarten an den zwei vertikalen Transekten nach ihrer Abundanzschätzung auch in einer Karte verzeichnet werden.

2. Material und Methoden

2.1. Standort und Wahl der Untersuchungsflächen

Die Untersuchungsflächen liegen wie die „Station de Recherches sous Marines et Oceanographiques – STARESO“ auf der Ostseite der Halbinsel von Revellata. Das Ausgangsgestein ist Granit.

Bei der Wahl der Untersuchungsflächen für das Algen-Projekt wurde darauf geachtet, dass eine beschattete und eine besonnte, jeweils relativ senkrecht in die Tiefe abfallende Wand in unmittelbarer Nähe zueinander vorhanden waren. Die Zeit zwischen zwangsweise nacheinander durchgeführten Messungen sollte relativ gering gehalten werden, um Vergleiche anstellen zu können. Aufgrund der teilweise nicht wasserfesten Ausrüstung wurde auch darauf geachtet, dass das Gebiet sowohl im Wasser (3 min) als auch zu Lande (10 bis 15 min) in relativ kurzer Zeit erreichbar, und leicht zugänglich war (eine gemauerte Stiege führt bis knapp zur Wasserlinie). So wurde eine Felsformation gewählt, die sich etwas südlich von STARESO befindet und die erste größere Bucht nach dem Stationshafen ebenfalls südlich begrenzt (Abb.1). Während auf der beschatteten Seite mit Nordnordwest-Exposition die Wand auf ihrer gesamten Länge relativ einheitlich gestaltet ist, gibt es auf der besonnten südost-exponierten Seite homogene Abschnitte aber auch solche mit Überhängen, Vertiefungen und schräg verlaufenden Rissen in der Wand.

Weiters war die Schattenseite der Felsformation schon in früheren marinbiologischen Kursen zur Entnahme von Algenproben aus den verschiedenen Tiefenstufen herangezogen worden. Die Algen wurden jeweils bestimmt und teilweise Tiere (vor allem Polychaeten) aus ihnen herausgewaschen. Die Erhebung der Strahlungswerte an diesen Stellen sollte zusätzliche Daten zu den bereits genommenen Algenproben liefern, zumal auch in diesem Kurs wieder Algenproben bei gleichzeitiger Erfassung der Vorkommenstiefe genommen werden sollten.

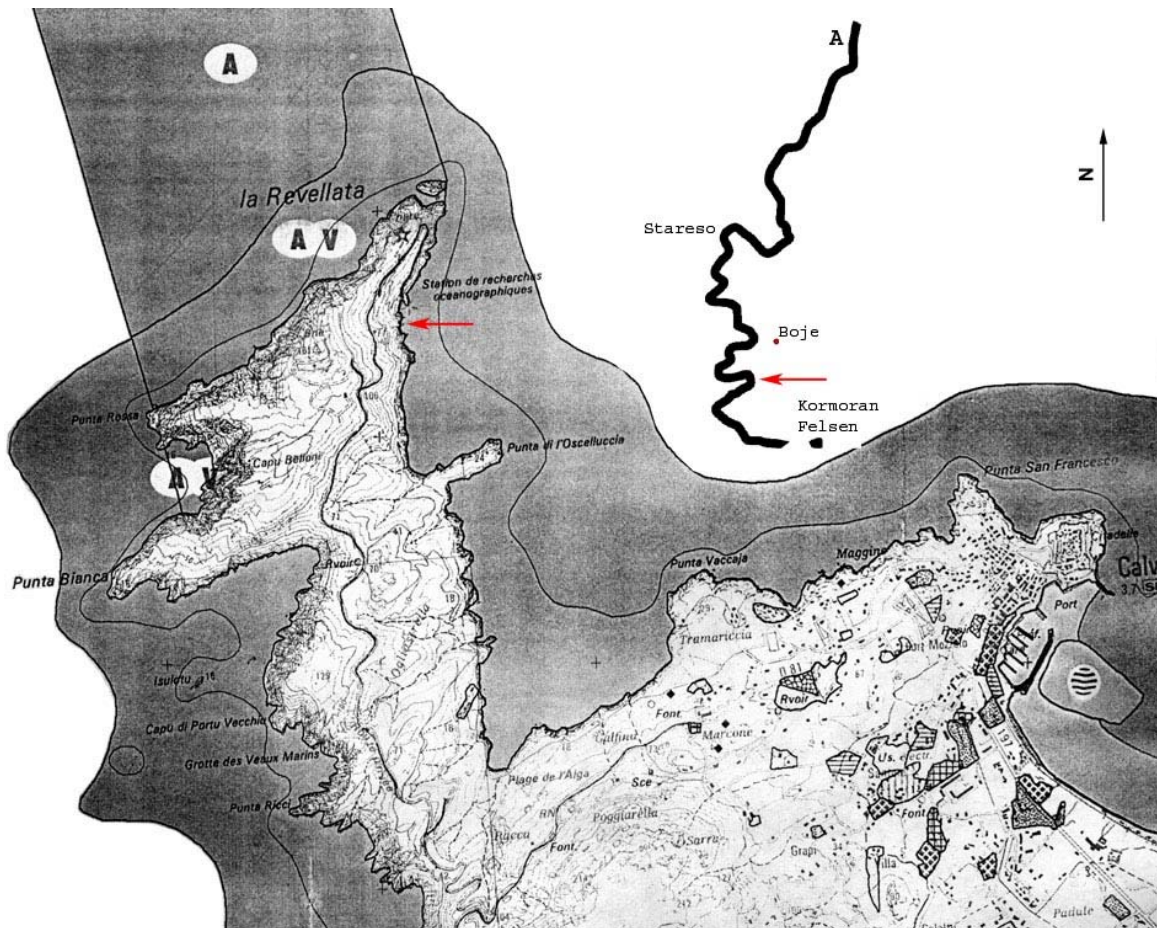


Abb.1: Karte des Exkursionsgebietes; rote Pfeile zeigen auf die Felsformation, an der die Strahlungsmessungen durchgeführt wurden; A) Vergrößerung der östlichen Küstenlinie der Halbinsel von Revellata im Abschnitt von STARESO;

2.2. Strahlungsmessgerät und Eichung

Die Lichtmessung wurde mit einem selbst gebauten (Manfred Krotthammer) Messgerät durchgeführt, das Photodioden vom Typ OPT101 (Burr-Brown®) verwendet. Um neben der Totalstrahlung auch die Anteile im rotem, grünem und blauem Wellenlängenbereich angeben zu können, wurden monochromatische Filter (Typ nicht genau bekannt) für die entsprechenden Wellenlängen über die Sensoren gelegt. Als Spannungsquellen dienen zwei 9 V Batterien. Die Eichung des Gerätes wurde an Lampen (Philips MASTER COLOUR CDM-T, Lichtfarbe 830, Abb.2) durchgeführt. Dafür wurde der Sensor in verschiedenen Abständen von der Lichtquelle ausgelegt, mit einem Luxmeter der exakte Wert für die Lichtintensität (Lux) bestimmt und der Ausschlag des Messgerätes (Volt) notiert. Im oberen Messbereich erreichen die Photodioden allerdings ihren Sättigungsbereich und können, sollte die Strahlung auch größer sein, keinen entsprechenden Wert mehr anzeigen. Aus diesem Grund wurden bei der Berechnung der Eichgeraden (Abb.3) die oberen beiden Werte für die Totalstrahlung und der oberste Wert für den Rotanteil des Lichtes ausgeklammert. Die zur Eichung herangezogenen Lampen entsprechen in ihrem Wellenlängenspektrum allerdings nicht exakt jenem unserer natürlichen Energiequelle, der Sonne, was es schwierig macht, die exakten Lichtanteile im Freiland zu bestimmen. Die Messung der Totalstrahlung sollte hingegen den tatsächlichen Wert im Freiland gut wiedergeben. Die Formeln für die ermittelten Eichgeraden wurden daher für die Umrechnung der in Calvi gemessenen Volt-Werte in Lux nur für die Totalstrahlung herangezogen.

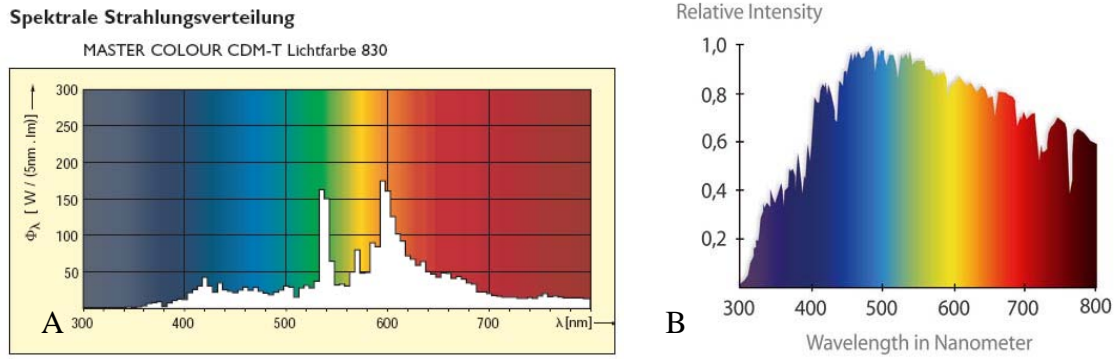


Abb.2: Vergleich der spektralen Strahlungsverteilung der zur Eichung des Strahlungsmessgerätes verwendeten Lampe (A) und der normalen Sonnenstrahlung (B). Vor allem im blauen und roten Bereich fehlen der Lampe die Energiespitzen.

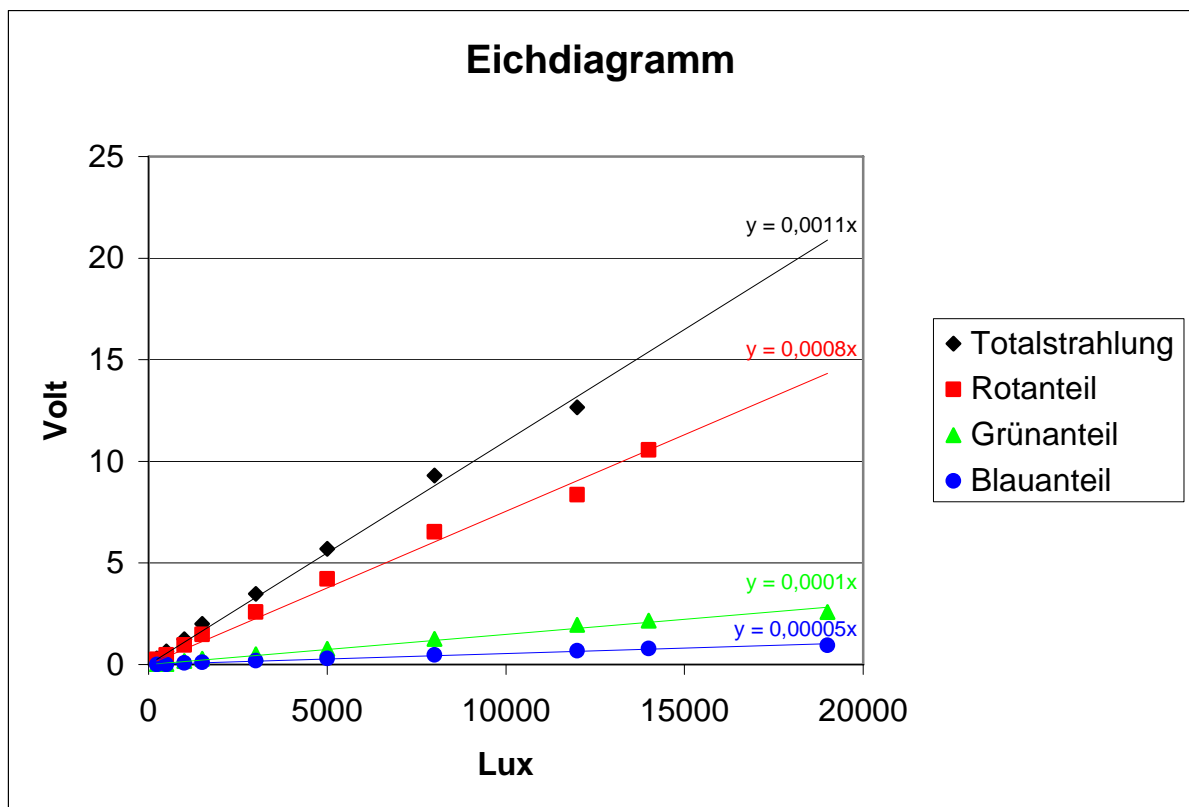


Abb.3: Eichdiagramm. Um den Messfehler der Photodioden im oberen Bereich zu kompensieren, wurden die beiden letzten Werte der Totalstrahlung (14.48 V bei 19000 Lux und 13.24 V bei 14000 Lux) und der letzte Wert des Rotanteiles der Strahlung (13 V bei 14000 Lux) bei der Erstellung der Eichgeraden weggelassen.

2.3. Messung im Freiland

Die Strahlungsmessung im Freiland wurde an zwei verschiedenen Stellen an einer ca. 20 m ins Meer hinausragenden Felsformation durchgeführt. Eine Datenaufnahme erfolgte auf der eher stark besonnten, südwest-exponierten Seite (im weiteren Text als „Sonnenseite“ bezeichnet) und die andere auf der eher beschatteten Seite („Schattenseite“) mit Nordnordwest-Exposition. Im Gegensatz zur Sonnenseite, die viele deutlichere Vorsprünge, Überhänge und Vertiefungen aufweist, zeigt die Schattenseite ein eher homogenes Relief von

der Wasserlinie bis zum Meeresgrund mit nur leicht angedeuteten, aber dennoch den Aufwuchs beeinflussenden Erhebungen und Vertiefungen (Abb.12).

Um die gesteckten Ziele der Lichtmessung (siehe 1.2.) zu erreichen, wurden die Strahlungsmessungen am Vormittag (Sonnenseite: 10.³³ bis 10.⁵⁴ Uhr; Schattenseite: 11.⁰⁵ bis 11.¹¹ Uhr), zu Mittag (Sonnenseite: 13.¹⁸ bis 13.³⁶ Uhr; Schattenseite: 13.⁴⁶ bis 13.⁵¹ Uhr) und am Nachmittag (Sonnenseite: 16.¹⁵ bis 16.⁴³ Uhr; Schattenseite: 16.⁴⁸ bis 16.⁵⁸ Uhr) durchgeführt. Dies entspricht zu Mittag etwa dem Sonnenhöchststand um 13.³⁰ Uhr, am Vormittag und Nachmittag in etwa dem Zeitpunkt 3 h davor bzw. danach. Da aufgrund der Topologie (Die Messstelle befindet sich wie die Station STARESO auf der Ostseite der Landzunge) die direkte Sonneneinstrahlung an der betreffenden Felsformation um ca. 16.⁵⁰ Uhr endet, konnte die Nachmittagsmessung nicht weiter gegen Abend verschoben werden. Die Messung am Vormittag wurde auf etwa die gleiche Zeit vor Sonnenhöchststand angesetzt, um in etwa den gleichen Einfallswinkel der Sonnenstrahlen wie bei der Nachmittagsmessung vorzufinden. Allerdings muss eingeräumt werden, dass bei der Nachmittagsmessung, welches die erste durchgeführte Messreihe war, die letzten Werte nur mehr gemessen werden konnten, als die Sonne knapp hinter dem Horizont verschwunden war. Dies schlägt sich auch in den Messwerten nieder (Abb.10).

Generell wurde bei jeder einzelnen Messung darauf geachtet, den Sensor plan auf die Felswand aufzulegen, um denselben Winkel zum Licht zu haben, wie ihn auch die Algen vorfinden. Für eine generelle Messung der Attenuation des Lichtes bei entsprechender Trübe des Wassers müsste man sich im Freiwasser bewegen und den Sensor waagrecht in den bestimmten Tiefen ausrichten. Die Messwerte an sich sind nicht als absolute Werte anzusehen, da es sich hierbei um geschätzte Mittelwerte aus dem Maximal- und Minimalausschlag des Messgerätes (digitales Multimeter, BBC Goerz Metrawatt M2011) handelt. Die Schwankungen kamen durch die aufgrund der Wellenbewegung nicht homogene Meeresoberfläche zustande, welche das Licht, das auf die Photodiode auftrifft, abwechselnd bündelt und streut.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Strahlungsmessung

3.1.1. Allgemein

Bei allen ermittelten Daten lässt sich eine gute Korrelation zwischen Lichtintensität und gemessener Tiefe bzw. zwischen der Lichtintensität und dem jeweiligen Relief der Wand an der bemessenen Stelle feststellen (vergleiche Abb.7 und Abb.12 sowie Abb.11 und Abb.12). So nimmt sowohl die Totalstrahlung als auch deren Rot-, Grün- und Blauanteil tendenziell mit der Tiefe ab. An stark exponierten Stellen, wie etwa dem Plateau an der Sonnenseite konnten Strahlungsspitzen gemessen werden während unter Überhängen bei entsprechender Sonneneinstrahlung Lichtreduktion gegenüber der übrigen Wand (auch tieferen Stellen) festgestellt wurde (siehe Abb.11, Vormittagskurve). Es lässt sich auch generell nachvollziehen, dass der rote Anteil des Lichtes schon in den obersten 1 bis 2 Metern stark reduziert wird und kürzere Wellenlängen wie etwa blau und grün von Anfang an weit weniger intensiv sind, aber auch weit weniger stark herausgefiltert werden und ab einer gewissen Tiefe einen höheren Anteil an der Totalstrahlung besitzen als rot (sie erfahren eine geringere Attenuation). Es ist auch hier noch zu erkennen, dass grün ein klein wenig stärker herausgenommen wird als blau. Dieses Attenuationsminimum kann sich allerdings in Küstennähe von blaugrün hin zu gelb verschieben, was auf Gelbstoffe (organische Verbindungen terrestrischer und mariner Herkunft (Ott, 1996)) zurückzuführen ist.

Neben den Übereinstimmungen zwischen der Lichtintensität und dem Relief / der Exposition der Felswand lassen sich auch Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen verschiedener Algen und deren Ansprüchen an Licht bzw. dem Widerstandsvermögen gegenüber mechanischer Belastung erkennen (siehe 3.2.).

3.1.2. Sonnenseite

Die meiste Energie erhalten die Algen auf dieser Seite am Vormittag, an dem die Sonne die Wand an ihrer ganzen Länge trifft und in der Mittagszeit, wo vor allem an einem kleinen Plateau in etwa 2 m Tiefe Spitzenwerte der Totalstrahlung von mehr als 14000 Lux erreicht werden. Allerdings sorgt dieses Plateau auch für eine weitgehende Beschattung der darunter liegenden Regionen, die somit am Vormittag mehr Licht erhalten als zu Mittag. Direkt unter diesem Vorsprung ist allerdings auch am Vormittag ein Einbruch in der Lichtintensität zu verzeichnen. Am Nachmittag nimmt dann die Strahlungsintensität direkt an der Wand drastisch ab, da die Sonneneinstrahlung aufgrund der Ausrichtung der Wand nur mehr an wenigen Stellen (z.B. an der Spitze des Plateaus) direkt wirken kann. Dementsprechend flach sieht die Kurve der Totalstrahlung an den entsprechenden Stellen aus (siehe Abb.6)

3.1.3. Schattenseite

Hier liegt ziemlich genau eine Umkehrung der Verhältnisse der Sonnenseite vor. Am Vormittag und über Mittag wird die Sonne von der vorspringenden Felsformation selbst weitgehend abgeblockt. Da auf dieser Seite das Relief der Wand auch nicht durch derartig markante Vorsprünge und Vertiefungen charakterisiert wird, sind die Kurven der Messwerte auch um einiges homogener. Vor allem am Vormittag ist dies zu bemerken (siehe Abb.8). Das meiste Licht erhalten die Algen während des Nachmittags, da das Licht dann direkt auf die Wand auftreffen kann. Allerdings konnten wir unsere Messungen vor dem Verschwinden der Sonne hinter der Landzunge nicht mehr vollständig durchführen und so wurden die letzten drei Tiefenstufen (2, 3 und 4 m) nicht mehr bei direkter Sonneneinstrahlung bemessen. Dies ist auch in den Kurven der Messwerte ersichtlich (siehe Abb.10).

>>> Ergänzungen zu Abbildungstexten >>>

Nächste Seite (Sonnenseite):

Abb.4, 5 und 6: Strahlungsmessungen: R) Rotanteil, G) Grünanteil, B) Blauanteil, T) Totalstrahlung;

Abb.7: Totalstrahlungsvergleich: VM) Vormittag, M) Mittag, NM) Nachmittag;

Übernächste Seite (Schattenseite):

Abb.8, 9 und 10: Strahlungsmessungen: R) Rotanteil, G) Grünanteil, B) Blauanteil, T) Totalstrahlung;

Abb.11: Totalstrahlungsvergleich: VM) Vormittag, M) Mittag, NM) Nachmittag; Anmerkung: die Nachmittagsmessung sollte im letzten Licht der Sonne, die an dieser Stelle um ca. 16.³⁰ Uhr verschwindet, durchgeführt werden. Trotzdem konnten die letzten drei Messungen (2, 3 und 4 m Tiefe) nur mehr bei indirekter Sonneneinstrahlung abgenommen werden. Die Kurve bricht an dieser Stelle ein.

Strahlungsmessung an der Sonnenseite

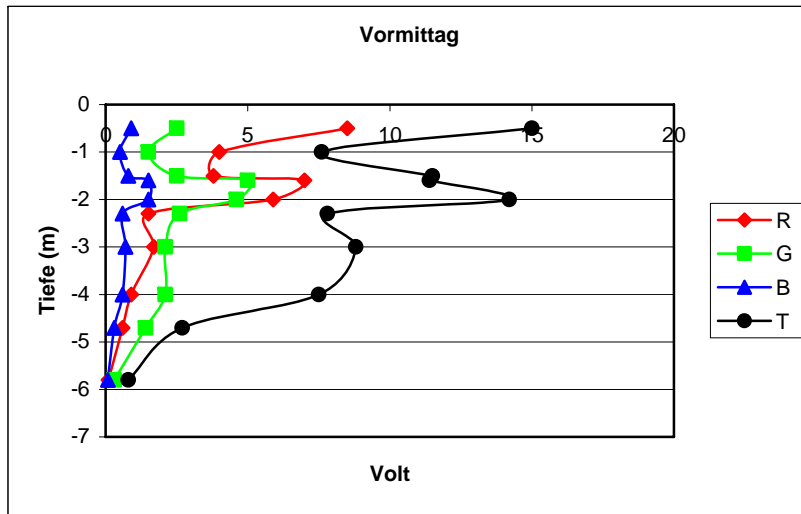


Abb.4: Strahlungsmessung zwischen 10.³³ und 10.⁵⁴ Uhr

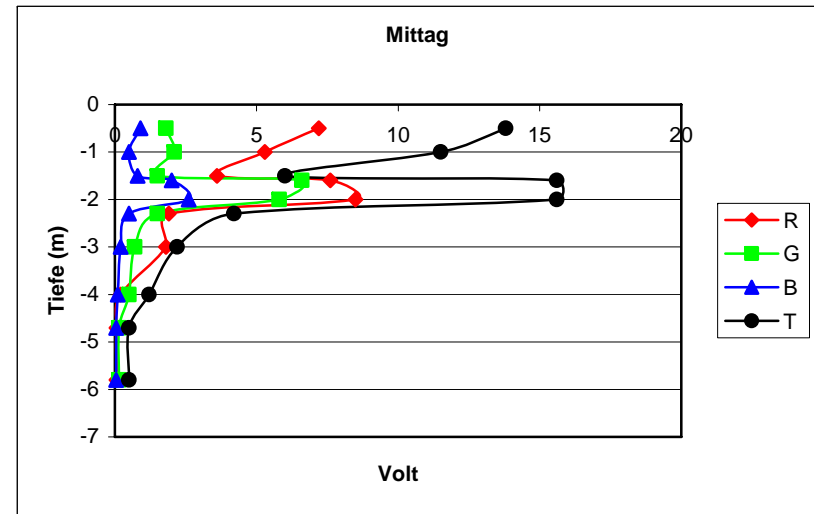


Abb.5: Strahlungsmessung zwischen 13.¹⁸ und 13.³⁶ Uhr

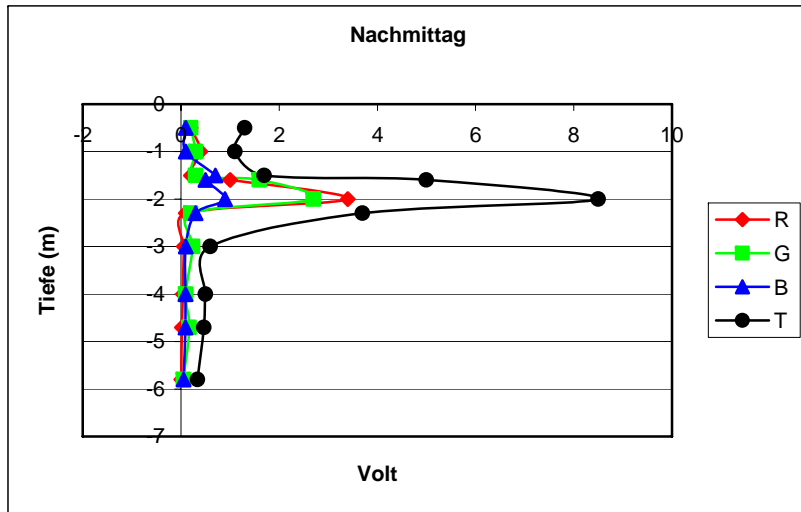


Abb.6: Strahlungsmessung zwischen 16.¹⁵ und 16.⁴³ Uhr

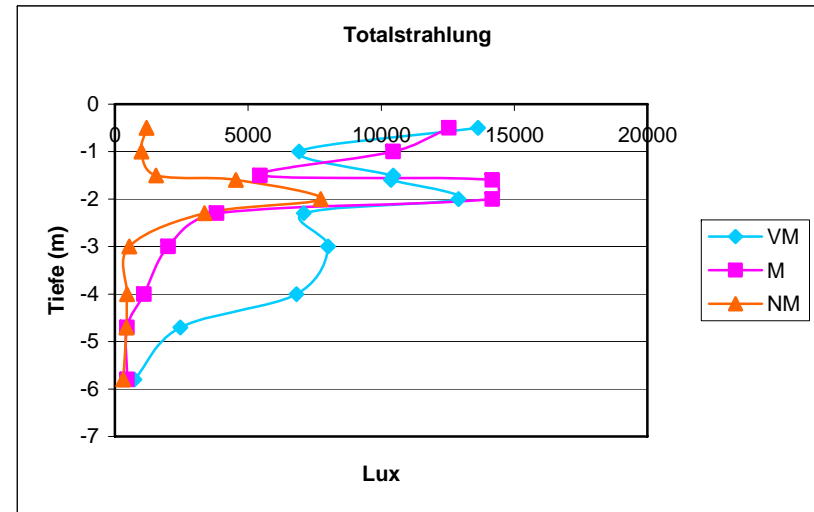


Abb.7: Totalstrahlungsvergleich

Strahlungsmessung an der Schattenseite

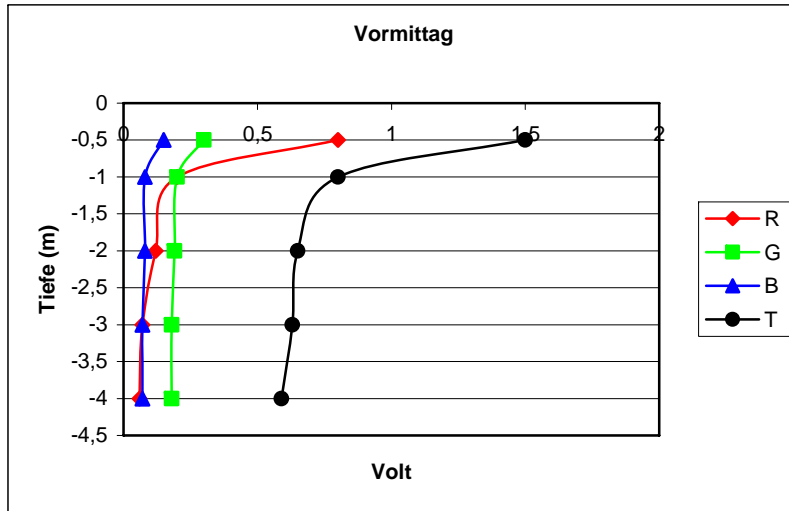


Abb.8: Strahlungsmessung zwischen 11.⁰⁵ und 11.¹¹ Uhr

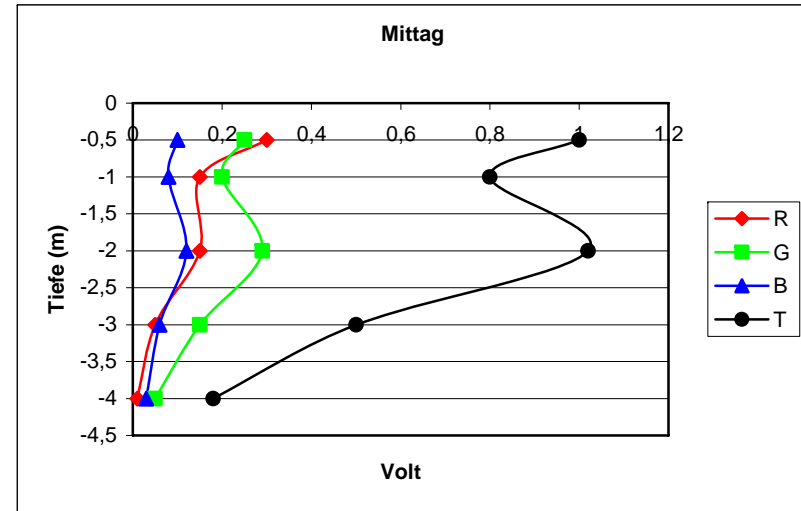


Abb.9: Strahlungsmessung zwischen 13.⁴⁶ und 13.⁵¹ Uhr

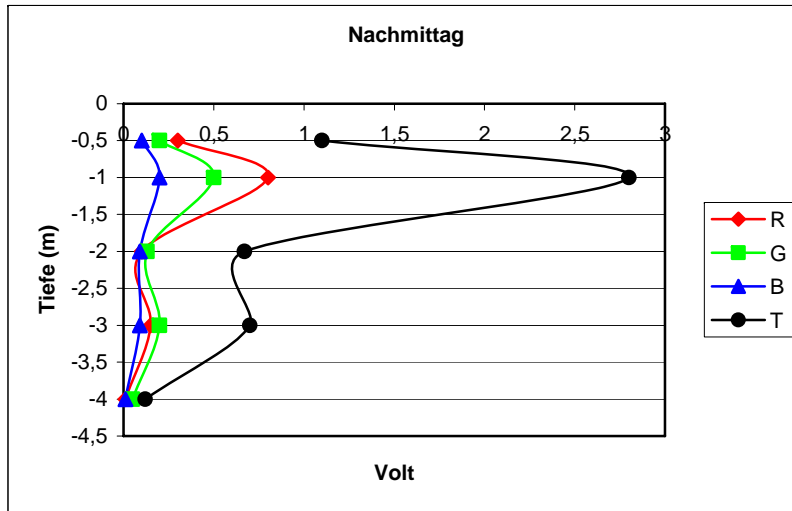


Abb.10: Strahlungsmessung zwischen 16.⁴⁸ und 16.⁵⁸ Uhr

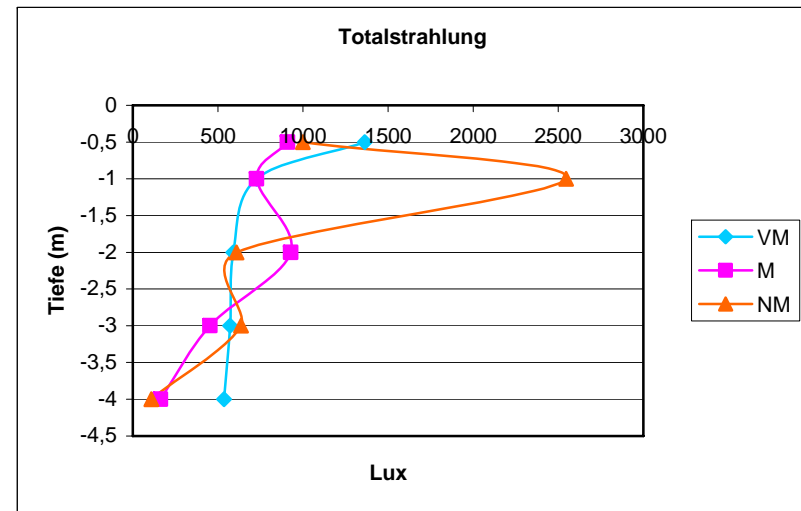


Abb.11: Totalstrahlungsvergleich

3.2. Zonierung der Algen

Im Grunde richtet sich die Verteilung der Algenarten an zwei Faktoren aus: dem für die Photosynthese essentiellen Lichtangebot und der vor allem durch Wellenschlag hervorgerufenen mechanischen Belastung. Beide nehmen mit der Wassertiefe ab. Um der mechanischen Belastung standhalten zu können, hat es sich bewährt, weich und elastisch zu sein oder hart und widerstandsfähig gegenüber der Wellenbewegung.

Verfolgt man die Algen-Leitarten, beginnend an der Oberfläche (vgl. Abb.12), stößt man zuerst auf *Jania rubens*. Sie bildet hier einen mehr oder weniger geschlossenen Gürtel, der auf der Sonnenseite nur durch zwei kleine, vertikal verlaufende Rinnen unterbrochen wird. Die Alge bevorzugt eher ruhige Standorte, kommt aber durch ihre derbe Struktur mit den auf sie ausgeübten Kräften trotzdem sehr gut zurecht. Ihre Anwesenheit lässt darauf schließen, dass an der untersuchten Stelle die mechanischen Kräfte nie übermäßig groß werden. Auf der Sonnenseite kommt diese Kalkrotalge als dominierende Art auch noch ab einer Tiefe von 2 m vor, was an der Schattenseite aufgrund der geringeren Strahlung nicht mehr möglich zu sein scheint.

Dictyopteris membranacea kommt zwischen den Beständen von *Jania rubens* vor, kann aber auch etwas tiefer als diese gehen, da sie auch mit beschatteten Standorten gut zurechtkommt. Dort bildet sie dann an beiden untersuchten Wänden einen Gürtel, in dem sie dominiert.

Corallina mediterranea ist nur auf der Schattenseite im Bereich zwischen 0,5 und 2 m zu finden. Sie teilt sich den Fels mit *Halopteris filicina*, die ruhigere und eher besonnte Standorte nahe der Oberfläche bevorzugt. Diese Angaben für *Halopteris* (Riedl, 1983) decken sich allerdings nicht ganz mit unseren Ergebnissen, die eine Dominanz dieser Alge ab 2 m auf der beschatteten Seite (Strahlungsmaximum: 2550 Lux am Nachmittag) bzw. ab 4 m auf der Sonnenseite (max. 6820 Lux am Vormittag) aufzeigen. Oberhalb dieser Tiefen kommt *Halopteris filicina* nur subdominant vor. Nur im Bereich von 0,5 bis 1,5 m auf der Sonnenseite, wo die Wand einen leichten Überhang bildet und am Vormittag eine Strahlungsintensität von 10460 bis 13640 Lux zu messen ist, ist die Alge fast ebenso dominant wie ab 4 m Tiefe an derselben Wand.

Padina pavonia (*P. pavonica* – beide Schreibweisen sind in der Literatur zu lesen) ist eine Art der Starklichtzone und ist auch nur auf der Sonnenseite zu finden. Sie ist die dominierende Alge am stark exponierten Plateau des Felsvorsprungs zwischen 1,3 und 2 m Tiefe und mit geringer Abundanz auch am leicht überhängenden Wandabschnitt darüber zu finden.

Auch *Dictyota linearis* ist nur auf der südost-exponierten Seite zu finden, wo sie aber in keiner Tiefenstufe eine deutliche Dominanz zeigt. Am dichtesten kommt sie im Bereich von 1,5 und 3,3 m als Aufwuchsalge vor. Den Gradienten weiter folgend findet man in größerer Bestandesdichte noch zwei Grünalgen:

Udotea petiolata und *Halimeda tuna*. Beide bevorzugen der Literatur zufolge (Riedl, 1983) durchaus stärker exponierte aber mäßig beschattete Standorte wie Höhlen- und Grotteingänge, Felsspalten, Nischen oder generell Nordwände. Dies kann mit den von uns erstellten Karten gut zur Deckung gebracht werden da *Halimeda tuna* nur auf der Nordseite gleich unter der Oberfläche unter einem schräg verlaufenden Vorsprung in größerer Dichte vorkommt. Als Unterwuchs ist sie auf selbiger Wand erst ab ca. 3 m Tiefe wieder zu finden und auf der Sonnenseite in einem schmalen und unterbrochenen Band in 3,5 bis 4 m Tiefe. An genau dieser Stelle neigt sich die Wand wieder etwas dem Licht zu. Sogar noch etwas sensibler auf Licht scheint *Udotea petiolata* zu reagieren. In dichtem Bestand wächst sie auf der Sonnenseite nur an einem kleinen Flecken in 2,5 bis 3 m Tiefe unter einem Überhang. Darunter, in einer Tiefe von 3,5 bis 4 m, wo auch die sciaphile Rotalge *Peysonnelia squamaria* in geringer Abundanz vorkommt, wird sie wieder von anderen Arten zurückgedrängt. Auf der Schattenseite wächst *Udotea petiolata* in großer Dichte auf der vom Licht fliehenden Seite eines schräg durch einen Vorsprung geteilten Abschnittes der Wand

zwischen 1,7 und 3 m. Darunter wird sie zwar von *Halopteris filicina* ebenfalls stark zurückgedrängt ist aber immer noch vertreten und im Ganzen gesehen somit häufiger als auf der Sonnenseite.

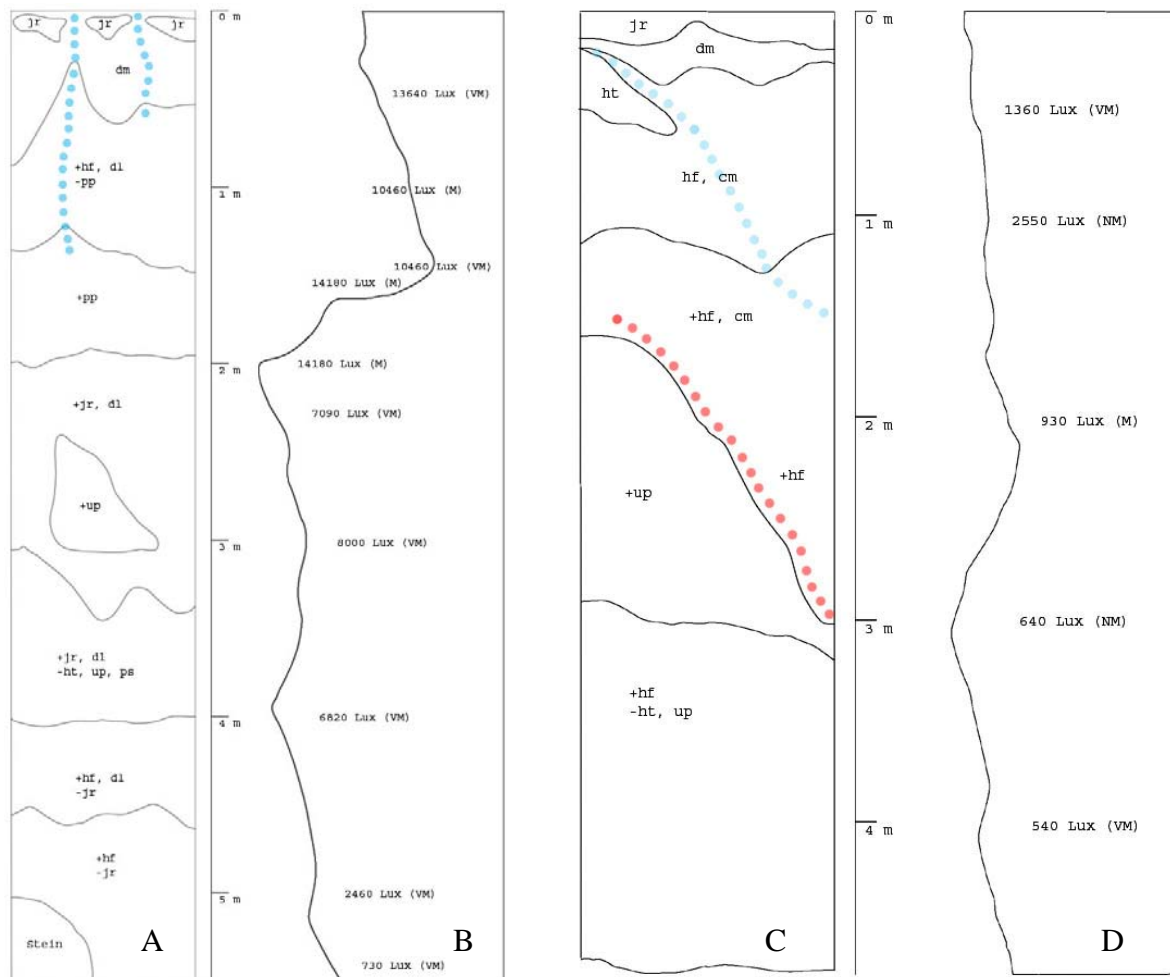


Abb.12: **A)** Sonnenseite, Frontalansicht; **B)** Sonnenseite, Seitenansicht; **C)** Schattenseite, Frontalansicht; **D)** Schattenseite, Seitenansicht; Auf beiden Seiten sind die angegebenen Lux-Werte Maximalwerte für die betreffende Stelle; **VM)** Vormittag; **M)** Mittag; **NM)** Nachmittag; **cm)** *Corallina mediterranea*; **dl)** *Dictyota linearis*; **dm)** *Dictyopterus membranacea*; **hf)** *Halopteris filicina*; **ht)** *Halimeda tuna*; **jr)** *Jania rubens*; **pp)** *Padina pavonica*; **ps)** *Peysonnelia squamaria* **up)** *Udotea petiolata*; +) eine Alge dominiert im Bereich über andere; -) eine Alge ist im Bereich eher selten; **blaue Punkte)** die Wand tritt hier zurück (Rinne, Vertiefung); **rote Punkte)** die Wand bildet hier eine Erhebung (Vorsprung);

3.3. Deutung der Messergebnisse

Aufgrund der kleinen Gruppengröße von drei Personen konnten die Messungen nicht so ausführlich durchgeführt werden, wie es eigentlich notwendig gewesen wäre. Vor allem die Aussagekraft der Lichtmessung könnte durch weitere Messserien vormittags, mittags und nachmittags noch verbessert werden.

Wie bereits erwähnt waren die Werte, die den Tagesgang des Lichtes dokumentieren, Mittelwerte aus der höchsten und der niedrigsten Anzeige des verwendeten digitalen Multimeters. Auch die Verwendung eines analogen Multimeters könnte bei weiteren Messungen von Vorteil sein, da eine analoge Anzeige (Zeiger) nicht so stark und sprunghaft hin und her wechselt wie eine digitale.

3.4. Grund- und Aufwuchsalgen

Zur Ergänzung der Daten der Algenzonierung wurden noch die häufigsten Kombinationen von Grund- und Aufwuchsalgen aufgenommen.

Grundalge	Aufwuchsalge(n)
<i>Amphiroa rigida</i>	<i>Jania rubens</i>
<i>Corallina mediterranea</i>	<i>Dictyota dichotoma</i> <i>Jania rubens</i>
<i>Halopteris filicina</i>	<i>Dictyota dichotoma</i> <i>Dictyota linearis</i>
<i>Dictyopteris membranacea</i>	<i>Jania rubens</i>
<i>Phyllophora nervosa</i>	<i>Jania rubens</i>

Tab.1: Aufstellung der häufigsten Grund- und Aufwuchsalgen

Während dies Daten sind, die nur bei (räumlich) näherer Untersuchung eines Algenbestandes gewonnen werden können, sind die Informationen, die aus der näheren Untersuchung der spezifischen Einnischung der Algen in der Wand gewonnen werden konnten, schon aus größerer Distanz anwendbar. Rein durch Identifikation einer Algenart können die spezifischen Umweltbedingungen, die demnach an jener Stelle herrschen müssen, eingeschätzt werden und es kann beim Schnorcheln und Tauchen schon von Anfang an eine bessere Einschätzung der Umgebung vorgenommen werden.

4. Artenliste

Die fett gedruckten Arten sind jene, die bei der Vermessung und Untersuchung der beiden Felswände als Leitarten eingestuft wurden. Ihnen wurden zum besseren Verständnis der Einnischung in der Wand Daten zu den jeweils favorisierten Umweltbedingungen hinzugefügt. Systematik nach Riedl 1983; Eine vollständige Artenliste mit Angaben zur Vorkommenstiefe und zur Lichtexposition findet sich unter den Tagesprotokollen.

Chlorophyceae

Caulerpales

Codiaceae

Halimeda tuna:

Nahe der Oberfläche an etwas stärker exponierten und mäßig beschatteten (Höhlen- und Grotteingänge, Felsspalten, Nordwände) Stellen, als Unterwuchs auf Steinen oder epiphytisch auf größeren Algen; seltener auch in Tiefen bis 40 m (mit einer breiten, sogenannten platydisca-Form). Oft mit Elementen der Mikrofauna und mit Sedentariern bewachsen und von *Bosellia* besiedelt. Mehrjährig, Sporangien (selten) von VIII bis X (Riedl, 1983).

Udotea petiolata:

Nahe der Wasseroberfläche an mäßig exponierten und stark beschatteten Standorten (Grotten, Nischen), auf Steinen zwischen anderen Algen und auf Cystosirenstämmen; häufiger

tiefer, bis 60 m, auf Sand- und Kalkalgenböden, das ganze Jahr; oft von Mikroflora und Sedentariern besiedelt (Riedl, 1983).

Phaeophyceae

Isogeneratae

Dictyotales

Dictyopteris membranacea:

In ruhigen und etwas beschatteten Stationen nahe dem Wasserniveau häufig und oft massenhaft; tiefer (bis 40 m) viel seltener. Mehrjährig, Tetrasporangien VI bis VIII (Riedl, 1983).

Dictyota dichotoma

Dictyota linearis:

1 m Litoral häufig epiphytisch auf anderen Algen, besonders XII bis V, später abnehmend (Riedl, 1983).

Padina pavoni(c)a:

Eurytherme Art. Auf Steinen, an besonnten und etwas geschützten Standorten nahe der Oberfläche bis einige Meter Tiefe sehr häufig. Tiefer (bis 20 m) verhältnismäßig selten. Mehrjährig (Riedl, 1983).

Sphacelariales

Stypocaulaceae

Halopteris filicina:

Auf Felsen und Algen in etwas ruhigeren und besonnten Lokalisationen nahe der Oberfläche bis etwa 5 m sehr häufig, oft massenhaft, ganzjährig, XII bis II mit unilokulären Sporangien (Riedl, 1983).

Rhodophyceae

Floridae

Cryptonemiales

Squamariaceae

Peysonnelia squamaria:

Auf Steinen und Algen nahe der Meeresoberfläche an stark beschatteten Orten (Grotten, Nischen) und in der Tiefe bis zu 60 m, perennierend, Fruktifikationsorgane IX bis II (Riedl, 1983).

Corallinaceae

Amphiroa rigida

Corallina mediterranea:

Auf stark aber nicht direkt exponierten Felsen mit unruhigem Wasser nahe dem Wasserniveau sehr verbreitet und oft einen kompakten Gürtel bildend, das ganze Jahr (Riedl, 1983).

Jania rubens:

Meist epiphytisch, an ruhigen Standorten, nahe der Oberfläche seltener bis 10 oder 15 m, das ganze Jahr (Riedl, 1983).

Gigartinales

Phylloporaceae

Phyllophora nervosa

5. Literatur:

- Bergbauer, Matthias & Humberg, Bernd (1999): „Was lebt im Mittelmeer“, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 319 Seiten;
- Boudouresque, Ch.-F., Cabioc’h, J., Floc’h J.-Y., Le Toquin, A., Meinesz, A., Verlaque, M. (1992): „Algues des mers d’Europe“; Delachaux et Niestlé, 231 Seiten;
- Campbell, Neil A. (1997): „Biologie“, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford, 1440 Seiten;
- Hofrichter, Robert (2002): „Das Mittelmeer – Fauna, Flora, Ökologie“, Band I (Allgemeiner Teil), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 607 Seiten;
- Hofrichter, Robert (2004): „Das Mittelmeer – Fauna, Flora, Ökologie“, Band II/1 (Bestimmungsführer), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 859 Seiten;
- Kremer, Bruno P. (1975): „Meeresalgen“, Ziemsen Verlag, Wittenberg, Lutherstadt, 152 Seiten;
- Ott, Jörg (1996): „Meereskunde“, 2. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 424 Seiten;
- Protokoll: „Marinbiologischer Kurs Calvi – Korsika (2000), Leitung: Rieger & Sturmbauer; 82 Seiten;
- Riedl, Rupert (1983): „Fauna und Flora des Mittelmeeres – ein systematischer Meeresführer für Biologen und Naturfreunde“, Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 836 Seiten;
- Westheide, Wilfried & Rieger, Reinhard (1996): „Spezielle Zoologie“, Teil1: Einzeller und Wirbellose Tiere, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 909 Seiten;

Mollusken

Fritz A., Pontasch S., Schnegg R., Schöpf V., zur Nedden S., Gschwentner R.¹;

1. Einleitung

Die „Molluska“ beschreiben mit 100.000 geschätzten Arten eine besonders artenreiche Tiergruppe und zeigen hinsichtlich äußerer Erscheinungsweise eine Fülle von Variationen. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass Linne in seiner *Systema naturae* die Gemeinsamkeiten dieser Tiergruppe noch nicht erkannt hatte. So geht die Erstbeschreibung der Molluska auf Georges Cuvier zurück, der 1795 die Weichtiere (Molluska) den Großgruppen der Hohltiere (Radiata), Gliedertiere (Articulata) und Wirbeltiere (Vertebrata) gegenüberstellte. Die Bezeichnung „Molluska“ (lat. „mollis“ = weich, beweglich) bezieht sich auf den weichen Tierkörper, der allen Mollusken gemeinsam ist.

Fossile Funde von Weichtieren sind bereits aus dem Präkambrium bekannt. Somit konnten Mollusken über eine Zeitspanne von über 500.000 Jahren morphologische und physiologische Adaptationen erfahren, welche zur rezenten Diversität führten und einigen Vertretern der primär marinen Mollusken die Besiedelung von limnischen (Gastropoda und Bivalvia) sowie terrestrischen (Gastropoda) Lebensräumen ermöglichten.

Gemeinsame morphologische Charakteristika der Molluska sind die Gliederung des Körpers in ein Cephalopodium (Kopf und Fuß) und ein Visceropallium (Eingeweidesack und Mantel), der mit zunehmender Evolutionsstufe hohe Grad der Cephalisation, sowie die Radula, die mit Ausnahme der sekundär filtrierenden Bivalvia allen Mollusken der Nahrungsaufnahme dient. Heute wird der Tierstamm der Molluska innerhalb der bilateral gebauten Organismen zu den Spiralia gezählt, da die Entwicklung über eine Spiralfurchung läuft. Die zweitgrößte Tiergruppe (nach den Arthropoda) gliedert sich wiederum in zwei Großgruppen: die Aculifera (Stachelweichtiere) und die Conchifera (Schalenweichtiere). Ersteren fehlt eine einheitliche Schale entweder vollkommen (Aplacophora, Wurmmollusken) oder es sind dorsal acht ziegelartig übereinander gelagerte Schalenplatten vorhanden (Polyplacophora, Käferschnecken). Zu den Aplacophora zählen Solenogastres (Furchenfüßer) und Caudofoveata (Schildfüßer). Die Conchifera gliedern sich nach neuen systematischen Untersuchungen (Westheide & Rieger, 2006) in die Gruppen „Diasoma“, „Viscerochoncha“ und Tryblidia. Tryblidia beschreibt eine Tiefseeform, die im mediterranen Raum noch nicht gesichtet wurde. Die Diasoma umfassen die Bivalvia (Muscheln) und Scaphopoda (Kahnfüßer). Zu den Visceroconcha zählen Gastropoda (Schnecken) und Cephalopoda (Kopffüßer).

Von den 1376 für das Mittelmeer beschriebenen Molluskenarten zählen die meisten zu den Gastropoda und Bivalvia. Bis auf Tryblidia sind jedoch alle Klassen vertreten, wobei 20,2% der Arten als endemisch anzusehen sind. (Hofrichter, 2002)

Im Rahmen der Projektwoche soll eine Molluska – Kartierung im Golf von Revellata, einer Bucht südwestlich von Calvi auf Korsika, stattfinden.

¹ Projektleitung

2. Material und Methoden

Die Tiere bzw. ihre Schalen und Gehäuse wurden im Zeitraum vom 26.8. – 8.9.2006 am Golf von Revellata in Korsika (Calvi, Frankreich) gesammelt. Das Gebiet umfasste die umliegenden Buchten der meeresbiologischen Station STARESO am Cap de la Revellata (42°34'48'' N, 8°43'2'' E). Gesammelt wurde hauptsächlich tagsüber in drei verschiedenen Lebensräumen: Blockfeld, Posidonia-Wiese und Sandstrand. Einige wenige Tiere wurden beim Dredgen gefunden, als das Coralligène in 40-50 m Tiefe in der Nähe der Station beprobt wurde.

Das Sammeln erfolgte beim Schnorcheln mit Hilfe einer ABC-Ausrüstung und Plastiksäcken. In der Gezeitenzone wurde auch vom Strand aus gesammelt. Die Methoden wurden den Lebensräumen entsprechend modifiziert.

Im Blockfeld wurden Steine umgedreht, da viele Tiere sich unter ihnen verstecken. Falls nötig wurden Messer verwendet, um Tiere vom Substrat zu lösen. In Posidonia-Wiesen wurden zusätzlich einzelne Triebe gesammelt, indem ein Plastiksack darüber gestülpt und der Trieb möglichst tief an der Basis mit einem Messer abgeschnitten wurde. An Land wurden die Triebe anschließend vor allem auf kleine Mollusken untersucht. Da an Sandstränden die meisten lebenden Mollusken in den obersten Sandschichten vergraben sind, wurden zwischen 1 und 3 m Tiefe Proben entnommen und gesiebt (Maschenweite 500 und 1000 µm).

Als Bestimmungsliteratur dienten Poppe & Goto (1991, 1993) sowie, falls danach nicht bestimmbar, Riedl (1983). Die erstellte Artenliste wurde mit jener der Marinbiologischen Exkursion von 2004 verglichen. Eine Nachbestimmung erfolgte bei allen damals nicht gefundenen Arten.

Lebende Tiere wurden ebenso wie Gehäuse mit lebenden Einsiedlerkrebsen nach der Bestimmung wieder ins Meer zurückgegeben. In seltenen Fällen (z.B. Unbestimmbarkeit) wurden sie bei -18°C eingefroren und später der tote Körper entfernt. Die Aufbewahrung erfolgte in Plastikröhrchen und, falls nötig, in Ethanol 70% oder 4%-Formalin-Seewasser. Zur Dokumentation wurden die Tiere bzw. ihre Gehäuse und Schalen unter Angabe eines Maßstabes fotografiert. Die fixierten Tiere befinden sich gegenwärtig in der Evertebratensammlung des Instituts für Zoologie der Universität Innsbruck (Korrespondenz Dr. Robert Gschwentner).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Zahl der während der Exkursion in Calvi 2006 gefundenen Molluskenarten beträgt 144. Die Verteilung auf die entsprechenden Klassen ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Klasse	Artenzahl
Bivalvia	47
Gastropoda	87
Polyplacophora	5
Cephalopoda	4
Scaphopoda	1

Tabelle 1: Artenzahlen der Molluskenklassen

Wie zu erkennen ist stellen die Bivalvia und Gastropoda den größten Anteil der gefundenen Arten dar. Dies ist in erster Linie auf das generell größere Artenspektrum dieser beiden

Klassen zurückzuführen. Des Weiteren kann man Muschelschalen und Schneckengehäuse leicht finden, da diese sich am Boden ablagern, an den Strand gespült werden oder von Einsiedlerkrebse nahe an die Küste herangetragen werden. Im Gegensatz dazu muss man Polyplacophoren meist unter Steinen suchen, was mehr Zeit beansprucht und auch Cephalopoden leben tagsüber zumeist zwischen Steinen versteckt und kommen erst Nachts aus ihren Verstecken heraus.

Karte 1 gibt einen Überblick über die Stellen auf der Halbinsel Revellata an denen wir während der zweiwöchigen Exkursion gesammelt haben.



Karte 1: Sammelstellen (rot markiert) auf der Halbinsel Revellata

Die Namen der gefundenen Arten und deren Familienzugehörigkeit sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen. Arten die nicht eindeutig bestimmt werden konnten, etwa weil es eine andere Art mit ganz ähnlichem Habitus gibt, sind mit einem Fragezeichen gekennzeichnet.

3.1. Artenauflistung

3.1.1. Bivalvia

Familie	Art
Anomioidea	<i>Anomia ephippium</i> (Linnaeus, 1758)
Arcaidae	<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758 <i>Barbatia barbata</i> (Linnaeus, 1758) <i>Striarca lactea</i> (Linnaeus, 1758)
Cardiidae	<i>Acanthocardia aculeata</i> (Linnaeus, 1758)

	<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)
	? <i>Laevicardium oblongum</i> (Gmelin, 1791)
	<i>Parvicardium pinnulatum</i> (Conrad, 1831)
	<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi, 1836)
	<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)
Carditidae	<i>Cardita calyculata</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Cardites antiquata</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Glans trapezia</i> (Linnaeus, 1767)
Chamidae	<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758
	<i>Pseudochama gryphina</i> (Lamarck, 1819)
Corbulidae	<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)
Donacidae	<i>Donax semistriatus</i> Poli, 1795
	<i>Donax trunculus</i> Linnaeus, 1758
Erycinidae	<i>Scacchia eliptica</i> (Scacchi, 1833)
Hiatellidae	<i>Hiatella striata</i> (Fleury-Bellevue)
Limidae	<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)
	<i>Limaria inflata</i> Link, 1807
	<i>Lima lima</i> (Linnaeus, 1758)
Lucinidae	<i>Ctena decussata</i> (O.G. Costa, 1829)
	<i>Loripes lucinalis</i> (Lamarck, 1818)
Mactridae	<i>Mactra stultorum</i> (Born, 1778)
Mytilidae	? <i>Gregariella petagnae</i> (Scacchi, 1832)
	<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758
	<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)
Ostreoidea	<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793)
	<i>Crassostrea virginica</i> (Gmelin, 1791)
	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758
Pectenidae	<i>Chlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Manupecten pesfelis</i> (Linnaeus, 1758)
Pinnidae	<i>Pinna rudis</i> Linnaeus, 1758
Semelidae	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)
Tellinidae	<i>Tellina compressa</i> Brocchi, 1814
	<i>Tellina donacina</i> Linnaeus, 1758
	<i>Tellina planata</i> Linnaeus, 1758
Veneridae	<i>Callista chione</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Dosinia lupinus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Irus irus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Paphia aurea</i> (Gmelin, 1791)

Tapes decussatus (Linnaeus, 1758)
Venus verrucosa Linnaeus, 1758

3.1.2. Gastropoda

Familie	Art
Atyidae	<i>Haminoea ortei</i> Talavera, Murillo and Templado, 1987
Buccinidae	<i>Cantharus scaber</i> Monterosato, 1875 <i>Cantharus dorbigny</i> (Payraudeau, 1826) <i>Pisania striata</i> (Gmelin, 1791)
Calyptraeidae	<i>Calyptraea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)
Cassidae	<i>Phalium undulatum</i> (Gmelin, 1791)
Cerithiidae	<i>Cerithium rupestre</i> Risso, 1826 <i>Cerithium vulgatum</i> (Bruguere, 1792) ? <i>Bittium latreilli</i> (Payraudeau, 1826) ? <i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778) <i>Bittium scabrum</i> (Olivier, 1792)
Chromodorididae	<i>Hypselodoris elegans</i> (Cantraine, 1835) <i>Hypselodoris gracilis</i> (n.n)
Columbellidae	<i>Columbella rustica</i> (Linnaeus, 1758) <i>Mitrella maldonadoi</i> Luque, 1984 ? <i>Mitrella minor</i> (Scocchi, 1836) <i>Mitrella scripta</i> (Linnaeus, 1758)
Conidae	<i>Conus mediterraneus</i> Hwass in Bruguière, 1792 <i>Conus ventricosus</i> Gmelin, 1791
Costellariidae	<i>Vexillum ebenus</i> (Lamarck, 1811) ? <i>Vexillum littoralis</i> (Forbes, 1843) <i>Vexillum savignyi</i> (Payraudeau, 1826) <i>Vexillum tricolor</i> (Gmelin, 1790)
Cuthonidae	<i>Cuthona caerulea</i> (Montagu, 1804)
Cypraeaidae	<i>Luria lurida</i> (Linnaeus, 1758)
Dorididae	od.
Discodorididae	unbestimmte Art <i>Platydoris argo</i> (Linnaeus, 1767)
Elysiidae	<i>Thuridilla hopei</i> (Verany, 1853)
Epitoniidae	<i>Epitonium clathrus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Epitonium turtonis</i> (Turton, 1819)
Facelinidae	<i>Cratena peregrina</i> Gmelin, 1791
Fascioliariidae	<i>Fasciolaria lignaria</i> (Linnaeus, 1758)

Fissurellidae	<i>Diodora cayenensis</i> (Lamarck, 1822) <i>Diodora gibberula</i> (Lamarck, 1822) <i>Diodora italica</i> (Defrance, 1820) <i>Emarginula elongata</i> O. G. Costa, 1829 <i>Emarginula huzardii</i> Payraudeau, 1826 <i>Puncturella noachina</i> (Linnaeus, 1771)
Flabellinidae	<i>Flabellina affinis</i> (Gmelin, 1791)
Haliotidae	<i>Haliotis tuberculata lamellosa</i> Lamarck, 1822
Littorinidae	<i>Littorina neritoides</i> (Linnaeus, 1758)
Marginellidae	<i>Gibberula oryza</i> (Lamarck, 1822)
Muricidae	<i>Hadriana craticuloides</i> (Vokes, 1924) <i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Muricopsis cristatus</i> (Brocchi, 1814) <i>Ocinebrina edwardsi</i> (Payraudeau, 1826)
Nassariidae	<i>Cyclope donovania</i> Risso, 1826 <i>Nassarius corniculus</i> (Olivi, 1792) <i>Nassarius cuvieri</i> (Payraudeau, 1826) <i>Nassarius incrassatus</i> (Ström, 1768) ? <i>Nassarius lousi</i> (Pallary, 1912)
Naticidae	<i>Naticarius dillwyni</i> (Payraudeau, 1826) <i>Neverita josephina</i> Risso, 1826
Patellidae	<i>Patella caerulea</i> Linnaeus, 1758 <i>Patella candei</i> d'Orbigny, 1840 <i>Patella ferruginea</i> Gmelin, 1791 <i>Patella intermedia</i> Murray, 1857 <i>Patella ulyssiponensis</i> (Gmelin, 1791)
Phasianellidae	<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Tricolia tenuis</i> (Michaud, 1828)
Rissoidae	<i>Alvania cimex</i> (Philippi, 1836) <i>Alvania lineata</i> Risso, 1826 <i>Alvania montagui</i> (Payraudeau, 1826) ? <i>Alvania pagodula</i> (Bucquoy, Dautzenberg and Dollfus, 1884) <i>Rissoa auriscalpium</i> (Linnaeus, 1758) <i>Rissoa variabilis</i> (von Mühlfeldt, 1824)
Rissoinidae	<i>Rissoina bruguierei</i> (Payraudeau, 1826)
Runcinidae	<i>Runcina coronata</i> (Quatrefages, 1844)
Thaididae	<i>Thais haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)
Triphoridae	<i>Triphora perversa</i> (Linnaeus, ??)
Triviidae	<i>Trivia pulex</i> (Solander in Gray, 1827)

Trochidae	<i>Gibbula adansoni</i> , (Payraudeau, 1826) <i>Gibbula ardens</i> (von Salis, 1793) <i>Gibbula rarilineata</i> (Michaud, 1829) <i>Gibbula richardi</i> (Payraudeau, 1826) <i>Gibbula turbinoides</i> (Deshayes, 1832) <i>Gibbula umbilicalis</i> (da Costa, 1778) <i>Gibbula umbilicaris</i> (Linnaeus, 1767) <i>Gibbula varia</i> (Linnaeus, 1767) <i>?Jujubinus dispar</i> Curini Galetti, 1982 <i>?Jujubinus exasperatus</i> (Pennant, 1777) <i>?Jujubinus gravinae</i> (Monterosato in Issel, 1878) <i>?Jujubinus striatus</i> (Linnaeus, 1767) <i>Monodonta turbinata</i> (Born, 1780)
Turridae	<i>?Raphitoma linearis</i> (Montagu, 1803)
Turritellidae	<i>Turritella communis</i> Risso, 1826
Vemertidae	<i>Vermetus sp.</i>

3.1.3. Polyplacophora

Familie	Art
Acanthochitonidae	<i>Acanthochitona communis</i> (Risso)
Chitonidae	<i>Chiton olivaceus</i> Spengler, 1797
Ischnochitonidae	<i>Ischnochiton rissoi</i> (Payraudeau, 1826) <i>Lepidochitona cinerea</i> (Linnaeus, 1767) <i>Middendorffia caprearum</i> (Scacchi)

3.1.4. Cephalopoda

Familie	Art
Octopodidae	<i>Octopus macropus</i> (Risso) <i>Octopus vulgare</i> (Cuvier, 1797)
Sepiidae	<i>Loligo sp.</i> <i>Sepia officinalis</i> (Linnaeus, 1758)

3.1.5. Scaphopoda

Familie	Art
Dentaliidae	<i>?Fustiaria rubescens</i> (Deshayes, 1825)

3.2. Vergleich zu Calvi 2004

Im Vergleich zur Calviexkursion im Jahre 2004 wurden 2006 insgesamt 45 Arten mehr gesammelt werden (109 Arten im Jahre 2004 zu 144 Arten im Jahre 2006; zur genauen Aufschlüsselung siehe Abb. 1). Bemerkenswert ist vor allem die Tatsache dass bei der diesjährigen Exkursion mehr als doppelt soviel Bivalviaarten gefunden werden konnten als bei der vorhergehenden Exkursion. Ausschlaggebend hierfür könnte sein, dass bei der heurigen Exkursion ein systematisches Absuchen der Posidoniarasen unterlassen wurde da diese bei der Exkursion 2004 in Bezug auf die gefundene Artenzahl nicht sehr erfolgreich verlaufen ist. Stattdessen wurde die Zeit genützt um an einer weiteren Bucht zu suchen.

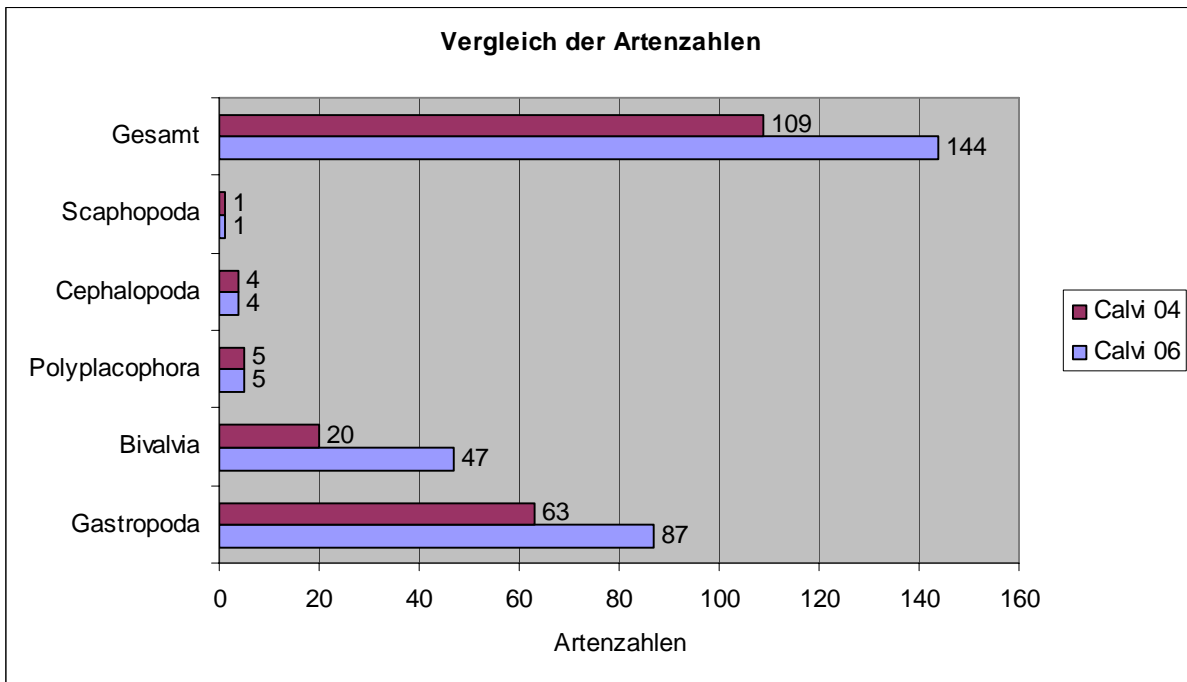


Abb. 1: Die Zahl der während der Exkursion 2006 gesammelten Arten im Vergleich zur Exkursion 2004

Interessant ist auch der Befund, dass dieses Jahr 83 Arten gefunden werden konnten die bei den vergangenen Exkursionen nicht entdeckt wurden. 49 Arten sind nur im Jahr 2004 bestimmt worden, nicht aber im Jahr 2006. 61 Arten konnten wieder gefunden werden (Abb. 2). Eine derartige Aufschlüsselung für die Klassen Bivalvia, Gastropoda und Polyplacophora bieten die Abbildungen 3 – 5. Die vier in der Artenliste erwähnten Cephalopoden wurden von unterschiedlichen Personen, meist nur einmal, während dem Schnorcheln gesichtet, lediglich zwei Exemplare des *Octopus vulgare* (Cuvier, 1797) konnten zum Fotografieren gefangen und mit an Land genommen werden. Alle vier Arten wurden bereits bei der Exkursion 2004 beschrieben. Ein Gehäuse der Scaphopodenart *Fustiaria rubescens* (Deshayes, 1825) wurde heuer beim Sieben erstmals entdeckt. Bei der Art die im Jahr 2004 gefunden wurde handelte es sich um *Dentalium vulgare*.

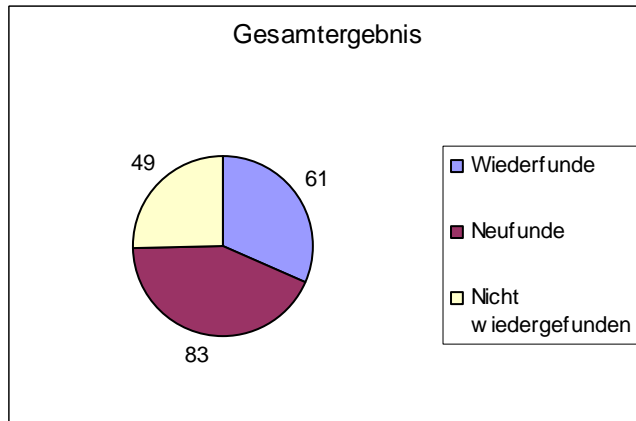


Abb.2: Die Gesamtzahl der neu, nicht und wieder gefundenen Arten der Exkursion 2006

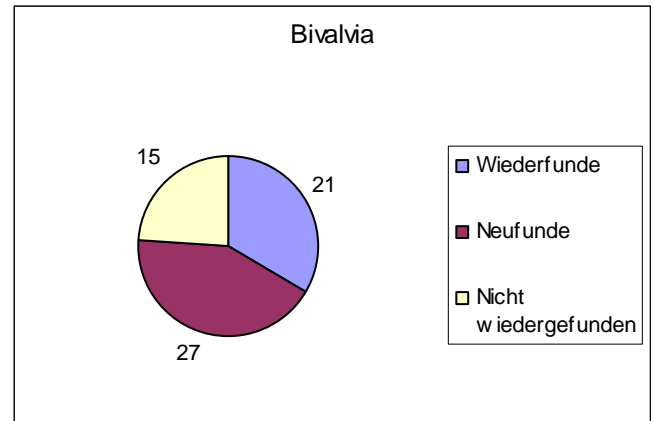


Abb.3: Anzahl der neu, nicht und wieder gefundenen Bivalviaarten der Exkursion 2006

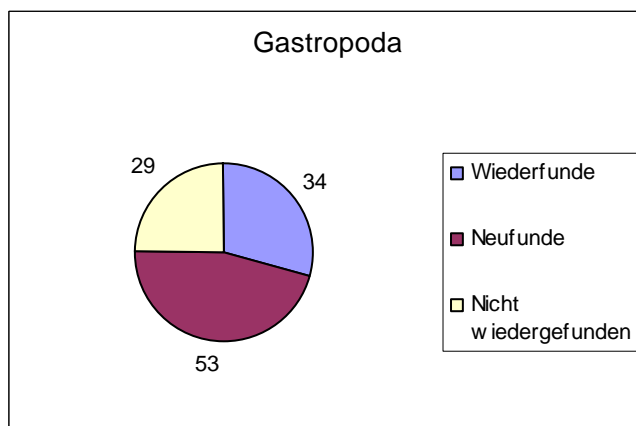


Abb.4: Anzahl der neu, nicht und wieder gefundenen Gastropodaarten der Exkursion 2006

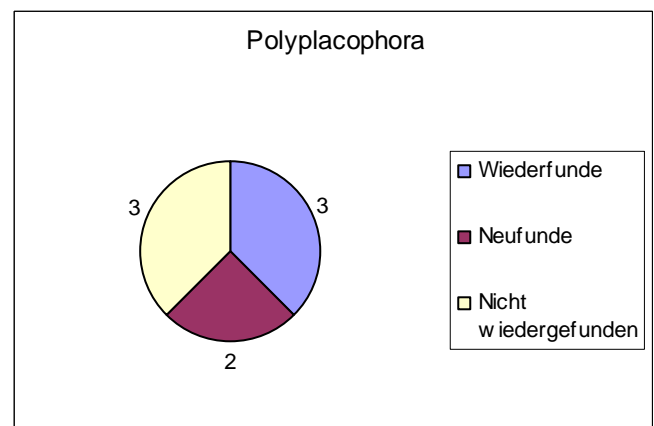


Abb.5: Anzahl der neu, nicht und wieder gefundenen Polyplacophorenarten der Exkursion 2006

3.3. Wichtige Molluskenarten in verschiedenen marinen Lebensräumen

3.3.1. Lebensraum Eulitoral/Blockfeld

Das Eulitoral ist das Gebiet der Gezeiten, das einem periodischen Wechsel von Trockenfallen und Überflutung ausgesetzt ist. Diese Zone stellt extreme Anforderungen an die dort lebenden Organismen dar. Schneckengehäuse sind als Anpassung an die Wellen dickwandig und schwer gebaut oder aber flach in Kombination mit einem starken Saugfuß. Die Napfschnecke *Patella* heftet sich tagsüber mit ihrem starken Saugfuß an, weidet nachts und kehrt regelmäßig zu ihrem Sitzplatz zurück. Ihre flache Schale ist an das Relief dieses Platzes angepasst, wodurch sie sich besser vor dem Trockenfallen schützen kann. Ebenso speichert sie zwischen Mantelrand und Fuß Restwasser. Die Strandschnecke *Littorina* kann ihre Schale mit einem Operculum verschließen und überlebt drei Wochen Trockenheit.

Muscheln lösen das Problem der Anheftung auf unterschiedliche Weise. Die Miesmuschel *Mytilus* heftet sich mit Byssusfäden an das Substrat, die Auster *Ostrea* zementiert sich mit Kalkausscheidungen an das Substrat und die Meerdattel *Lithophaga* bohrt sich mit Hilfe von säurehaltigem Sekret in Kalkgestein.



Abb.6: *Patella ferruginea* (Patellidae)



Abb.7: *Littorina neritoides* (Littorinidae)



Abb.8: Byssusfäden von *Mytilus edulis* (Mytilidae)

Charakteristisch für den Lebensraum Blockfeld sind Geröllblöcke unterschiedlichster Größe. Ein wichtiger Faktor der diesen Lebensraum beeinflusst ist die relative Wendehäufigkeit der Geröllblöcke. Typische Molluskenarten in diesem Biotop sind zum Beispiel *Arca noae*, *Thais haemastoma*, *Haliotis lamellosa* und *Columbella rustica*.

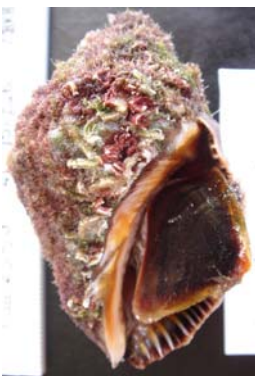


Abb.9: *Thais haemastoma* (Thaididae)



Abb.10: *Arca noae* (Arcidae)

3.3.2. Lebensraum Sand

Schlüsselfaktoren sind hier Sedimentgröße, -bewegung, Wasserbewegung sowie fehlende Verstecke und Tarnmöglichkeiten. In Folge dessen leben viele Organismen im Sand eingegraben, sind nachtaktiv oder haben eine sandähnliche Färbung. Herz- und Venusmuscheln (Cardiidae, Veneridae), die dicht unter der Oberfläche leben, haben ihre Atemöffnungen zu Siphonen verlängert, die wie Schnorchel an die Oberfläche reichen.



Abb.11: *Venus decussatus* (Veneridae)



Abb.12: *Venus verrucosa* (Veneridae)



Abb.13: *Acanthocardia tuberculata* (Cardiidae)

3.3.3. Lebensraum Posidonia-Wiese

Charakteristische Organismen für diesen Lebensraum sind die Steckmuscheln *Pinna nobilis* und *Pinna rudis*.



Abb.14: *Pinna rudis* (Pinnidae)

4. Literatur

- Bergbauer & Humberg (1999): Was lebt im Mittelmeer? Verlag Kosmos
- Dance, P. S. (2005): Muscheln und Schnecken, Verlag Dorling Kindersley

- Exkursionsberichte der Marinbiologischen Exkursion Calvi 2004 der Universität Innsbruck.
- Kilius, R. (1997): Marine Muscheln und Schnecken (Lexikon), Verlag Ulmer
- Lindner, G. (1999): Muscheln und Schnecken der Weltmeere, Verlag BLV
- Lindner, G. (2000): Muscheln und Schnecken an europäischen Urlaubsstränden, Verlag BLV
- Poppe, G., Goto, Y. (1991): European Seashells, Volume 1, Christa Hemmen Verlag Wiesbaden.
- Poppe, G., Goto, Y. (1993): European Seashells, Volume 2, Christa Hemmen Verlag Wiesbaden.
- Riedl, R. (Hrsg.) (1983): Fauna und Flora des Mittelmeeres, Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 3. Auflage.
- Willmann, R. (1989): Muscheln und Schnecken der Nord- und Ostsee, Verlag Neumann & Neudamm .

„Polychaeta“

Aigner M., Klarica J., Perlinger H., Weinländer M., Rieger R. M.¹;

1. Einleitung
2. Material und Methoden
3. Bearbeitete Familien und Regeneration
 - 3.1 Sabellidae
 - 3.2 Syllidae
 - 3.2.1 Ufam. Exogoninae, Gattung Brania
 - 3.2.1 Ufam. Eusyllinae, Gattung Syllides?
 - 3.3 Nereididae

1. Einleitung

Viele Gruppen der Polychaeta zeichnen sich durch ein exzellentes Regenerationsvermögen aus. Das Ziel unserer Projektstudie war es, diese Eigenschaft an ausgewählten Taxa, die im Hafenbecken der Meeresbiologischen Station Stareso vorkommen, zu untersuchen. Neben diesen Experimenten beschäftigten wir uns mit der Taxonomie der Polychaeten und versuchten die Individuen auf Artniveau zu bestimmen. Im Rahmen dieser Exkursion wurden solche Regenerationsversuche zum ersten Mal durchgeführt.

2. Material und Methoden

Um geeignetes Tiermaterial für die Regenerationsexperimente zu gewinnen, wurden die typischen Hafenalgen *Halopteris filicina* mit den Aufwuchsalgen *Dictyota dichotoma* und *D. linealis*, sowie *Corallinea mediterranea* mit der Aufwuchsalge *Jania rubens* im Hafenbecken der Marinbiologischen Station STARESO aus verschiedenen Tiefen und Expositionen besammelt.

Zur Extraktion der vagilen Infauna wurden die Proben in eine Flasche mit Full Strength Magnesiumchlorid (MgCl₂) 1:1 Seewasser gegeben. Nach 10 min wurden die betäubten Tiere in zwei Waschungen durch ein 60 µm Planktonnetz abgesiebt und gleichmäßig auf mehrere Petrischalen verteilt und mit Seewasser aufgefüllt.

Eine weitere Extraktionsmethode stellt die „Klimaverschlechterung“ dar, wo das Algenmaterial in ein großes Gefäß mit Seewasser gegeben wird, das zum größten Teil mit einer lichtundurchlässigen Folie abgedeckt ist. Nach einer gewissen Zeit sammelt sich das Tiermaterial an der lichtdurchfluteten Stelle und kann mittels einer Plastikpipette entnommen werden.

Die Petrischalen wurden in einer, mit feuchtem Papier ausgelegten, Plastikwanne gekühlt, um eine längerfristige Beobachtung des lebenden Tiermaterials zu gewährleisten.

Unter dem Binokular wurde das Tiermaterial nach ausgewählten Polychaeten-Familien (Syllidae, Sabellidae und Nereididae) mittels einer fein gezogenen Glaspipette getrennt und charakteristische Arten, die zu den Regenerationsexperimenten herangezogen werden sollten,

¹ Projektleitung

isoliert. Diese Arten erhielten Arbeitsnamen, da die Bestimmung auf Artniveau nicht Ziel dieses Projekts war. Erst später erfolgte die Bestimmung auf Gattungs- bzw. Artniveau.

3. Bearbeitete Familien und Regeneration

- Zwei Arten aus der Familie der Syllidae: „Pigmentfleck hinten“ („Flecki“, Exogoninae) und „Tentakelwald“ („Sylvia“; Eusyllinae)
- Eine Art aus der Familie der Sabellidae: „Kronenkopf groß“ („Sabine“, Sabellinae) und
- Eine Art aus der Familie der Nereididae: „Feuerzange punktiert“ (Nereidinae)

Individuen dieser vier Arten werden auf Objektträger mit $MgCl_2$ betäubt und mittels einer scharfen Rasierklinge in 2 Teile geschnitten, um die anteriore und posteriore Regeneration zu verfolgen. Die Dokumentation der Regeneration erfolgte nach bestimmten Zeitintervallen mit einem Fotomikroskop und zusätzlich mit einer Digitalkamera unter dem Binokular.

Während der Beobachtungsphase wurden die geschnittenen Tiere getrennt in kleinen Petrischalen aufbewahrt, jeden Tag wurde das Seewasser gewechselt und die Vorderenden wurden mit geriebenen Spinat oder Tiermaterial, je nach Ernährungsweise der Arten, gefüttert. Zusätzlich wurden von jeder Art Fixpräparate angefertigt, die zuerst mit Formolglycerin und anschließend mit Glycerin-Wasser (1:3) durchgesaugt wurden und anschließend wurden die Deckgläser mit Nagellack versiegelt. Das restliche Tiermaterial und die Regenerate wurden nach Abschluss der Untersuchungen getrennt in Formol fixiert und zu Bestimmungs- und Dokumentationszwecken nach Innsbruck mitgenommen.

Familie Sabellidae

Die Familie der Sabellidae zeichnet sich durch einen lang gestreckten Körper aus, der wenige bis zahlreiche Segmente aufweisen kann (Abb.1). Das Prostomium ist meist undeutlich zu erkennen. Das Peristomium ist mit einer terminalen Mundöffnung, mit einer dorsalen und zwei ventralen Lippen, mit zwei membranösen oder fadenförmigen Palpen und einer Tentakelkrone ausgestattet. Es ist für gewöhnlich kragenartig nach vorne erweitert. Die Tentakelkrone, welche aus Kiemenkrone mit Siebapparat besteht, setzt sich aus zwei Stämmen zusammen, die mit zahlreichen halbkreisförmigen oder spiralig angeordneten Tentakeln (Radioli) versehen sind, die wiederum meist mit zwei Reihen bewimperter Filamente (Pinnulae) ausgestattet sind (Abb.3). Augen können auf dem 1. Borstensegment, dem Pygid, lateral am Körper oder auf der Tentakelkrone vorhanden sein. Ein Paar oder mehrere Paare Statozysten können ebenfalls am 1. Borstensegment zu finden sein. Am Körper verläuft längs eine bewimperte Fäkalfurche, welche am Abdomen ventral am Thorax nach dorsal wechselt. Man kann eine Vielfalt an Borsten vorfinden, die entweder einfach kapillar, mehr oder weniger breit gesäumt, lang oder spaltenförmig sind (Abb.2). Die vorzufindenden Haken sind mit einem langen Schaft oder kurz (aviculär) vorhanden. Im Thorax kommen diese Haken manchmal zusammen mit Begleitborsten vor. Das Pygid ist entweder mit oder ohne Papillen vorhanden und die Wohnröhre kann membranös oder hornig erscheinen, wobei Inkrustation von Fremdpartikeln möglich ist.

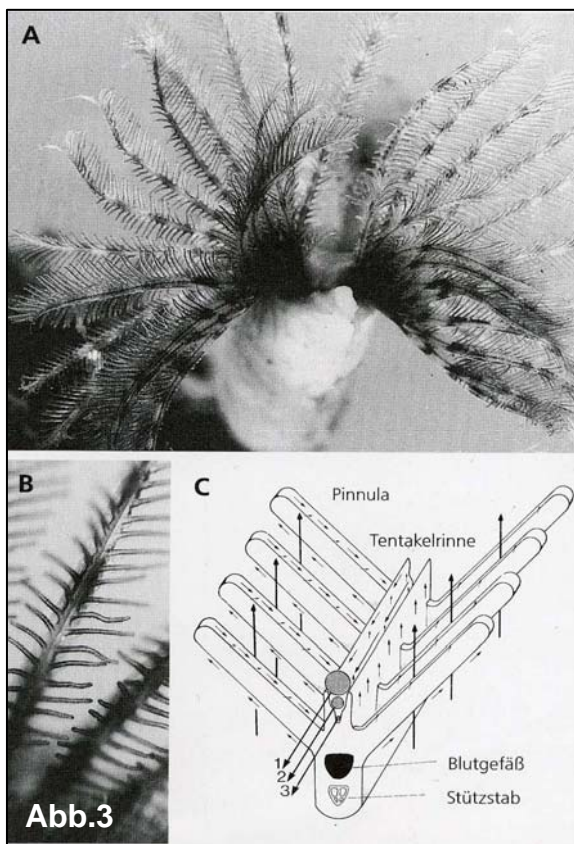
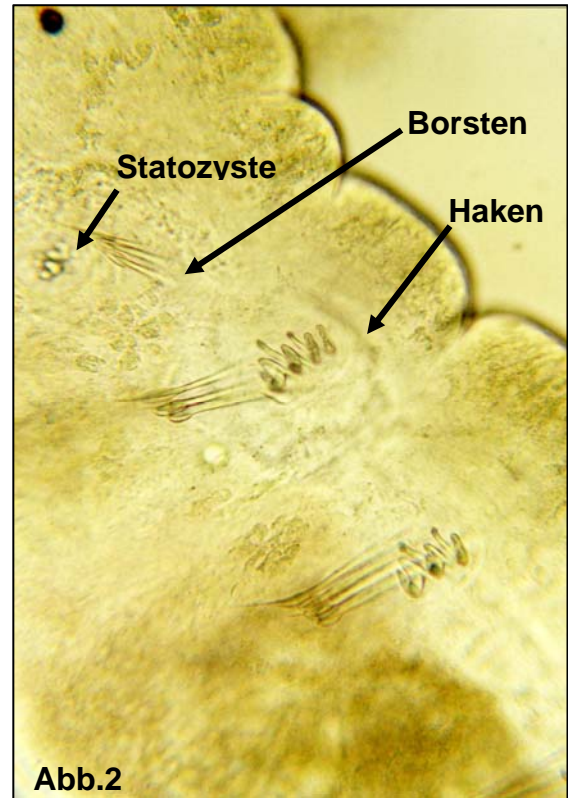
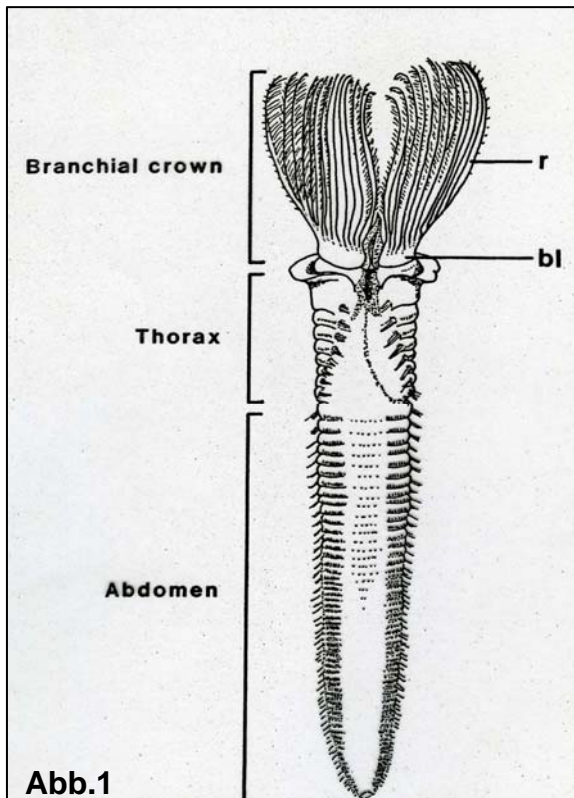


Abb.1:
Branchial crown = Tentakelkrone: **bl**) branchial lobe, **r**) radiole (Kirk Fitzhugh, Bulletin 1989);

Abb.2:
Sabella sp.: Abdominalborsten;

Abb.3:
A) sessile, filtrierende Polychaeten *Hydroides norvegica* (Serpunidae), **B**) Radioli mit 2 Reihen bewimperter Filamente (Pinnulae), **C**) *Sabella penicillus* (Sabellidae) Teil eines Radiolus, Schema der Wasserströmung und des Transports von Partikeln; **große Pfeile**) Strömung des Wassers an den Pinnulae vorbei, **kleine Pfeile**) Richtung des Transports der Partikel durch die Cilien auf den Pinnulae und in der Rinne des Radiolus

Die Familie der Sabellidae setzt sich aus drei Unterfamilien, der Sabellinae, der Fabriciinae und der Myxicolinae zusammen, wobei wir nur Vertreter aus den ersten zwei Gruppen gefunden haben, welche in etwa gleich stark vertreten waren.

Die Fabriciinae (Abb5) zeichnen sich dadurch aus, dass beide Äste der Tentakelkrone untereinander gleich sind, welche bei Individuen der Sabellinae (Abb.4) auch ungleich gestaltet sein können. Es sind keine Augen vorhanden und in den hinteren Thoraxsegmenten sind keine speziellen Borsten ausgebildet, die bei der Gruppe der Sabellinae durchaus auftreten können. Ebenfalls sind bei jenen die Thoraxhaken kurz, aviculär, und manchmal in Verbindung mit Begleitborsten. Die Thoraxhaken der Fabriciinae sind im Gegensatz dazu lang und ohne Begleitborsten. Die Abdominalhaken sind bei beiden Gruppen in deutlichen Tori angeordnet.



Abb.4: *Laonome kröyeri*



Abb.5: *Oridia arandi*

Der Regenerationsversuch bei unseren Tieren sollte so aussehen, dass jeweils ein Individuum, mit einer scharfen Rasierklinge, in der Mitte durchtrennt wird und dann die beiden Einzelstücke in Petrischalen mit filtriertem Seewasser gegeben werden. Das Wasser ist dann einmal pro Tag gewechselt worden und die Fortschritte in der Regeneration sind, mit Hilfe von Mikroskopen, beobachtet und fotografisch dokumentiert worden.

Allgemein lässt sich sagen, dass der Versuch sehr gut funktioniert hat. Wir hatten keinerlei Probleme mit Kontamination (Bakterien, Pilze) und fast alle geschnittenen Tiere zeigten Regenerationserfolge.

Vor allem die Hinterenden haben besonders gut regeneriert, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass die Tentakelkronen von Sabbelliden, im natürlichen Habitat, immer wieder von Fischen angefressen werden, und dadurch eine ständige Regeneration nötig ist. In unseren Proben hatten wir einen solchen Zufallsfund dabei, der genau diese Situation schildert (Abb.6).



Abb.6: Regeneration der Tentakelkrone nach Fischverbiss

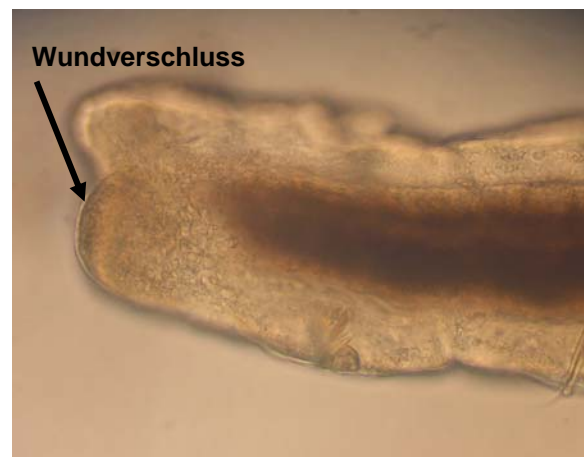


Abb.7: Wundverschluss am Vorderende

Die geschnittenen Tiere zeigten alle einen guten Wundverschluss, es ist also an keiner Stelle Darminhalt ausgetreten (Abb.7,8,9). Schon nach 3-4 Tagen lässt sich eine deutliche Regeneration der Hinterenden erkennen (Abb.10). Die Vorderenden regenerieren allgemein langsamer oder gar nicht. Leider war die Versuchszeit von nur 5 Tagen zu kurz, um eine vollständige Regeneration beobachten zu können.



Abb.8



Abb.9



Abb.10

Abb.8:
Vorderende: der Pfeil zeigt die Schnittstelle;

Abb.9:
Hinterende: der Pfeil zeigt die Schnittstelle;

Abb.10:
Hinterende mit regenerierter Tentakelkrone (Pfeil);

Abschließend lässt sich sagen, dass sehr viele Polychaetengruppen, auf Grund ihres ausgezeichneten Stammzellsystems, ein enormes Regenerationsverhalten aufweisen. Gerade die Gruppe der Sabelliden nutzen diese Gegebenheit, um dem häufigen Verbiss ihrer Tentakelkrone entgegenzuwirken.

Diese kleinen Tiere also, aus der Familie der Sabellidae, die sich im Größenbereich von nur wenigen Millimetern bewegen, sind wahre Künstler im Gebiet der Regeneration und Anpassung und verdienen auf jeden Fall unsere Beachtung.

Familie Syllidae

Die Sylliden sind eine große und vielfältige Gruppe kleiner, erranter Polychaeten, die sich frei über Schwämme, Ascidien, Hydrozoa, Bryozoa und Algen bewegen, oder versteckt im Sand geschützter Sandbänke leben. Die Sylliden sind räuberisch, phytophag oder detritivor und besiedeln nahezu alle Lebensräume, vom Sandlückensystem des Litorals bis zur Tiefsee. Von den mehr als 700 Arten ist im Mittelmeer mit 102 Arten aus 28 Gattungen und den 4 Unterfamilien (Autolytinae, Syllinae, Eusyllinae und Exogoninae) zu rechnen.

Das Prostomium besitzt einen ausstülpbaren Pharynx (oft mit einem Zahn oder einem Ring aus kleineren Zähnen ausgestattet), mit dem die Körperflüssigkeit der Beute ausgesogen wird. Meist besitzen sie 3 Antennen und 2 Augenpaare. Am Peristomium befinden sich 1 bis 2 Paar Tentakelcirren. Das Pygidium besitzt paarige Analcirren und oft einen unpaaren Analanhang. Die Borstensegmente tragen unirame Parapodien, die Aciculae als Stützelemente besitzen.

Die Fortpflanzung der Syllidae ist sehr kompliziert und vielgestaltig und findet im freien Wasser statt. Im Pelagial treffen sich die geschlechtsreifen, schwärmenden Formen (Stolonen, Zooide), geben ihre Gameten ab und die Befruchtung erfolgt. Für diese schwimmende Lebensphase, der sonst benthischen Tiere, laufen im Inneren des Körpers morphologische und physiologische Änderungen ab. Bei der Epitokie kommt es zur Veränderung des Bewegungsapparates (Schwimmborsten), zur Erhöhung der sensorischen Fähigkeiten (Vergrößerung der Augen, gerichtete Reaktion auf Pheromone) und zur Veränderung des Verhaltens (positive Phototaxis, keine Nahrungsaufnahme), die entweder das ganze Tier (Epigamie), oder Teile des Tieres (Schizogamie) betreffen.

Die laterale Knospung, bei sich Sprosse anstelle des Dorsalcirrus bilden, kommt nur bei einer Art *Syllis ramosa* vor.

Beim Hermaphroditismus werden Oocyten und Spermien entweder gleichzeitig (simultan), oder zeitlich versetzt (sukzedan) gebildet.

Die Architomie stellt eine Form der ungeschlechtlichen Vermehrung dar, bei der die Tiere durch Längs- bzw. Querteilung in Einheiten weniger Segmente zerfallen, aus denen neue Individuen entstehen.

Brutpflege ist ebenso charakteristisch für viele Taxa innerhalb der Syllidae, die in den verschiedensten Formen ausgeprägt sein kann. Beim Eiersack tragen weibliche Geschlechtsformen (Stolonen) alle Eier in einer gemeinsamen Hülle, dorsal oder ventral durch ein Klebsekret angeheftet. Der Eiersack kann in Kammern unterteilt sein, in denen die Befruchtung stattfindet. Nach 2-3 Wochen erfolgt eine kurze pelagische Phase, nach der die borstenlosen Larven zum benthischen Leben übergehen.

Bei der externen Gestation werden die Eier bzw. Embryonen einzeln an der Außenseite des Muttertieres (Amme) angeheftet, die in einer direkten Entwicklung zu juvenilen Individuen heranreifen. Die Anheftung erfolgt immer mit dem Hinterende ventral oder dorsal an der Amme, wobei 5-7 Segmente entwickelt werden, bevor sich die Individuen ablösen.

Syllides edentula (Eusyllinae) legt ein Eigelege an, bei dem die Eier in einer Schleimhülle auf das Substrat abgelegt und von beiden Eltern bewacht werden.

Die Viviparie gilt als hoch abgeleitet und als Anpassung an kalte Wassertemperaturen, um den Reproduktionserfolg zu erhöhen. Dabei entwickeln sich die Embryonen geschützt im Coelomraum und werden durch Ruptur der Epidermis der Amme freigesetzt.

3.2.1 Ufam. Eusyllinae, Gattung c.f. Syllides

Das Aufspüren der kleinen Eusyllinae (später "Sylvia" genannt) war nicht einfach, da sie sich gern im ausgewaschenen Algenmaterial oder im Rand der Petrischale aufhält. Außerdem haftet sie mit Hilfe ihrer langen Tentakel an allen glatten Oberflächen, was beim Umsetzen in andere Gefäße hinderlich sein kann. Das Vorhandensein einer weiteren Art (vermutlich Syllinae), die "Sylvia" auf den ersten Blick sehr ähnlich sieht - die morphologischen Unterschiede der beiden sind nur unter dem Mikroskop erkennbar - verzögerte die Suche zusätzlich.

Bestimmungsmerkmale:

"Sylvia" zeigt alle Eusyllinen-Merkmale:

- Ventralcirren
- Meist einen Rüssel mit einem dorsalen Zahn
- Palpen nur an der Basis miteinander verschmolzen
- Antennen und Dorsalcirren meist lang, meist glatt, höchstens undeutlich oder teilweise geringelt

„Sylvia“ unterscheidet sich v.a. durch die letzteren beiden Merkmale von der zweiten, bereits oben erwähnten Art, deren Palpen vollständig getrennt, Antennen und Dorsalcirren eine deutliche und auf ihrer gesamten Länge vorhandene Beringelung aufweisen (siehe Abb.12).

Die weitere Bestimmung von "Sylvia" stellte sich als schwierig heraus, da außer den Regeneranten nur fünf Individuen isoliert, dokumentiert und fixiert werden konnten, die sich z.T. in ihren Merkmalen unterschieden. So erschienen bei Individuum 1 (Ind. 1) die lateralen Antennen kürzer, während die Dorsalcirren der vorderen beiden Segmente auffällig lang waren. Bei Ind. 2 konnte kein Zahn festgestellt werden, hier waren die Dorsalcirren des zweiten Segmentes länger, während bei Ind. 3 der Zahn deutlich erkennbar war und außer der medianen Antenne, die länger erschien, alle anderen Anhänge die gleiche Länge aufwiesen.



Abb.11: Eusyllinae, Ind. 4, 200x



Abb.12: Syllinae, 100x

Bei Ind. 4 war ebenfalls ein Zahn vorhanden, die Antennen und Dorsalcirren wirkten hier gleich lang, auffällig waren aber kleine Kugeln, die auf dem gesamten Tier verteilt zu finden waren (Protozoa, Ektokommensalen?). Ind. 5 weist ebenfalls einen Zahn auf, allerdings ist bei diesem Tier die mediane Antenne abgebrochen.

Regeneration

Die Vorderenden der drei geschnittenen Exemplare (Ex. 1-3) haben gut regeneriert. Bei allen hat der Wundverschluss gut funktioniert und nach drei Tagen waren die Analcirren bereits sichtbar (Abb. 13).

Bei den Hinterenden konnte (noch?) keine Regeneration festgestellt werden. Sie zeigten aber Wundverschluss und waren nach drei Tagen noch am Leben.

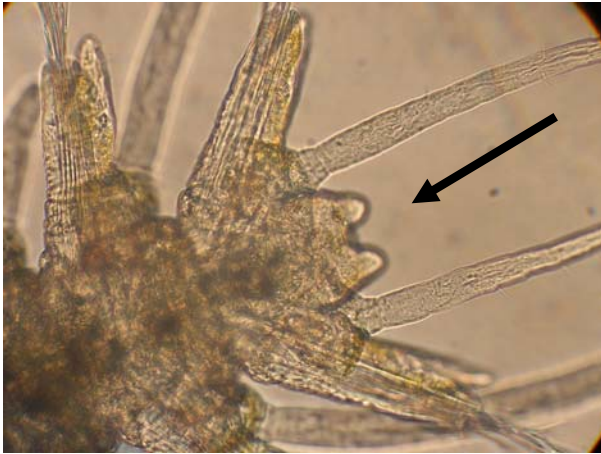


Abb.13: Eusyllinae (Ex. 2), anteriore Regeneration, 200x

Zur Erklärung muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Regeneration eines Kopfes (posteriore Regeneration) wesentlich schwieriger ist, als die eines Hinterendes (anteriore Regeneration.), außerdem sind die Vorderenden von uns mit etwas Spinat gefüttert worden, was die Regeneration vermutlich ebenfalls erleichtert hat.

Von den Exemplaren (Ex. I-IV), die in der ersten Praktikumswoche geschnitten wurden, hat nur ein Hinterende (Ex. IV) überlebt. Dieses wies zwar keinen Kopf, aber eine regenerierte mediane Antenne auf (Abb.14 und 15).



Abb.14

Abb.14: Eusyllinae (Ex. IV), regenerierte Antenne, 60x

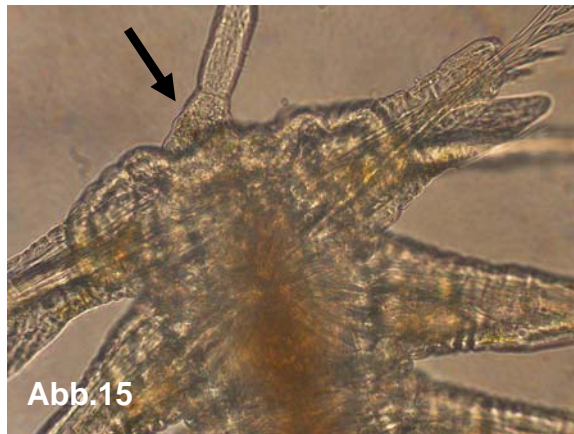


Abb.15

Abb.15: Eusyllinae (Ex. IV), regenerierte Antenne, 200x



Abb.16

Abb.16: *Brania* sp., Ex. 5

3.2.2 Ufam. Exogoninae, *Brania* sp.

Regeneration

Leider überlebte von den vier Regeneranten dieser Gattung nur ein Vorderende. Nach nur vier Tagen Regenerationszeit konnte man bei ihm aber sehr schön den Wundverschluss und beginnende Regeneration erkennen. Leider war die Zeit zu kurz um eine Neubildung des Hinterendes zu sehen (siehe Abb. 16).

Familie Nereididae

Der Körper ist langgestreckt, zylindrisch, mit meist sehr zahlreichen Segmenten. Das gut entwickelte Prostomium trägt 1 Paar Antennen und 1 Paar zweigliedrige Palpen mit zahlreichen Rezeptoren, 4 Augen und 2 Nuchalorgane (Chemorezeption).

Das anschließende Peristomium besitzt 4 Paar lange, nach vorn gerichtete Tentakelcirren und setzt sich aus der Buccalregion und dem nachfolgenden Segment zusammen. Die Borsten sind meist zusammengesetzt, mit haarfein ausgezogenen (spinigeren) und messerförmigen (falcigeren) Endgliedern. Selten kommen auch einfache Borsten vor. Das Pygidium besitzt 2 Analcirren.

Ein Teil des Vorderdarms ist als axiales, stark muskulöses Rohr (Pharynx) differenziert und mit 2 Kiefern bewaffnet. Durch Protraktormuskeln und durch Druck der Hautmuskulatur auf das Flüssigkeitsskelett wird sein vorderer Abschnitt rüsselförmig ausgestülpt. Der Rüssel besteht aus einem maxillaren und oralen Ring, mit weichen Papillen oder hornigen Paragnathen in bestimmter Anordnung. (Systematik!)

Die Reproduktion erfolgt direkt über benthische Larven, meist aber über pelagische, epitoke Sexualstadien (Heteronereis), die durch Metamorphose aus den ungeschlechtlichen, atoken, bodenlebenden Stadien entstehen und über pelagische Larven. Die Geschlechtstiere sind so verändert, dass sie zuerst aus Unkenntnis der Zusammenhänge als besondere Gattung beschrieben wurden: *Heteronereis*. Heteronereis-Stadien mit mehr oder weniger ausgeprägtem Sexualmorphismus.

Viele geschlechtsreife Nereididae bilden ihre Parapodien zu großflächigen Rudern um. Die Borsten fallen aus und werden durch breitere ersetzt, die fächerförmig angeordnet eine größere Ruderfläche bilden. Die Augen hypertrophieren durch Vergrößerung ihrer Zellen, der Darm wird rückgebildet, die Muskulatur weitreichend umgestaltet.

Viele Arten dieser Familie sind omnivor. *Nereis diversicolor* lebt in Schleimgespinstgängen im Wattboden, die von parapodialen Spinnrüben gebildet werden. Je nach Nahrungsangebot weiden die Tiere die Substratoberfläche ab oder schlingen kleine Wirbellose, Aas und Algenstücke, die sie mit den Kieferzangen ergreifen. Sie filtern zusätzlich Feinmaterial: hierzu scheiden sie einen Schleimtrichter im oberen Gangabschnitt ab, ziehen mit Irrigationsbewegungen (Schlängeln auf der Stelle durch abwechselnde Kontraktion der ventralen und dorsalen Längsmuskulatur) einen Wasserstrom hindurch und verschlingen nach einiger Zeit den Schleimfilter mitsamt anhaftenden Partikeln.

Nereis (Eunereis) longissima (Abb. 17) lebt auf sandigen und schlickigen Mischböden. Sie kommt auf schlickhaltigen *Zostera*-Wiesen und im weichen Substrat von Austernbänken vor, zwischen Algen ist sie selten. Der Körper erreicht bis 5 cm Länge und bis zu 250 Segmenten. Die Färbung ist mehr oder weniger kräftig rot, dunkelbraun irisierend. Die Art ist eurybath und stenohalin und ernährt sich von Substrat.



Abb.17: *Nereis (Eunereis) longissima*

Regeneration

Von den insgesamt 12 Regeneranten überlebten sechs Individuen (Zwei Hinterenden und vier Vorderenden), bei denen man Regeneration wie im Lehrbuch beobachten konnte. Die posteriore Regeneration (ein Hinterende regeneriert die fehlende Kopfregion) verlief im allgemeinen langsamer als die anteriore, wir konnten bei der kurzen Dauer unserer Experimentreihe leider nur Wundverschluss, und den Ansatz einer Kopfregeneration beobachten. Im Gegensatz dazu verlief die anteriore Regeneration sehr rasch und ohne Komplikationen. Bei den Vorderenden waren bereits nach 9 Tagen zehn bis elf neue Segmente ausgebildet. Vermutlich war es für sie leichter zu regenerieren, da die Vorderenden mit Stücken anderer Polychaeten gefüttert wurden. Sie konnten auch Wohnröhren bilden, hingegen trieben die Hinterenden frei im Wasser.

Der Ablauf der Regeneration war bei der anterioren Regeneration sehr schön zu beobachten und geschah wie folgt: Zuerst wurden neue Segmente regeneriert, dann die Parapodien und schlussendlich die Setae. Das Musterbeispiel für eine solche Regeneration war Exemplar II (siehe Abb. 18), welches nach neun Tagen elf Segmente regeneriert hat, die anterioren 7 neu gebildeten Segmente trugen sowohl Parapodien als auch Setae, das darauf folgende trug nur Parapodien und die drei posterioren, jüngsten Segmente hatten weder Parapodien, noch Setae ausgebildet.



Abb. 18: *Nereis (Eunereis) longissima*; Vorderende Exemplar II

4. Literatur

- Hartmann-Schröder Gesa: Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. 2., neubearbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag. 1996.
- Westheide Wilfried, Rieger Reinhard: Spezielle Zoologie, Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. korr. und ergänzter Nachdruck der ersten Ausgabe 1996. München. Elsevier GmbH. 2004. S. 366 ff.
- Müller Monika C.M., Paulus Tanja: Cell Proliferation Dynamics and Morphological Differentiation During Regeneration in *Dorvillea bermudensis* (Polychaeta, Dorvilleidae). In: Journal of Morphology. Vol. 267, Issue 4, Nov. 2004, S. 393-403.

Experimentelle Seeigel-Embryologie

Eder M.-C., Holotta M., Jenewein M., Mitterstiller A.-M., Kerby T., Waldner T.,
Hobmayer B.¹;

1. Echinodermata:

In unseren Experimenten haben wir vor allem mit den Gameten der beiden Arten *Arbacia lixula* (schwarzer Seeigel) und *Paracentrotus lividus* (Steinseeigel) experimentiert. Beide bilden im Infralitoral auf Felsböden eine eigene Zone (Fazies) und kommen bis in ca. 50 m Tiefe vor. Sie sind vor allem im westlichen Mittelmeer sehr häufig. Mangels weiblicher Gameten von *Sphaerechinus granularis* (Violetter Seeigel) konnten nur beschränkt Experimente mit dieser Art durchgeführt werden.

1.1. *Arbacia lixula* (schwarzer Seeigel)

Das Gehäuse (rosa gefärbt mit bräunlichen Streifen) ist radiärsymmetrisch, abgeflacht mit breiter Mundöffnung. Es hat einem Durchmesser bis ca. 8 cm und sehr spitze, schwarz gefärbte Stacheln (bis 3 cm Länge). Die Ambulacralfüßchen auf der Oberseite besitzen keine Saugnäpfe (Verwechslungsmöglichkeit mit *Paracentrotus*). *Arbacia* weidet vor allem an vertikalen Flächen im Brandungsbereich Algenrasen ab.

Die Spermien sind weißlich milchig, während die Eizellen eine tief dunkelrote Farbe aufweisen.

1.2. *Paracentrotus lividus* (Steinseeigel)

Das radiärsymmetrische Gehäuse (bis ca. 7 cm Durchmesser) ist abgerundet, grünlich gefärbt und hat eine kleine Mundöffnung. Das Mundfeld ist rötlich. Die sehr spitzen Stacheln sind dunkelviolett, bräunlich bis grünlich gefärbt. Die Ambulacralfüßchen auf der Oberseite des Gehäuses haben Saugnäpfe, dadurch kann sich die Art mit Algen oder Muschelschalen tarnen und sich auch wieder selber umdrehen wenn sie auf den Rücken gelegt wurde. Der Steinseeigel kann mit Hilfe seiner Stacheln und mittels Drehung Löcher in das Substrat bohren, wo sich das Tier auch gerne während des Tages aufhält. Die weiblichen Gonaden dieser Art gelten als Delikatesse. Die Eier von *Paracentrotus* sind durchsichtig daher sind sie in der Molekular- und Entwicklungsbiologie beliebt, weil Zellteilungsprozesse besser beobachtet werden können.

1.3. *Sphaerechinus granularis* (Violetter Seeigel)

Das Gehäuse dieser Seeigelart kann einen Durchmesser von 12-13 cm erreichen, wobei die Bauchseite deutlich abgeflacht ist. Die dicht stehenden Stacheln sind abgestumpft und meist violett mit weißen Spitzen (aber auch ganz weiß, braun oder rötlich). Sie kommen auf Hartsubstratböden, Seegraswiesen die von grobkörnigen Sedimentflächen durchsetzt sind bis 100 m Tiefe vor. Die Jungtiere verstecken sich tagsüber und kommen nur nachts hervor. Auch

¹ Projektleitung

diese Art kann sich durch ihre zahlreichen Pedicellarien mit verschiedenen Materialien tarnen. Diese Pedicellarien sind auch teilweise mit Giftdrüsen versehen.

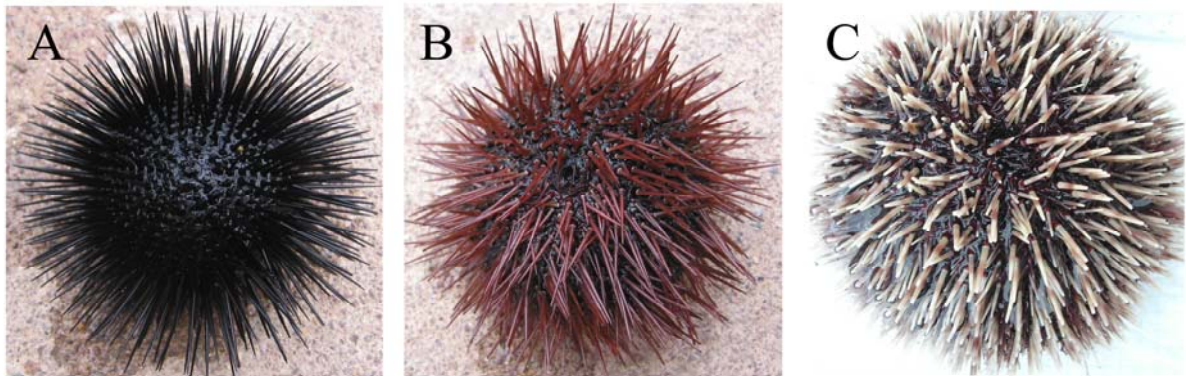


Abb.1: A: *Arbacia lixula*. B: *Paracentrotus lividus*. C: *Sphaerechinus granularis*.

2. Gewinnung der Gameten

Es gibt verschiedene Möglichkeiten die Seeigel zur Abgabe ihrer Gameten zu „überreden“. Eine Möglichkeit besteht darin den Seeigel kopfüber auf ein Handtuch zu legen, einzuwickeln und ca. 1 min zu „schleudern“ (mittels Armkreisen). Danach wird der Seeigel aus dem Tuch ausgewickelt und verkehrt herum auf ein mit frischem Salzwasser gefülltes Becherglas gegeben. Durch den „Schleudervorgang“ sollte der Seeigel so gestresst worden sein, dass er freiwillig seine Gameten abgibt. Manchmal muss der Vorgang mehrmals wiederholt werden. Wir haben versucht für unsere Experimente zuerst immer diese Methode anzuwenden, da sie uns für den Seeigel weniger tödlich erschien.

Eine weitere Möglichkeit (in einigen Papern beschrieben) die Gameten zu gewinnen besteht darin den Seeigel wieder Kopf voraus auf ein mit Meerwasser gefülltes Becherglas zu setzen und 1 ml 0,5 M KCl Lösung zu injizieren. Injiziert wird in das weiche Gewebe lateral der „Lanterne des Aristoteles“ (gefolgt von evt. einer zweiten Injektion genau gegenüber). Nach einigen sec bis zu 1 min geben die Seeigel die Gameten ab, vorausgesetzt sie sind reif. Die männlichen Seeigel können alternativ auch auf ein trockenes Becherglas gesetzt werden, da die Spermien bei Kontakt mit Meerwasser aktiviert werden und dann nur begrenzte Zeit aktiv bleiben können. Werden die Spermien aber trocken gewonnen können sie bei 4°C mehrere Tage verwendet werden.

Für unsere Experimente haben wir die beiden Arten *Arbacia lixula* und *Paracentrotus lividus* verwendet. Dabei haben wir festgestellt, dass *Arbacia* sehr gut auf KCl- Injektion reagiert und sich kaum von der Schütteltechnik beeindrucken lässt, weshalb wir für das „ablaichen“ der *Arbacia* Eier vor allem die KCl Methode angewandt haben.

Paracentrotus schien mehr auf mechanischen Stress zu reagieren, wobei jedoch mehrmals geschüttelt werden musste oft auch in Kombination mit vorheriger KCl Injektion.

Während die Spermien im Becherglas immer weißlich milchig erschienen, war die Farbe der ablaichenden *Arbacia lixula* Eier dunkelrot und die von *Paracentrotus lividus* gelblich-orange und granulär. Einem Männchen jeder Art wurden die Gameten durch aufschneiden des Gehäuses entnommen (wenn keine „trockenen“ Spermien gewonnen werden konnten) um sie für 2-3 Tage verwenden zu können. Kommen die Spermien mit Meerwasser in Kontakt werden sie aktiviert und können nur für kurze Zeit (ca. 20 min) die Eizellen befruchten. Um die Gameten zu entnehmen wurde der Seeigel entlang der „Lanterne des Aristoteles“ aufgeschnitten (siehe Abbildung 2A,B), die männlichen Gameten die in fünf Strahlen an der

Innenseite des Gehäuses angeordnet sind entnommen und in einem kleinen 1ml tube bei 4°C gelagert. Auch die weiblichen Eizellen sind nur begrenzte Zeit befruchtungsfähig (ca. 30 - 60 min).

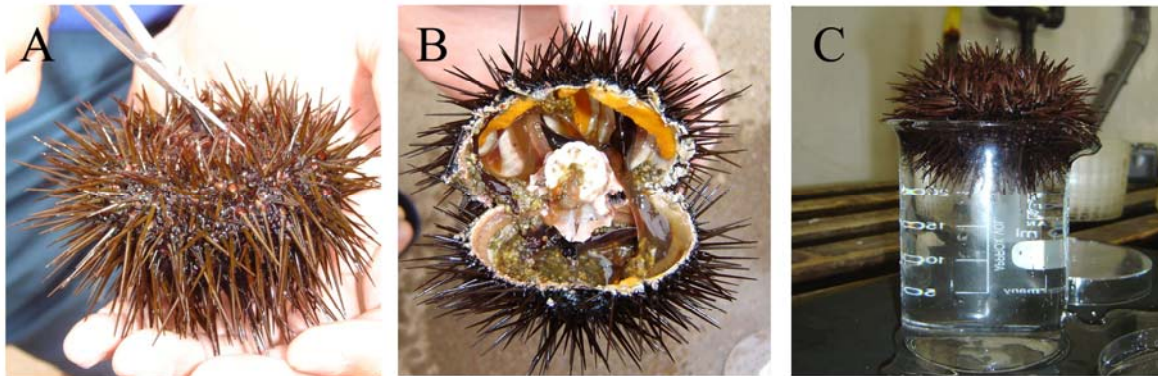


Abb.2: Arbeitsschritte zur Gewinnung der Gameten. **A:** Schnitt entlang der „Laterne des Aristoteles“. **B:** Innenseite eines Seeigels. **C:** Gewinnung der Gameten durch die KCl-Methode bzw. durch mechanisches Stressen.

3. Versuch: Seeigel-Staging

Die Entwicklung eines jeden Tieres beginnt mit einer einzelnen Eizelle und führt über bestimmte Stadien hinweg zu einem mehrzelligen Adulttier. Im Falle des Seeigels erfolgt diese Entwicklung zudem indirekt über eine Larve: das Pluteusstadium. Die Entwicklung von der befruchteten Zygote bis zur Pluteuslarve lässt sich wiederum in differenzierte Stadien unterteilen und der Prozess der von einem dieser Stadien in das nächste führt nennt sich Furchung (cleavage). Bei diesem Prozess - dem Furchungsereignis - werden auf mitotischen Wege aus der einzelligen Zygote, zwei gleich große Tochterzellen; und nach Abschluss dieses Prozesses lässt sich der Embryo als Zwei-Zell-Stadium charakterisieren. Mit jedem Furchungsereignis verdoppelt sich die Anzahl der Blastomeren, der Tochterzellen, in der logischen Reihe 2-4-8-16-32-... Schließlich führt die Entwicklung über das Blastula-Stadium (128-Zell), der Gastrula und dem Prismenstadium bis zur Pluteuslarve.

Ziel unseres Versuchs war die Ermittlung der Zeitpunkte in der Entwicklung der Seeigelembryos, zu denen die einzelnen Furchungstadien (cleavage-stages) zu jeweils fünfzig Prozent der gesamt vorhandenen Embryonen abgeschlossen waren, und der Bestimmung der Zeitdauer zwischen den Stadien. Diese statistischen Aufnahmen wurden für drei Arten von Seeiegeln durchgeführt- *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus* und *Sphaerechinus granularis*- um Datenmaterial zu erhalten, mit dem die Entwicklung der drei unterschiedlichen Arten, die an den Küsten von Revellata und der Forschungsstation Stareso vorkommen, zu vergleichen.

Dabei gestaltete sich die Erhebung der nötigen Datenmenge für alle drei Arten als nicht sehr einfach, da sie sich in der Gametengewinnung sehr stark untereinander unterschieden. *Arbacia* war am häufigsten unter den Seeiegeln vertreten und erreichte im Gewässer um Stareso die höchste Abundanz aller drei Arten, erwies sich also darum als sehr geeignet für das Staging, da mehr als genügend Individuen für die Gametengewinnung vorhanden waren. Es stellte sich heraus, dass die Verteilung von Männchen und Weibchen bei *Arbacia* ungefähr bei sechs zu vier lag, d.h. auch dies war ein Faktor der sehr geeignet war, denn die Geschlechter ließen sich bei den Seeiegeln vom Phänotyp her nicht bestimmen und die Gametengewinnung selbst war zeitgleich eine Art „Sexing“. Auf diese Weise gestaltete sich

die Suche nach Weibchen der Seeigel für die Eizellgewinnung meist nicht all zu lang. *Paracentrotus* war seltener im Gebiet anzutreffen und konnte erst nach längeren und häufigeren Schnorchelgängen in genügender Individuendichte herbeigeschafft werden, auch schienen Weibchen weniger häufig vorzukommen als etwa bei *Arbacia* und verlängerte somit die Suchzeit nach Eizellen, dies und der Umstand, dass die Eizellgewinnung an *Paracentrotus* erst nach mehrmaligen abwechselnden Reihen von Gravitationsstress und Kaliumchlorid Erfolg zeigte, komplexierte die Datenerhebung in diesem Falle. Als nahezu unmöglich zeigte sich schließlich das Beschaffen einer ausreichenden Datenmenge an *Sphaerechinus*, da in Abundanz nicht genügend verbreitet und zudem noch sehr wenig bis keine Weibchen gefunden werden konnten.

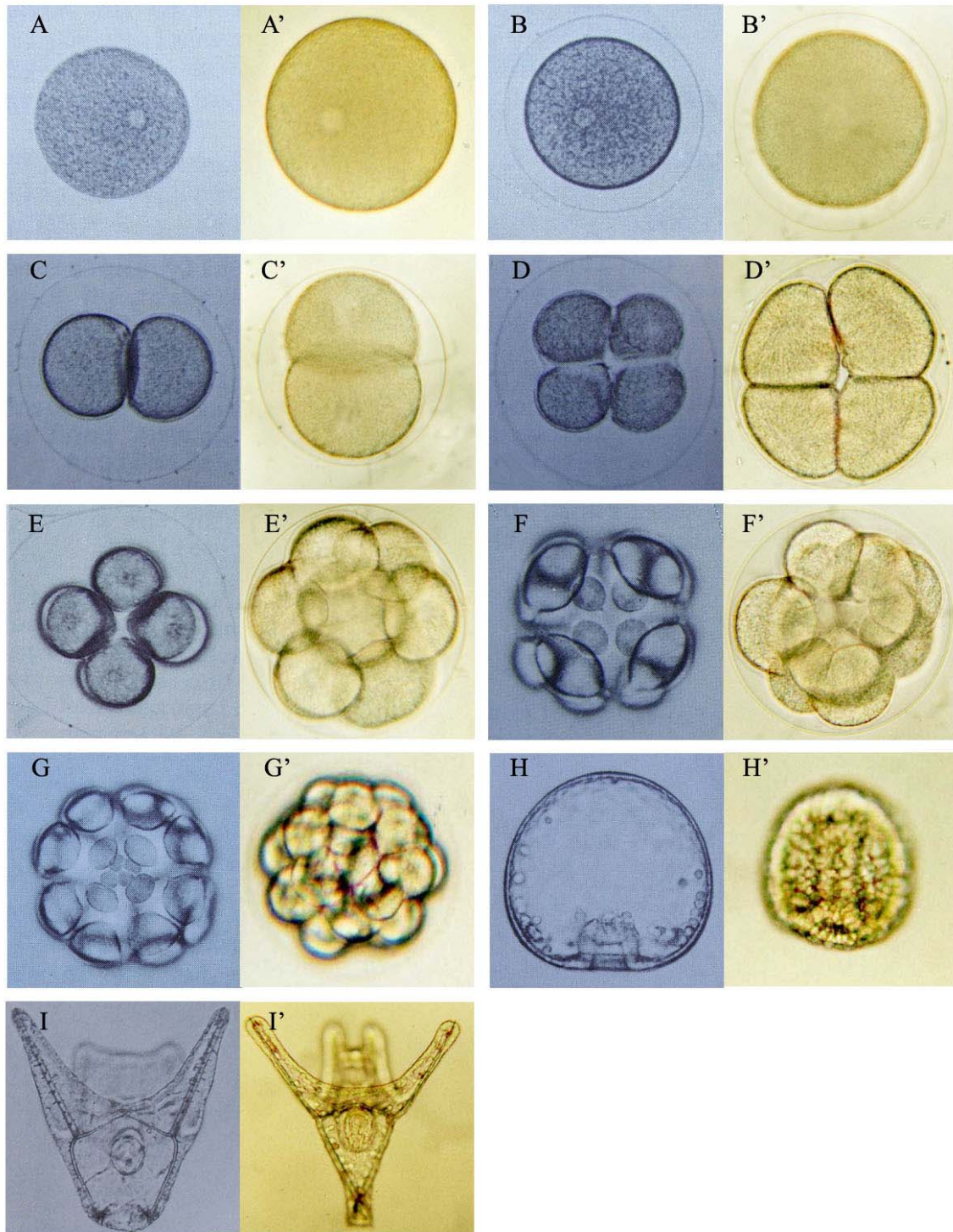


Abb. 3

Abb.3: Entwicklungsstadien von (A-I) *Mespilia globulus* [3] und (A'-I') *Paracentrotus lividus*:
 A+A': Unbefruchtetes Ei. B+B': Befruchtetes Ei mit Befruchtungsmembran. C+C': 2-Zellstadium. D+D': 4-Zellstadium. E+E': 8-Zellstadium. F+F': 16-Zellstadium. G+G': 32-Zellstadium. H+H': frühe Gastrula. I+I': Pluteus mit zwei Armen (leider konnten wir keine Fotos der Blastula- zwischen 32-Zellstadium und Gastrula- und des Prismenstadiums- zwischen Gastrula und Pluteus- machen).

3.1. Auswertung der Staging-Zählungen:

Die Ergebnisse wurden tabellarisch in Excel zusammengefasst. Als nächstes galt es für jedes Entwicklungsstadium den 50%-Wert zu ermitteln - Die Zeit nach der die Hälfte der gezählten Embryonen das jeweilige Stadium erreicht bzw. durchlaufen hat. Für die graphische Ermittlung dieses Werts mussten die Tabellen überarbeitet werden, denn es wurden nicht die absoluten Zählwerte eines Stadiums gebraucht. Zur Erstellung eines geeigneten Punktediagrammes wurden die Werte für ein Entwicklungsstadium wie folgt ermittelt:
In dieser Tabelle sind die absoluten Werte nach 2h 25min eingetragen.

Zeit	1-Zell	2-Zell	4-Zell	8-Zell	16-Zell	Blastula
02:25	0	0	4	28	65	3

Für die Erstellung der nächsten Tabelle wurde der Wert für ein einzelnes Entwicklungsstadium relativ zu den anderen berechnet. Für das 4-Zellstadium bedeutet das: Kein Embryo befindet sich mehr im 1-Zell und 2-Zellstadium, 4% befinden sich momentan im 4-Zellstadium und 96% befinden sich in einem höheren Entwicklungsstadium bzw. haben das 4-Zellstadium bereits durchlaufen. Das bedeutet, dass 100% der gezählten Embryonen zu diesem Zeitpunkt das 4-Zellstadium erreicht haben.

Nach dieser Methode ergibt sich die folgende Tabelle:

Zeit	1-Zell	2-Zell	4-Zell	8-Zell	16-Zell	Blastula
02:25	100	100	100	96	68	3

Nachdem alle relativen Werte für ein Entwicklungsstadium ermittelt sind, wird ein Punktediagramm (X-Achse: Zeit; Y-Achse: Prozent) erstellt. Dann legt man eine repräsentative Kurve durch die Punkteverteilung. Der Schnittpunkt des 50%-Werts auf der Y-Achse mit der Kurve wird auf die X-Achse projiziert und man erhält den Zeitwert, den Zeitpunkt nach dem die Hälfte der gezählten Embryonen jenes Entwicklungsstadium erreicht hat. Die Kurve kann von Hand oder mittels Bildbearbeitungsprogramm am PC erstellt werden, sie wird aber in jedem Fall nur anhand der Punkteverteilung erstellt und folgt keiner definierten Kurvenfunktion.

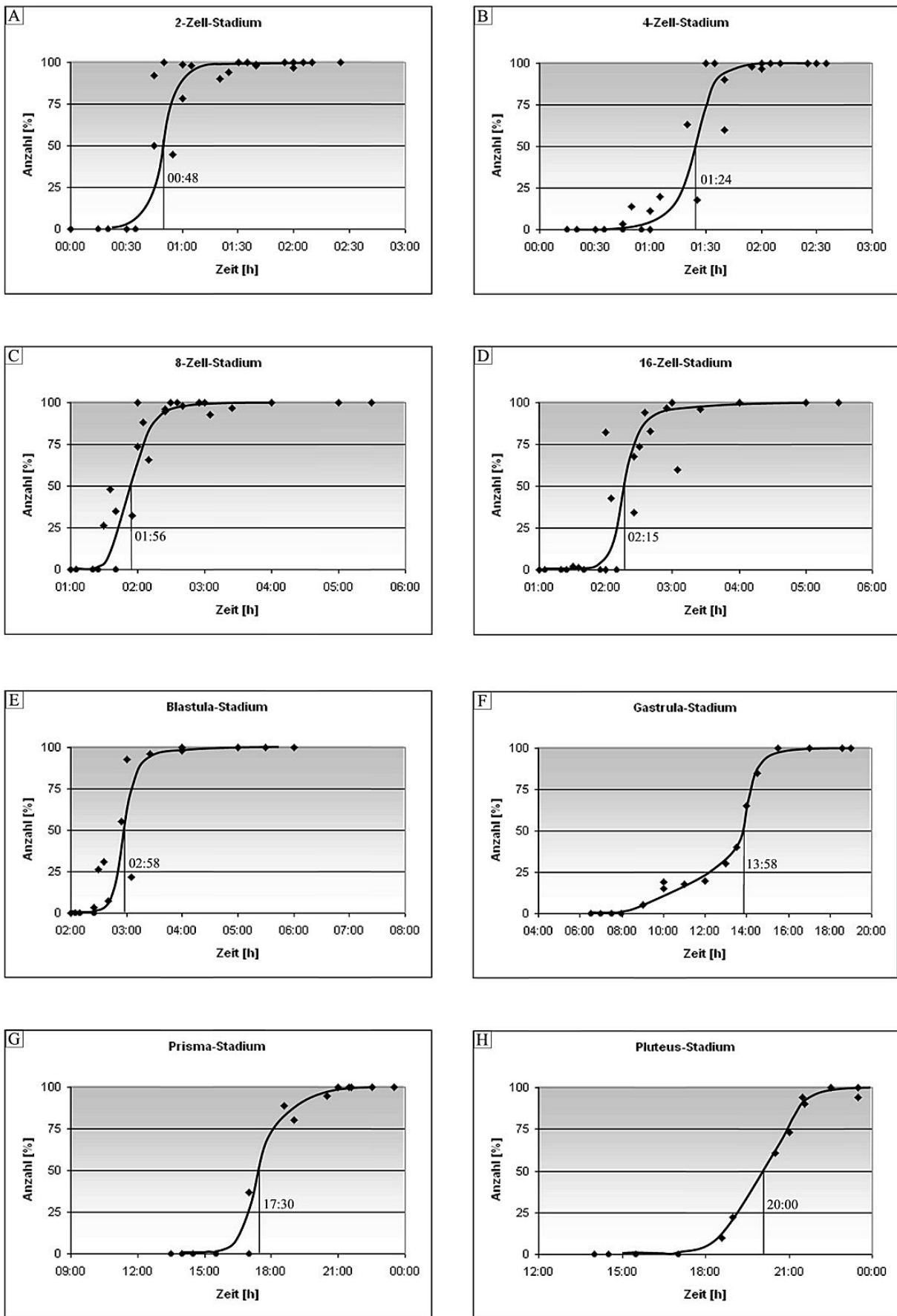


Abb.4: *Paracentrotus*-Staging

A-H: Punktediagramme der Entwicklungsstadien mit Kurve und eingezeichnetem 50% -Wert

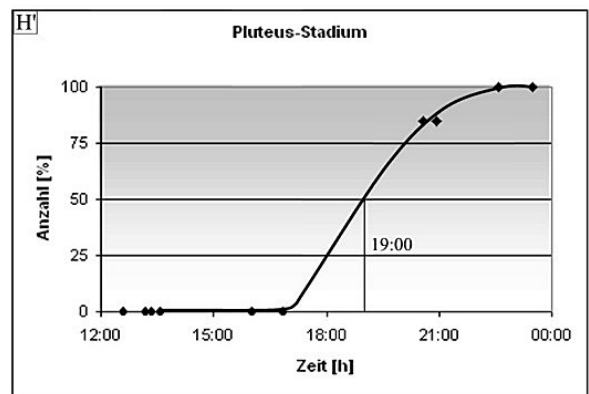
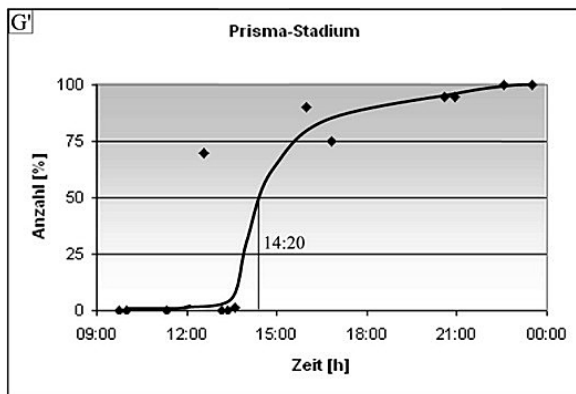
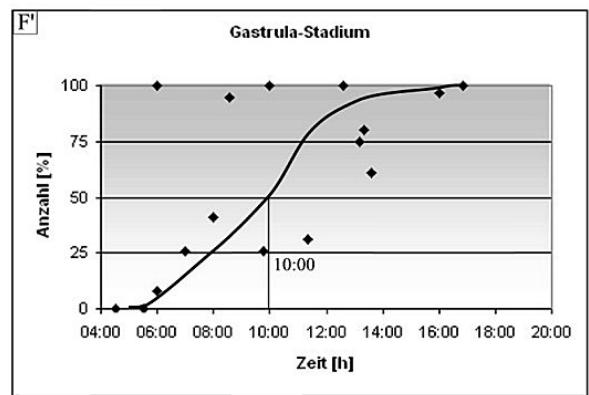
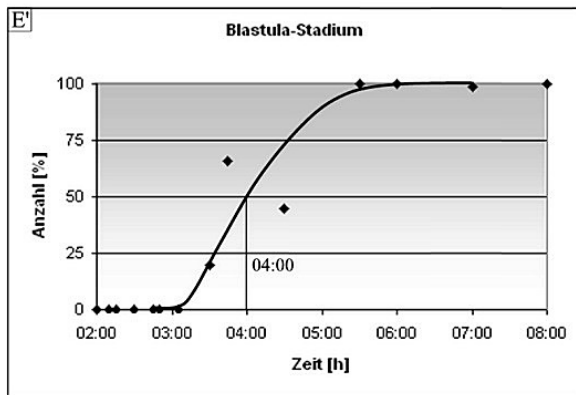
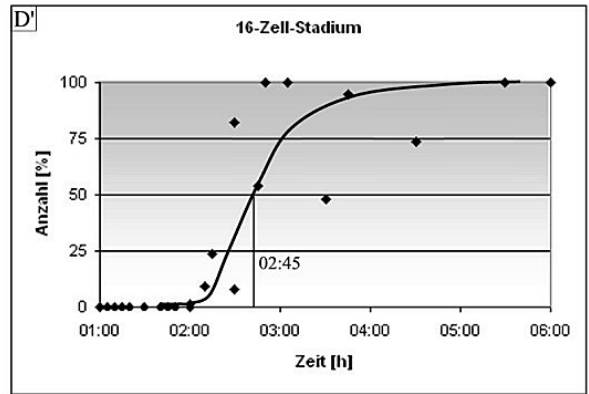
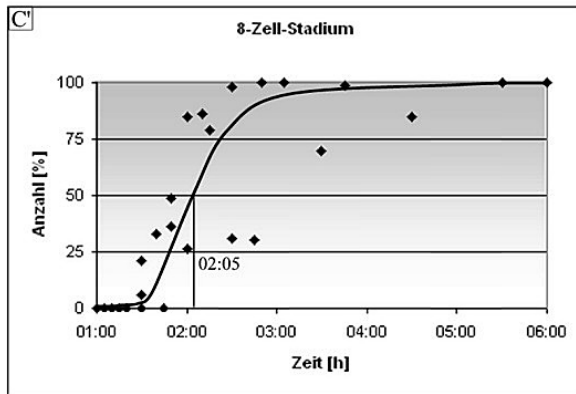
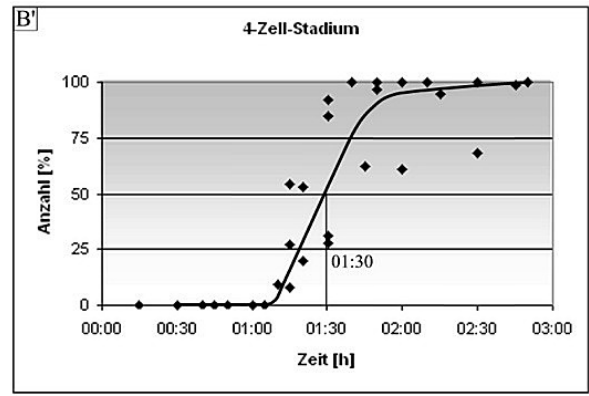
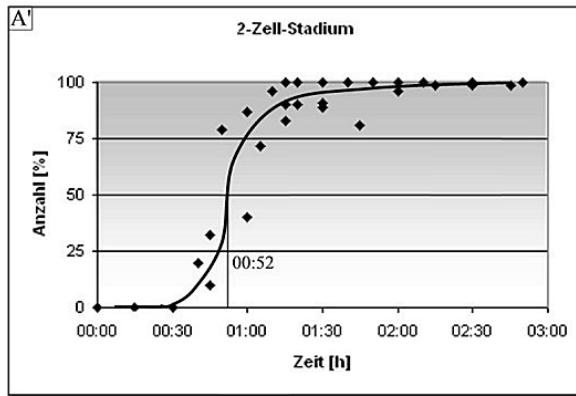
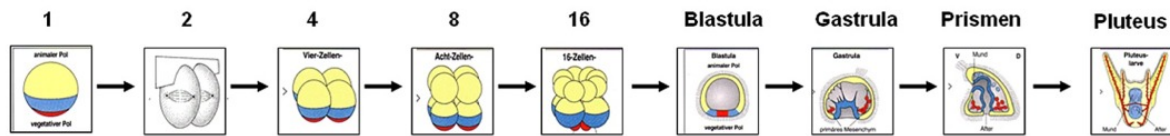


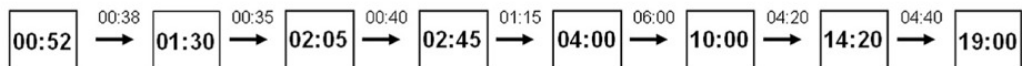
Abb.5: *Arbacia*-Staging

A'-H': Punktediagramme der Entwicklungsstadien mit Kurve und eingezeichnetem 50% -Wert

Entwicklungszeiten: Vergleich *Arbacia* – *Paracentrotus*



Arbacia



Paracentrotus

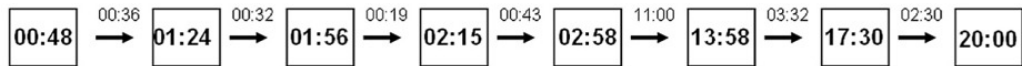


Abb.6: Übersicht der Entwicklungszeiten mit Vergleich zwischen *Arbacia* und *Paracentrotus* [2].

4. Vegetalisierungsexperiment: Lithiumchlorid

4.1. Einleitung

Die Entwicklung des Seeigelembryos wird bestimmt durch eine Reihe cytoplasmatischer Faktoren, welche grundlegend sind für Furchungsabläufe, Zellschicksale und die Morphologie der Larve in der indirekten Entwicklung des Seeigels. In diesem Versuch wurden die Auswirkungen von Lithiumchlorid (LiCl) auf die Entwicklung der Seeigelembryos beobachtet (und zwischen den einzelnen Seeigelarten verglichen), welches schwerwiegende Folgen während der Gastrulation nach sich zieht. Lithiumchlorid wirkt auf einen Zellsignalweg, der unter normalen Umständen in der Gastrulation die Zellschicksale des Endoderms kontrolliert, das sich, aus einem Zellhaufen aus primären Mesenchym (Mikromeren), am vegetalen Pol invaginiert und somit Archenteron (Urdarm) und Blastoporus (Urafter) bildet (deuterostomiale Entwicklung, Durchbruch des Mundes sekundär).

4.1.1. Molekulare Grundlagen

Lithiumchlorid wirkt auf den β -Catenin abhängigen kanonischen Wnt-Signalweg. Unter Abwesenheit des Wnt-Liganden phosphoryliert GSK3 β die beiden scaffold-Proteine Axin und APC nach Bildung des β -Catenin-Inaktivierungskomplexes (bestehend aus GSK3 β , Axin und APC) und in weiterer Folge phosphoryliert das GSK3 β des β -Catenin Inaktivierungskomplexes ebenfalls das β -Catenin und es kommt zur Bildung von β -Catenin-P (phosphorylierten β -Catenin), welches somit für den folgenden Abbauprozess markiert wurde.

Bei Anwesenheit des Wnt-Signals spaltet dieses über DSH den β -Catenin-Inaktivierungskomplex auf, wodurch das β -Catenin nicht durch Phosphorylierung für den Abbau markiert werden kann, und sich anreichert bis die β -Cateninkonzentration einen

kritisches Niveau erreicht, bei dem es an den Transkriptionsfaktor Tcf bindet und die Expression nachgeschalteter Gene reguliert [1].

Lithiumchlorid hingegen hemmt GSK3 β und dadurch den gesamten β -Catenin-Inaktivierungskomplex an der Phosphorylierung des β -Catenins, wodurch es zu einer unkontrollierten Anreicherung von intrazellulärem β -Catenin kommt und einer daraus resultierenden Überexpression nachgeschalteter Gene. Dadurch kommt es in vitro zu einer stark angeregten Zellzyklusaktivität entsprechender Zellen.

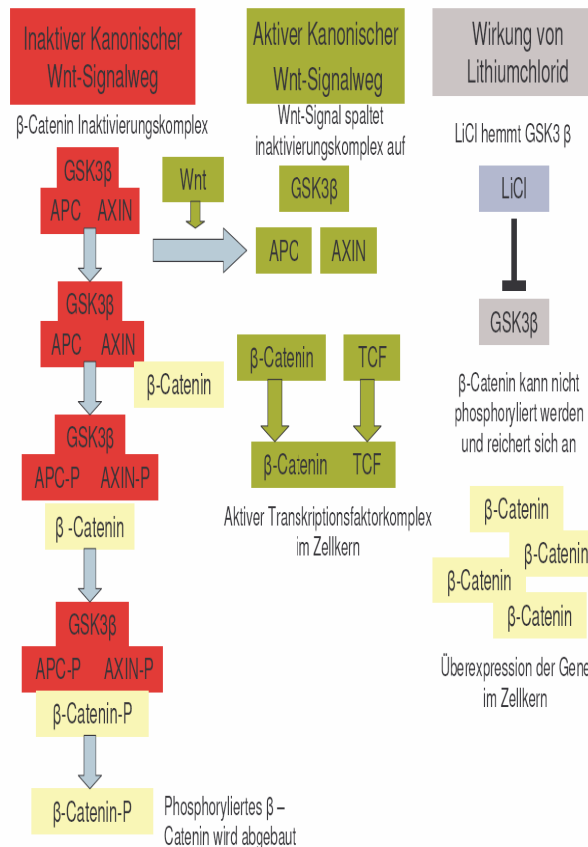


Abb.7: Schematische Darstellung der drei Möglichen Reaktions-wege; von links nach rechts: ohne WNT-Signal, mit Wnt-Signal und mit LiCl.

Ähnliche Mechanismen sind auch in Vertebraten bekannt, in denen, jedoch ohne Anwesenheit des Lithiumchlorids, Tumorzellen erhöhte Konzentrationen an β -Catenin aufweisen, was Teils ihre starke Wachstumsrate erklärt. Am gravierendsten wirken sich hierbei Mutationen aus, die sich an den Peptidsequenzen manifestieren, welche die Phosphorylierungsstellen des fertigen β -Catenins bilden sollen, da somit die Erkennung durch die Abbaumechanismen außer Kraft gesetzt wird.

Im Seeigelembryo bewirkt nun die Beigabe von Lithiumchlorid, dass die Zellen des Endoderm - die unter normale Umständen den Wnt-Signalweg exprimieren würden, künstlich, durch die gesteigerte Zellteilungsaktivität durch die Gen-Überexpression in Folge des angereicherten β -Catenins – sich übermäßig stark teilen, und zwar in einem solchen Maß, dass die normale Invagination in eine Evagination übergeht. Das Endoderm invaginiert zunächst nach Innen, wächst aber durch die fortlaufenden Zellteilungen des Zellschlauches in dem Maße weiter, bis es das gesamte Blastocoel einnimmt und daraufhin beginnt sich zu evaginieren, also nach Außen zu stülpen, da nicht mehr genügend Platz vorhanden ist um es in sich aufzunehmen.

4.2 Material und Methoden

Die Seeigeleier wurden unter normalen Laborbedingungen mit Seeigelspermien befruchtet und in Plastikpetrischalen mit Seewasser (nicht ASW) bis circa zum 16-Zellstadium der normalen Entwicklung überlassen. Danach wurde das Seewasser soweit abpipetiert, dass, nach Zugabe der 50mM Stammlösung LiCl, zwischen Seewasser und Lithiumchlorid ungefähr ein Mengenverhältnis von eins zu eins erreicht wurde. Das Lithiumchlorid wurde nach dem 16-Zell-Stadium beigegeben und maximal bis zum späten Blastula, bzw. frühen Gastrulastadium einwirken gelassen. Anschließend wurden die Embryonen gewaschen und zeitgleich von der LiCl-Lösung entfernt, indem sie in der Petrischale, durch gleichmäßige rotierende Bewegungen, in die Mitte getrieben wurden, und mit einer Plastikpipette, die einen großen Öffnungsdurchmesser aufweist, auf eine vorbereitete Petrischale mit Seewasser übertragen wurden. Die Embryonen wurden ein weiteres mal gewaschen und daraufhin bis in das Gastrulastadium entwickeln gelassen, in dem die ersten abnormalen Entwicklungen beobachtbar waren.

4.3. Ergebnisse/Diskussion: Beobachtungen nach Lithiumchlorideinwirkung

An *Arbacia* und *Paracentrotus* wurden nach Einwirkung von Lithiumchlorid sehr wenige Deformationen, wie Quellungen und Auflösungen festgestellt, die sich vorwiegend auf die frühen Entwicklungsstadien beschränkten. Auf Grund der geringen Lebenserwartung der Stadien mit dergleichen starken Deformationen fehlen sie mit fortschreitender Entwicklungsdauer. An den restlichen Embryonen waren bis in das Blastulastadium hinein keine kritischen Veränderungen an deren Äußerem zu beobachten. Erst mit andauernder Gastrulation zeigte sich die erhöhte Zellaktivität beteiligter Zellen, durch ein schnelles Wachstum des Endoderms, welches sich, nach vollständiger Ausfüllung des coeleren Raums, nach außen stülpt – Evaginiert – und zu einem vielfachen der regulären Größe heranwächst. Der gesamte Prozess war an *Paracentrotus* leichter zu verfolgen, da die Eizellen leicht gelblich pigmentiert sind und in den Mikroskopen gut durchscheinend für Licht sind, während Eizellen von *Arbacia* stark rot pigmentiert sind und Einblicke in deren coeleren Raum (Blastocoel) sehr erschweren.

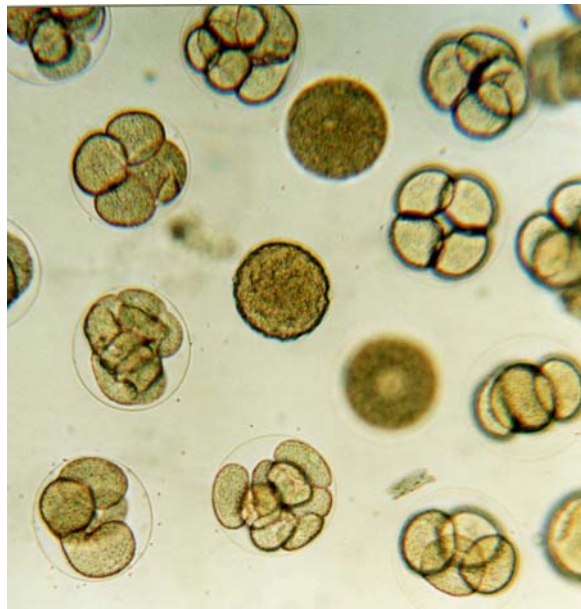


Abb.8: unregelmäßige Embryonen von *Paracentrotus*.

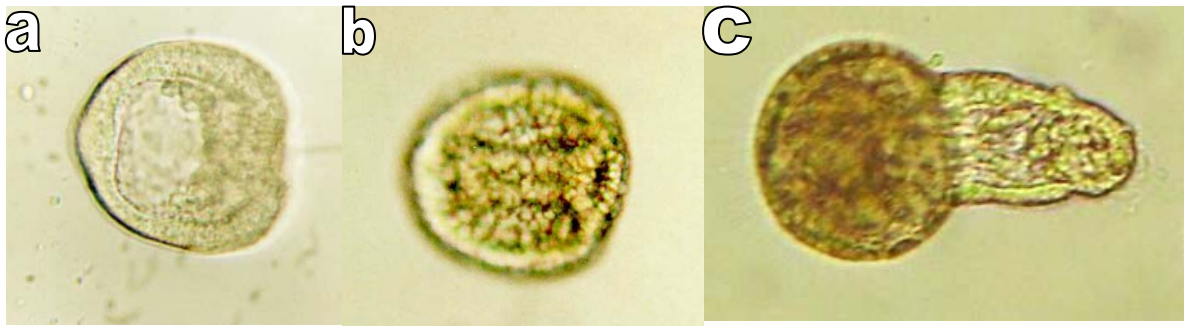


Abb.9: Gastrulae von *Paracentrotus lividus*: (Animaler Pol zeigt stets nach links, vegetaler nach rechts). **a:** frühe Gastrula. **b:** reife Gastrula mit Archenteron. **c:** evaginierte Exogastrula.

5. Kreuzspezies-Befruchtung

5.1. Einleitung

Im Vergleich zur intraspezifischen Befruchtung ist die Befruchtungsrate zwischen zwei verschiedenen Spezies sehr viel geringer.

Um eine Fremdbefruchtung zu erleichtern, können verschiedene Behandlungen an den Eizellen und/oder Spermien angewendet werden, u.a. eine Vorbehandlung der Eier mit dem Enzym Trypsin.¹

In diesem Versuch wurden Eier von zwei verschiedenen Seeigel-Spezies (*Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*) mit Trypsin behandelt, um Fremdspermien (*P. lividus*, *A. lixula* und *Sphaerechinus granularis*) den Zugang zu den nicht artspezifischen Eiern zu erleichtern.

Das Trypsin wirkt an der Vitellinhülle der Eizelle. Die Hülle wird durch das Trypsin löchrig, und somit ist eine Ausbildung einer Befruchtungsmembran nicht mehr möglich. Das Fehlen der Befruchtungsmembran ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Befruchtung mit Fremdspermien.²

5.2. Materialien und Methoden

Zur Verfügung standen:

- Eier: *Arbacia lixula*
Paracentrotus lividus
- Spermien: *Arbacia lixula*
Paracentrotus lividus
Sphaerechinus granularis

Für diesen Versuch wurden zwei Versuchansätze vollzogen, um die richtige Menge an Trypsin herauszufinden, die eine Ausbildung der Befruchtungsmembran bei *A. lixula*- und *P. lividus*-Eiern verhindern.

Experiment 1:

- 4mg Trypsin mit 250ml Seewasser vermischen
- Zugabe der Eier → mischen
- Gemisch 3 Minuten setzen lassen, dann erneut mischen (2 x wiederholen)
- Verteilen der abgesetzten Eier auf Petrischalen
- 2 x waschen mit Seewasser

Um zu überprüfen, ob die Behandlung erfolgreich war, wurden behandelte *A. lixula* (bzw. *P. lividus*) Eier auf einen Objektträger gegeben, und unter dem Mikroskop mit *A. lixula* (bzw. *P. lividus*) Spermien befruchtet.

Es kam zur Befruchtung mit Ausbildung der Befruchtungsmembran.

Somit war die Konzentration des Trypsin-Seewasser-Gemisches zu gering.

Ein zweiter Versuchsansatz, mit einer höheren Trypsinkonzentration wurde durchgeführt.

Experiment 2:

- 40mg Trypsin mit 250ml Seewasser vermischen
- Zugabe der Eier → mischen
- Gemisch 5 Minuten setzen lassen, dann erneut mischen (2 x wiederholen)
- Verteilen der abgesetzten Eier auf Petrischalen
- 2 x waschen mit Seewasser

Auch hier wurden zur Überprüfung einer erfolgreichen Eizellen-Behandlung, *A. lixula* (bzw. *P. lividus*) Spermien unter dem Mikroskop den *A. lixula* (bzw. *P. lividus*) Eiern zugegeben. Es erfolgte keine Ausbildung der Befruchtungsmembran, die Trypsinkonzentration war demnach genügend hoch.

Die Versuchreihe konnte mit den verschiedenen Fremdspermien durchgeführt werden.

5.3. Ergebnisse

Bei den Kreuzversuchen mit den verschiedenen Spezies an Seeigel-Eiern und Seeigel-Spermien, kam es zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen (s. Tabelle 1).

Die häufigste Befruchtungsrates ergab sich bei der artspezifischen Befruchtung von *A. lixula* (♀) + *A. lixula* (♂) sowie *P. lividus* (♀) + *P. lividus* (♂) mit 95% bzw. 70%.

Nicht artspezifische Befruchtung war auch möglich, die Häufigkeit lag jedoch weit unter der der artspezifischen.

	<i>Arbacia lixula</i> ♀			<i>Paracentrotus lividus</i> ♀		
♂	<i>A. lixula</i>	<i>P. lividus</i>	<i>S. granularis</i>	<i>P. lividus</i>	<i>A. lixula</i>	<i>S. granularis</i>
Häufigkeit	95%	40%	10%	70%	5%	20%
Lebensdauer der Langlebigen	(Gastrula) ¹	Prismen	Blastula	Prismen	(Gastrula) ²	Gastrula

Tabelle 1: Kreuzversuche mit *A. lixula* bzw. *P. lividus* Eiern und Spermien verschiedener Seeigel-Spezies; ¹ zu kleine Petrischale?; ² Entwicklung über Nacht.

Bei der unter dem Mikroskop beobachteten Befruchtung kam es z.T. zu einem sehr schnellen Beginn der Zellteilungen (z.B. 2-Zell-Stadium bei *A. lixula* (♀) + *P. lividus* (♂) nach 9 Minuten).

Befruchtete Eier, die trotz der Trypsinbehandlung eine Hyalinschicht ausgebildet hatten, wiesen oft bei den weiteren Zellteilungen Deformationen auf.

Bei der Frage der Langlebigkeit der Kreuzspezies wiesen sich deutliche Unterschiede auf (s. Tab. 1), die Entwicklungen an sich waren aber ähnlich.

Die Entwicklung der Embryonen, die mit *A. lixula* Spermien befruchtet wurden, ist nicht komplett nachvollziehbar. Es kam bis zur Entwicklung des Gastrula-Stadiums, jedoch starben die Embryonen dann ab.

Gründe könnten zu kleine Petrischalen bzw. die Entwicklung über Nacht gewesen sein, in der kein regelmäßiges Waschen mit Seewasser stattfand.

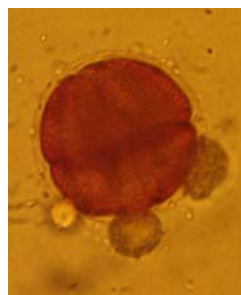
Somit war eine weitere Beobachtung der Entwicklung nicht möglich.

Bis zum 8-Zell-Stadium wurden Zellteilungen beobachtet, die deformierte Zellen hervorbrachten (siehe Abbildung 10).

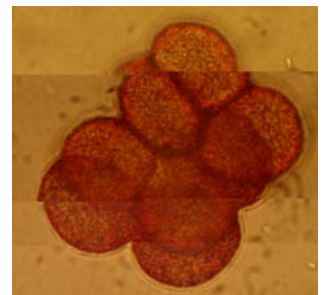
Diese Deformationen wurden aber allgemein meist bis zum Blastula-Stadium wieder behoben, so dass viele Embryonen zu diesem Zeitpunkt optisch wieder einer normalen Entwicklung entsprachen, und sich auch normal weiterentwickelten (siehe Abbildung 11).



(a)



(b)



(c)

Abb.10: Deformierte 4-Zell-Stadien (a, b) und (c) 8-Zell-Stadien bei *A. lixula* (♀) + *P. lividus* (♂)

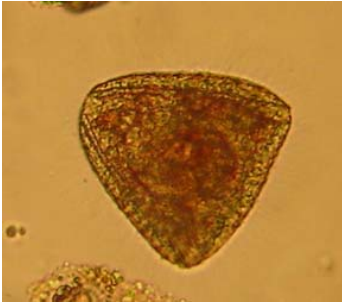


Abb.11: Prismenstadium bei *A. lixula* (♀) + *P. lividus* (♂) nach ca. 20 Stunden.

Über das Prismenstadium hinaus entwickelten sich keine Larven, sie starben vorher ab.

5.4. Diskussion

Ziel unseres Versuches war es, die Fähigkeit zur Hybridbildung dreier nicht näher verwandter Seeigelarten zu bestimmen. In unserem Experiment wurden Arten verschiedener Gattungen innerhalb der Überordnung *Echinacea* verwendet, erfolgreiche Kreuzspezies-Befruchtungen konnten nur durch eine Vorbehandlung der Eier mit Trypsin erreicht werden.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, um eine interspezifische Befruchtung zu verhindern. Die einfachste Möglichkeit ist eine zeitliche oder räumliche Trennung der Gameten-freisetzung. Meistens jedoch ist eine Gameteninkompatibilität zu beobachten. Die meisten Befruchtungsbarrieren wirken jedoch nicht mit absoluter Sicherheit. Auch in der Natur können zu einem geringen Prozentsatz Fremdbefruchtungen stattfinden. Sollte eine derartige Kreuzspezies-Befruchtung erfolgreich sein, sterben die meisten Hybride durch postzygotische Mechanismen frühzeitig ab oder sind unfruchtbar.^{3;4;5} Hybride nah verwandter Arten sind jedoch schon bis zur Geschlechtsreife aufgezogen worden.⁶

Es gibt zumindest drei Hypothesen um die Häufigkeit von Kreuzbefruchtungen zu erklären. Die Erste besagt, dass die genetische Ähnlichkeit der Arten eine Rolle spielt, das heißt, die Chance einer Befruchtung ist bei näher verwandte Arten höher als bei weiter entfernten Verwandten, was Rahman et al in seinen Experimenten bestätigen konnte.³

Die zweite Hypothese geht davon aus, dass die Kompatibilität der Gameten abhängig ist von der Überlappung der Habitate. Je größer diese Überlappung ist, desto geringer ist die Chance einer Fremdbefruchtung. Diese Hypothese konnte anhand unserer Daten nicht eindeutig unterstützt werden. Unsere drei untersuchten Arten kommen im Mittelmeer und im Ostatlantik auf der Nordhalbkugel vor, *A. lixula* und *P. lividus* wurden teilweise im selben Mikrohabitat gefunden.^{7;8}

Die dritte Hypothese scheint die am meisten zutreffende zu sein. Sie besagt, dass der Erfolg von Fremdbefruchtungen mit dem Erfolg von intraspezifischen Befruchtungen korreliert. Das heißt, je leichter eine conspezifische Befruchtung erfolgt, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit einer interspezifischen Fertilisation.⁹ Dies stimmt auch mit den Ergebnissen der Befruchtungen von *A. lixula* und *P. lividus* überein.

Wie von anderen Autoren bereits beschrieben, konnten auch wir eine Asymmetrie in der Kompatibilität der Gameten feststellen: Werden die Eier einer Art mit den Spermien der anderen Art befruchtet, ergibt sich ein anderer Befruchtungserfolg als umgekehrt.⁴ Die Überlebensfähigkeit der Larven hängt laut Rahman et al ebenfalls davon ab, von welcher Art die Eier und Spermien stammen.⁶ Eine solche Aussage lässt sich jedoch anhand unserer Daten nicht mit Sicherheit bestätigen, da die Larven nicht rund um die Uhr betreut wurden. Das frühe Absterben lässt sich möglicherweise durch die unkontrollierten Umweltbedingungen in

den Petrischalen erklären. Zur Metamorphose benötigen Seeigel außerdem einen geeigneten Untergrund auf dem sie sich festsetzen können.

Die hohe Mutationsrate, die sowohl bei intra- als auch bei interspezifischer Befruchtung auftrat, ist unter anderem auf die hohe Trypsinkonzentration zurückzuführen. Eine weitere Erklärung ist die hohe Spermienkonzentration, welche Polyspermie verursachen kann.

6. Quellen

- [1] Gilbert, Scott F.: *Developmental Biology*, Sunderland (MA): Sinauer Associates, Inc.; 2000
- [2] Wolpert, Lewis: *Entwicklungsbiologie*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1999
- [3] Czihak G.: *The Sea Urchin Embryo. Biochemistry and Morphogenesis*. Springer Verlag, 1975.
- [4] Skript: *Experimentelle Embryologie von marinen Evertebraten (Banyuls 2001)*.
- [5] Riedl, Rupert: „*Fauna und Flora des Mittelmeeres – ein systematischer Meeresführer für Biologen und Naturfreunde*“, Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 1983
- [6] Rahman M. A., T. Uehara, and L. M. Aslan. Comparative viability and growth of hybrids between two sympatric species of sea urchins (genus *Echinometra*) in Okinawa. *AQUACULTURE* 183 (1-2):45-56, 2000.
- [7] McCartney M. A. and H. A. Lessios. Quantitative analysis of gametic incompatibility between closely related species of neotropical sea urchins. *BIOL BULL* 202 (2):166-181, 2002.
- [8] Rahman M. A., Tsuyoshi Uehara, and John S. Pearse. Hybrids of Two Closely Related Tropical Sea Urchins (Genus *Echinometra*): Evidence Against Postzygotic Isolating Mechanisms. *The Biological Bulletin* 200 (2): 97-106, 2001
- [9] Rahman M. A. and T. Uehara. Interspecific Hybridization and Backcrosses between Two Sibling Species of Pacific Sea Urchins (Genus *Echinometra*) on Okinawan Intertidal Reefs. *Zoological Studies* 43(1): 93-111 (2004):93-111, 2004.
- [10] www.marlin.ac.uk
- [11] www.habitas.org.uk/marinelife
- [12] Levitan D. R.: The relationship between conspecific fertilization success and reproductive isolation among three congeneric sea urchins. *EVOLUTION* 56 (8):1599-1609, 2002.

Abbildungen:

Abb.3 A – I:

aus [3] Czihak G.: *The Sea Urchin Embryo. Biochemistry and Morphogenesis*. Springer Verlag, 1975.
Fig. 7.1. (Seite 178-183)

Abb.6:

verändert aus [2] Wolpert, Lewis: *Entwicklungsbiologie*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1999
Abb.6.19 (Seite 214)

Alle anderen Abbildungen wurden von den Teilnehmern selbst erstellt bzw. fotografiert.

Description of the food habits of nine sympatric wrasse species (Labridae, Perciformes) along the Revellata Peninsula near Calvi, Corsica (Western Mediterranean)

Czerny J., Fricke N., Horstkotte J., Johannes D., Rementing M., Sähn N., Hanel R.¹;

1. Introduction

The Mediterranean Sea is a semi enclosed marine area. Its recolonization after the almost complete desiccation during the Messinian salinity crises (about 5.5 million years ago) was heavily influenced by the onset of the glacial periods about 2.4 million years ago. While the Mediterranean fauna was dominated by cold water adapted species during cold temperature phases, warm water adapted species entered through the Strait of Gibraltar in interglacial periods, leading to a nowadays diverse community of species of different ecological and also evolutionary history.

This pattern of diversity can be very well seen in the percomorph fish family Labridae. The family is worldwide composed of about 580 species in 82 genera, most of them distributed in tropical and subtropical marine areas. Most species change sex and show a striking sexual dimorphism with males changing colour from an initial phase to a brilliantly coloured terminal phase. Wrasse are generally day active and hide between rocks or in sea-grass pads during the night (Nelson, 2006).

The family Labridae most probably originated in the Indo-West Pacific. Presently, six so called tribes are differentiated as labrid subgroups (Russel, 1988, Westneat and Alfaro, 2005). Three of these six tribes are presently distributed in the Mediterranean. While the predominantly tropically distributed tribe Julidini and Novaculini are only represented with two and one species respectively (Quignard & Pras, 1986), the tribe Labrini radiated in the northeastern Atlantic and shows its highest diversity in the Mediterranean Sea (Hanel et al., 2002).

Mediterranean wrasses are small demersal fishes, which inhabit different littoral habitats. While most of the species are found over rocky grounds covered by macroalgal vegetation, a few species specialized on sand (*Xyrichtys novacula*) and sea-grass habitats (*Symphodus doderleini*, *Symphodus cinereus*). Their feeding behaviour is described differently in the literature depending on the author. Nelson (1994) describes wrasses as mainly carnivorous on benthic invertebrates, but also mentions exceptions, like some planktivores and some small cleaner-fish species that almost exclusively feed on ectoparasites of larger fishes. Quignard & Pras (1986) and later Michel et al. (2002) referred to European wrasses as specialised predators on various invertebrate prey species but also mention exceptions from the rule, like the piscivore *Labrus viridis* and the cleanerfish *Symphodus melanocercus*.

Controversially, after performing gut content analyses of four Mediterranean wrasse species (*Thalassoma pavo*, *Coris julis*, *Symphodus ocellatus*, *Symphodus roissali*), Kabasakal (2001) describes their feeding behaviour as omnivorous with tendency towards herbivory in *S. roissali* and *S. ocellatus*) and carnivorous with tendency towards omnivory in *T. pavo* and *C. julis*. This view is again criticised by Kolbmüller et al. (2003) who describe the four Mediterranean wrasse species included in their analysis (*Labrus merula*, *Coris julis*,

¹ Projektleitung

Symphodus tinca, *Symphodus roissali*) as carnivorous without any tendency towards omnivory.

To get a clearer picture, gut content analyses on 9 Mediterranean wrasse species were performed during a joint field course near Calvi, Corsica of the Leibniz Institute of Marine Sciences, Kiel and the University of Innsbruck. To compare feeding preferences of the sympatrically occurring species of the two tribes Labrini and Julidini, both species groups were included in the analysis. Gut contents reflect the feeding behaviour of fishes. These data can help to understand the position of a species in the ecosystem and if these sympatric species compete for the same resources or developed their own specific niches.

2. Material and Methods:

A total of 123 individuals of the species *Symphodus tinca*, *Symphodus rostratus*, *Symphodus roissali*, *Symphodus cinereus*, *Symphodus mediterraneus*, *Symphodus ocellatus*, *Thalassoma pavo*, *Coris julis* and *Labrus merula* has been collected along the Revellata peninsula near Calvi, Corsica, in September 2006 close to Station de Recherches Sous-Marine et Océanographique “Stareso“ (Stareso Pier 42° 34' 49" N 08° 43' 27" E; UTM Zone 32 4714233N 477359E) (Fig. 1). Fish were selectively captured using hand nets and a fine meshed gill net (7 mm mesh size) in the upper infralittoral zone (Ott, 1988) over hard substrate, in algal beds or seagrass meadows. The gillnet was deployed at the ground, stretched open by a weighed ground line and swimming devices at the head line. Target fish were subsequently chased into the net where they could be easily caught with handnets. The advantage of this method is its selectivity and the avoidance of any bycatch. Maximum depth of collection was nearly 8 meters. All sampling was done during daytime. Collected fish were killed by exposure to subzero-degree temperatures and stored frozen until analysis.

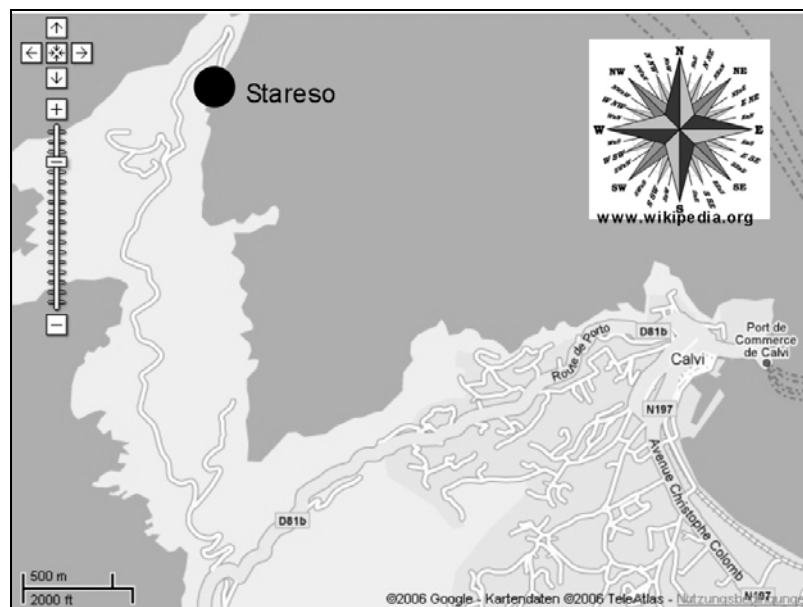


Fig.1: Map of northwest Corsica

After thawing, total and standard lengths were measured to the nearest mm. The total weight (in g) of each individual was measured with an electronic scale. Numbers of sampled individuals and lengths range for each species are shown in table 1. Sex of each individual

was determined macroscopically, if possible. To identify cohorts in the different species, species specific length-frequency distributions were compiled.

Species	Range [cm]	Mean [cm]	Standard Deviation [cm]	Examined Numbers
<i>Symphodus tinca</i>	22,5 - 9,4	16,36	± 4,47	15
<i>Symphodus rostratus</i>	11,9 - 5,6	9,8	± 1,47	17
<i>Symphodus roissali</i>	10,6 - 7,5	9,54	± 0,99	15
<i>Symphodus cinereus</i>	10,7 - 5,6	8,93	± 1,63	14
<i>Symphodus mediterraneus</i>	14,2 - 7,4	10,49	± 1,69	12
<i>Symphodus ocellatus</i>	8,2 - 6,0	7,02	± 0,67	13
<i>Thalassoma pavo</i>	15,4 - 9,0	12,25	± 1,98	10
<i>Labrus merula</i>	20,2 - 7,9	15,66	± 3,91	10
<i>Coris julis</i>	16,7 - 7,8	13,14	± 2,29	17

Table 1: Total lengths and numbers of the examined labrid species

Stomach Content Analysis:

After dissection, weights of full and emptied guts were weighed using an electronic scale. Gut contents were separated and prey items analysed with a binocular microscope to the lowest taxonomic level possible. Prey items were classified according to major taxonomic groups (algae, polychaetes, molluscs, crustaceans, echinoderms, fish and rest). Weights of these fractions were measured on an electrical scale.

For further analyses the sum of all weighed gut content fractions of each individual fish was set as 100%. The weight of found main taxa of one fish was calculated in percent of the total weight of all fractions [Weight (%) of main taxon (i) = (Weight taxon (i) / \sum Weight of all taxa) * 100].

To identify food items in different species the mean value was taken of the sum of all percental parts of different main taxa from all single individuals of one species [Mean = \sum (% taxon (i) of fish (j) / \sum Individuals (j))]. The same was done for the median value.

A spreadsheet was created to specify which taxa were summarized in the seven main taxonomic groups for the different species. Thereby the lowest determined taxon was mentioned.

(For comparative study see Kabasakal, 2001)

3. Ergebnisse

3.1. Längen Gewichts Beziehungen

Species	Range [cm]	Mean [cm]	StandardDeviation [cm]	Examined Numbers
<i>Symphodus tinca</i>	22,5 - 9,4	16,36	± 4,47	15
<i>Symphodus rostratus</i>	11,9 - 5,6	9,8	± 1,47	17
<i>Symphodus roissali</i>	10,6 - 7,5	9,54	± 0,99	15
<i>Symphodus cinereus</i>	10,7 - 5,6	8,93	± 1,63	14
<i>Symphodus mediterraneus</i>	14,2 - 7,4	10,49	± 1,69	12
<i>Symphodus ocellatus</i>	8,2 - 6,0	7,02	± 0,67	13
<i>Thalassoma pavo</i>	15,4 - 9,0	12,25	± 1,98	10
<i>Labrus merula</i>	20,2 - 7,9	15,66	± 3,91	10
<i>Coris julis</i>	16,7 - 7,8	13,14	± 2,29	17

Fig. 1: Total lengths and numbers of the examined labrid species

Der Probenumfang sollte 10 Individuen pro Art nicht unterschreiten, wobei von jeder Art auch unterschiedliche Längen und damit Entwicklungsstadien mit in die Untersuchung einbezogen werden sollten. Eine Graphik der Längen-Gewichts-Beziehungen gibt Aufschluss über die morphometrischen Besonderheiten der einzelnen Arten.

length weight relationship *Labridae*

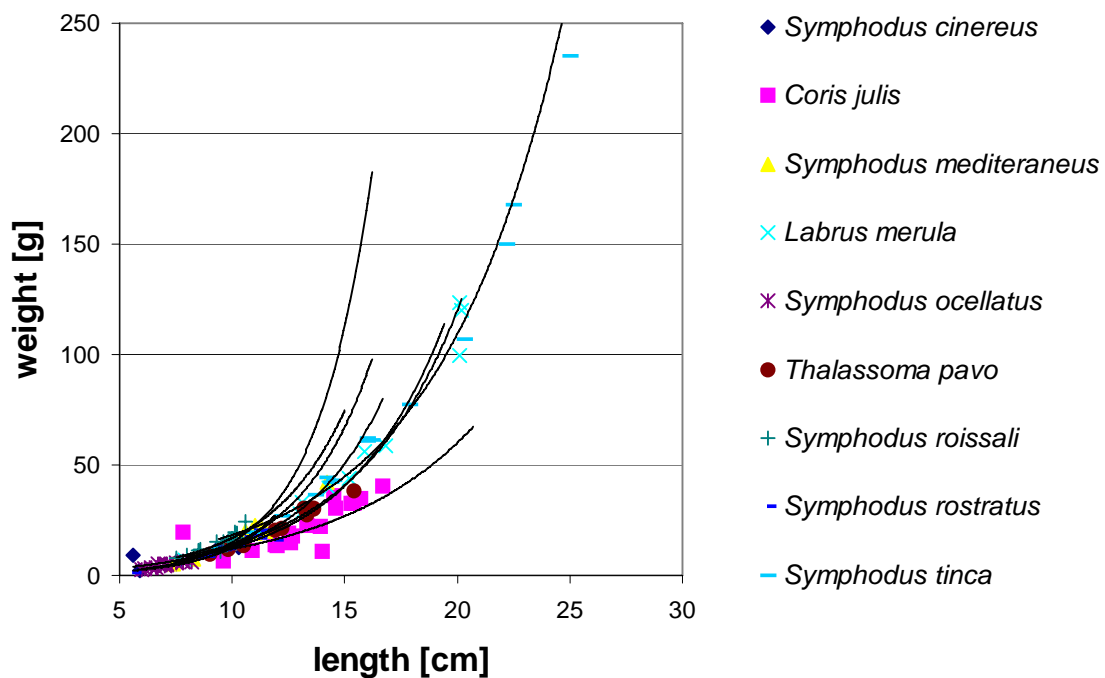


Fig.2: Length – weight relationship of *Labridae* of Calvi-sample

Die geringste Gewichtszunahme bezogen auf die Körperlänge zeigte der Meerjunker (*Coris julis*) bei dem bei einer maximalen Länge von 16,7 cm ein Gewicht von lediglich 40 g gemessen werden konnte. Der insgesamt schwerste gefangene Fisch konnte der Art *Symphodus tinca* zugeordnet werden. Das territoriale Männchen hatte bei einem Gewicht von 235 g eine Körperlänge von 25 cm. Damit befindet sich *Symphodus tinca* im Mittelfeld der Gewichtszunahme für die untersuchten Labriden. Die schnellste Gewichtszunahme konnte bei *Symphodus ocellatus* festgestellt werden. Mehrere gefangene Fische erreichten ein Gewicht von 6,15 g bis 6,39g. Hierbei variierte die Körperlänge lediglich um 0,4 cm, zwischen 7,8 cm und 8,2 cm.

3.2. Darminhaltsanalyse

In allen untersuchten Arten wurden Crustacea mit der größten Häufigkeit als Beuteorganismen identifiziert. Während Krebstiere etwa beim Braunen Lippfisch (*Labrus merula*) durchgängig in allen untersuchten Individuen gefunden wurden, konnten beim Meerpfau (*Thalassoma pavo*), der Art mit der scheinbar geringsten Nahrungspräferenz für Crustaceen, diese immerhin noch in 70% aller untersuchten Individuen festgestellt werden. Die Bandbreite der als Beute genutzten Krebstiere reichte dabei von Copepoden und Amphopoden bis zu Einsiedlerkrebse (Paguridea) und diversen Krabben.

Neben Crustaceen wurden vor allem Mollusken in einer Vielzahl der untersuchten Darminhalten nachgewiesen, obwohl deren Häufigkeit gemessen an den Crustaceen bereits deutlich niedrigere Werte erreichte und zwischen den einzelnen Lippfisch-Arten einer beträchtlichen Streuung unterlag. Mit Ausnahme des Meerjunkers (*Coris julis*), bei dem Mollusken in mehr als 80% der Individuen als Beute auftrat, konnten Weichtiere ansonsten nur in weniger als der Hälfte aller untersuchten Individuen je Art nachgewiesen werden. Auffällig war das vollständige Fehlen von Mollusken-Resten in den Darminhalten des Schnauzenlippfisches (*Symphodus rostratus*). Stachelhäuter konnten ebenso wie Foraminiferen nur bei *Coris julis* mit Häufigkeiten über 10% nachgewiesen werden. Auch Fischreste wurden als Nahrungskomponente identifiziert, bei *Thalassoma pavo*, *Coris julis* und *Symphodus rostratus* jeweils mit Häufigkeiten über 10%.

Algenmaterial und damit pflanzliche Nahrung wurde in artspezifisch sehr unterschiedlichen Häufigkeiten nachgewiesen, wobei nur in *Symphodus mediterraneus* und *Symphodus tinca* mehr als 50% der untersuchten Individuen Pflanzenreste gefressen hatten.

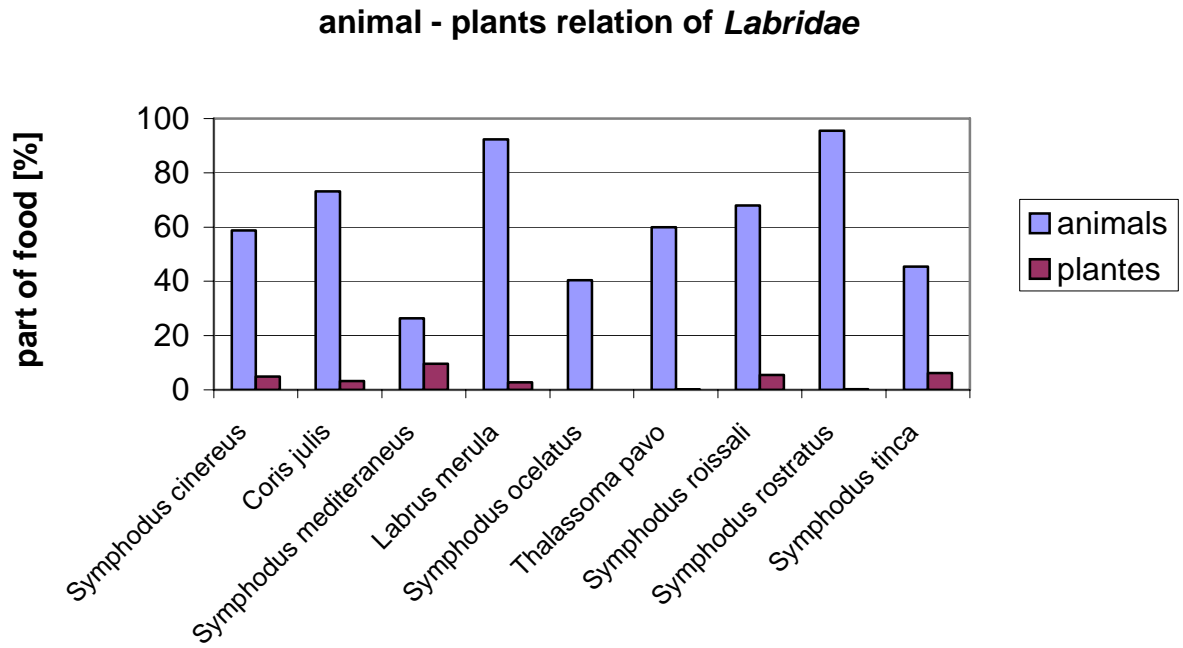


Fig.3: Animal – plant relationship of Labridae of Calvi-sample

fish		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Symphodus cinereus</i> found in % analysed fish	14	Amphipoden isopoden 86	Gastropoda, some Bivalvia 43				green, Posidonia 36		1fish	slime, sand 71
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Symphodus mediteraneus</i> found in % analysed fish	11	Cumacen Cops., seldom pagurida 91	seldom Gastropoden 36				green, red, brown 73		tentakles 64	91
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Symphodus ocellatus</i> found in % analysed fish	13	Amphipoda, Hapacticide Copepoda, seldom pagurida 77	more Bivalvia than Gastropoda 31				red algae 15		one fish	slime, sand 77
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Symphodus roissali</i> found in % analysed fish	15	Pagurida, Cumacea, Ampipoda 87	mainly Gastropoda 40				green algae 27		Erantia one fish	slime, sand 33
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Symphodus rostratus</i> found in % analysed fish	18	hapacticide Copepoda, Amphipoda, Shrimp 83		one fish		11	one fish		one fish	11
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Symphodus tinca</i> found in % of analysed fish	15	Cumacea, Amphipoda, Copepoda, Pagurida 93	more Gastropoda than Bivalvia 33	one fish	one fish	one fish				slime 93
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Labrus merula</i> found in % analysed fish	10	Pagurida, and others 100	Gastropoda 30			20	40			40
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Coris julis</i> found in % of analysed fish	17	Pagurida, Crabs, Seaspider, seldom Isopoda 82	Gastropoda, Polyplacophora, seldom Bivalvia 82	24	12	24	35	12	one fish	slime, sand 59
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest
<i>Thalassoma pavo</i> found in % analysed fish	10		Polylacophora 20			scales 40	green, brown 20		one fish	50
		Crustaceae	Moluska	Echinoidea	Ophiura	Pisces	Algae	Foram.	Polych.	rest

4. Discussion

All in all we found that crustaceans represent the main part of the diet of wrasses. The next animal component is composed of molluscs. Furthermore algae were found in all species except for *C. julis*, but they were not eaten purposive. They were taken during ingestion. This shows that wrasses obviously are carnivore.

An exception to this is shown by *S. mediterraneus*, where a tendency to omnivory is observed, the fraction of algae being found in 73% of all investigated specimens (see figure 4). Molluscs and pagurids are rarely found, while polychaets and algae form the biggest percentage of relative weight fractions. This shows that soft food is preferred to hard shelled organisms. *S. mediterraneus* even has a longer intestine than the other investigated wrasses, which is an adaptation to digestion of plant material. This fits with the results of the years 2002 and 2004, where *S. mediterraneus* is described as the only omnivore species. In both years the percentage of algae was significantly higher than 2006. Nevertheless, we can say that *S. mediterraneus* is not a herbivore species because of the great amount of animal nutrition.

S. cinereus mostly feeds on crustaceans, followed by molluscs. It's noticeable that no pagurids are eaten, but mainly gastropods, what corresponds with the species' choice of habitat. *S. cinereus* is primarily found above sand and with sea weeds, where gastropods are found, too. There's no concordance with the year 2004. Here, mostly molluscs and polychaets were found. However, only one specimen was investigated, so no comparison is possible between the years.

S. ocellatus in contrary lives over rocks and consequently feeds less on gastropods, but bivalves contribute the most to molluscan diet. The biggest fraction is represented by crustaceans, even some pagurids are found, which mostly live on rocks. This is true for the years 2002 and 2004.

A similar feeding spectrum also shows *S. roissali*, which is living in a similar habitat. But for this species the gastropods are playing a more important role. However, crustaceans are still the preferred prey. Koblmüller et al. (2003) found that gastropods represent the major part of prey organisms. But the results of the years 20002 and 2004 are in concordance with the results of the year 2006, where crustaceans play the major role.

In contrary to the already described species, *S. rostratus* does not feed on molluscs, but besides crustaceans it feeds to an important part on fish. This becomes not evident by the weight percentage, as often just a scale or a vertebra was found. Depending on the size of the captured fish, this percentage would at least align to the percentage of crustaceans or would even exceed it. In the year 2004 a tendency towards piscivory was detected, confirmed by the results of the year 2006.

S. tinca mainly feeds on crustaceans and to a smaller part on molluscs, concordant with the results of the year 2002 and Koblmüller et al. (2003). Though the fraction of algae is relatively high with 53 % of all investigated specimens showing algae in their gut content, it is a result of the species' diet as described below. A in the year 2004 declared unspecific diet within crustaceans and molluscs could not be verified.

An often observed method of ingestion of is to bite off bunches of algae, where the preferred prey organisms live. Afterwards the bitten off material is spitten out and the prey is selectively picked out of the water column. Thereby it's inevitable that also rests of algae are incorporated. This hypothesis is confirmed by the algae's low proportion of weight percentage in *S. tinca*'s gut.

L. merula lives hidden in rocky habitats, mirrored in his choice of prey. All studied individuals showed crustaceans, exclusively pagurides. Even if gastropods and fishes contribute to the feeding spectrum, it's just a low percentage. For the fishes, this is because

only scales and vertebrae were found. The preference for algae noticed in the year 2002 could not be confirmed. This is true for Koblmüller et al. (2003) and for the results of the year 2004. Koblmüller et al. (2003) write that within crustaceans decapods are the most important feeding components, corresponding with the year 2006.

T. pavo has a fundamentally broader feeding spectrum, where crustaceans, fishes and molluscs, exclusively polyplacophora are strongly represented, corresponding to the year 2004. In this species the weight percentage of fishes is considerably higher than in other piscivore species, caused by the lesser proceeded digestion process.

Similar to *S. tinca*, *C. julis* shows a diversified feeding spectrum, mainly consisting of hard shelled organisms as pagurides and gastropods, which is the same for Koblmüller et al. (2003) and the year 2004. As typical adaptation to this prey, *C. julis* possesses a huge, flattened tooth to break shells in the upper jaw. *C. julis* can be considered as carnivore, showing no algae in his gut.

These results disprove the theories of Kabasakal (2001), that *S. roissali* and *S. ocellatus* are omnivore with a tendency to herbivory and that *C. julis* and *T. pavo* are carnivore with a tendency to omnivory. The results of the year 2006 definitely show that all these species are carnivore with no tendency to omnivory. Among all this year studied wrasses only *S. mediterraneus* is omnivore.

A problem of the examination of the gut contents is the difficulty of differentiation between pagurids and gastropods when only shells are found. The body of gastropods rapidly gets digested and to proof the presence of pagurides, remains of legs or chelae are necessary. Furthermore, some specimens were defrosted for a too long period, so that the gut content only consisted of liquid slime, which could not be differentiated more precisely.

List of observed fish-species over 10 years from 1996 to 2006

Familie	Art	deutscher Name	2006	2004	2002	2000	1998	1996
Torpedinidae Zitterrochen	<i>Torpedo marmorata</i>	Marmorzitterrochen	-					
Dasyatidae Stachelrochen	<i>Dasyatis pastinaca</i>	gewöhnlicher Stachelrochen	x	x	-	-	-	-
	<i>Dasyatis violacea</i>	pelagischer Stechrochen	x	-	-	-	-	-
Myliobatidae Adlerrochen	<i>Myliobatis aquila</i>	Adlerrochen	x	x	x	-	-	-
Congridae Meeraale, Conger	<i>Conger conger</i>	Meeraal	-	x	-	x	x	-
Anguillidae Aale	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	x	x	-	x	x	-
Murenidae Muränen	<i>Muraena helena</i>	Mittelmeermuräne	x	x	x	x	x	-
Engraulidae Sardellen	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Sardelle	x	-	-	-	-	-
Gobiesocidae Schildfische	<i>Lepidogaster candollei</i>	Rotsproßansauger/Rotfleck-Schildfisch	x	x	x	-	x	-
	<i>Opeatogenys gracilis</i>	Seegras-Schildbauch	x	x	-	-	-	-
Gadidae Dorsche	<i>Phycis phycis</i>	Gabeldorsch	x	-	x	-	-	-
Belonidae Hornhechte	<i>Belone belone</i>	Europäischer Hornhecht	x	-	x	-	-	-
Atherinidae Ährenfische	<i>Atherina boyeri</i>	kleiner Ährenfisch	x	x	x	x	x	-
	<i>Atherina hepsetus</i>	großer Ährenfisch	x	x	-	x	-	-
Syngnathidae Seenadeln	<i>Hippocampus guttulatus</i>	Seepferdchen	-	-	-	-	x	-
	<i>Syngnathus typhle</i>	Grasnadel	-	-	x	-	-	-
Scorpaenidae Skorpionsfische	<i>Scorpaena porcus</i>	Kleiner Drachenkopf/Brauner Drachenkopf	x	x	x	x	-	-
	<i>Scorpaena notata</i>	Roter Drachenkopf	x	x	x	x	x	-
	<i>Scorpaena scrofa</i>	Großer Drachenkopf	x	-	x	-	x	-
Triglidae Knurrhähne	<i>Chelidonichthys sp.</i>	Knurrhahn	-	x	-	-	-	-
Serranidae Zackenbarsche	<i>Epinephelus marginatus</i>	brauner Zackenbarsch	x	x	x	x	x	-
	<i>Serranus cabrilla</i>	Sägebarsch	x	x	x	x	x	-
	<i>Serranus scriba</i>	Schriftbarsch	x	x	x	x	x	-
	<i>Anthias anthias</i>	Roter Fahnenbarsch	-	-	x	-	-	-
Dicentrarchidae Wolfsbarsche	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Wolfsbarsch	-	x	-	-	-	-
Apogonidae Kardinalbarsche	<i>Apogon imberbis</i>	Meerbarbenkönig	x	x	x	x	x	-
Carangidae Stachelmakrelen	<i>Seriola carpenteri</i>	Mittelmeer-Bernsteinmakrele	x	-	-	-	-	-
	<i>Seriola dumerili</i>	Grünel/Große Bernsteinmakrele	x	x	-	-	-	-

	<i>Trachinotus ovatus</i>	Ostatlantische Gabelmakrele	x	-	-	-	-	-
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Mittelmeerstöcker	-	x	-	-	-	-
Centracanthidae Pikarellen	<i>Spicara maena</i>	Gefleckte Pikarelle	x	-	x	x	-	-
Sparidae Brassen	<i>Boops boops</i>	Gelbstrieme	x	x	x	-	-	-
	<i>Dentex dentex</i>	Zahnbrasse	x	x	x	-	x	-
	<i>Diplodus annularis</i>	Ringelbrasse	x	x	x	x	x	x
	<i>Diplodus puntazzo</i>	Spitzbrasse	x	x	x	x	x	x
	<i>Diplodus sargus sargus</i>	Geißbrasse	x	x	x	x	x	x
	<i>Diplodus vulgaris</i>	Zweibindenbrasse	x	x	x	x	x	x
	<i>Oblada melanura</i>	Bandbrasse	x	x	x	x	x	x
	<i>Sarpa salpa</i>	Goldstrieme	x	x	x	x	x	x
	<i>Sparus aurata</i>	Goldbrasse	x	x	x	x	x	x
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	Marmorbrasse	x	x	x	-	x	-
	<i>Pagellus acarne</i>	Achselfleckbrasse	-	x	x	-	-	-
	<i>Pagellus erythrinus</i>	Rotbrasse	-	-	-	x	x	-
	<i>Pagrus pagrus</i>	Sackbrasse	-	-	x	-	-	-
	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Streifenbrasse	x	x	x	x	-	x
Sciaenidae Umberfische	<i>Sciaena umbra</i>	Meerrabe	x	x	x	-	-	-
Mullidae Meerbarben	<i>Mullus barbatus</i>	Rote Meerbarbe	x	x	-	-	-	-
	<i>Mullus surmuletus</i>	Streifenbarbe	x	x	x	x	x	-
Pomacentridae Riffbarsche	<i>Chromis chromis</i>	Mönchsfisch	x	x	x	x	x	-
Labridae Lippfische	<i>Coris julis</i>	Meerjunker	x	x	x	x	x	x
	<i>Labrus viridis</i>	Grüner Lippfisch	x	x	x	-	x	x
	<i>Labrus merula</i>	Amsellippfisch	x	x	x	x	x	x
	<i>Symphodus cinereus</i>	Grauer Lippfisch	x	x	x	-	x	x
	<i>Symphodus mediterraneus</i>	Mittelmeer-Lippfisch	x	x	x	x	-	-
	<i>Symphodus melanocercus</i>	Schwarzschwanz-Lippfisch	x	x	x	x	x	x
	<i>Symphodus ocellatus</i>	Augenlippfisch	x	x	x	x	x	x
	<i>Symphodus roissali</i>	Fünffleckiger Lippfisch	x	x	x	x	x	x
	<i>Symphodus rostratus</i>	Schnauzenlippfisch	x	x	x	x	x	x
	<i>Symphodus tinca</i>	Pfauen-Lippfisch	x	x	x	x	x	x
	<i>Symphodus doderleini</i>	Doderleins Lippfisch	-	x	-	-	-	-

	<i>Thalassoma pavo</i>	Meerpfau	x	x	x	x	x	-
Trachinidae Petermännchen	<i>Trachinus draco</i>	Gewöhnliches Petermännchen	x	-	-	-	-	-
	<i>Trachinus araneus</i>	Spinnenqueise	-	-	-	-	x	-
Uranoscopidae Himmelsgucker	<i>Uranoscopus scaber</i>	Himmelsgucker	x	-	-	-	-	-
Tripterygiidae Dreiflosser	<i>Tripterygion tripteronotus</i>	Spitzkopf-Schleimfisch	x	x	x	-	x	-
Blenniidae Schleimfische	<i>Parablennius gattorugine</i>	Gestreifter Schleimfisch	x	x	x	-	x	-
	<i>Parablennius sanguinolentus</i>	Blutstriemen Schleimfisch	x	x	x	-	x	-
	<i>Parablennius rouxi</i>	Langstriemenschleimfisch	-	x	x	-	x	-
	<i>Parablennius zvonimiri</i>	Hirsch-Schleimfisch	-	x	x	-	x	-
	<i>Salaria pavo</i>	Pfauenschleimfisch	-	x	x	-	x	-
	<i>Lipophrys nigriceps</i>	Schwarzkopfschleimfisch	x	x	-	-	-	-
	<i>Lipophrys trigloides</i>	Grauer Schleimfisch	x	x	-	-	-	-
	<i>Lipophrys fluviatilis</i>	Flußschleimfisch	x	x	-	-	-	-
	<i>Adiablennius sphynx</i>	Sphinx-Schleimfisch	x	-	x	-	x	-
Gobiidae Grundeln	<i>Gobius bucchichi</i>	Anemonengrundel	x	x	x	-	x	-
	<i>Gobius cobitis</i>	Riesengrundel	x	x	x	-	-	-
	<i>Gobius paganellus</i>	Felsengrundel	x	-	-	-	-	-
	<i>Gobius geniporus</i>	Schlankgrundel	-	x	-	-	-	-
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel	x	-	-	-	-	-
Sphyraenidae Barrakudas	<i>Sphyraena viridensis</i>	Mittelmeer-Barrakuda	x	x	-	-	-	-
Mugilidae Meeräsche	<i>Mugil cephalus?</i>	Kurzkopf-Meeräsche	x	x	-	-	-	-
	<i>Oedalechios labeo</i>	Kastenmaul-Meeräsche	x	x	x	-	-	-
	<i>Liza aurata</i>	Goldmeeräsche	x	x	x	x	x	-
Bothidae Butte	<i>Bothus podas</i>	Breitaugenplattfisch	x	-	-	-	-	-
	<i>Phrynorhombus regius</i>	Zwergbutt	-	x	x	-	-	-
	<i>Arnoglossus kessleri</i>		-	-	-	-	x	-
Soleidae Seezungen	<i>Solea lascaris</i>	Warzen-Seezunge	x	-	-	-	-	-
Clinidae	<i>Clinitrachus argentatus</i>	Silbriger Schleimfisch	-	x	-	-	-	-
Balistidae Drückerfische	<i>Ballistes carolinensis</i>	Mittelmeer-Drückerfisch	-	-	-	-	x	-
Artenzahlen in einzelnen Jahren			68	65	55	33	46	17
			2006	2004	2002	2000	1998	1996
Gesamtartenzahl: 89	Nur 2006: 10	nicht 2006: 21						

5. References

- HANEL, R., M. WESTNEAT & C. STURMBAUER. 2002. Phylogenetic relationships, evolution of broodcare behavior, and geographic speciation in the wrasse tribe Labrini. – J Mol Evol. 2002 Dec; **55**(6): 776-89.
- KABASAKAL, H. 2001. Description of the feeding morphology and the food habits of four sympatric labrids (Perciformes, Labridae) from south-eastern Aegean Sea, Turkey. – Neth. J. Zool. **51**(4): 439-455.
- KOBLMÜLLER, S., N. DUFTNER, C. STURMBAUER, H. SAMMER, N. GANTNER, R. KOPP, S. VOIGT, B. STADLBAUER, A. BRANSTÄTTER & R. HANEL. 2003. Vergleichende Betrachtung von Ernährungsmorphologie und Nahrungsspezifität ausgewählter mediterraner Lippfisch-Arten (Perciformes, Labridae). – Ber. nat.-med. Verein Innsbruck **90**: 219-230.
- MICHEL, C. H., P. Lejeune & J. Voss. 1987. Biologie et comportement des labridés européens. – Revue Fr. Aquariol. **1**(2): 1-80.
- NELSON, J.S. 2006. Fishes of the World. Fourth Edition. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.
- OTT, J. 1988. Meereskunde. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- QUIGNARD, J.-P. & A. PRAS. 1986. Labridae. In: - P. J. P. WHITEHEAD, M. L. BAUCHOT, J.-C. HUREAU, J. NIELSEN, E. TORTONESE (Eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. p. 919-942.
- RUSSELL, B.C.. 1988. Revision of the fish genus *Pseudolabrus* and allied genera. Rec. Austr. Mus. Suppl. 9: 1–72.
- WESTNEAT, M.W. AND E.A. ALFARO. 2005. Phylogenetic relationships and evolutionary history of the reef fish family Labridae. Mol. Phyl. Evol. 36: 370-390.