

Eine Woche Spaß, Action und große Überwindungen erlebten wir, die 7P des BG Dreihackengasse aus Graz. Auf die Idee unseres Meeresbiologischen Projekts brachte uns eine Mitschülerin. Sie begeisterte und motivierte uns mit spannenden Geschichten über den Beruf ihres Vaters – Leiter der Meeresschule in Pula. Da wir ein naturwissenschaftlicher Zweig und eine Projektmanagement-Klasse sind, entschieden wir uns einstimmig für das Projekt.

Die Adria – Unser Hausmeer

Der praktische Teil spielte sich in Pula ab. Pula ist eine kleine Stadt Kroatiens an der Küste der Adria. Dieser Teil des Mittelmeeres bietet eine unglaublich große Artenvielfalt der Fauna und Flora, wie sie sonst nur selten zu finden ist. Zunächst einmal unterscheidet man zwischen Nord- und Südadria. Die Nordadria ist flach, salzarm und im Winter sehr kalt, die Südadria ist hingegen tief (über 1200m), gemäßigt warm und die klimatischen Schwankungen sind viel geringer. Man muss sich viel Zeit nehmen um die zahlreichen Schätze unseres „Hausmeeres“ in Erfahrung zu bringen. Seine wahren Schönheiten liegen im Verborgenen und sind nicht, wie bei einem tropischen Meer, auch ohne viel Kenntnis der Biologie leicht zu entdecken. Tatsächlich ist das europäische Mittelmeer eines der artenreichsten Meere der Welt.

Der Klimawechsel von Sommer und Winter ist ein wichtiger Aspekt, der zur Artenvielfalt beiträgt. Dadurch wird das Meer bis in die größten Tiefen durchmischt und es bilden sich auf Grund des hohen Anteils an mineralischen Salzen ausgedehnte Pflanzenbestände statt tropischer Korallenriffe. Die Bewohner solcher Algenwälder und Seegraswiesen sind ganz speziell an diese Umgebung angepasst und für den Laien nicht leicht zu entdecken. Dazu kommt noch, dass ein Großteil der Fauna nur Größen von wenigen Millimetern oder Zentimetern erreicht.

An den tiefsten Steilhängen erinnert die Adria auch an tropische Szenarien. Hier ist das Licht zu gering für übermäßigen Pflanzenbewuchs. Man findet Gorgonien (biegsame Korallen aus der Gruppe der Hornkorallen), Moostierchen und bunte Schwämme. Das europäische Mittelmeer ist wegen seiner geologischen Entstehungsgeschichte sehr zu den Ozeanen hin abgeschlossen und besitzt wenige gelöste Nährstoffe. Auch dieser Aspekt führte zu einer extremen Artenvielfalt. Die Organismen leiden unter dem Nährstoffmangel, somit schaffte es kein Lebewesen in der Gemeinschaft zu dominieren. Es entstanden dadurch besonders viele Lebensformen und jede einzelne ökologische Nische wurde besetzt.

Die Biologie der Meereshöhlen

Im Meer findet man kaum Tiere und Pflanzen, die ausschließlich in Höhlen vorkommen, da die Schwebelarven der verschiedensten Organismen in die Höhlen transportiert werden und von dort auch wieder nach außen gelangen.

Wasserbewegung und Licht nimmt in Höhlen ab. Rotalgen sind die einzigen Pflanzen, die auf wenig Licht und schattige Gebiete spezialisiert sind. Sie dringen

daher unter den Pflanzen am weitesten in Höhlen vor. Im Höhlenhintergrund findet man jedoch nur mehr sessile Tiere. Diese ernähren sich als sogenannte Suspensionsfresser von kleinsten Schwebepartikeln. Dazu benutzen sie verschiedenste Techniken (z.B. mit einem Filter), um im Wasser mitgeschwemmte Nahrungspartikel zu gewinnen. Passive Suspensionsfresser, wie zum Beispiel Hydroiden und Korallen, befinden sich vor allem im vorderen Bereich der Höhle, da hier die Wasserbewegung stärker ist. Sie halten ihre Partikel-Sammelapparate ins stark bewegte Wasser während so genannte aktive Suspensionsfresser entweder ihre Partikelkollektoren bewegen (z.B. Seepocken) oder Wasser ansaugen können (z.B. Schwämme und Seescheiden). Aktive Suspensionsfresser findet man daher eher im Höhlenhintergrund wo die Wasserbewegung geringer ist.

Das Projekt

Durch detektivische Dokumentation von natürlichen Phänomenen, die ursächlich in Zusammenhang stehen könnten, gelingt es sehr oft über die Lebensweise von Organismen und über das Beziehungsgeflecht der belebten mit der unbelebten Natur spannende Erkenntnisse zu gewinnen.

Unsere Untersuchungen beschränkten sich auf die Biologie der Meereshöhlen und deren Bewohner. Wir erforschten drei verschiedene Grotten, die im Umkreis von ca. 15km am südlichsten Spitz der Halbinsel Istrien in der Nordadria liegen (Abb 1). Die Höhlen wurden von uns in Grundriss, Höhe, Tiefe und Breite vermessen, wobei wir auch die Überhänge unter und ober Wasser beachteten.

Es handelt sich um so genannte Grotten, da sie bis in ihre hintersten Bereiche Kontakt zur Wasseroberfläche haben, also nicht ganz untergetaucht sind. Sie besitzen ausserdem nur einen Ein- bzw. Ausgang. Durch ihre unterschiedliche Gestalt und Lage lassen sich verschiedene Bedingungen erwarten was das Licht und die Wasserbewegung betrifft. Eben diese beiden Faktoren beeinflussen besonders stark das Vorhandensein von sessilen Organismen.

Wir schätzten den Prozentsatz des Bewuchs der sessilen Tiere und Pflanzen und dokumentierten diesen auf unseren Unterwasserschreibtafeln (Abb 2). Sessile Tiere sind an der Felswand festgewachsene Lebewesen. Zu der Flora und Fauna, deren Lebensraum wir kartiert haben, zählen der orange Strahlenschwamm, der weiße und braune Nierenschwamm, die gelbe Krustenanemone, Rotalgen und die Bäumchenpolypen. Bis auf die Rotalgen handelt es sich bei jeder dieser Lebensformen um Tiere.

Abb 1.: Geografische Lage und Form der untersuchten Meereshöhlen (Grafiken G.Gretschel)

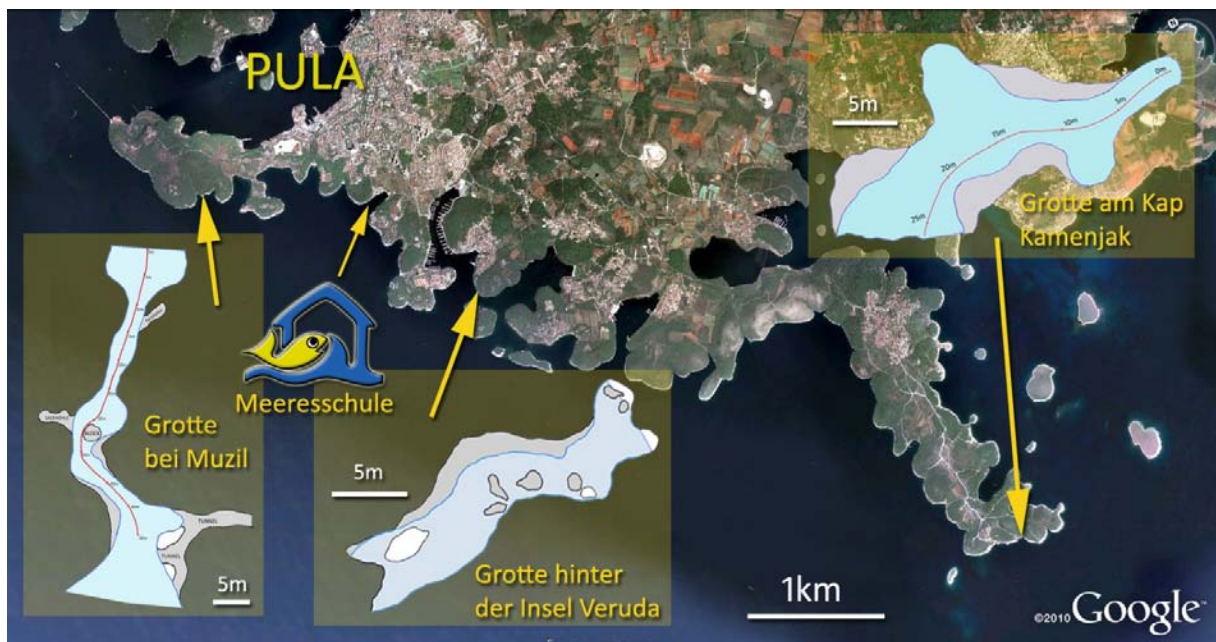


Abb 2: Die Daten werden auf Unterwasserschreibtafeln protokolliert (Foto: G. Gretschel)



Trotz unserer Hilfsmittel, wie zum Beispiel Unterwasserlampen, traten ab und zu Probleme auf. Vor allem beim Verlegen der Transektleine (Maßleine) hatten manche Schwierigkeiten mit dem Abtauchen (Abb 3). Der Grund dafür waren schlechte Lichtverhältnisse und teilweise auch Wellengang. Eine zusätzliche Erschwernis war der schroffe Felsbewuchs. Einerseits achteten wir darauf uns nicht zu verletzen und andererseits den Lebensraum nicht zu beschädigen (Abb 4).

Abb 3: Vermessungen der Höhle am Kap Kamenjak. Das Verlegen einer Messleine am Boden (Foto: G. Gretschel)



Abb 4: Datenaufnahme in der Höhle am Kap Kamenjak (Foto: G. Gretschel)

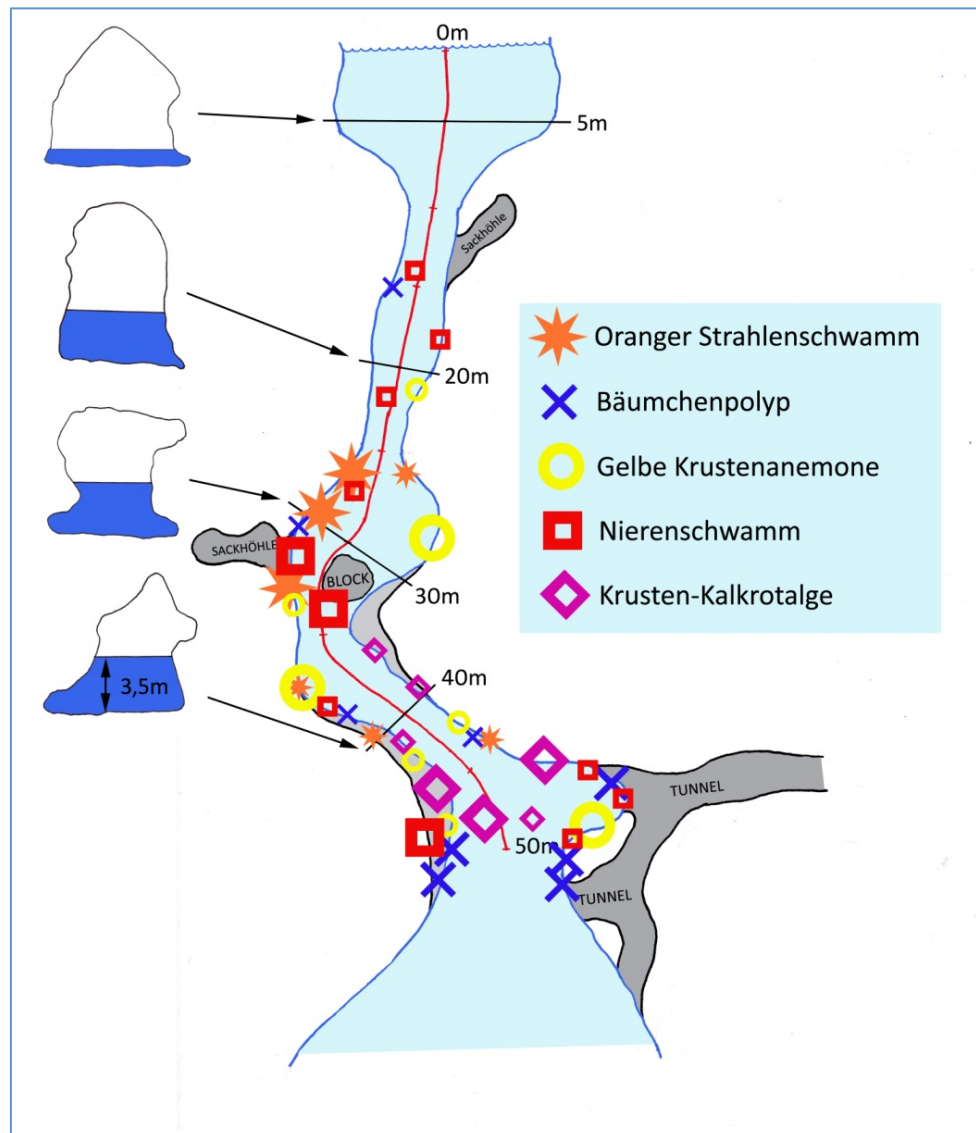


Die Ergebnisse

Die Verteilungsmuster der untersuchten Arten wurden in maßstabsgetreue Grafiken der Meereshöhlen übertragen (Abb 5)

Abb. 5:

Verteilung der untersuchten Tiere und Pflanzen in der Höhle bei Muzil. Die Größe der Symbole soll die Dichte des Wachstums verdeutlichen. (Grafik G.Gretschel)



Anhand unserer Ergebnisse erkannten wir, dass in beschatteten Bereichen hauptsächlich Tiere leben. Das liegt daran, dass Pflanzen ohne Sonnenlicht keine Fotosynthese betreiben können und somit nicht überlebensfähig sind. Die sessilen Tiere allerdings brauchen den Schatten, um sich ungestört ausbreiten zu können. Im Sonnenlicht haben sie keine Überlebenschancen, da sie sofort von Pflanzen überwuchert werden.

Im Folgenden werden nun die untersuchten Spezies und ihre Verteilungsmuster einzeln analysiert:

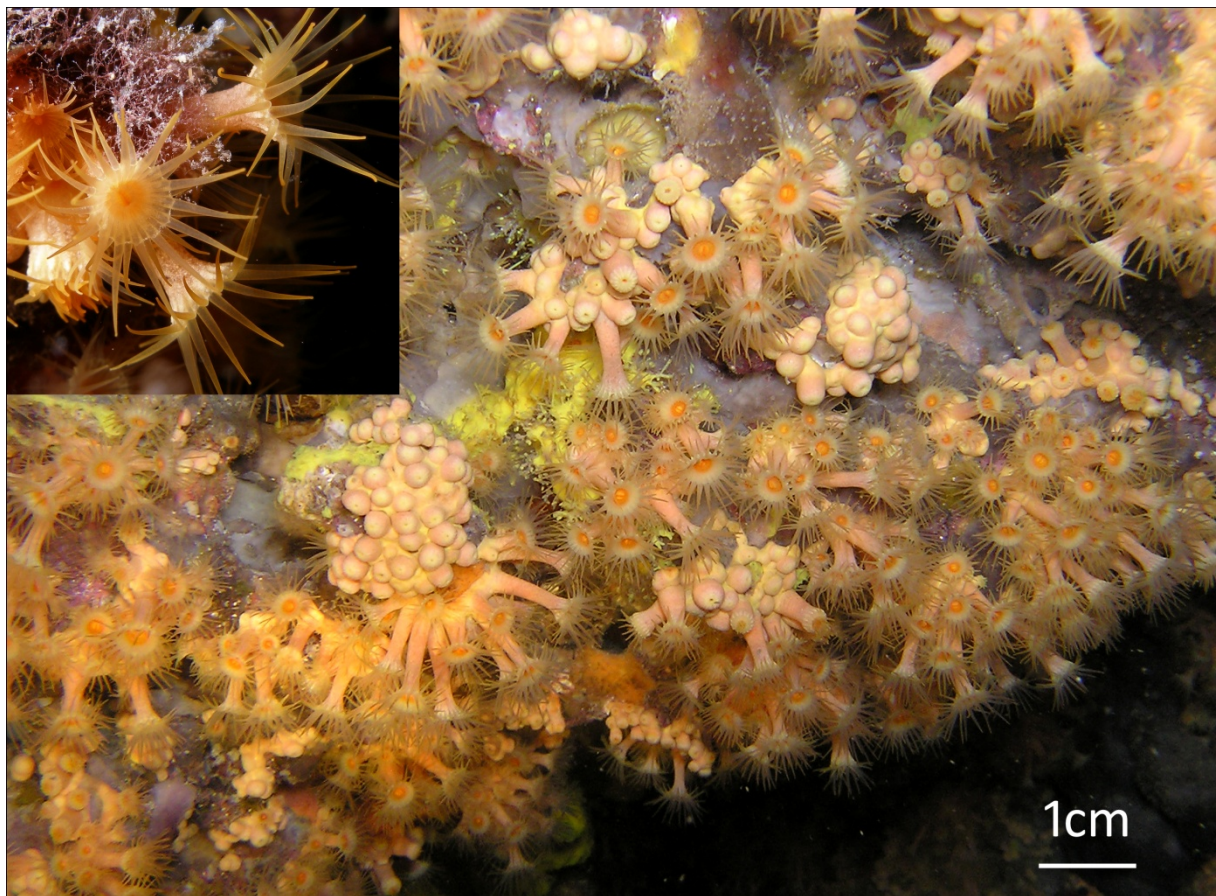
Bäumchenpolypen der Gattung *Eudendrium* (Abb. 6) sind sessile Nesseltiere aus der Gruppe der Hydrozoa. Sie bilden wenige Zentimeter hohe, buschartig verzweigte Stöckchen, an deren Enden die ca. 2mm kleinen Polypen sitzen. Diese besitzen einen Kranz von Tentakeln an denen Nahrungspartikeln und Plankton hängen bleiben, das dann über eine mittig gelegene Mundöffnung aufgenommen und im Hohlraum des Polypen verdaut wird. Diese Tiere sind darauf angewiesen, dass das Wasser die Nahrung bringt. Es sind also klassische passive Suspensionsfresser, die nur in Bereichen der Höhle zu erwarten sind, die gut bewegtes Wasser aufweisen. Die dichtesten Ansammlungen fanden wir im Eingangsbereich der Höhlen aber niemals am Boden sondern nur an den Wänden. Wir nehmen also an, dass diese Tiere sehr stark bewegtes Wasser benötigen und ausserdem durch ihren fragilen Aufbau die Böden meiden auf denen sie durch absinkendes Sediment zu stark beansprucht werden. Diese Annahme scheint sich dadurch zu bestätigen, da sie bei der Höhle hinter der Insel Veruda praktisch gar nicht vorkommen. In dieser Höhle fanden sich übrigens ausschließlich aktive Suspensionsfresser. Diese Beobachtung lässt sich sehr gut durch die extrem gegen Wind und Wellen geschützte Lage dieser speziellen Höhle erklären.

Abb. 6: Bäumchenpolyp (*Eudendrium racemosum*) - Foto: G. Gretschel



Gelbe Krustenanemonen (*Parazoanthus axinellae*) (Abb. 7) sind ebenfalls Nesseltiere. Sie gehören aber zur Gruppe der Anthozoa. Der Aufbau der Polypen ist ähnlich wie bei den Bäumchenpolypen. Die Tiere leben jedoch einzeln und werden mit einem Durchmesser von 1-2cm wesentlich größer. Auch in diesem Fall handelt es sich um passive Suspensionsfresser. Wir fanden diese Spezies nur in Höhlenabschnitten mit gut bewegtem Wasser jedoch kaum in den Eingangsbereichen und in Nähe der Wasserlinie wo mitunter auch starke Brandung herrschen kann. Nach unseren Beobachtungen lieben Krustenanemonen überhängende Felswände, die entweder stark beschattet oder ganz dunkel sind. Sie meiden also Bereiche an denen Pflanzen gut wachsen können. Auf diese Art von Raumkonkurrenz sind sie also nicht angepasst.

Abb. 7: Gelbe Krustenanemone (*Parazoanthus axinellae*) – Foto: G. Gretschel



Der **orange Strahlenschwamm** (*Spirastrella cunctatrix*) (Abb. 8) ist ein Vertreter der Schwämme (Porifera). Diese ausnahmslos sessilen Tiere sind mehr oder weniger massig geformt und bestehen aus einer Reihe von verschiedenen Zelltypen mit unterschiedlichen Aufgaben. Der Ernährung dienen die Kragengeißelzellen (Choanocyten), die die Filterkammern im Inneren der Schwämme auskleiden. Sie erzeugen durch Schlagen ihrer Geißeln einen Wasserstrom der Umgebungswasser ansaugt. Das Wasser wird an den Kragengeißelzellen filtriert. Dabei werden kleinste Nahrungspartikeln bis Bakteriengröße von diesen Zellen phagocytiert und verdaut. Das filtrierte Wasser wird den großen Ausströmöffnungen zugeführt. Somit gehören

die Schwämme zu den aktiven Suspensionsfressern und können auch in Zonen mit schwach bewegtem Wasser noch erfolgreich filtrieren.

Der orange Strahlenschwamm beschränkt sich in allen Höhlen auf die mittleren Bereiche und die Höhlenwände. Er ist krustenförmig gebaut und hat daher weniger Platz für Filterkammern. Wir nehmen an, dass seine Filtrationsleistung gegenüber massig gebauten Schwämmen geringer ist und er daher mäßig stark bewegtes Wasser benötigt, das in den Zentralgebieten der Grotten noch vorhanden ist. Andererseits ist er wegen seiner flächigen Ausbreitungsweise sicherlich empfindlich gegenüber Raumkonkurrenten und kann sich wahrscheinlich deswegen im vorderen, sehr dicht besiedelten Gebiet der Höhlen nicht gut ausbreiten. Sein filigraner Aufbau erlaubt ihm auch nicht in Nähe der Wasserlinie oder gar am Boden zu wachsen.

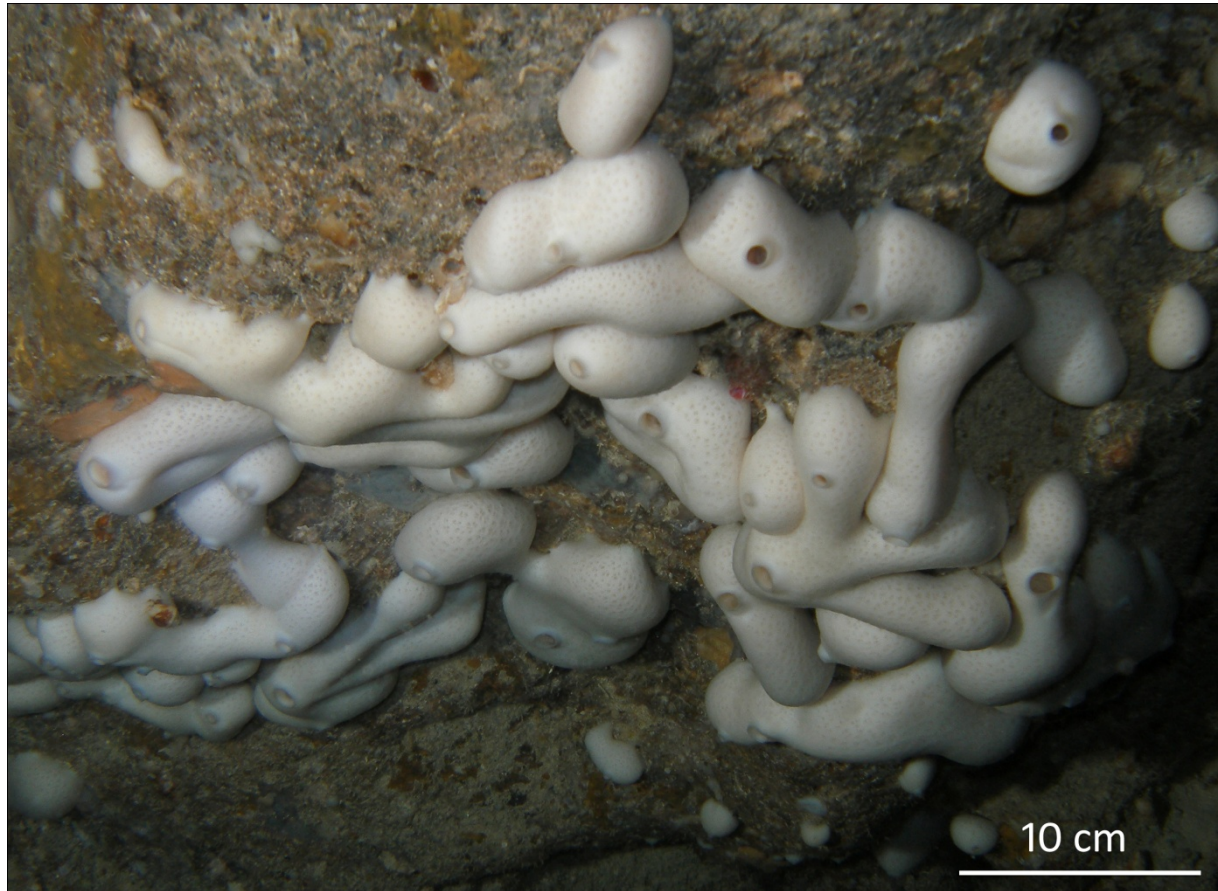
Abb. 8: Oranger Strahlenschwamm (*Spirastrella cunctatrix*) - Foto: G. Gretschel



Nierenschwämme (*Chondrosia reniformis*) (Abb. 9) sind massig gebaut und relativ robust im Vergleich zu Strahlenschwämmen. Sie sind echte Generalisten was ihre Verbreitung betrifft. Sie kommen sowohl im vorderen Bereich der Höhle zwischen den Pflanzen wie auch in den hinteren Bereichen praktisch ohne Konkurrenz vor. Sie können sogar das Licht indirekt für sich nutzen indem sie endosymbiontische Cyanobakterien in ihre äußere Schichte einlagern. Dadurch erscheinen diese Nierenschwämme in belichteten Bereichen braun. Ihre schleimige Oberfläche, deren Schleimfilm regelmäßig erneuert wird, verhindert das Aufwachsen von Pflanzen und anderen sessilen Tieren. In den dunklen Bereichen der Höhle verlieren die Nierenschwämme ihre einzelligen Symbionten und werden ganz bleich. Durch die robuste Bauweise wachsen sie zum Teil auch am Höhlenboden. Ihre

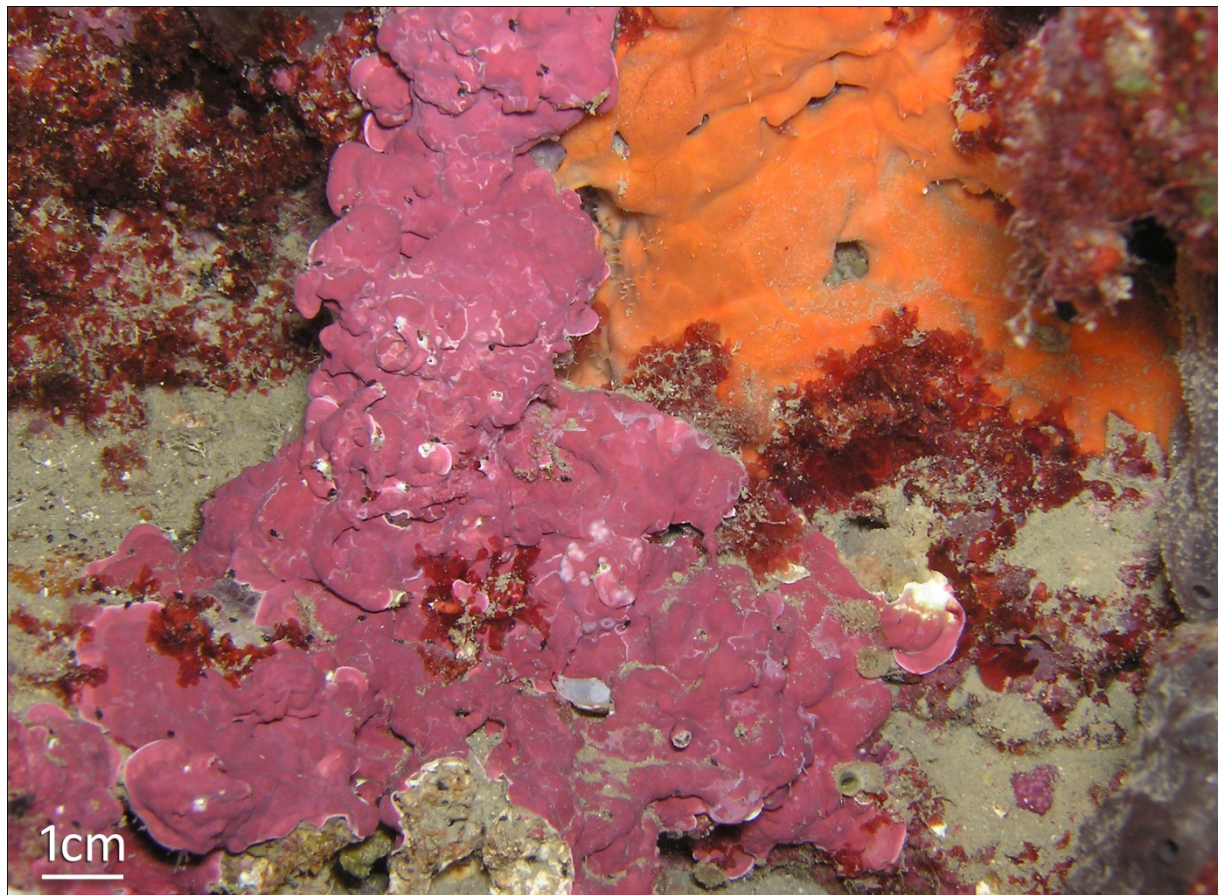
Filtrationsleistung ist anscheinend beträchtlich, da sie unter den Schwämmen noch am weitesten hinten in den Höhlen anzutreffen sind und somit also starke aktive Suspensionsfresser sind.

Abb. 9: Nierenschwamm (*Chondrosia reniformis*) - Foto: G. Gretschel



Krustenförmige Kalkrotalgen (Corallinales – Abb.10) sind jene Meeresalgen, die am wenigsten Licht zum Wachstum benötigen. Deswegen sind das die letzten Pflanzen, die wir noch finden können wenn wir uns in eine Höhle hineinbewegen. Ihr Wachstum beträgt oft nur wenige Millimeter pro Jahr. Um nicht zur leichten Beute von tierischen Weidgängern zu werden, lagern sie Kalk in ihre Zellwände ein und werden dadurch zu steinharten Krusten, die den felsigen Untergrund überziehen. Sie wachsen entweder im schattigen Unterwuchs von größeren Pflanzen, im Eingangsbereich von Meereshöhlen oder auf tieferen Meeresböden.

Abb. 10: Krusten-Kalkrotalge (*Pseudolithophyllum* sp.) - Foto: G. Gretschel



All das lernten wir in wenigen Tagen mithilfe von großartigen Ausflügen, einer guten Betreuung und informativen Vorträgen. Unser Ziel, durch Erleben über das Meer zu lernen, wurde erfolgreich erreicht! Die gesamte 7P Klasse kann mit Stolz und Zufriedenheit auf diese spannende und erlebnisreiche Woche zurückblicken!

Theresa Rumpl, Miriam Wascher, Mara Rosmann, Marie Hattinger