

MANDY SCHIPEK

ANNETT FUCHS

PETER GÖRLITZ

# ***Umweltbestandsaufnahme eines ausgewählten Standortes in Sv. Marina (Istrien/Kroatien), sowie Betrachtung ausgewählter morphologischer und chemischer Parameter, die ein mögliches Artvorkommen begründen***

---

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1. ZIELSTELLUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2. UNTERSUCHUNGSGEBIET .....</b>	<b>1</b>
<b>3. METHODIK .....</b>	<b>1</b>
3.1 STANDORTAUSWAHL .....	1
3.2 KARTIERUNG .....	2
3.3 PROBENAHE (WASSERANALYTIK) .....	3
3.4 ANALYTIK .....	3
<i>Vor-Ort-Parameter</i> .....	3
<i>Photometrische Bestimmungen</i> .....	4
<b>4. ERGEBNISSE.....</b>	<b>4</b>
4.1 PROFILE VON TRANSEKT I'04 UND II'04 .....	4
4.2 INTERPRETATION DER PROFILE .....	6
4.3 ARTENZUSAMMENSETZUNG .....	6
<i>Zusammenführung von Transekt I'04 und II'04 auf Grundlage der Artenzusammensetzung</i> .....	7
4.4 AUSWERTUNG: DIE ZONEN A BIS I UND DIE ZEIGERARTEN .....	9
4.5 ANALYTIK.....	9
<i>Vor-Ort-Parameter</i> .....	9
▪ <i>pH-Wert</i> .....	9
▪ <i>Leitfähigkeit</i> .....	10
▪ <i>Redoxpotential</i> .....	11
<i>Photometrische Bestimmungen</i> .....	11
▪ <i>Stickstoffverbindungen</i> .....	11
▪ <i>Phosphat</i> .....	14
▪ <i>Detergentien</i> .....	14
<b>5. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>14</b>
<b>6. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>15</b>

# 1. Zielstellung

Das Projekt sollte zunächst eine Umweltbestandsaufnahme liefern, die die komplexe Verzahnung unterschiedlicher Lebensräume aufgrund einer ökologischen Basis verdeutlicht. Dabei sollten die Flora und Fauna der nördlichen Adria auf unterschiedlichen Untergründen (Hardground, Softground) kartiert werden. Die zweite Teilaufgabe beinhaltete die Beprobung des Wasserkörpers und anschließende Analyse hinsichtlich ausgewählter Inhaltstoffe der genommenen Proben. Mit den gewonnenen Daten sollten Zeigerarten definiert werden, die die Standortbedingungen der jeweiligen Fläche widerspiegeln. Für verschiedene Standortfaktoren sollte es möglich sein eine Zonierung darzustellen.

# 2. Untersuchungsgebiet

Die istrische Halbinsel in Kroatien war in der Zeit vom 30.08.2004 bis 13.09.2004 das Ziel der Exkursion „Wissenschaftliches Tauchen“ der TU Bergakademie Freiberg. An der östlichen Seite der Halbinsel, in der Nähe von Labin und Rabac, wurde Sveta Marina als Ausgangspunkt der wissenschaftlichen Arbeiten gewählt (siehe Abbildung 2-1). Das Scuba Center liegt an der Kvarner Bucht. Die Küste wird durch das Ucka-Gebirge (höchste Erhebung 1401 m über NN) geprägt. Auf kurzer Distanz fällt das Ufer von vielen hundert Metern bis auf Meeresniveau und das setzt sich auch unter Wasser fort. Das heißt die Küsten sind sehr steil abfallend und schnell wird die max. Tiefe von 50 m erreicht.

Das Untergrundgestein besteht aus Kalkgestein und ist damit von der Verkarstung betroffen. Süßwasser vom Festland als auch Meereswasser können mit großer Geschwindigkeit durch das weiträumig ausgehöhlte Gestein transportiert werden. Grobes Geröll direkt an der Küstenlinie, feines Sedimente ab 3 m Wassertiefe und das Gesteinsmassiv an der Steilwand bilden den Untergrund im Untersuchungsgebiet.

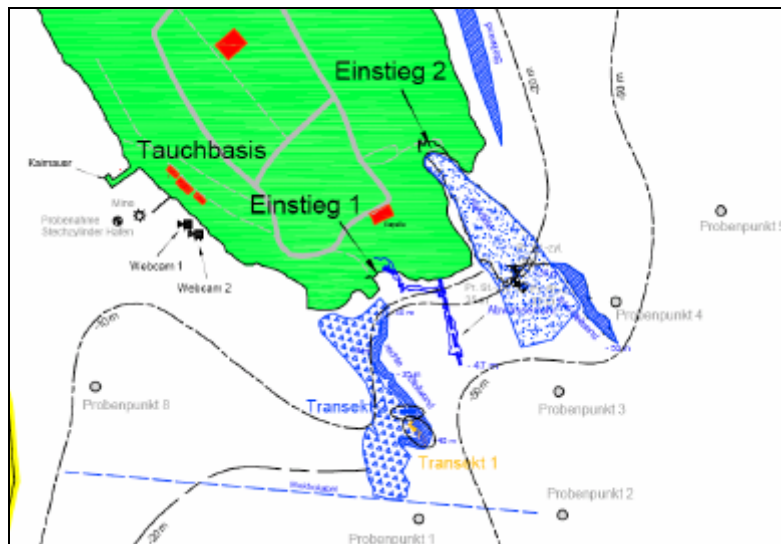


Abbildung 2-1: Überblick über das gewählte Untersuchungsgebiet

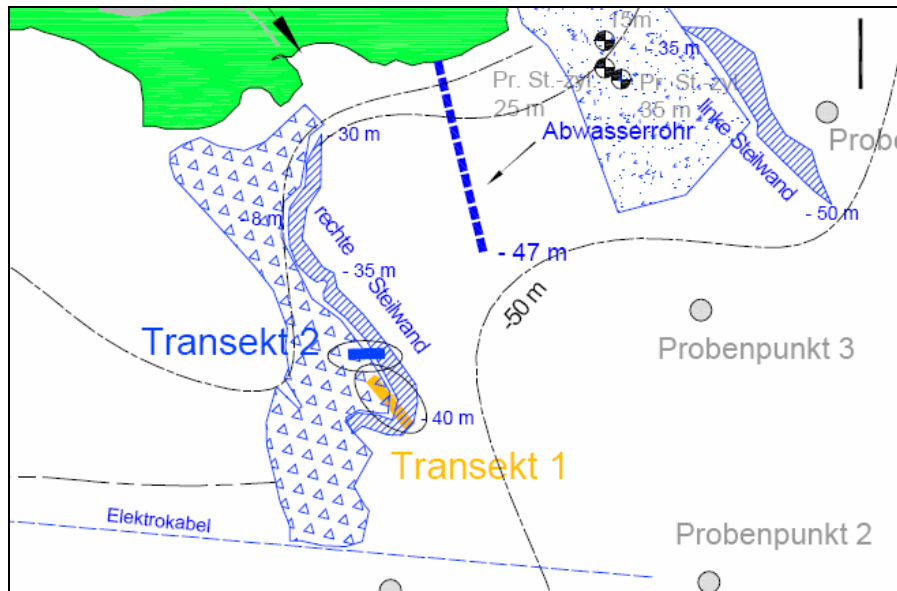
# 3. Methodik

## 3.1 Standortauswahl

Die Auswahl geeigneter Standorte wurde schon im Vorherein in Deutschland diskutiert. Vor-Ort erfolgte dann die genaue Festlegung und Positionierung unterschiedlicher Transekte, welche hinsichtlich beider genannter Aufgabenstellungen untersucht werden sollten.

Um den Campingplatz von Sveta Marina findet man drei "Hauswände", die bequem vom Land her betaucht werden können. Zwischen linker und rechter Steilwand führt ein Abwasserrohr bis auf

knapp 50 m Tiefe die Abwässer des Zeltplatzes ins Meer. Vorrangig beschäftigten wir uns mit der Steilwand rechts vom Abwasserrohr gesehen. Vom Einstieg in Richtung 180° gepellt gelangt man zu der rechten Steilwand, die ab 10 m Wassertiefe an der Oberkante bis auf 39m Wassertiefe abfällt. Das Transekt I'03 lag am uferseitigen Anfang der Steilwand. Die Steilwand wird nicht weit davon von einer Störung durchbrochen. An dieser Stelle liegt das Transekt I'04. Das Transekt II'04 wurde zwischen Transekt I'04 und Transekt I'03 angelegt.



**Abbildung 3-1: Darstellung der rechten Steilwand, sowie der Lage der Transekte im Tauchgebiet**

Die Markierung der Transekte erfolgte mittels verschiedenen Leinen, die den laufenden Meter mit Knoten markieren. Die Breite eines Transektes ist durch Armlänge nach beiden Seiten begrenzt. Die Lage der Transekte wurde mittels GPS eingemessen.

Die Enden sowie an verschiedenen Punkten entlang der Transekte wurden mit Bleigewichten beschwert, damit die Leine nicht durch Auftrieb, Strömung oder Taucher in ihrer Lage verändert wird. Die Transekte wurden dann zunächst durch Abtauchen in einer Profilskizze festgehalten. Die Profilskizze wurde nach den ersten Eindrücken in verschiedene Flächenabschnitte unterteilt (Vgl. Abbildung 4-1, Abbildung 4-2).

### 3.2 Kartierung

Zur Kartierung der einzelnen Pflanzen diente zum Einen eine Schreibtafel, die mit einer bestimmten Artenliste vorbeschrieben wurde. Diese Arten wurden nach der Artenliste von den Kartierungen des vorangegangenen Jahres ausgewählt. Zudem wurde auf der Tafel Position, Tiefe, Strömung, Licht und Untergrund der zu untersuchenden Fläche am Transekt eingetragen. Für Arten die unbekannt waren, war genügend Platz um diese mit einfachen Stichworten zu beschreiben. Der Deckungsgrad der einzelnen Pflanzen in den einzelnen Transektabschnitten wurde mit einer einfachen Einteilung bestimmt:

- r = einmal gesehen
- 1 = 0-20%
- 2 = 20-40%
- 3 = 40-60%
- 4 = 60-80%
- 5 = 80-100%

Als weiteres Hilfsmittel für die Bestimmung der Arten diente eine Kamera, welche es ermöglichte einzelne Arten und Flächen mittels der Bilder an Land nach zu bestimmen und zu überprüfen. Die Strömungsmessung erfolgte anfangs nach Gefühl, später wurde vor dem Tauchgang Kreide zerkleinert und aufgeschlemmt und dann unter Wasser an den jeweiligen Stellen ausgesetzt und

es wurde mittels Tauchcomputer die Zeit und mittels Zollstock die Entfernung gemessen. Zudem wurde die Richtung, in die die Kreide strömte, mit einem Kompass eingemessen. Die Lichtmessung sollte eigentlich mit einem Lux-Meter erfolgen, da dieser aber beim ersten Tauchgang auf 32 m vollgelaufen war, wurde dann eine Einschätzung der Gruppenmitglieder vorgenommen.

### **3.3 Probenahme (Wasseranalytik)**

Für die Probenahme und spätere Analysen waren verschiedene Probebehälter nötig. Wir verwendeten 500 ml PE-Flaschen, 100 ml PE-Flaschen, 100 ml Glas-Flaschen, sowie 1 l Glasflaschen. Die Probenahme erfolgte grundsätzlich im Zweier-Team. Zum einen um die Regeln der Tauchsicherheit einzuhalten und um andererseits das bessere Handling der Probenahmeflaschen zu gewährleisten. Von der Tauchbasis wurden uns zwei Transportnetze zur Aufbewahrung der Probenbehälter unter Wasser zur Verfügung gestellt.

Für die Vor-Ort-Analyse der Wasserproben haben wir wie schon beschriebenen 500 ml PE-Flaschen verwendet. Für weiterführende Analysen in Freiberg wurden PE-Flaschen (500 ml, 100 ml), sowie Glasflaschen (100 ml, 1 l) verwendet. Alle Flaschen wurden gut sichtbar, wasserfest nummeriert.

Um den entstehenden Auftrieb im Wasser zu minimieren, wurden die PE-Flaschen vor dem Tauchgang zusammengedrückt und im Wasser in maximal 10 m Wassertiefe geflutet.

Wenn Glasflaschen zum Einsatz kamen, mussten diese vorher mit Wasser gefüllt werden. Dies ist unbedingt einzuhalten, da durch den Druck unter Wasser die Flaschen sonst implodieren können und dies zu schweren Verletzungen führen kann. Weiterhin wurden die Schreiftafeln mit den notwendigen Daten beschrieben. Es ist darauf zu achten, dass die Beschriftung klar und eindeutig und möglichst leicht zu verstehen ist.

Zu Beginn des Tauchganges wurden die Probenbehälter in den Transportnetzen verstaut und mit Karabinerhaken an der Ausrüstung befestigt. Ein Taucher hatte die leeren Flaschen in seinem Transportnetz und der zweite Taucher ein leeres Netz und die vorbereitete Schreiftafel. Unter Wasser wurden dann in den abgesprochenen Tiefen Probenflaschen aus dem Netz genommen und geöffnet. Die Flaschen wurden mehrmals gespült. Die mit Probenwasser gefüllte Flasche wurde dann dem anderen Taucher gezeigt, so dass dieser die Flaschennummer notieren konnte. Anschließend hat dieser die gefüllte Flasche übernommen und in dem leeren Netz verstaut. Diese Verfahrensweise ist sehr gut durchführbar. Etwas schwieriger gestaltete sich die Probenahme mit den Glasflaschen. Die mit destilliertem Wasser gefüllten Flaschen wurden an der Probenahmestelle unter Wasser geöffnet. Es musste nun das destillierte Wasser mit Probenwasser ausgetauscht werden. Erste Versuche, Luft mit Hilfe eines Trichters in die Flasche zu befördern schlugen fehl. Aus diesem Grund wurde ein Schlauch verwendet, mit dessen Hilfe Luft in die Glasflasche befördert und somit das enthaltene destillierte Wasser verdrängt wurde.

Diese Methode sollte jedoch nur von erfahrenen Tauchern angewendet werden, wobei der zweite Taucher speziell bei größeren Tiefen stets den Zweitregler zur Sicherstellung bereithalten sollte. Bei der Probenahme selbst musste darauf geachtet werden, daß sich in den gefüllten Glasflaschen keine Luftblasen befinden, die beim Auftauchen aufgrund der Volumenausdehnung zum Explodieren der Flasche führen können.

Sofort nach dem Tauchgang wurden die Proben in der Kühlbox untergebracht, um eine Veränderung der Wasserzusammensetzung, bedingt durch die Zunahme der Temperatur, zu minimieren. Anschließend erfolgte die Bestimmung ausgewählter chemischer Parameter.

### **3.4 Analytik**

#### ***Vor-Ort-Parameter***

Die Bestimmung der Vor-Ort-Parameter (pH-Wert, Redoxpotential, Sauerstoffgehalt / -sättigung, Leitfähigkeit) erfolgte mit der Multielektroden-Sonde MultiLine P 4 (und SET-Varianten) der Fa. WTW Mess- und Analysengeräte. Das vorhandene Gerät umfasste folgende Zubehörteile:

## MultiLine P 4 (Universal-Taschenmessgerät)

- + pH-Einstabmesskette mit integriertem Temperaturmessfühler SenTix 97/T
- + Sauerstoffsensoren CelloX 325
- + Luftkalibriergefäß OxiCal-SL
- + Standard-Leitfähigkeitsmesszelle TetraCon 325
- + Redox-Einstabmesskette SenTix.

### Photometrische Bestimmungen

Die Bestimmung der Konzentrationen ausgewählter Ionen erfolgte mittels Photometer. Verwendung fand dabei das Kolorimeter DR/890 der Firma Hach. Analysiert wurden die genommenen Proben hinsichtlich der Konzentrationen von  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , Fe (gesamt), Fe(II), sowie bezüglich vorhandener Detergentien, die als Indiz für eine Abwassereinleitung gelten. Ebenfalls wurde der Anteil suspendierter Feststoffe mit Hilfe einer photometrischen Methode bestimmt. Alle photometrischen Methoden basieren darauf, dass nach Zugabe von bestimmten Reagenzien (Farb-) Komplexe gebildet werden. Je stärker die Komplexbildung ist, was i.d.R. eine intensivere Färbung der Probe nach sich zieht, umso höher ist der Gehalt des zu untersuchenden Stoffes. Dies verursacht eine Schwächung des Lichtes der entsprechenden Wellenlänge, welche durch die Probe gesendet wird.

Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die verwendeten Methoden, sowie deren Nachweisgrenzen etc..

**Tabelle 3-1: Verwendete Methoden, Messbereiche und mögliche Störparameter**

Parameter	Methode	Messbereich	Interferenzen
$\text{NH}_4^+$ -Stickstoff	Salicylat-Methode	0 – 0,5 mg/l	$\text{SO}_4^{2-}$ >300 mg/l
$\text{NO}_2^-$	Diazotierungsmethode	0 – 0,35 mg/l	
$\text{NO}_3^-$	Cadmiumreduktionsmethode	0 – 5 mg/l	
$\text{PO}_4^{3-}$	PhosVer3 (Ascorbinsäure)-Methode	0 – 2,5 mg/l	
$\text{Fe}_{\text{ges}}$	FerroVer-Methode	0 – 3,00 mg/l	
Fe(II)	1,10-Phenanthrolin-Methode	0 – 3,00 mg/l	
Detergentien	Kristallviolett-Methode	0 – 0,3 mg/l	hohe $\text{Cl}^-$ -Gehalte

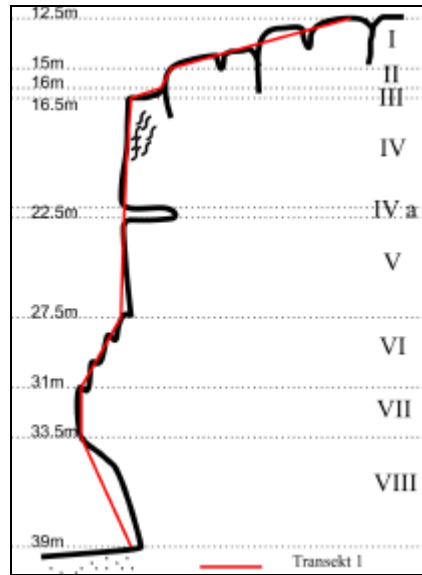
Um möglichen Interferenzen entgegenzuwirken, erfolgte die Verdünnung bestimmter Proben. Im Nachhinein war es nötig, einen künstlichen Meerwasserstandard (ASW, Vgl. KIRSCH, 1999, S. 23) herzustellen. Nach der Herstellung dieses Standards können weitere Mengen an Nährstoffen zugesetzt werden und eine photometrische Analyse dieses Wassers erfolgen. Anhand der bekannten, definierten Nährstoffkonzentration (z.B.  $\text{NO}_3^-$ ) und der ermittelten Konzentration kann ein ionenspezifischer Korrekturfaktor (bzw. Korrekturgleichung) bestimmt werden, mit welchem die in-situ ermittelten Nährstoffkonzentrationen multipliziert werden.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Profile von Transekt I'04 und II'04

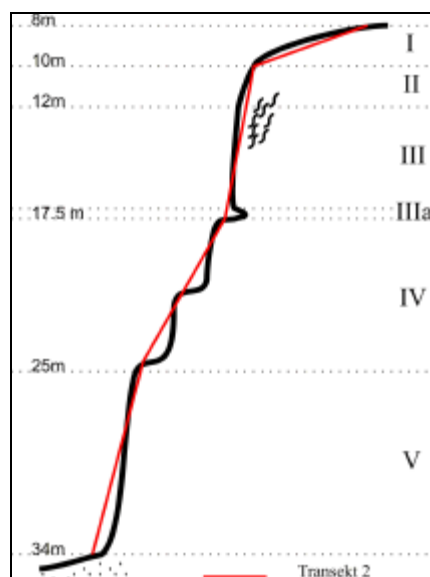
In der folgenden Abbildung 4-1 wird das Profil von dem Transekt I'04 dargestellt. Es befindet sich an der Stelle, wo eine Störung die Steilwand durchzieht. Es verläuft in Richtung  $140^\circ$ . Start ist ein leicht abfallendes Plateau ab 12,5 m. Es ist mit Senken und Spalten durchzogen und teilweise mit Sedimenten bedeckt. Auf 15 m Tiefe kommt eine Kante von einem Meter Höhe, gefolgt von einem Absatz, der mit Sedimenten bedeckt ist. Dann fällt es ab bis auf 27,5 m, nur durchbrochen von einer größeren Höhle auf 22,5 m. Im oberen Bereich ist das Gestein stark ausgelaugt und von vielen kleinen Höhlen durchzogen. Die Höhle hat eine Höhe von 80 cm, eine Tiefe von 1,70 m und eine Breite von ca. 4,75 m, sie ist begrenzt von porösem Festgestein und auf dem Höhlengrund befinden sich Sedimente. Der Absatz zwischen 27,5 m und 31 m ist relativ steil. Auslaugungen

haben dazugeführt, dass sich Gesteinsinseln (doppelte Faustgröße) herausgebildet haben, die Zwischenräume sind wieder mit Sedimenten bedeckt. Es schließt sich ein zweieinhalb Meter tiefer Abhang an, sowie ein Überhang der bis zum Grund auf 39 m herabreicht. Der so genannte Grund ist mit einigen Zentimetern Sedimenten bedeckt und fällt leicht ab.



**Abbildung 4-1: Profilskizze von Transekt I'04**

In der Abbildung 4-2 wird das Profil vom Transekt II'04 dargestellt. Der Anfang des Transektes liegt 20 m vom Anfang des Transektes I'04 entfernt in Richtung Transekt 2003. Es verläuft in diesem Fall in Richtung 90°. Der Startpunkt liegt auf einem flachabfallenden Plateau auf 6 m, welches bis zur Kante bei 10 m Wassertiefe reicht. In Senken haben sich wie im Transekt I'04 Sedimente angesammelt. Im Anschluss folgt eine Übergangszone zwischen 10 m und 12 m Wassertiefe. Der Abhang ist steil und geprägt durch Karstrückstände, die wie Arme über den Abgrund reichen. Zwischen 12 m und 17,5 m befindet sich ein Stück Steilwand, an dessen Unterseite eine kleine Höhle im Fels ist. Der Abhang von 17,5 m bis 25 m verläuft stufenförmig. Er ähnelt der Fläche zwischen 27,5 m und 31 m auf dem Transekt I'04, im Unterschied dazu sind die Gesteinsrückstände große Brocken mit Sedimenten dazwischen. Das letzte Stück Steilwand fällt von 25 m auf 34 m ab. Eine seicht abfallende Sedimentfläche schließt sich an.



**Abbildung 4-2: Profilskizze von Transekt II'04**

## 4.2 Interpretation der Profile

Die Profile an Transekt I'04 wie auch Transekt II'04 sind sich sehr ähnlich, was in der folgenden Abbildung 4-3 dargestellt wird. Die Oberkante bildet ein relativ flaches mit Sedimenten überlagertes Plateau, welches von Senken und Spalten in größeren Abständen gegliedert wird (A). Es folgt das erste Stück Steilwand, welches im oberen Bereich (um die 16 m) stark ausgelaugt ist und dadurch viele kleine Höhlen und Nischen aufweist. Im ausgeprägtesten Fall reichen nur dünne Kalkarme ins Wasser hinein (C). Die Steilwände werden unterbrochen durch jeweils eine größere Höhle (E). Nach einem weiteren Stückchen Steilwand (F) schließt sich ein treppenförmiger Abhang an (G). Die so genannten Treppen sind Kalkrückstände, bei Transekt I'04 doppelfaust-groß, bei Transekt II'04 in großen Brocken, zwischen denen sich Sedimente angesammelt haben. Das letzte Stück Steilwand verläuft bei Transekt II'04 fast senkrecht nach unten, während es bei Transekt I'04 einen Überhang gibt, der dann steil nach unten fällt (H). Der Abschluss bildet eine seicht abfallende Fläche, die mit einigen Zentimetern Sediment bedeckt ist (I).

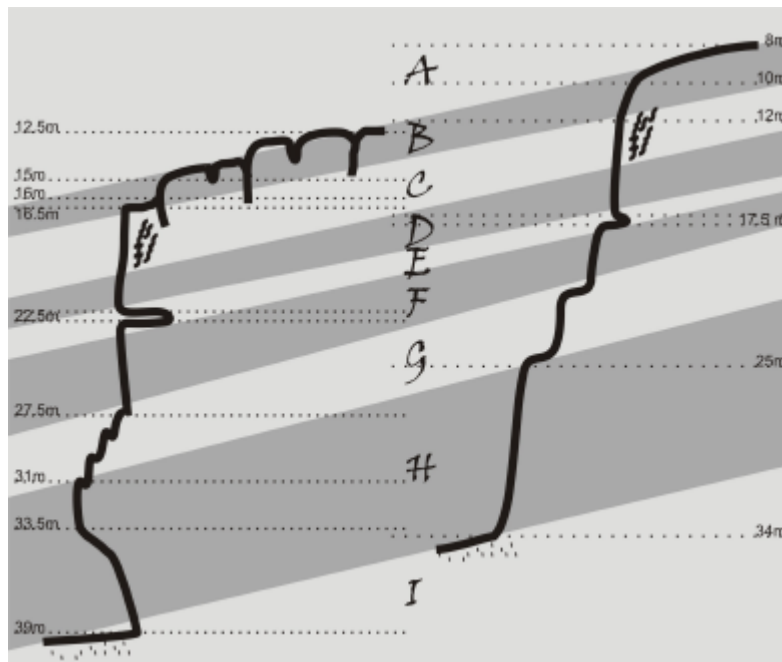


Abbildung 4-3: Gegenüberstellung von den Profilen der Transekte I'04 und II'04

Da sich die Profile der beiden Transekte so stark ähneln und außerdem in kurzer Distanz aufgenommen wurden, kann man die einzelnen geologischen Schichten trotz unterschiedlicher Tiefen wiedererkennen. Das heißt, die Gesteinsschichten streichen in die Tiefe aus. In der Abbildung 4-3 wurde versucht gleiche Schichten mit gleichen Eigenschaften zu verbinden, so befinden sich zum Beispiel in der Zone C auf beiden Transekten stark ausgelaugte Bereiche.

Es lassen sich aber auch Unterschiede erkennen, so ist am Transekt I'04 in Zone B eine tiefere und größere Klüftung zu erkennen, als bei Transekt II'04. Da Transekt I'04 direkt an einer Störungszone liegt, wurde es wahrscheinlich stärker beansprucht, als das Gestein bei Transekt II'04. In der Zone H ist der untere Teil vom Transekt I'04 stärker ausgespült, sodass der Überhang im Transekt entsteht. Auch hier könnte die Störung dafür verantwortlich sein, denn im Gegensatz zu Transekt II'04 ragt der Felsen bei Transekt I'04 mehr oder weniger exponiert in die Strömung, damit kann die Erosion stärker in Effekt treten.

## 4.3 Artenzusammensetzung

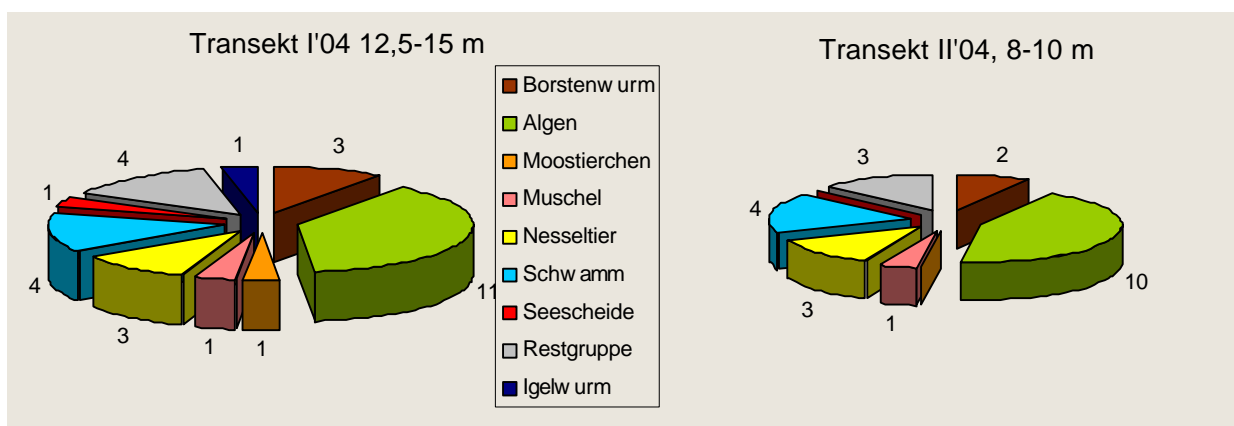
Die durch die Kartierung gewonnenen Daten der Artenverteilung sind in einem Tabellendokument gespeichert. Ordnet man diese Daten nach Teilgebieten und Gruppen (Borstenwürmer, Schwämme, Algen, ...), so können daraus die in diesem Kapitel vorgestellten Tortendiagramme gebildet werden. Der komplette Kreis stellt die insgesamt Artenvielfalt, die festgehalten werden konnte, dar. Die einzelnen Tortenstückchen schlüsseln diese für jede Gruppe gesondert auf. In

den Abbildungen sollen die Zahlenangaben zu den Tortenstückchen beachtet werden, denn es kann vorkommen, dass beispielsweise eine Art an Anteilen (%) gewonnen hat, obwohl die Artenanzahl gleich geblieben ist

Je eine Teilfläche der Transekte I'04 und II'04 sind bei gleichen Tortenanteilen oder Artenzahlen gruppiert dargestellt. Sie werden gemeinsam betrachtet und ausgewertet. Man kann in diesem Fall davon ausgehen, dass gleiche Bedingungen/Standortfaktoren für eine gleiche Artenzusammensetzung gesorgt haben.

Eine Anmerkung zu den Diagrammen: die "Restgruppe" setzt sich aus Krebstieren, Schnecken und Stachelhäutern zusammen. Sie weisen zwar nur annähernd gleiche Lebensräume auf, haben aber so eine geringe Artenanzahl, beziehungsweise sind leicht zu übersehen, dass eine Interpretation schlecht möglich ist. Es ist jedoch zu beobachten, dass es Flächen gibt, auf denen keine einzige Art aus diesen drei Bereichen auftreten.

### **Zusammenführung von Transekt I'04 und II'04 auf Grundlage der Artenzusammensetzung**



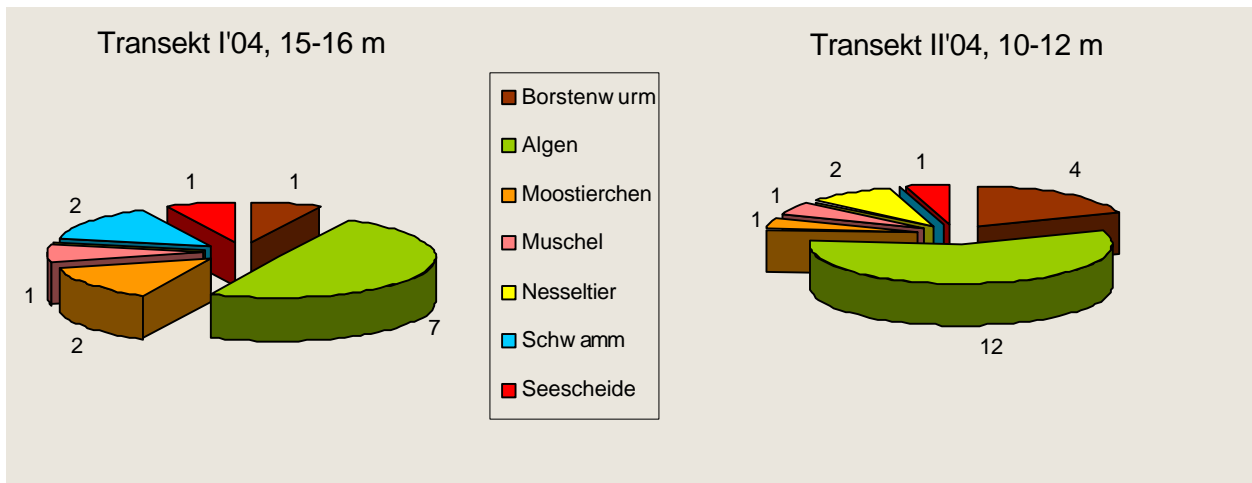
**Abbildung 4-4: Artenzusammensetzung der Flächen 12,5-15 m Transekt I'04 und 8-10 m Transekt II'04**

Die in Abbildung 4-4 dargestellten Fläche der Transekte I'04 und II'04 sehen sich der ähnlich. Einziger Unterschied ist das Fehlen von Moostierchen, Seescheiden und Igelwürmern an Transekt II'04, die aber an Transekt I'04 auch nur mit circa einer Art vertreten sind.

Folgende Teilflächen wurden hier zusammengefasst: 12,5 – 15 m, 16 – 16,5 m (Transekt I'04) und 8 – 10 m (Transekt II'04). Im Vergleich mit der Profilskizze liegen diese Bereiche in der Zone A bis B.

Die Transektfläche 1 wird von Meerball (Grünalge) und Trichter-alge (Braunalge) hauptsächlich bedeckt im Unterschied zur Transektfläche II'04 mit der dort wachsenden Corallinales Art (Rotalge).



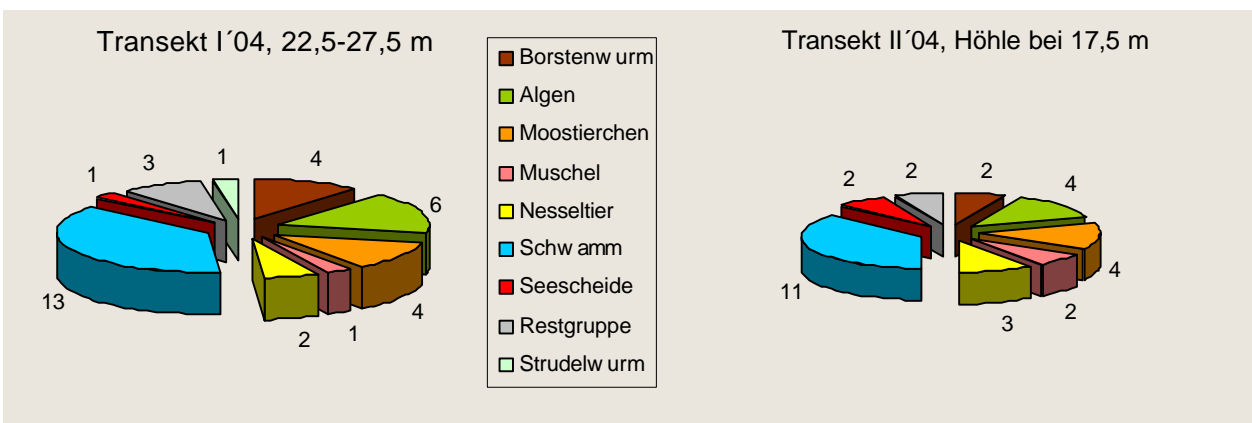


**Abbildung 4-5: Artenszusammensetzung der Flächen 15-16 m Transekt I'04 und 10-12 m Transekt II'04**

Der Vergleich der in Abbildung 4-5 dargestellten Flächen ist ein wenig vage. In beiden Fällen sind 50% der Arten Algen und es gibt auch beides Mal wenige Muscheln, Moostierchen und Seescheiden. Bei Transekt I'04 gibt es noch 2 Schwammarten während diese bei Transekt II'04 fehlen, dafür findet man 2 Arten der Nesseltiere vor. 3 Arten mehr bei den Borstenwürmern leben auf der Transekt II'04 Fläche.

Die Teilfläche von Transekt I'04 liegt in der Zone B, während die von Transekt II'04 in der Zone C liegt.

Die beiden Grünalgen Meerball und krustenförmige Grünalge kommen bodenbedeckend bei Transekt II'04 vor, wogegen es bei Transekt I'04 die Rotalge *Peyssonnelia rosa-marina* ist.



**Abbildung 4-6: Artenszusammensetzung der Flächen 22,5 – 27,5 m Transekte I'04 und der Höhle auf 17,5 m Transekt II'04**

Die Flächen in Abbildung 4-6 sind augenscheinlich sehr ähnlich. Ein Drittel Schwämme, einige Borstenwürmer, Algen, Moostierchen, Nesseltiere und 'Restgruppen'-Arten, sowie wenige Muscheln, Seescheiden und an beiden Flächen jeweils das einzige Vorkommen einer Strudelwurmart bestimmen die Artenvielfalt.

Die Flächen 16,5 – 22,5 m, 22,5 – 27,5 m, 27,5 – 31 m, 33,5 – 39 m (Transekt I'04) und 12 – 17 m, die Höhle bei 17,5 m sowie 25 – 34 m kommen in den Zonen C, D, E, F und H vor.

Gleich sind auch die häufig vorkommenden Arten: auf der einen Seite das Schuppenblatt, das ausgebreitete Steinblatt und weitere Rotalgen, sowie die feinen, schlauchartigen Grünalgen; auf der anderen Seite die Stachel Schwämme, Gelben Krustenanemonen, Steinkorallen und Zwergkorallen bei Höhle und Überhang.

#### 4.4 Auswertung: die Zonen A bis I und die Zeigerarten

Wie schon im vorangegangenen Kapitel beschrieben sind die Profile in unterschiedlich Zonen unterteilt wurden. Die daraus folgende unterschiedlich Artenzusammensetzung ist ebenfalls schon dargelegt. Es soll im folgenden versucht werden Zeigerarten für Untergrund, Tiefe und/ oder Licht zu bestimmen, zu dem werden einige Nährstoffzeiger aufgezeigt. Einer der Hauptvertreter der Transektflächen ist das Schuppenblatt (*Peyssonnelia squamaria*). Es ist an allen halbschattigen bis schattigen Flächen reichlich vorgekommen, sowohl an den Steilwandflächen, als auch in den Höhlen, es fehlte nur auf mit Sediment bedeckten Flächen, wie die oberen Abschnitte der Transekte (Zone A bzw. B).

Der Meerball (*Codium bursa*) ist hauptsächlich auf den oberen Hardgroundflächen (Zonen A und B) kartiert wurden, wo es durch Sonneneinstrahlung hell genug war, was auf eine Lichtzeiger schließen lässt. Im Gegensatz dazu treten die Gelbe Krustenanemone (*Parazoanthus axinellae*) und die gelbe Steinkoralle (*Leptopsammia pruvoti*) nur an Höhleneingängen, Kanten von Überhängen oder Höhlendecken (Zonen E und H) auf, sie sind somit eher zu den schattenliebende Arten einzuordnen.

Die Trichteralg (*Padina pavonica*) zeigte sich nur bis in eine maximale Tiefe von 16,5 m, also bis zur Zone B.

Ein nicht so häufiger Vertreter war die Zylinderrose (*Cerianthus membranaceus*), weil diese hauptsächlich nur auf Sedimentflächen zu finden ist, was sich auch hier zeigt. Sie war nur dort zu finden, wo die Hardgroundflächen mit Sediment bedeckt waren, wie zum Beispiel in Zone G. Die fädige Schlauchalge (*Derbesia lamourouxi*) scheint sehr anpassungsfähig zu sein und sowohl auf sonnigen Flächen, als auch im Schatten, auf Hardground mit oder ohne Sedimentbedeckung. So trat sie auf allen Flächen des Transektes auf.

In Bezug auf die Wasserchemie konnten keine wirklichen Zeigerarten ermittelt werden, die beispielsweise auf eine erhöhte Nitratkonzentration hinweisen. Dennoch sollen kurz die Ergebnisse vorgestellt werden.

#### 4.5 Analytik

##### **Vor-Ort-Parameter**

- **pH-Wert**

Der pH-Wert der genommenen Meerwasserproben schwankt im Allgemeinen zwischen 8,00 und 8,10. Ausnahme bildet das untersuchte Profil entlang des Abwasserrohres. Dies könnte auf Einleitungen hinweisen, die einen alkalischen Charakter aufweisen. Waschmittel beispielsweise, zählen zu den Laugen und führen somit zu einer Erhöhung des pH-Wertes. Vorhandene Analyseergebnisse bezüglich der Detergentienkonzentrationen bestätigen diese Aussage. Der pH-Wert am Ende des Abflussrohres zeigt sich ebenfalls erhöht. Die dort gemessenen Werte der Detergentienkonzentration weisen in jedem Falle auf eine Einleitung hin.

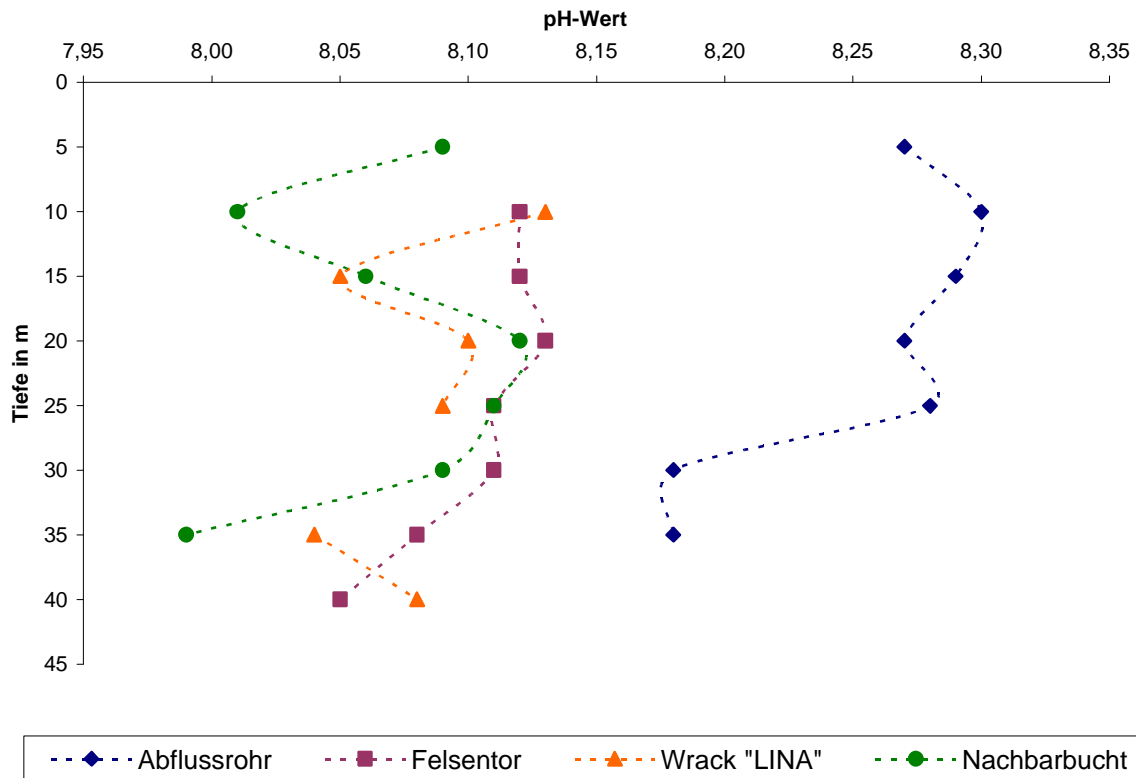


Abbildung 4-7: Tiefenprofil des pH-Wertes

▪ Leitfähigkeit

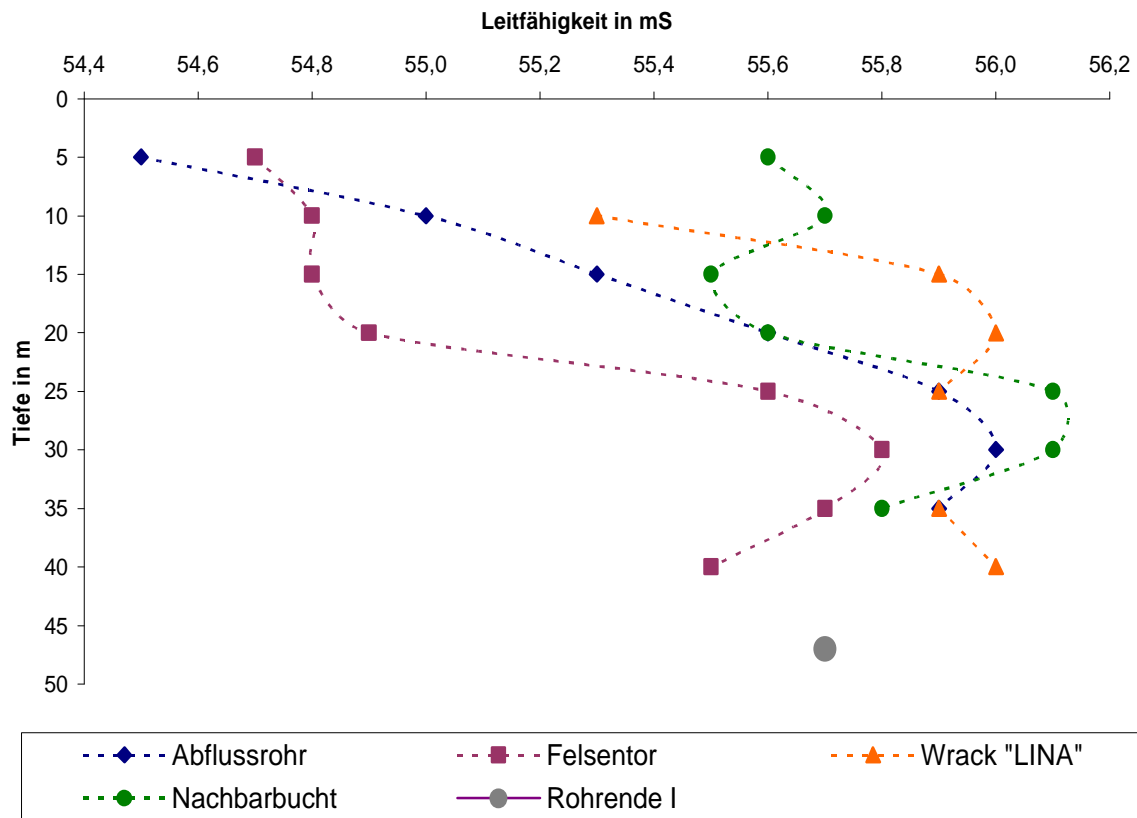


Abbildung 4-8: Tiefenprofil der Leitfähigkeit

Abbildung 4-8 ist die graphische Darstellung der gemessenen Leitfähigkeiten. Die Leitfähigkeit nimmt mit steigender Tiefe zu. Dies ist zu erwarten, da die Dichte des Meerwassers – bedingt durch den hydrostatischen Druck des Wassers – in der Tiefe zunimmt. Dadurch steigt der Salzgehalt und somit die Anzahl der leitenden Ionen pro Volumenelement, welche für die Leitfähigkeit verantwortlich sind.

- **Redoxpotential**

Bei den meisten Proben hat sich kein Redoxpotential eingestellt, was auf darauf schließen lässt, dass sich die Proben nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befinden.

### ***Photometrische Bestimmungen***

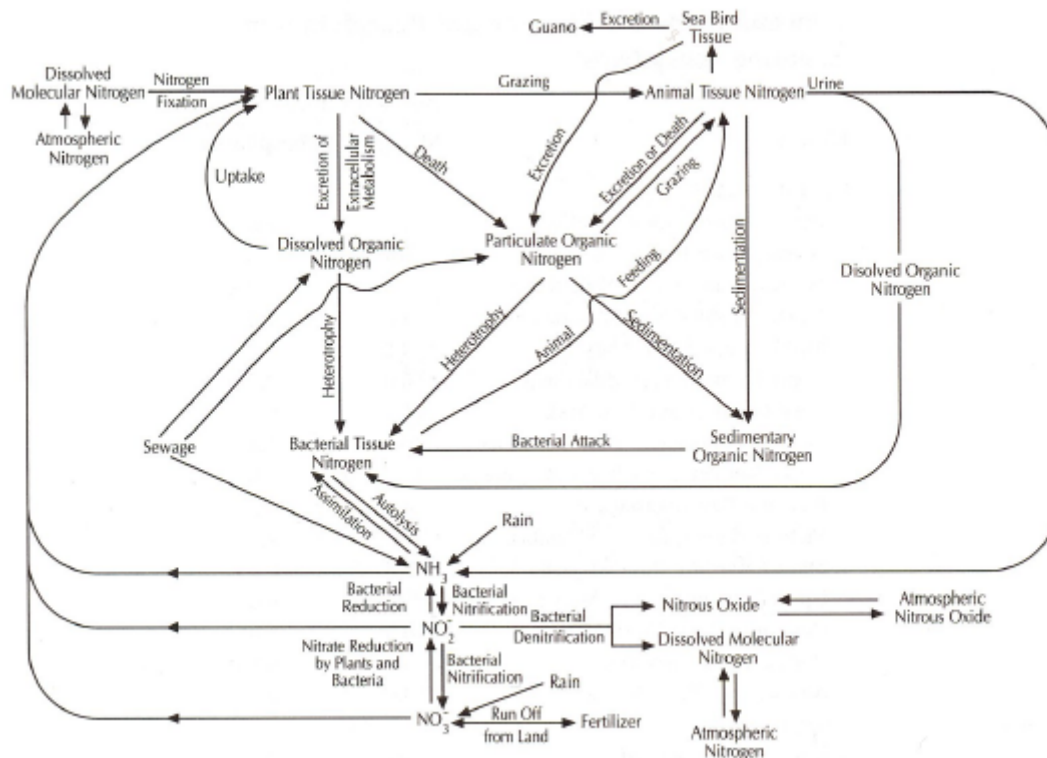
Primärproduzenten, wie beispielsweise Algen sind von dem am wenigsten verfügbaren Nährstoff abhängig. In Küstenbereichen stellt Stickstoff hinsichtlich der Primärproduktion den limitierenden Faktor dar. Manchmal wirkt auch Phosphor limitierend. Neben diesen Nährstoffen kann auch die vorhandene Lichtintensität limitierend wirken und das Vorkommen bestimmter Arten einschränken. Nährstoffe können jedoch nicht nur eine limitierende Funktion haben. Ein erhöhter Eintrag dieser Stoffe in Form von Nitrat  $\text{NO}_3^-$  und Phosphat  $\text{PO}_4^{3-}$  kann Eutrophierungserscheinungen mit sich führen. Im Rahmen der Exkursion versuchten wir, einen Zusammenhang zwischen feststellbaren Konzentrationen ausgewählter Ionen und den kartierten Organismen festzustellen.

- **Stickstoffverbindungen**

Ammonium  $\text{NH}_4^+$ , Nitrit  $\text{NO}_2^-$  und Nitrat  $\text{NO}_3^-$  sind die drei hauptsächlich auftretenden Formen gelösten anorganischen Kohlenstoffs. Dabei ist das Nitrat in den höchsten Konzentrationen vorzufinden (KENNISH, 1996, S. 14).

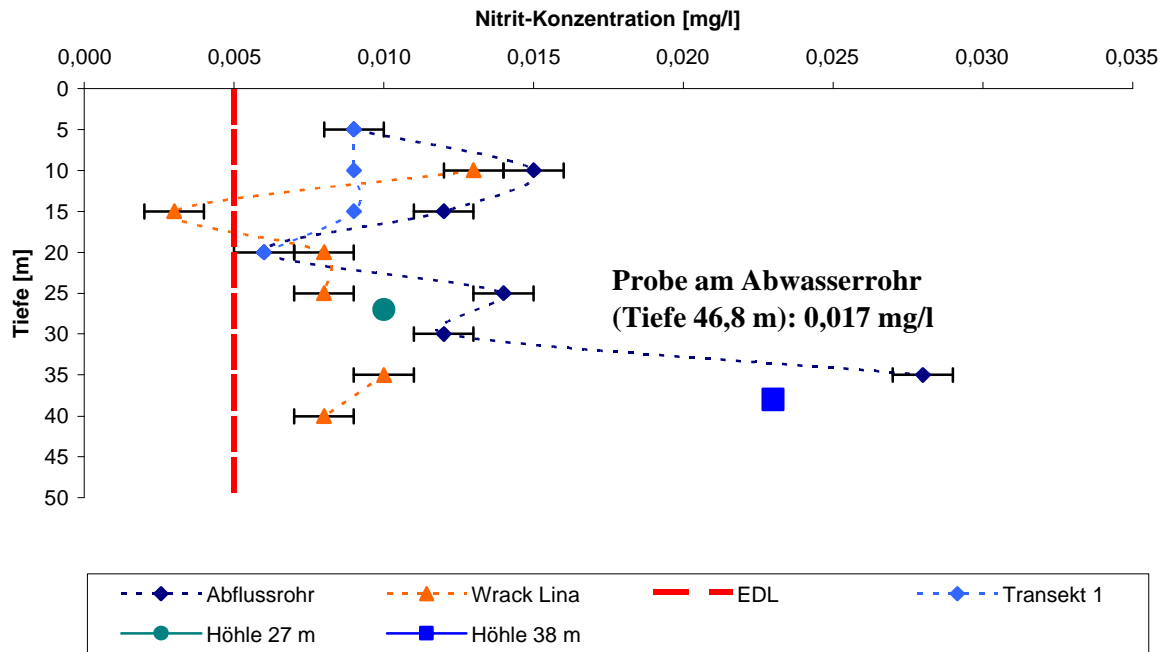
Gelöster organischer Stickstoff (z.B. Harnstoff, Aminosäuren, Peptide) und gelöster organischer Phosphor stellen ebenfalls verfügbare Nährstoffe für das autotrophe Wachstum in Küstenregionen dar. In den meisten temperaturbeeinflussten marinen Bereichen treten saisonale Variationen der Konzentrationen der Stickstoff- (und auch Phosphor-) verbindungen auf: niedrigere Konzentration sind dabei typischerweise im Frühjahr und Sommer vorzufinden, da hier die autotrophe Produktion am höchsten ist. Im Herbst und Winter dagegen existieren höhere Konzentrationen, da eine eingeschränkte Primärproduktion stattfindet.

Verschiedene Prozesse innerhalb des Wasserkörpers und der Sedimente beeinflussen den bio- bzw. geochemischen Kreislauf des Stickstoffs. Abbildung 4-9 stellt den Stickstoffkreislauf in Meerwasser dar.



**Abbildung 4-9: Der Stickstoffkreislauf im Meerwasser (KENNISH, 1997, S. 21)**

Unsere wasserchemischen Untersuchungen hinsichtlich der Stickstoffverbindungen befassten sich mit den Konzentrationen von Nitrit, Nitrat und Ammonium. Besonders auffallend an den Ergebnissen waren erhöhte Nitrit-Konzentrationen in von uns ausgewählten Stillwasserbereichen. Wie in Abbildung 4-10 zu erkennen ist, liegen die ermittelten Messwerte für die Nitritkonzentration deutlich näher an der geschätzten Erfassungsgrenze des verwendeten Photometers. Bei einer zu großen Zeitspanne besteht die Gefahr, dass Nitrit zu Nitrat oxidiert wird und somit eine zu geringere Nitritkonzentration ermittelt wird. Aus diesem Grund mußten die genommenen Proben noch am Tag der Probenahme analysiert werden.



**Abbildung 4-10: Tiefenprofil der Nitritkonzentration**

Die Messwerte von Nitrat unterscheiden sich, im Gegensatz zu den gemessenen Nitrit-Gehalten, signifikant von dem angegebenen EDL-Wert. Nahezu alle Werte liegen im Bereich von 2,5 – 4 mg/l. Wie in Abbildung 4-11 zu erkennen ist, nimmt die Nitratkonzentration mit steigender Tiefe deutlich zu. Eventuell kann dies in Zusammenhang mit der relativen Nähe (ca. 60 m) zum Abwasserrohr stehen. Mögliche Strömungen können zu einem erhöhten Nitratgehalt an Transekt I'04 geführt haben. Transekt II'04 konnte aus Zeitgründen nicht beprobt werden. Eventuell hätten Messungen jedoch auch erhöhte Messwerte bezüglich der Nitratkonzentration ergeben. Die sich zwischen den 2 angelegten Transekten befindliche Höhle in 38 m Tiefe zeigt leicht erhöhte Werte gegenüber der höher gelegenen Höhle (27 m Wassertiefe). Dies kann ebenfalls ein Indiz dafür sein, dass der Bereich der rechten Steilwand in tieferen Bereichen, das heißt unterhalb der Sprungschicht (ca. 20 – 22 m) von möglichen Abwassereinleitungen beeinflusst ist.

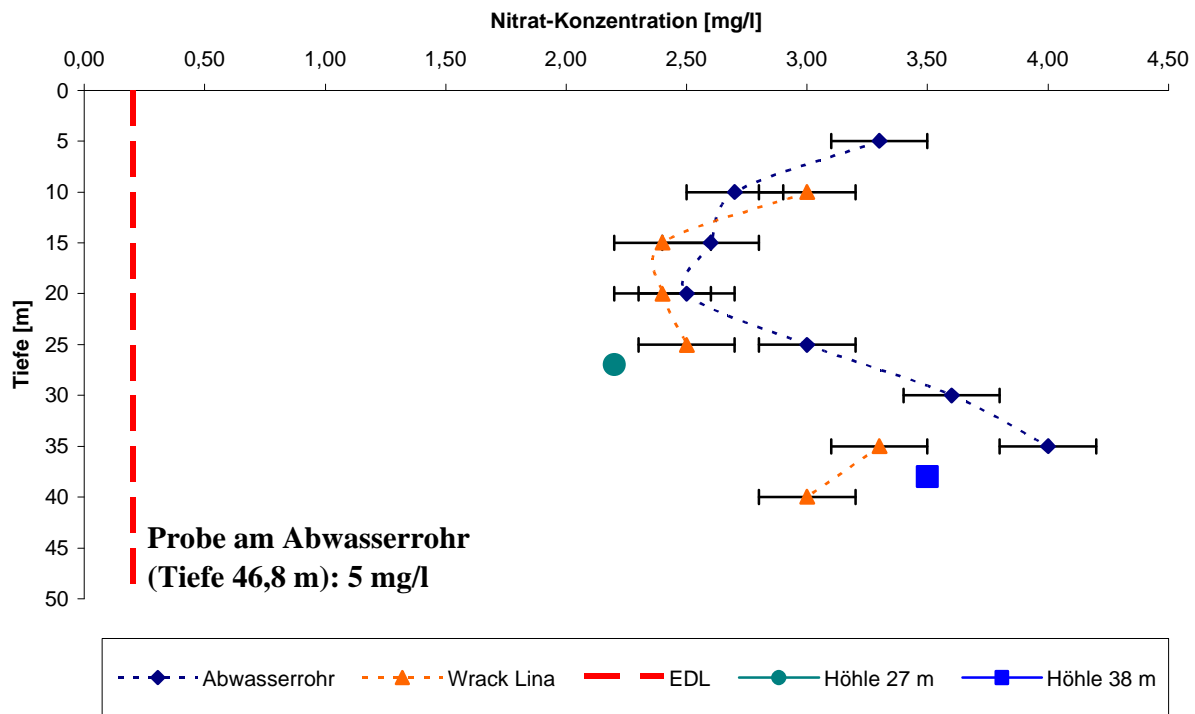


Abbildung 4-11: Tiefenprofil der Nitratkonzentration

#### ▪ Phosphat

Die gemessenen Werte der Orthophosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ )-Konzentration konnten mit Hilfe des verwendeten Photometers DR 890 nur unzureichend bestimmt werden. Die Werte schwankten um die Erfassungsgrenze des Gerätes und lassen aus diesem Grund keine signifikanten Schlussfolgerungen zu.

#### ▪ Detergentien

Die für Orthophosphat getroffenen Aussagen treffen ebenfalls für den Gehalt an Detergentien zu. Allerdings lassen sich dennoch in den beprobten Höhlen leicht erhöhte Werte feststellen. Außerdem zeigte die Beprobung des Abwasserrohres eine um das 10-fache erhöhte Konzentration gegenüber den anderen Werten.

## 5. Zusammenfassung

Schlussfolgernd läßt sich sagen, daß die durchgeführte Kartierung durchaus Ergebnisse gebracht hat. Zum einen wurde der Artbestand ermittelt und Rückschlüsse auf die abiotischen, als auch biotischen Parameter geschlossen. Der Versuch, den gefundenen Arten bestimmte chemische Parameter zuzuordnen, erwies sich insofern als schwierig, da in der uns bekannten Literatur nirgendwo explizit Zeigerarten genannt worden, die beispielsweise auf eine erhöhte Nitratkonzentration hinweisen. Außerdem läßt sich sagen, daß die genommenen Tiefenprofile zwar eine Aussage bezüglich eine Zunahme eventueller chemischer Parameter zulassen. Dieser Trend jedoch einen vermutlich geringern Einfluss hat als beispielsweise die Abnahme der Lichtintensität. Diese Überlagerung von verschiedenen Parametern lassen keine konkreten Aussagen zu. Eine Sonderstellung nehmen jedoch die Höhlen ein: In diesen Stillwasserbereichen wurde in mehreren Fällen eine erhöhte Konzentration der untersuchten chemischen Parameter festgestellt. Leider waren die meisten Höhlen recht klein dimensioniert, so daß die Kartierung nur von außerhalb vorgenommen werden konnte.

Fortführende Arbeiten können sich jedoch mit einer genaueren Kartierung der Standorte beschäftigen, welche sich als Ergebnis der Exkursion als besonders interessant erwiesen. Außerdem kann es interessant sein, Probematerial von ausgewählten Organismen, beispielsweise Filtrierern, zu nehmen und diese bezüglich der schon genannten Parameter zu untersuchen.

## 6. Literaturverzeichnis

BERGBAUER, MATTHIAS / HUMBERG, BERND: Was lebt im Mittelmeer?. Bergbauer, Matthias/Humberg, Bernd (Hg.), 1. Auflage, Stuttgart, Kosmos, 1999

GIGER & ALDER (2001): in EAWAG 52d: Tracer – Spurensicherung in der Umweltforschung. EAWAG (Herausg.). Düsseldorf.

GÖTHEL, HELMUT: Farbatlas Mittelmeerfauna. Niedere Tiere und Fische. Göthel, Helmut (Hg.), 2. Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co., 1997

HOFRICHTER, ROBERT: Das Mittelmeer. Fauna, Flora, Ökologie. Hofrichter, Robert (Hg.), Band 2, 1. Auflage, Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag, 2003

KENNISH, M. J. (1997): Practical handbook of estuarine and marine pollution. CRC press. Florida.

KIRSCH, G. (1999): Marine Makro- und Mikroorganismen als Quellen für HIV-1-RT- und p56lck-PTK-Inhibitoren. Genehmigte Dissertation, Gemeinsame Naturwissenschaftliche Fakultät der Technischen Universität Carolo-Wilhemina, Braunschweig.

LIBES, S. M. (1992): Marine Biogeochemistry. John Wiley & Sons. Canada.

MOJETTA, A. (1996): Mittelmeer. Jahr Verlag. Hamburg.

RIEDL, RUPERT: Fauna und Flora des Mittelmeeres. Ein systematischer Meeresführer für Biologen und Naturfreunde. Riedl, Rupert (Hg.), 3. Auflage, Hamburg, Verlag Paul Parey, 1983

SCHWOERBEL, J (1993): Einführung in die Limnologie. UTB Verlag. Stuttgart, Jena.