



**Der Senator für Bildung,  
Wissenschaft und Kunst**

**Arbeitsmappe  
Schule und Museum**

**Lebensraum „Meer“**

**Nordseemuseum Bremerhaven  
1985**

Mit der Schulleitung "Meer" soll das Nordseemuseum  
sowie die Sammlung für den Unterricht zu erschließen.  
Die einzelnen Themen werden anhand der Lehrpläne des Landes  
Bremer ausgewählt und von erfahrenen Pädagogen didaktisch be-  
arbeitet.

## Arbeitsmappe

### Schule und Museum

#### Lebensraum "Meer"

Nordseemuseum Bremerhaven

1985

Herausgegeben durch den Senator für Bildung, Wissenschaft und

Kunst

Mit der Schriftenreihe Lebensraum "Meer" hilft das Nordseemuseum Lehrern, die Sammlung für den Unterricht zu erschließen. Die einzelnen Themen wurden anhand der Lehrpläne des Landes Bremen ausgewählt und von erfahrenen Pädagogen didaktisch bearbeitet.

Die einzelnen Kapitel sollen der Vorbereitung dienen, die Schülerarbeitsbögen sind als anregende Beispiele gedacht. Zur Vertiefung des Stoffes kann zu verschiedenen Themen Handmaterial zur Verfügung gestellt werden. Für die Auswertung oder Nachbearbeitung steht ein Unterrichtsraum zur Verfügung.

Aus organisatorischen Gründen empfehlen wir eine vorherige Anmeldung oder eine Absprache mit dem Museumspädagogen.

Impressum:

Verantwortlich für den Inhalt: G. Behrmann

Didaktische Ausarbeitungen: Frau R. Becker,  
Frau G. Behrmann,  
Herr W. Hemker,  
Herr W. Wolff

Grafiken: M. Wolff

Design: H. Westphal

Herausgegeben durch den Senator für Bildung, Wissenschaft und Kunst

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Nordseemuseum allgemein .....	4
Das Meer .....	8
Meerwasser - Rohstoff- und Energiequelle der Zukunft .....	8
Ebbe und Flut .....	11
Deiche .....	18
Das Watt als Lebensraum (Arbeitsbögen Orientierungsstufe) .....	25
Das Watt .....	34
Vögel an der Küste .....	36
Das Watt (Arbeitsbögen Primarstufe) .....	39
Vögel an der Küste (Arbeitsbögen Sekundarstufe I) .....	47
Nahrung aus dem Meer .....	51
Algen in unserem Leben .....	55
Algen in unserem Leben (Arbeitsbogen Sekundarstufe I) ....	59
Tintenfische .....	60
Tintenfische (Arbeitsbögen Sekundarstufe I) .....	63
Seepferdchen - Report .....	66
Seepferdchen - Report (Arbeitsbögen Sekundarstufe I) ....	69
Wale .....	71
Wale (Arbeitsbögen Sekundarstufe I) .....	74
Tiefseetiere im Nordseemuseum .....	79
Tiefseetiere im Nordseemuseum (Arbeitsbögen Sekundarstufe I) .....	83
Schwämme .....	85
Schwämme (Arbeitsbögen Sekundarstufe I) .....	87

## N o r d s e e m u s e u m

Das Nordseemuseum ist eine Abteilung des Instituts für Meeresforschung. Es entstand aus einer Privatsammlung und wurde 1921 als Fischereimuseum eröffnet. Durch den Krieg schwer in Mitleidenschaft gezogen, wurde es 1952 wiedereröffnet und trägt seit 1971 den jetzigen Namen.

**Anschrift:** Am Handelshafen 12, 2850 Bremerhaven  
Tel. (04 71) 18 10  
Museumsleiter: Günther Behrmann, Tel. 18 13 36  
Museumspädagoge: Tel. 18 13 31

**Lage:** Im Stadtteil Geestemünde zwischen dem Anleger der Weserfähre und der Fischereihafendoppelschleuse.

### **Anfahrtswege:**

1. Vom Hauptbahnhof etwa 20 Minuten zu Fuß über Bismarckstraße, Kaistraße, Kanalstraße, Köperstraße und weiter über Fußweg gegenüber der Einmündung der Verdener Straße.
2. Aus Richtung Bremen und Cuxhaven B6 den Hinweisschildern "Weserfähre" folgen, von dort beschildert Autobahnabfahrt Geestemünde, weiter wie oben.

### **Öffnungszeiten:**

montags bis freitags 8.00 - 18.00 Uhr  
sonnabends/sonntags 10.00 - 18.00 Uhr  
günstige Zeiten für 8.00 - 10.00 Uhr  
Klassen: 12.00 - 14.00 Uhr

### **Eintrittspreise:**

Erwachsene DM 1,--, Kinder DM -,20  
Schulklassen mit Begleitung frei

**Anmeldung:** Tel. (04 71) 18 13 31

## Themenkreise:

### Wirbellose Tiere:

#### Schwämme:

Hornschwämme, Kiesel- und Kalkschwämme, Glasschwämme

#### Korallen:

Hornkorallen, Steinkorallen, Korallendiorama, Seemoos, Seefedern

#### Moostierchen

#### Würmer

#### Weichtiere:

Schnecken und Muscheln der Nordsee, aus Gräben und Teichen des Binnenlandes und Landschnecken. Tintenfische, Präparate, Schulp, Schnabel, Hornringe der Saugnäpfe.

#### Stachelhäuter:

Seesterne, Seeigel, Seelilie

Krebse: Sonderheft: Lebensraum "Meer" - Krebse - langschwänzige, kurzschwänzige Krebse, Seepocken, Entenmuscheln, zergliederter Krebs, Nervenpräparat.

### Wirbeltiere:

Fische: Sonderheft: Lebensraum "Meer" - Fische - Haie, Rochen und Rochenskelett, Stör, Gebisse und Schädel skelette von Haien, Nervenpräparat

Plattfisch, Hering, Makrele, Knurrhahn, Schellfisch, Kabeljau, Rotbarsch

Tiefseefische, Angler und Jäger

Korallenfische, Muräne, Kofferfisch, Igelfisch

Quastenflosser

Skelette von Knochenfischen und Knorpelfischen

Reptilien:

Meeresschildkröten, Seeschlangen, Meeresechsen  
(6 Arten)

Vögel:

Vögel des Küstenraumes und der Hochsee, Schnabeltypen, Fußtypen

Säuger: Sonderheft: Lebensraum "Meer"

Evolution der Wale -, Sek. II

Arbeitsbögen: "Fischfang"

Finnwal, Zwergwal, Pottwal, Schwertwal, Delphine,  
Barten und Walzähne, Schädel und Skelette, Modelle

Robben:

Seehund, Kegelrobbe, Klappmütze, Walroß, Skelette,  
Schädel, Gebisse, Seekuh

#### Nahrungserwerb:

Erarbeitet an Zahn- und Gebißformen von Meeressäu-  
gern und Fischen.

#### Tierstämme in der Sicht der Evolution

(Modifikationen, Mutationen), Artenentstehung, Stammesreihen

Sonderheft: Lebensraum "Meer" - Evolution -

Versteinerungen von Ammoniten, Korallen, Moostier-  
chen, Muscheln, Abguß eines Riesenammoniten, Rekon-  
struktion eines Ichtyosaurus, Präparat eines Qua-  
stenflossers, rudimentäre Organe: Wale, Seekuh; An-  
passung an die Nahrung: Robbengebisse, Fischgebis-  
se

Gemeinsamkeiten und Ordnungskriterien innerhalb einer Gruppe von Lebewesen

Arten der Seesterne, Seeigel, Muscheln, Schnecken, Krebse (auch Entenmuscheln, Seepocken)

Lebensräume Küste und Meer

Funktionsmodelle: Gezeiten an einer Wattenküste;  
Profile verschiedener Oberflächen von Wattböden:  
Schlickwatt, Sandwatt, Rippeln, Fraß- und Kriechspuren von Würmern, Muscheln, Krebsen, Fußabdrücke von Vögeln; Modell einer Abbruchkante

Bisamratte, Nordische Wühlmaus; Präparate von Robben, Dioramen von Robben auf Sandbänken; 1 Diorama - Seehunde, biologische Gruppen: Helgoländer Felsenwatt, Helgoländer Kaimauer; Schiffsbodenbewuchs; Beispiele, Vogelfelsen, Helgoland und Färöer (kleine Dioramen);

Dermoplastik und Schädel eines Walrosses; Baßtöpel, Lummen, Alken, Pinguine, Präparate von Walen und deren Skelette, wie Schweinswal (der kleinste Wal), Delphin, Pottwalschädel, Bartenwale, 14 m langes Jungtier des Finnwales, Zwergwal mit Barten

Meeresschildkröten, Meeresechse, Seeschlangen, etwa 400 Fischarten, darunter Riesenhai (14 m lang) und Tiefseefische, Knorpelskelett eines Rochens

Dioramen: Meeresboden im "Rosengarten" östlich von Island; Korallenriff am Schelfabhang, Meeresboden "Norwegische Rinne", Küste Helgoland, Nordmeerfelsen

Nahrung und Hunger

Karte über Kohlenstoffproduktion der Welt, Nahrungsmittel aus Algen, Krill



## Das Meer

Wasserfläche der Erde: 360 Millionen km<sup>2</sup> = 71 %  
Größte Tiefe: Marianengraben, 11.002 m  
Mittlere Tiefe der Ozeane: 3.800 m

Die Wassermassen würden, auf die ganze Erde verteilt, 2.450 m Tiefe ergeben.

Als Flachsee oder Schelfmeer bezeichnet man alle Meeresgebiete über dem Festlandsockel.

Salzgehalt:

Ostsee = 0,80 %, Nordsee = 3,53 %, Persischer Golf = 4,00 %, Rotes Meer = 4,10 %, in manchen Küstenregionen bis zu 7 %. Durch hohe Verdunstung entstehen auch in den Passatregionen bis zu 3,75 % Salz.

Im Vergleich dazu hat das Tote Meer (17 km Breite, 78 km Länge, 394 m unter dem Meeresspiegel) 27 % Salzgehalt. Der Jordan führt täglich 6,5 Millionen Tonnen Wasser zu, die vollständig im Toten Meer verdunsten.

### Meerwasser - Rohstoff- und Energiequelle der Zukunft

Verdunstet ein Liter Meerwasser, bleiben 35 Gramm Salz zurück, was einem Salzgehalt von 3,5 % entspricht. 1 Kubikmeter Meerwasser enthält demgemäß 35 Kilogramm und 1 Kubikkilometer 35 Millionen ( $35 \times 10^6$ ) Tonnen Salz. Die Meere unserer Erde fassen 1,4 Milliarden ( $1,4 \times 10^9$ ) Kubikkilometer, somit ist eine Salzmenge von 50 Billionen ( $50 \times 10^{15}$ ) Tonnen vorhanden. Verteilen wir die Salzmenge auf die gesamte Erdoberfläche, so ist diese mit einer Salzschrift von etwa 45 Meter Höhe bedeckt, etwa 9,79 Kilogramm pro Quadratcentimeter. In diesem Salz müssen alle auf der Erde vorkommenden Elemente vorhanden sein. Tatsächlich sind bis heute über 75 Elemente nachgewiesen worden, darunter so seltene wie Gold, Radium, Uran und Kobalt.

Die im Meerwasser gelösten Rohstoffe könnten den Bedarf der Menschheit in Zukunft decken, wenn es gelänge, sie kostengünstig zu konzentrieren. Einige Rohstoffe werden schon heute aus dem Meersalz gewonnen, und von Jahr zu Jahr werden es mehr.

Viele Nationen, allen voran Sowjetunion und USA, arbeiten an der Entwicklung wirtschaftlicher Techniken zur Verwendung des Meerwassers, denn die Rohstoffquellen des Festlandes versiegen.

Vor 4500 Jahren wurde in Ägypten die Technik zur Gewinnung von Kochsalz aus dem Meerwasser schriftlich beurkundet. Das bei der Kochsalzgewinnung abfallende Bittersalz wurde zur Präparation der Mumien verwendet.

Heute werden 30 % des Weltbedarfs an Kochsalz aus dem Meer gewonnen. Mit der Zunahme der Süßwassergewinnung aus dem Meerwasser wird auch die Kochsalzproduktion in Zukunft erhöht werden. Süßwassergewinnung aus Meerwasser ist ein entscheidender Faktor bei der industriellen Entwicklung zahlreicher Wüstengebiete. Vorteilhaft ist es, daß in diesen Gegenden ausreichend Sonnenenergie zur Verfügung steht, mit deren Hilfe das Meerwasser aufgearbeitet werden kann. Wo Sonnenenergie fehlt, greift man auf andere Energien zurück. Die Technik der Süßwassergewinnung ist so weit entwickelt, daß ein Kubikmeter Trinkwasser aus Meerwasser nicht teurer kommt als unser Quellwasser (1,-- bis 2,-- DM pro Kubikmeter).

Als Nebenprodukt bei der Süßwassergewinnung über Verdampfungsanlagen entstehen Kalziumkarbonat, Kalziumsulfat und Magnesiumhydroxyd. Diese Verbindungen werden aus den Anlagen mit Hilfe ammoniakhaltiger Lösungen herausgewaschen und, mit Phosphorsäure gemischt, zu hochwertigem Kunstdünger verarbeitet: Magnesium-Kalzium-Ammonium-Phosphat.

1916 begann Amerika nach einem in England entwickelten Verfahren mit der Magnesiumgewinnung; heute deckt Amerika seinen gesamten Bedarf an Magnesium aus dem Meerwasser. Magnesium findet, legiert mit anderen Metallen, im Flugzeug- und Rake-

### Mineralien aus dem Meerwasser

1 Kubikmeter Seewasser enthält:	Mineral	Anteil der Gewinnung aus Meerwasser an der Weltproduktion:	Verwertung: (freie Auswahl)
29 kg	Natriumchlorid	30 % 32,7 x 10 <sup>6</sup> t pro Jahr	Chemische Industrie, keramische Industrie, Lebensmittelindustrie, Speisesalz
1,35 kg	Magnesium	65 % 123 000 t pro Jahr	Metallindustrie zur Produktion von harten, hitzebeständigen Aluminiumlegierungen für Flugzeuge und Raumfahrzeuge
885 g	Schwefel	10 %	Chemische Industrie, Gummiindustrie, Schwefelsäure, Farbstoffe, Pflanzenschutzmittel
400 g	Kalzium		Metallurgie, Düngemittel
380 g	Kalium	200 000 DM pro Jahr	Chemische Industrie, Kaliumchlorat in Streichholzköpfen und für Sprengmittel
65 g	Brom	68 % 100 000 t pro Jahr	Fotoindustrie, Bromverbindung als Zusatz für Motorenbenzin (Antiklopfmittel)
4,6 g	Bor	500 000 t pro Jahr	Metallurgie, Härten von Stählen, Atomindustrie
0,017 g	Lithium	40 %	Metallurgie, Raumfahrzeuge
0,016 g	schweres Wasser H <sub>2</sub> O	120 Mill. DM pro Jahr	Atomindustrie

In der Entwicklung befinden sich Technologien zur Gewinnung von Strontium und Uran.

tenbau Verwendung, weil die Magnesiumlegierungen leichter, fester und hitzebeständiger sind als Aluminium allein. Seit 1926 wird Brom aus dem Meerwasser entnommen. Bromide werden als Antiklopfmittel für schnellaufende Ottomotoren im Benzin verwendet.

Die Technologie zur Gewinnung von Deuterium, besser bekannt unter dem Namen "Schweres Wasser", ist abgeschlossen. Schweres Wasser findet in den Kernkraftwerken zur Regulierung der Reaktortätigkeit Verwendung.

Deuterium könnte in Zukunft aber bei der Energieversorgung bedeutsam werden und eventuell sogar die Kernbrennstoffe ablösen. Die Technologie zur Energieerzeugung durch Deuterium ist jedoch noch im Anfangsstadium der Entwicklung. Ein Kilogramm Deuterium könnte genau so viel Energie liefern wie 500 000 Kilogramm Kohle, und kostet heute im Handel etwa 250,-- DM. Viele namhafte Wissenschaftler sehen im Deuterium die Energiequelle der Zukunft, zumal es bei der Verbrennung keine Rückstände hinterläßt.

Daß Meerwasser nach Ansicht mancher Ärzte bei vielen Krankheiten ein billiges und gut wirksames Medikament ist, soll hier noch erwähnt werden. Manche Zivilisationskrankheiten könnten schon dadurch verhindert werden, daß man dem Kochsalz etwas Meersalz hinzufügt. Da alles irdische Leben im Meer entstanden ist, kann Meerwasser kein lebensfeindliches Element sein, eher ein nützliches, wenn man es wohldosiert genießt.

### **Gezeiten (= Ebbe und Flut)**

Tidenhub = der Unterschied des Wasserstandes zwischen Hoch- und Niedrigwasser.  
Tide = die Zeit von einem Niedrigwasser bis zum nächsten

Welche Kräfte bewirken nun, daß es zu Erscheinungen wie Ebbe und Flut und deren ständigen, regelmäßigen Wechselbeziehungen kommt?

Der Verlauf der Gezeiten ist abhängig von der Bewegung des Mondes, der Erde und der Sonne.

Nun ist es im Weltall immer so, daß Doppelgestirne sich gegenseitig beeinflussen. So auch bei Erde und Mond: beide haben einen gemeinsamen Drehpunkt (= D, Abb. 1), der im Erdinnern und  $3/4$  des Erdradius vom Erdmittelpunkt (= m, Abb. 1) entfernt liegt.

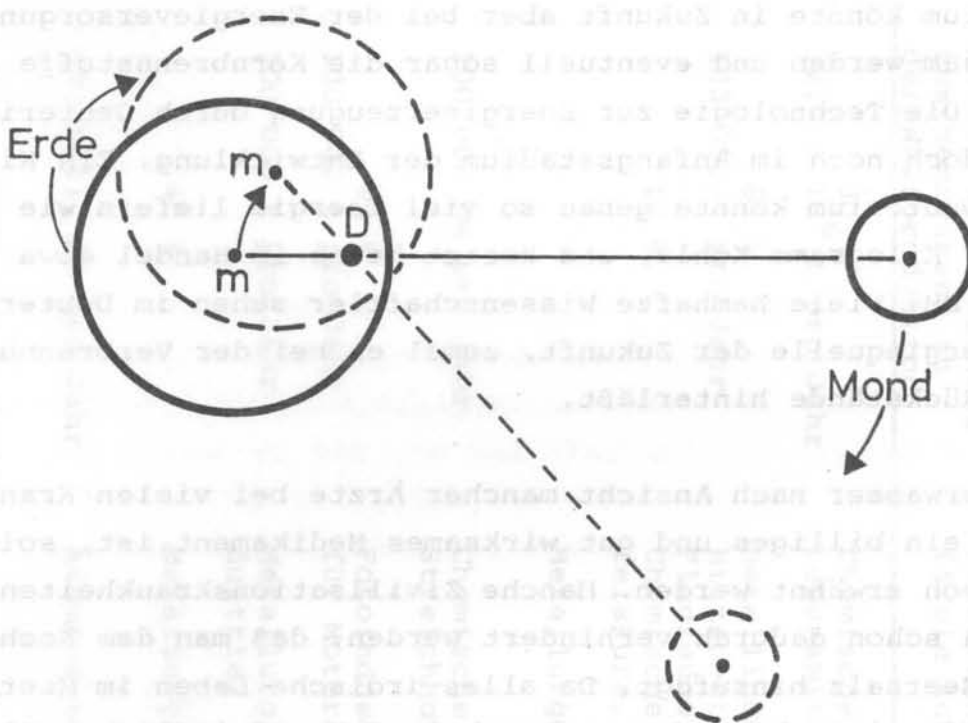


Abb. 1

Somit drehen sich Erde und Mond umeinander und wandern so gemeinsam um die Sonne. Durch die beiderseitigen Drehungen werden Fliehkräfte erzeugt, d.h. die beiden Körper möchten auseinanderfliehen, wie ein "Hammer" fortfliegen möchte, wenn der Hammerwerfer ihn drehend umherwirbelt - er muß ihn (zuerst noch) festhalten. Die beiden Himmelskörper können nicht voneinander fliehen, da sie sich durch ihre Anziehungskräfte gegenseitig festhalten. Sowohl die Flieh- als auch die Anziehungskräfte, die bei den Drehungen von Mond und Erde entstehen, wirken auf die gesamte Erdoberfläche ein, also nicht nur auf die Meeresflächen, sondern auch auf alle Landoberflächen. Das Wasser läßt sich nur von diesen Kräften leichter und sichtbarer bewegen.

So passiert es, daß das Wasser der Ozeane auf der mondzuge- wandten Seite zu dem Erdtrabanten hingezogen wird (= Mondflut, Abb. 2). Auf der gegenüberliegenden Seite der Erde bewirken die Fliehkräfte den zweiten Flutberg (= Fliehkraftflut, Abb. 2).

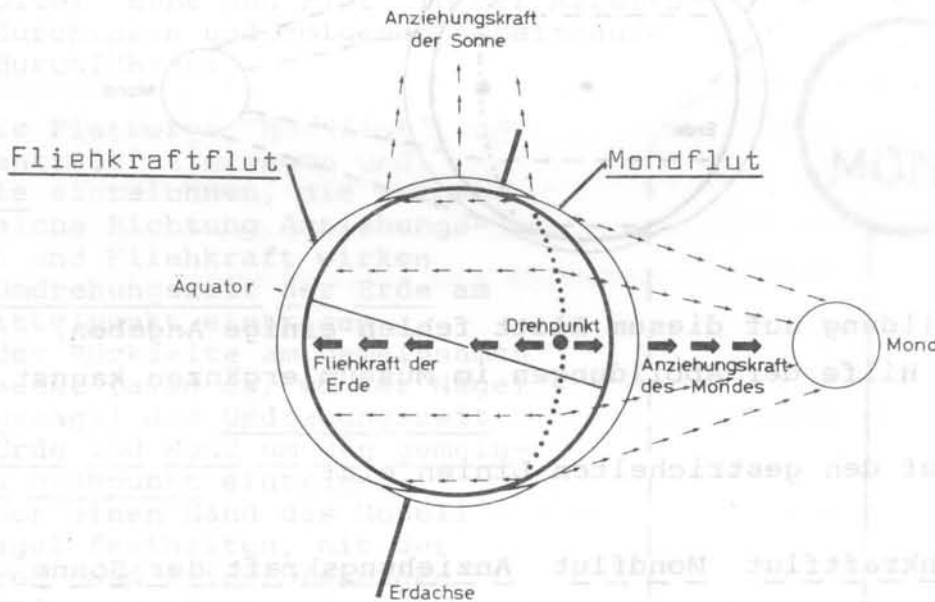
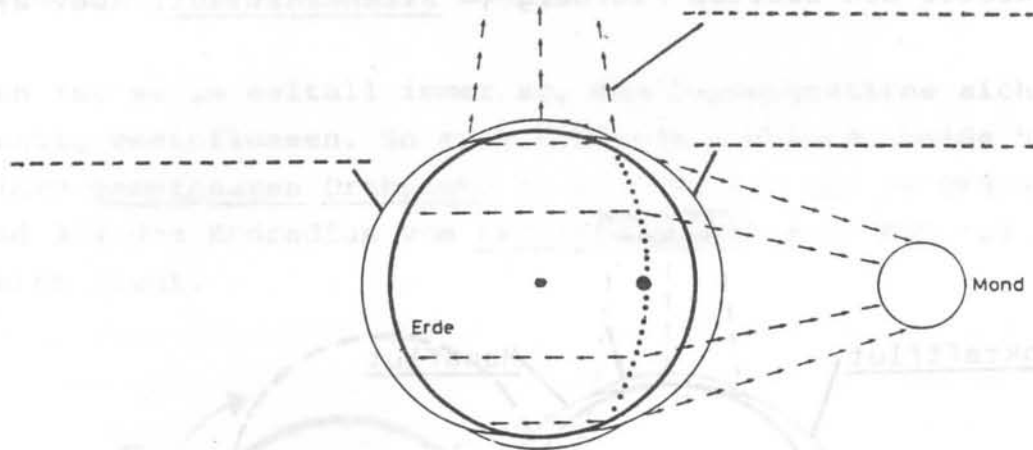


Abb. 2

Die Anziehungskraft des Mondes erzeugt einen Flutberg von 54 cm zum Mond hin. Da sich die Erde nun auch noch um sich selbst dreht, dreht sie sich gleichsam unter all diesen Gezeitenerscheinungen hinweg - genau in 24 Stunden und 50 Minuten - und es kommt alle 12 Stunden und 25 Minuten zu Hoch- und Niedrigwasser. Außer dem Mond wirkt auch noch die Sonne auf die Erde ein, allerdings ist ihre Wirkung nur ungefähr  $\frac{1}{9}$  so stark wie die des Mondes.

Wir sprechen folglich von einer Mond- und einer Sonnengezeit. Bei den sogenannten Spring- und Nipptiden können wir die Einwirkung der Sonne feststellen. Bei Vollmond, wenn die für uns sichtbare Mondseite von der Sonne vollständig beleuchtet wird,

Im 1. Saal findest Du in der Nische hinter dem  
 Ebbe und Flut - Modell die folgende Abbildung:



In der Abbildung auf diesem Blatt fehlen einige Angaben,  
 die Du mit Hilfe der Abbildungen im Museum ergänzen kannst.

1. Trage auf den gestrichelten Linien ein:

Fliehkraftflut   Mondflut   Anziehungskraft   der   Sonne

2. Bezeichne den gemeinsamen Drehpunkt von Erde und Mond  
 mit 'D' und den Erdmittelpunkt mit 'm'.

3. In welche Richtung wirkt die Fliehkraft der Erde bzw.  
 die Anziehungskraft des Mondes von gemeinsamen Dreh-  
 punkt 'D' aus? Trage Pfeile ein.

4. Wie lang ist die Umdrehungszeit von Erde und Mond um  
 den gemeinsamen Drehpunkt?

.....

5. Wie lang ist die Erdeigendrehungszeit?

.....

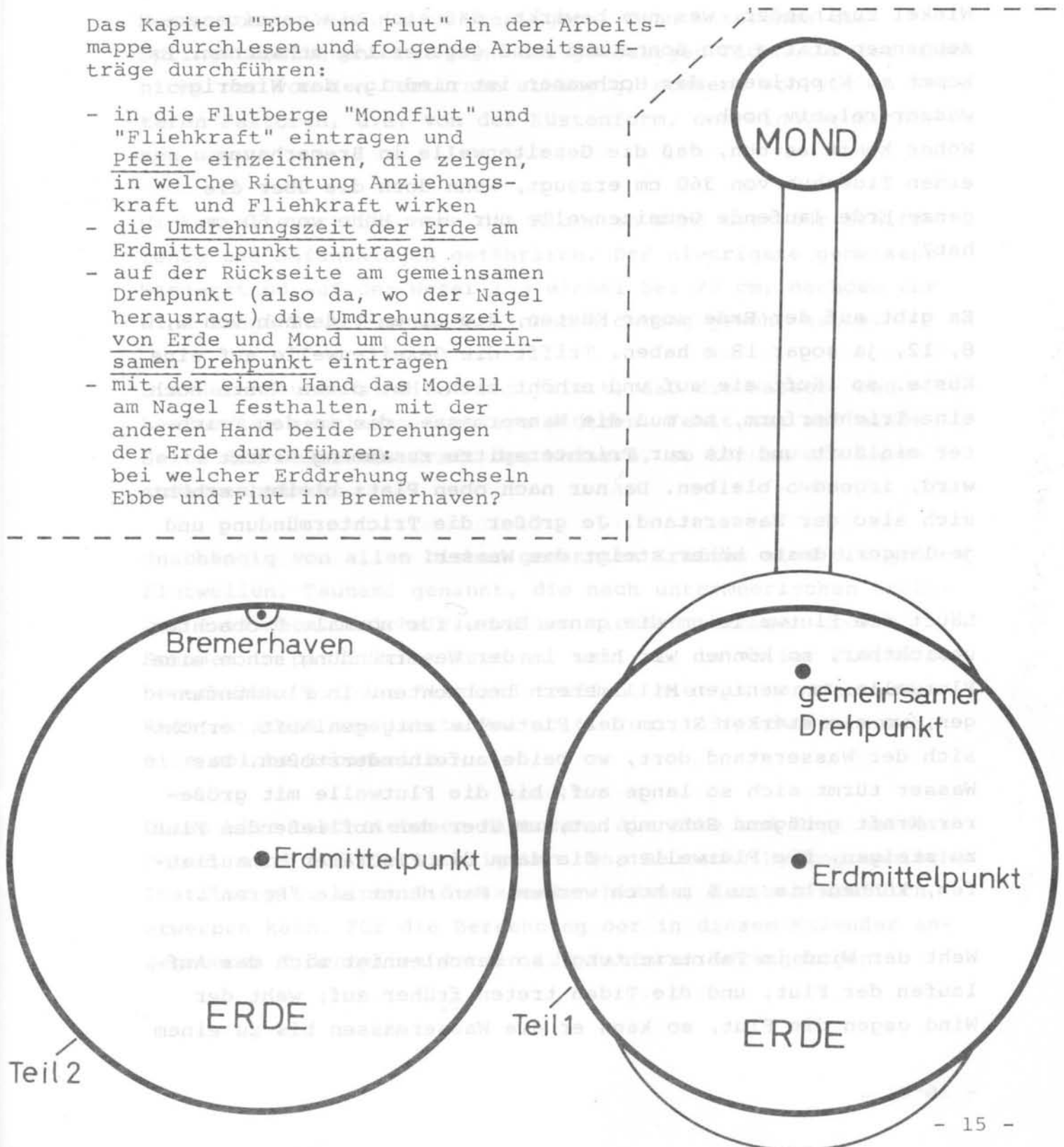
## Bastel- und Arbeitsbogen zum Thema "Ebbe und Flut"

Zum Basteln benötigt man eine Schere, Alleskleber, ein Stück Pappe, einen Nagel mit breitem Kopf (Pappnagel) und ein Stück Draht (3 cm).

1. Die Zeichnungen an der gestrichelten Linie abschneiden und fest auf die Pappe aufkleben.
2. Teil 1 sorgfältig ausschneiden.
3. Den Nagel mit der Spitze nach unten durch den gemeinsamen Drehpunkt in Teil 1 bohren.
4. Teil 2 sorgfältig ausschneiden und so auf Teil 1 legen, daß die eine Erde genau auf der anderen liegt (und gleichzeitig auch beide Erdmittelpunkte).
5. Den Draht durch beide Erdmittelpunkte bohren und an beiden Enden so umbiegen, daß Teil 2 sich auf Teil 1 drehen läßt.

Das Kapitel "Ebbe und Flut" in der Arbeitsmappe durchlesen und folgende Arbeitsaufträge durchführen:

- in die Flutberge "Mondflut" und "Fliehkraft" eintragen und Pfeile einzeichnen, die zeigen, in welche Richtung Anziehungskraft und Fliehkraft wirken
- die Umdrehungszeit der Erde am Erdmittelpunkt eintragen
- auf der Rückseite am gemeinsamen Drehpunkt (also da, wo der Nagel herausragt) die Umdrehungszeit von Erde und Mond um den gemeinsamen Drehpunkt eintragen
- mit der einen Hand das Modell am Nagel festhalten, mit der anderen Hand beide Drehungen der Erde durchführen:  
bei welcher Erddrehung wechseln Ebbe und Flut in Bremerhaven?





sieht man den Mond ganz. Mond, Erde und Sonne stehen dann in einer Reihe. Bei dieser Konstellation, wenn also die Gezeitenkräfte der beiden Gestirne auf die Erde wirken, ergänzen sie sich bzw. stärken sich gegenseitig. Durch Überlagerungen der Anziehungskräfte von Sonne und Mond kann der Flutberg auf 60 cm ansteigen. Die Folge sind Springtiden: das Hochwasser ist besonders hoch, das Niedrigwasser extrem niedrig. Ist nun aber der Mond nur halb zu sehen - also bei ab- bzw. zunehmenden Mond-, dann stehen Sonne, Erde und Mond in einem rechten Winkel zueinander, was nun bewirkt, daß sich die gezeitenerzeugenden Kräfte von Sonne und Mond gegenseitig schwächen. Es kommt zu Nipptiden: das Hochwasser ist niedrig, das Niedrigwasser relativ hoch.

Woher kommt es nun, daß die Gezeitenwelle in Bremerhaven einen Tidenhub von 360 cm erzeugt, wenn doch die über die ganze Erde laufende Gezeitenwelle nur eine Höhe von 60 cm hat?

Es gibt auf der Erde sogar Küsten, die einen Tidenhub von 6, 8, 12, ja sogar 18 m haben. Trifft die Gezeitenwelle auf eine Küste, so läuft sie auf und erhöht sich. Hat diese Küste noch eine Trichterform, so muß die Wassermasse, die in den Trichter einläuft und bis zur Trichterspitze zusammengedrückt wird, irgendwo bleiben. Da nur nach oben Platz bleibt, erhöht sich also der Wasserstand. Je größer die Trichtermündung und je länger, desto höher steigt das Wasser.

Läuft die Flutwelle um die ganze Erde, für normale Beobachter unsichtbar, so können wir hier in der Wesermündung schon eine Flutwelle von wenigen Millimetern beobachten. In Flußmündungen, wo ein starker Strom der Flutwelle entgegenläuft, erhöht sich der Wasserstand dort, wo beide aufeinanderstoßen. Das Wasser türmt sich so lange auf, bis die Flutwelle mit größerer Kraft genügend Schwung hat, um über den abfließenden Fluß zu steigen. Die Flutwellen, die dann die Flußtäler hinauflaufen, können bis zu 6 m hoch werden. Man nennt sie "Boren".

Weht der Wind in Fahrtrichtung, so beschleunigt sich das Auflaufen der Flut, und die Tiden treten früher auf; weht der Wind gegen die Flut, so kann er die Wassermassen bis zu einem

gewissen Grade zurückhalten.

Wird die Flut durch einen Sturm unterstützt, so läuft das Wasser ganz besonders hoch auf, man spricht von Sturmfluten. Weht nun der Wind kontinuierlich aus der gleichen Richtung, so kann er das Wasser am Abfließen hindern. Die nächste Flutwelle läuft dann über das zurückgehaltene Wasser hinweg. So sind die schweren Sturmfluten 1962 und 1976 entstanden. Noch größer wird die Gefahr für die Küsten, wenn alle Faktoren, Mond, Sonne, Wind, sich überlagern, dann entstehen die Springsturmfluten. Die Höhe des jeweiligen Tidenhubs ist also nicht nur von den Gestirnen abhängig, sondern von vielen weiteren Faktoren, u.a. von der Küstenform, den Windverhältnissen usw.

Wirken alle Kräfte gegen die Flut, so wird dies für Schifffahrt und Hafenanlagen gefährlich. Der niedrigste gemessene Wasserstand auf der Weser lag einmal bei 70 cm, nachdem der Wind lange Zeit aus südöstlicher Richtung geweht hatte.

Die Hafenanlagen sind so konstruiert, daß die Wasser- und Landmassen gemeinsam die Kaje stützen. Fehlt nun auf einer Seite die stützende Kraft des Wassers, so können die Kajen zusammenbrechen.

Unabhängig von allen bisher genannten Kräften sind die großen Flutwellen, Tsunami genannt, die nach untermeerischen Erdbeben entstehen. Solche Flutwellen richten häufiger großen Schaden im pazifischen Raum an, weil sie in voller Stärke unberechenbar auf das Festland treffen. Hier im norddeutschen Raum entstand das letzte Mal am 6. Juni 1630 Schaden durch eine solche Bebenwelle.

Diese hier beschriebenen Faktoren, die Ebbe und Flut hervorrufen, sind nur die wichtigsten. Das Deutsche Hydrographische Institut gibt einen Tidenkalender heraus, den man käuflich erwerben kann. Für die Berechnung der in diesem Kalender angegebenen Tidenzeiten werden 123 Faktoren herangezogen.

## Deiche

Die Verteilung von Land- und Wassermassen auf der Erde ändert sich ständig. Wo heute Festland liegt, rauschten vor Millionen Jahren die Ozeane, und wo heute die Nordsee liegt, war früher einmal fruchtbarer Ackerboden.

Dieser Austausch von Land und Meer vollzieht sich sehr langsam und wird von den Binnenländern überhaupt nicht bemerkt. Für die Küstenbewohner ist der Landverlust deutlicher erkennbar. Oft ist es der eigene Garten oder gar der Grund, auf dem das Wohnhaus stand, der vom Meer unterspült und abgetragen wird.

Nachdem die riesigen Eisberge der letzten Eiszeit geschmolzen waren, hinterließen sie hier fruchtbaren Boden, der Menschen und Tieren reichlich Nahrung bot. So wurde die Norddeutsche Tiefebene schon früh besiedelt. Im Laufe der Jahre tauten dann die Schnee- und Eismassen der nördlichen Erdhalbkugel ab, und das Schmelzwasser bewirkte die Erhöhung des Meeresspiegels. Das Meer eroberte langsam wieder das vom Eise befreite Land.

Außer den in größeren Abständen auftretenden Sturmfluten war es auch der ständige Wechsel von Ebbe und Flut, der das Leben an der Küste beeinträchtigte. Gegen diese Naturereignisse mußte sich der Mensch schützen, wollte er hier überleben.

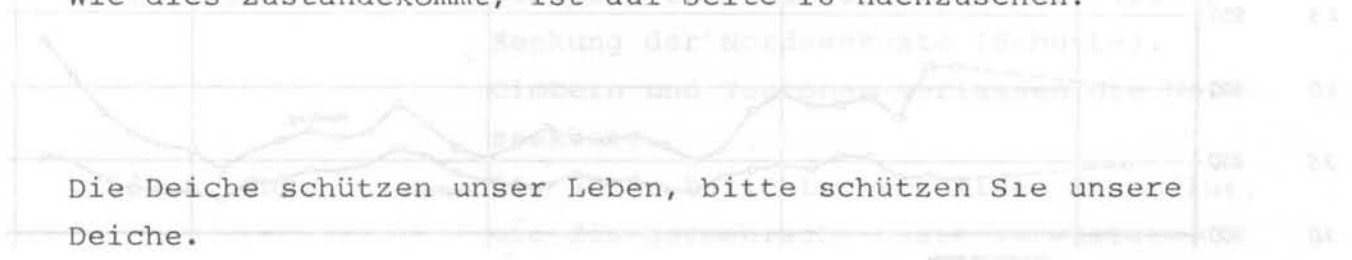
Bis etwa zum ersten Jahrtausend siedelten die Küstenbewohner auf Dünen oder künstlich angelegten Hügeln, Wurten oder Warften genannt. Diese Wurten, über Jahrhunderte bewohnt, wurden ständig erhöht und erreichten Höhen bis zu 9 Metern. Sie boten also Mensch und Vieh ausreichenden Schutz. Nicht geschützt dagegen waren die Felder und die Weiden. So begann man im 11. Jahrhundert mit dem Deichbau.

Der Deichbau setzte eine Zusammenarbeit aller im Küstenbereich lebenden Menschen voraus. Dies führte zu einer sozialen Umstrukturierung der Gesellschaft. Deichbauer, Deichbaumeister (meistens Holländer) und Deichgrafen waren in dieser Ge-

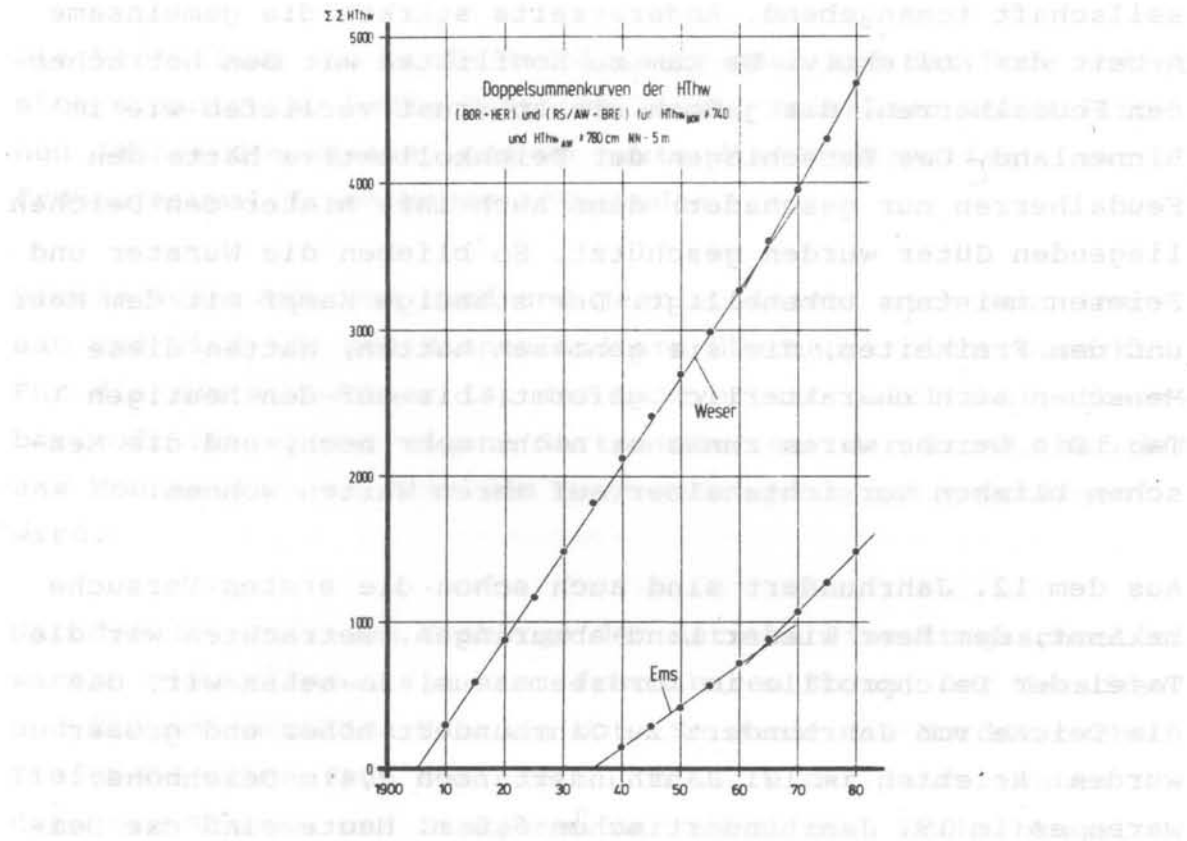
sellschaft tonangebend. Andererseits stärkte die gemeinsame Arbeit das Kollektiv. Es kam zu Konflikten mit den herrschenden Feudalherren, die jedoch nie so ernst verliefen wie im Binnenland. Das Zerschlagen der Deichkollektive hätte den Feudalherren nur geschadet; denn auch ihre hinter den Deichen liegenden Güter wurden geschützt. So blieben die Wurster und Friesen meistens unbehelligt. Der ständige Kampf mit dem Meer und den Freiheiten, die sie genossen hatten, hatten diese Menschen auch charakterlich geformt, bis auf den heutigen Tag. Die Deiche waren zunächst nicht sehr hoch, und die Menschen blieben vorsichtshalber auf ihren Werten wohnen.

Aus dem 12. Jahrhundert sind auch schon die ersten Versuche bekannt, dem Meer wieder Land abzurufen. Betrachten wir die Tafel der Deichprofile im Nordseemuseum, so sehen wir, daß die Deiche von Jahrhundert zu Jahrhundert höher und größer wurden. Reichten im 12. Jahrhundert noch 2,4 m Deichhöhe, waren es im 19. Jahrhundert schon 5,6 m. Heute sind die Deiche bis zu 8,6 m hoch. Besonders die trichterförmigen Flußmündungen sind von Sturmfluten bedroht; denn hier staut sich das Wasser auf. Die Flut läuft bergauf und kann in Hamburg oder Bremen höher sein als in Cuxhaven.

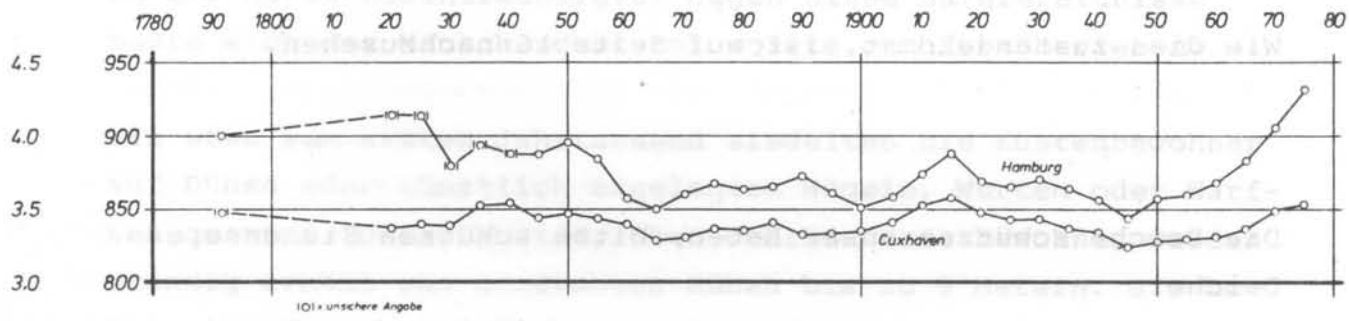
Wie dies zustandekommt, ist auf Seite 16 nachzusehen.



Siehe auch Ebbe und Flut.

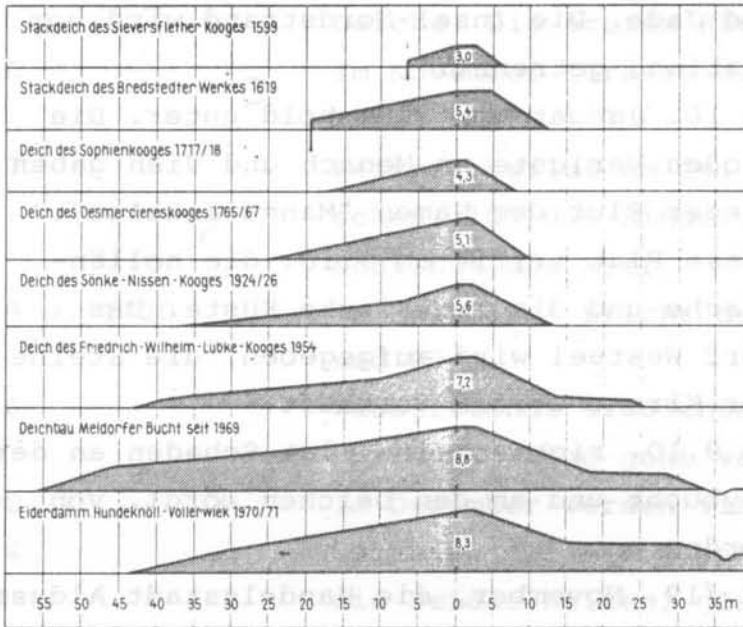


Diese Kurve zeigt, daß die hohen Fluten in den letzten Jahren immer höher aufliefen. Setzt sich diese Tendenz fort, so werden die erst in den letzten Jahren erhöhten Deiche bald nicht mehr ausreichenden Schutz bieten.



Diese Grafik zeigt, daß die Sturmfluten jetzt häufiger auftreten als früher.

aus: Die Küste (Hg.: Kuratorium für Forschung im Küsten-ingenieurwesen), Heft 37 - 1982.



aus: Muuß/Petersen,  
Die Küsten Schleswig-  
Holsteins, Neumünster  
1971.

Ein Auszug aus dem Register der Sturmfluten.

- X 400 v. Chr. Ephorus berichtet, daß die Kelten durch Sturmfluten mehr Menschen und Land verloren haben als durch Kriege und deshalb auswandern mußten.
- 11 v. Chr. Vor etwa 2000 Jahren begann die letzte Senkung der Nordseeküste (Schütte). Cimbern und Teutonen verlassen die Nordseeküste.
- 333 n. Chr. Die Römer berichten von einer Sturmflut, die die germanische Küste verwüstete.
- 516 n. Chr. Eine Sturmflut fordert in Friesland tausende Opfer.
- 838 n. Chr. Eine Sturmflut fordert 2000 Opfer.
- 1164 Julianflut Am 16./17. Februar wird die ganze Nordseeküste von einer Sturmflut getroffen.
- X 1219 Marcellusflut Der Augenzeuge Emo von Ittewieren schreibt, daß die Flut am 16. Januar etwa 300 000 Tote brachte.

- 1287 14. Januar Die Flut steigt 5 Fuß höher als man erwartet hat. 50 000 Tote. Schäden an Dollart und Jade. Die Insel Nordstrand wird vom Festland getrennt.
- 1362 Marcellusflut Am 16. Januar geht Runghold unter. Die großen Verluste an Mensch und Vieh gaben dieser Flut den Namen "Manndränkelse".
- 1373 Dionysiusflut Diese Flut trifft am 9.10. die holländische und die friesische Küste. Das Dorf Westeel wird aufgegeben, die Steine der Kirche werden verkauft.
- 1377 Dionysiusflut Am 9.10. richtet eine Flut Schaden an der Leybucht und an den Deichen nördl. von Norden an.
- 1421 18./19. November, die Handelsstadt Aldessen und 20 Dörfer an der Maas müssen aufgegeben werden, 10 000 Tote.
- 1509 Cosmasflut  
Damianflut Die Ems bricht sich ein neues Bett, der Dollart wird doppelt so groß wie er war, die Insel Nesserland entsteht. Untergang der Städte Nesse und Torum. Außerdem wird am 26.09. der 1454 erbaute Dollartdeich zerstört.
- 1511 Antonioflut Am 16./17. Januar vernichten die mit Eisschollen gemischten Wellen viele Deiche der Küste. 5 Kirchspiele müssen aufgegeben werden.
- 1532 Allerheiligenflut Vom 31.10. bis 2.11. wird besonders Eiderstedt betroffen und steht 3 Fuß unter Wasser. Zwei Dörfer, Osterbur und Ostbense, gehen unter. 1 500 Tote. Höhe der Flut 4,16 m über NN.
- 1625 Fastnachtsflut 26.02., NW-Sturm und Springflut bei Neumond, dazu Sonnenfinsternis. Viele Deichbrüche in Ostfriesland, umfangreiche Ausdeichungen im Jade-Weser-Gebiet.
- 1634 11./12. Oktober, 6 200 Menschen und 50 000 Rinder kommen in den Fluten um. 30 Mühlen und 1 300 Häuser gehen verloren, 8 000

- Menschen werden obdachlos. Holländer werden ins Land geholt und helfen beim Ausbau der Deiche. Die ersten Köge entstehen.
- 1686 Im November fordert eine Sturmflut 1 500 Tote.
- 1717 Weihnachtsflut am 24. Dezember. 18 140 Menschen, 100 000 Rinder und 5 000 Häuser verschlingt das Meer.
- × 1718 u. 1720 In Helgoland bricht der Damm zwischen Insel und Düne.
- 1756 Wasserstände erreichen größere Höhe. Der Christianskoog geht verloren.
- 1790 Im Dezember werden viele Deiche fortgespült.
- 1824 Cuxhaven meldet höchste Wasserstände. Da die Deiche halten, glaubt man, genug getan zu haben.
- × 1825 Am 3./4. Februar zeigt sich, daß dieser Glaube tödlich war, das Wasser steigt auf 4,01 m über NN und 800 Menschen, 45 000 Rinder und 20 000 Schafe ertrinken. 2 400 Häuser sind verloren, 8 700 schwer beschädigt und 233 Halligen verwüstet.
- 1855 Die Neujahrsflut traf besonders Bremen, das Dorf Altwangerooge geht verloren.
- 1906 Am 13. März steigt das Wasser auf 3,8 Meter über normal.
- 1916 Am 16. Februar werden 25 000 Hektar Land überflutet, Wasserstand: 4,85 m über NN.
- 1936 Eine Sturmflut beschädigt die Insel Helgoland. Fluthöhe: 4,85 m über NN.
- 1953 31. Januar/1. Februar, Jahrhundertflut in England und Holland. 2 100 Opfer, 52 000 Obdachlose.
- × 1956 Ein Sturm bringt Wellenberge bis zu 7 m Höhe. 400 Deichbrüche, 16 000 Hektar Land überflutet, 1 800 Menschen und 10 000 Rinder ertrinken. 600 000 Menschen müssen evakuiert werden. 75 000 können wieder zurückkehren.

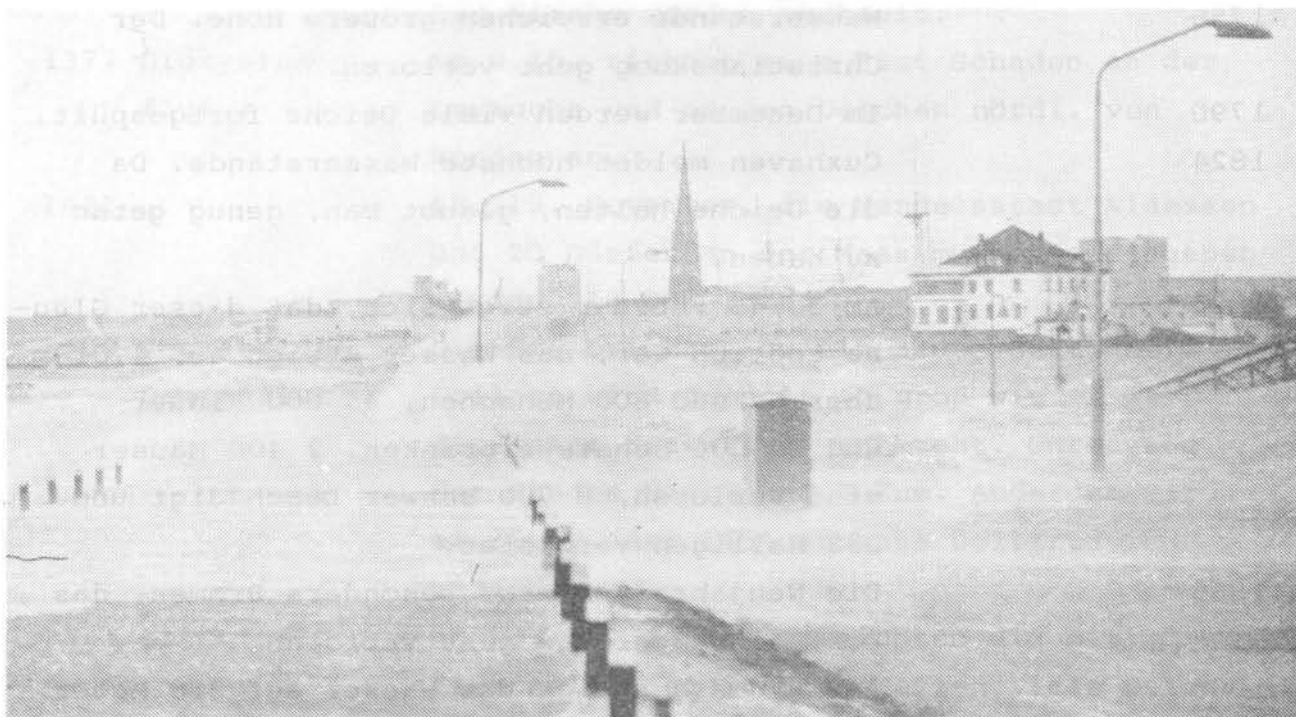


X 1962

Am 16./17. Februar wird besonders die Norddeutsche Bucht von einer Sturmflut heimgesucht. Die Deiche von 5,6 m Höhe werden überflutet und zerstört. Die Bilanz: 329 Tote, 7 000 Rinder ertrinken. 72 000 Hektar Land werden überflutet. 70 km Deich sind zerstört. Der Schaden beträgt mehrere Milliarden DM.

1976 Januarflut

3. Januar. Bisher höchste Sturmflut (östlich der Weser) an der deutschen Nordseeküste. Deichbrüche in Schleswig-Holstein.



Sturmflut 1976 vom Institut aus gesehen



Unterricht im Nordseemuseum

Das Watt als Lebensraum

Orientierungsstufe

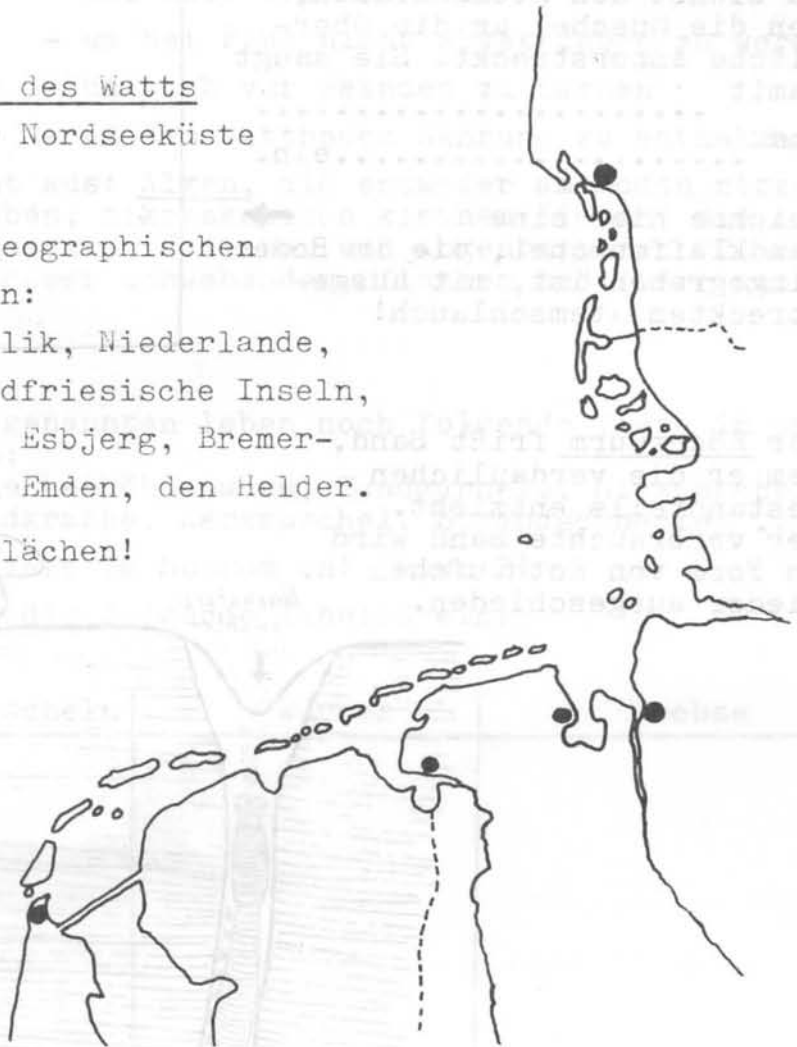
1. Geographische Lage des Watts

Hier ist ein Teil der Nordseeküste aufgezeichnet.

Trage die folgenden geographischen Namen in die Karte ein:

- Dänemark, Bundesrepublik, Niederlande,
- Elbe, Weser, Ems, Nordfriesische Inseln,
- Ostfriesische Inseln, Esbjerg, Bremer-
- haven, Wilhelmshaven, Emden, den Helder.

Schraffiere die Wattflächen!



2. Bodenbewohner des Watts

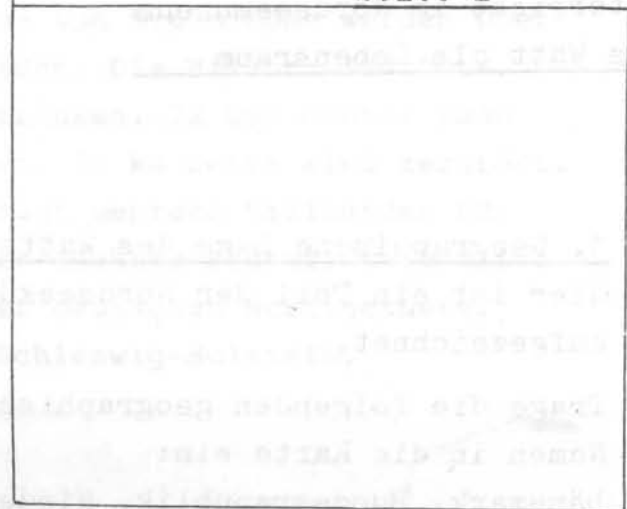
Im Watt leben unzählige Tiere. Meistens wirst du diese Tiere selbst nicht sehen können, denn sie sind bei Ebbe im Wattboden eingegraben. Wenn du genau hinsiehst, kannst du aber ihre Spuren entdecken.

Betrachte die Abgüsse in der Vitrine "Strukturen auf der Wattoberfläche". Schreibe auf, welche Tiere hier ihre Spuren hinterlassen haben:

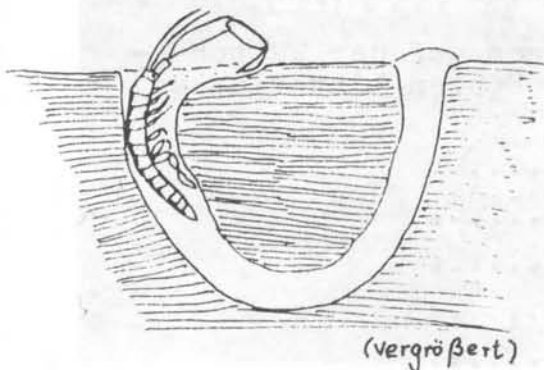
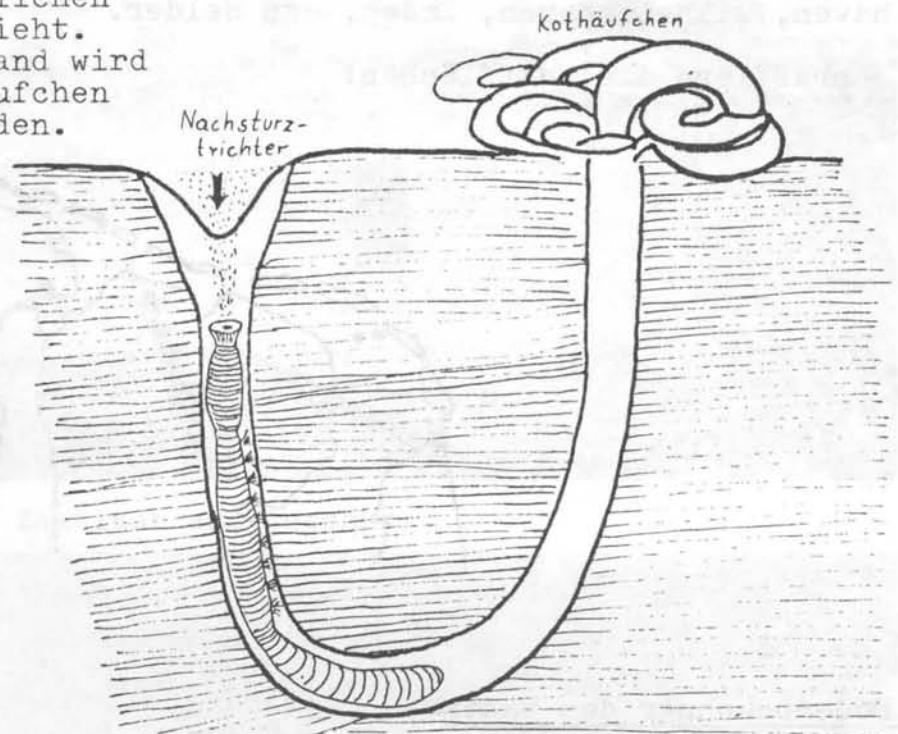
- Kriechspuren: .....
- Freßspuren: .....
- Wohnröhren: .....
- Kothaufen: .....
- Einsturztrichter: .....
- Röhreneingang: .....

3. Betrachte das Modell der Sandklaffmuschel in Vitr. 117. Du siehst den Atemschnlauch, den die Muschel an die Oberfläche emporstreckt. Sie saugt damit ..... und .....ein.

Zeichne hier eine Sandklaffmuschel, die im Boden eingegraben ist, mit ausgestrecktem Atemschnlauch! →



4. Der Köderwurm frißt Sand, dem er die verdaulichen Bestandteile entzieht. Der verbrauchte Sand wird in Form von Kothäufchen wieder ausgeschieden.



Der Schlickkrebs baut u-förmige Wohnröhren. Oft ist der ganze Wattboden dicht davon durchsetzt. Mit seinen langen Vordergliedmaßen schaufelt der Schlickkrebs abgelagerte Nahrungsteilchen vom Wattboden in das Innere seiner Wohnhöhle.

5. Warum leben diese Tiere im Boden?

- Sie graben sich ein, - um nicht auszutrocknen, wenn das Watt bei Ebbe trockenfällt
- um bei Flut nicht abgetrieben zu werden
  - um sich vor Feinden zu tarnen
  - um dem Wattboden Nahrung zu entnehmen.


Diese Nahrung besteht aus: Algen, die entweder am Boden sitzen oder im Wasser schweben; mikroskopisch kleinen Tieren, die im Wasser schweben; zersetzten Teilchen von abgestorbenen Pflanzen und Tieren. Die im Wasser schwebenden Pflanzen und Tiere nennt man Plankton.

6. Außer den bisher genannten leben noch folgende Tiere im und auf dem Wattboden:

Wattschnecke, Bäumchenröhrenwurm, Sandgarnele, Miesmuschel, Rote Bohne, Strandkrabbe, Herzmuschel, Strandschnecke, ...

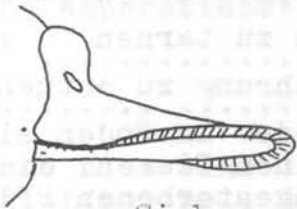
Schau dir diese Tiere im Museum an! (Raum 2)

Trage nun alle in die folgende Tabelle ein:

Schnecken u. Muscheln	Würmer	Krebse
		

Die Schnecken, Muscheln, Würmer und Krebse sind die Nahrung der Fische und Vögel, die im Watt leben.

7. Die Vögel des Watts nehmen ihre Nahrung auf verschiedene Weise auf, und sie brauchen dazu verschiedene "Werkzeuge". Zu welchen Vögeln gehören die abgebildeten Schnäbel, und wie nehmen sie damit Nahrung auf?



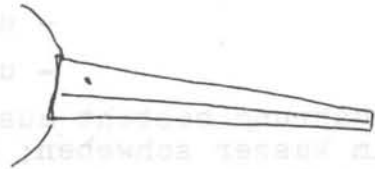
Sieb

Name: .....

Nahrungsaufnahme: .....

.....

.....



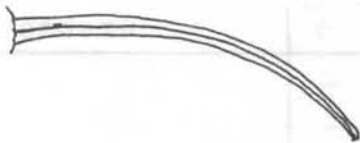
Meißel

Name: .....

Nahrungsaufnahme: .....

.....

.....



Name: .....

Nahrungsaufnahme: .....

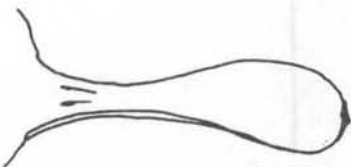
.....



Name: .....

Nahrungsaufnahme: .....

.....

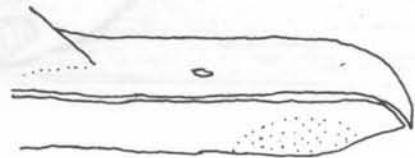


Löffel

Name: .....

Nahrungsaufnahme: .....

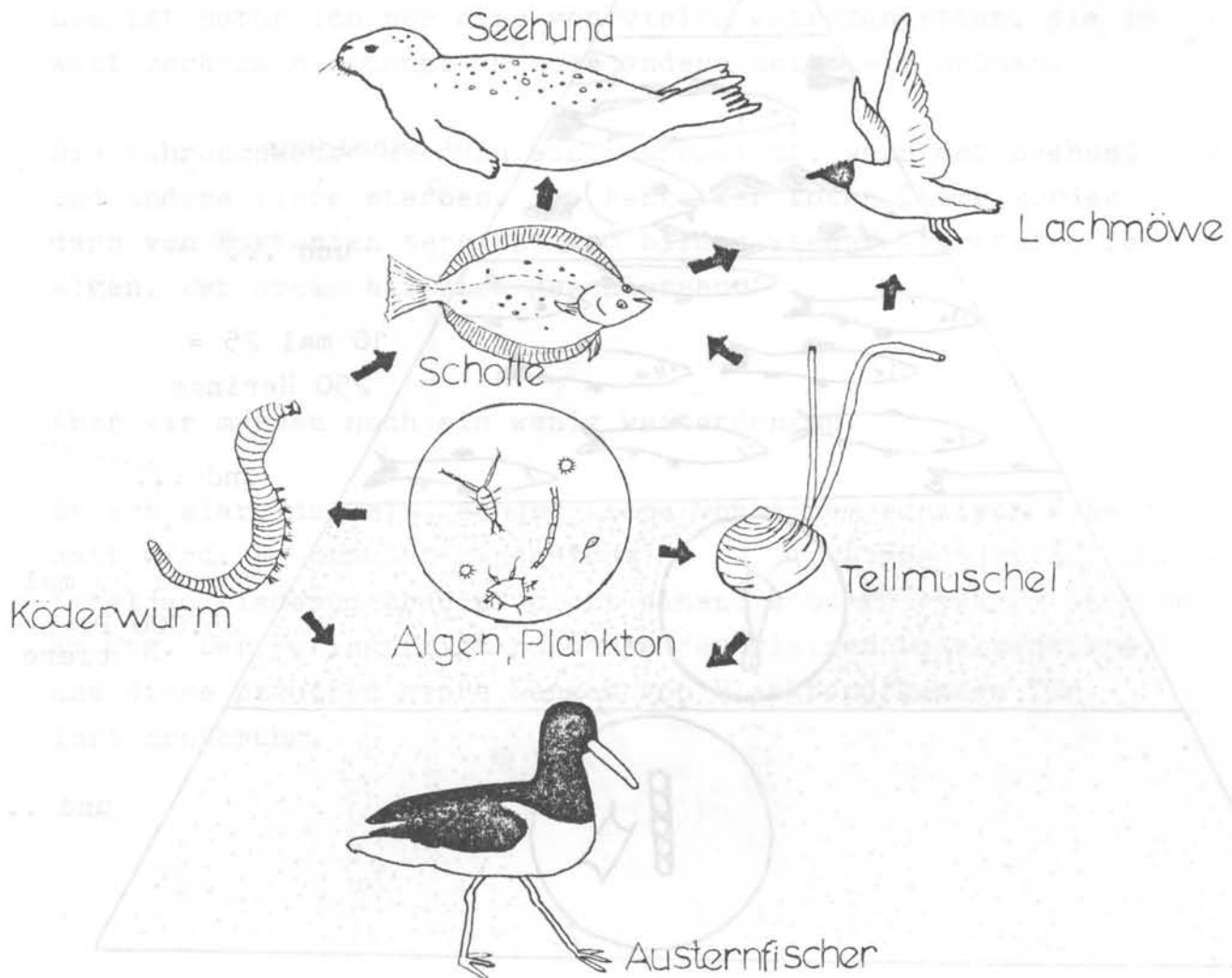
.....



Name: .....

Nahrungsaufnahme: .....

.....

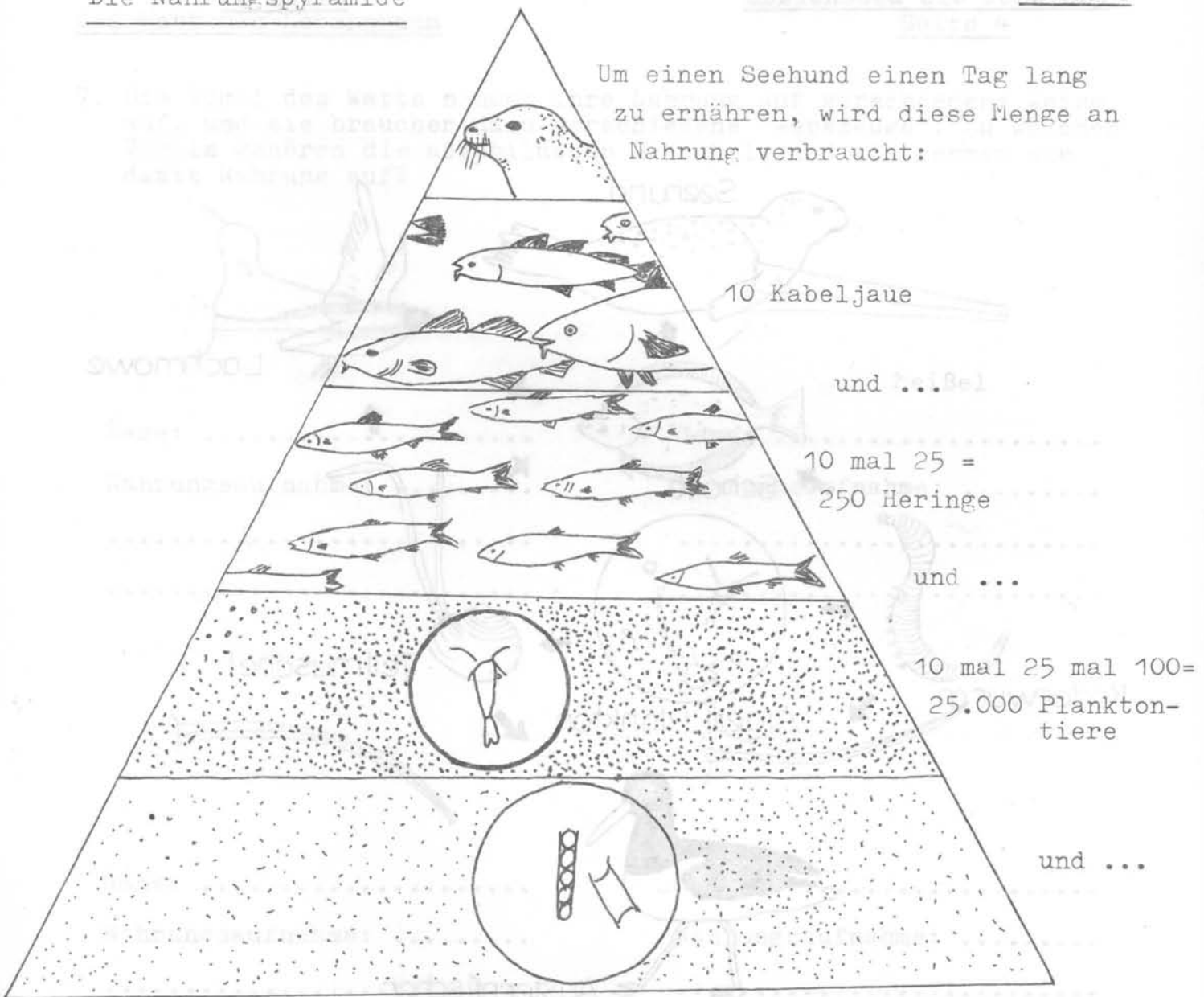


8. Beispiel für ein Nahrungsnetz im Watt

Die Tiere und Pflanzen eines Lebensraumes stehen untereinander in einer Nahrungsbeziehung. Man nennt diese Beziehungen ein Nahrungsnetz.

Auf der Zeichnung bedeuten die Pfeile ➡ : "... dient als Nahrung für ...". Überlege: was bildet die Grundlage der Nahrung in diesem Nahrungsnetz? Welche Nahrungsketten lassen sich erkennen? Welche Tiere stehen am Ende der Nahrungsketten?

Was geschieht, wenn äußere Einflüsse ein Teil des Nahrungsnetzes zerstören? Wenn z.B. durch Umweltverschmutzung die Algen und Kleinstlebewesen geschädigt werden oder gar absterben? Wie würde sich das auf die anderen Tiere des Watts auswirken?



... 10 mal 25 mal 100 mal 1000 = 25.000.000 Planktonpflanzen

Im wattenmeer ist das normalerweise kein Problem. Es ist sehr reich an Nahrung: in 1 Liter Wasser sind weit mehr als 1 Million Planktonpflanzen enthalten. Und bei jeder Flut kommen aus der Nordsee neue dazu.

Was aber geschieht, wenn das Wasser und die Pflanzen verschmutzt oder vergiftet sind? Wie wirkt sich das auf den Seehund und auf die fische aus?

Das Nahrungsnetz besteht aus mehreren Nahrungsketten:  
z.B. Planktonpflanzen → Planktontiere → Hering →  
Kabeljau → Seehund.

Das ist natürlich nur eine von vielen Nahrungsketten, die im  
Watt vorkommen. Kannst du noch andere Beispiele nennen?

Die Nahrungskette wird zu einem Kreislauf, wenn der Seehund  
und andere Tiere sterben. Die Reste der toten Tiere werden  
dann von Bakterien zersetzt und bilden wieder Nährstoffe für  
Algen. Der Kreis hat sich geschlossen.

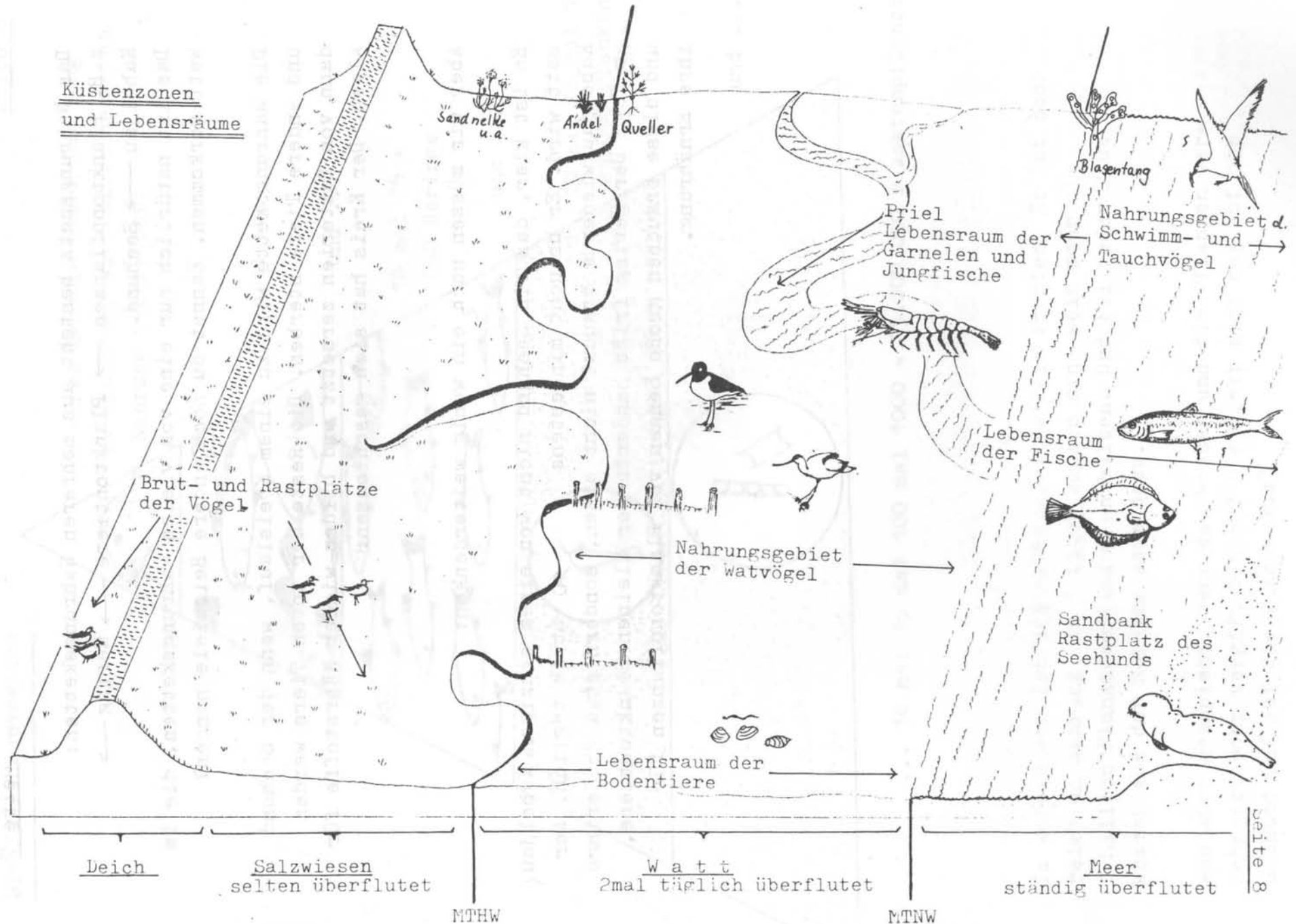
Aber wir müssen noch ein wenig weiterdenken:

Es ist klar, daß ein Seehund nicht von einem einzigen Kabeljau  
satt wird. Er braucht mindestens 10 Stück täglich. Der  
Kabeljau wiederum braucht nicht einen, sondern etwa 25 Heringe  
am Tag. Der Hering frißt hunderte der kleinen Planktontiere,  
und diese brauchen große Mengen von Planktonpflanzen für  
ihre Ernährung.



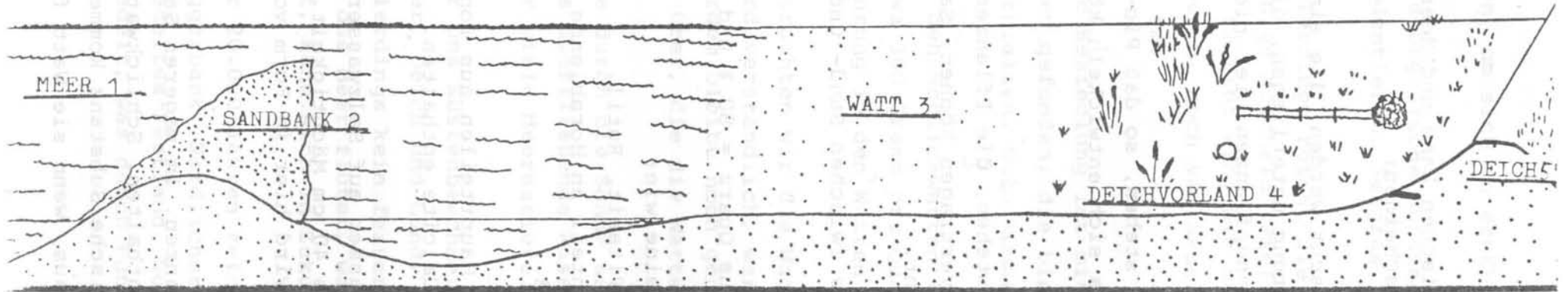


Küstenzonen  
und Lebensräume

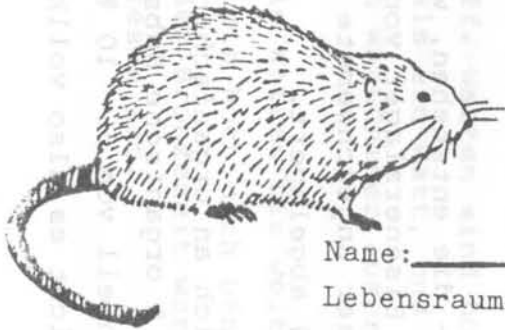


WATTWANDERUNG

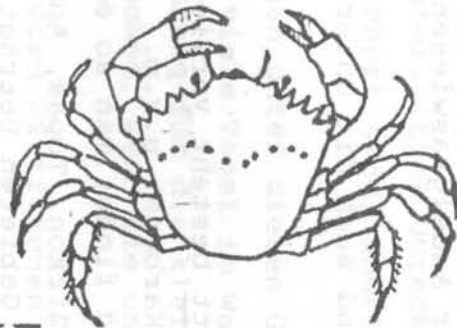
Auf der Zeichnung siehst du eine Küstenlandschaft mit 5 unterschiedlichen Lebensräumen, in denen Tiere leben.



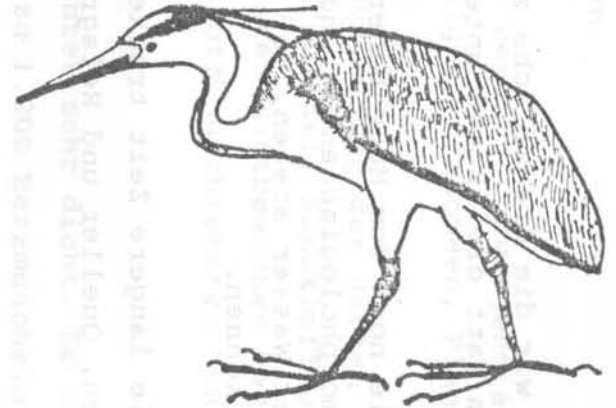
Hier siehst du 6 Tiere. Versuche die Tiere im Museum aufzusuchen.  
Wie heißen die Tiere und wo leben sie?



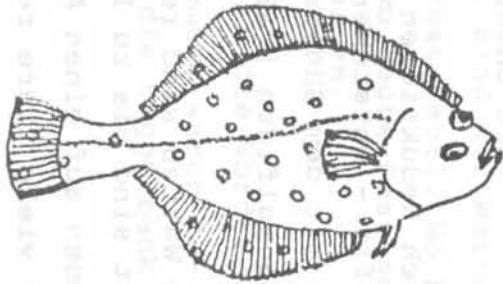
Name: \_\_\_\_\_  
Lebensraum: \_\_\_\_\_



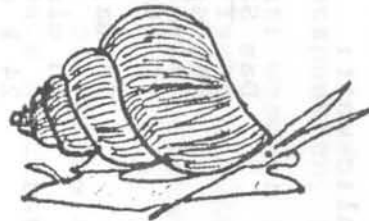
Name: \_\_\_\_\_  
Lebensraum: \_\_\_\_\_



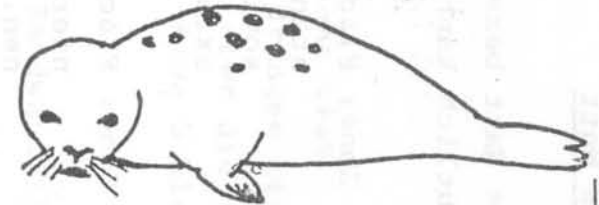
Name: \_\_\_\_\_  
Lebensraum: \_\_\_\_\_



Name: \_\_\_\_\_  
Lebensraum: \_\_\_\_\_



Name: \_\_\_\_\_  
Lebensraum: \_\_\_\_\_



Name: \_\_\_\_\_  
Lebensraum: \_\_\_\_\_

## Das Watt

Als Watt bezeichnen wir die Grenzfläche zwischen Land und Meer. Deutlich kann man im Watt drei Zonen unterscheiden:

1. Zone: Flächen, die noch vom Meer beherrscht werden, die einer ständigen morphologischen Veränderung unterliegen, die soviel unter Wasser stehen, daß Landpflanzen hier nicht existieren können.
2. Zone: Flächen, die längere Zeit trocken stehen, so daß Pionierpflanzen, Queller und Reisgras sich entwickeln können.
3. Zone: Flächen, die selten unter Wasser stehen, die Pflanzen beherbergen, die viel Salzwasser vertragen können; Salzwiesen oder Andelgraswiesen genannt.

Klar erkenntlich sind auch die Unterschiede zwischen Sand- und Schlickwatt:

Das Sandwatt besteht vorwiegend aus Quarz = 80 % und Feldspat, Karbonat u.v.m.

Im Feinsand findet man so edle Steine wie:

Turmalin, Zirkon, Topas, Apatit, Titanit, Rutil.

In einigen Gebieten beträgt der Anteil an Hornblende 24 % und der Anteil an Granat 13 %.

Das Schlickwatt besteht in seinen Hauptteilen aus Tonen, die Chlorit, Illit, Kaolinit und Calcite enthalten.

Durch Reduktionen - die entstehen, wo Süßwasser auf Salzwasser trifft - entstehen Eisenerzlager von 20 bis 40 cm Mächtigkeit. Das mit dem Süßwasser angeschwemmte Eisen wird hier in Form von Eisensulfiden (FeS) abgelagert.

Die Watten sind reich an organischen Substanzen. Im mageren Sandwatt sind bis zu 1 % organische Substanz enthalten. Schlickwatten können auf einen Anteil von 5 - 10 % organische Substanz kommen. Für viele Tiere reicht es also vollkommen aus, wenn sie Watt fres-

sen, um sich zu ernähren.

Die organische Substanz besteht vorwiegend aus:

Bodentieren, Seegras, Algen, Diatomeen, Plankton und Torf.

Allerdings reicht die Besiedlung der Watten nicht sehr tief.

Einige Muscheln (Pfeffermuschel, Sandklaffmuschel) dringen bis zu 50 cm tief ein. Die meisten Wattbewohner bevorzugen aber die oberen, noch von Sauerstoff durchsetzten Schichten, etwa 5 bis 10 cm.

Die Besiedlung ist mitunter sehr dicht. So hat man Sandwattflächen gefunden, die bis zu 1.200 Herzmuscheln pro Quadratmeter enthielten. Dazu kommen Algen und andere Tiere.

In den Schlickwatten finden wir viele Würmer und kleine Krebse. Etwa 300 Gramm pro Quadratmeter. (Eine Umrechnung, wieviel Tonnen Nahrung in den Watten gespeichert sind, überlasse ich Ihnen).

Betrachten wir die Wattflächen unter diesen Gesichtspunkten, so wird verständlich, warum so viele Vögel im Watt satt werden. Außerdem bleibt noch genug Nahrung für die kleinen Fische und Krebse über, die die Watten besuchen, wenn sie unter Wasser stehen.

Die durch die Sonne aufgewärmten Wattflächen geben die Wärme an das überfließende Wasser ab und bilden so eine ideale Kinderstube für viele Meerestiere.

Für uns Küstenbewohner sind die Watten ein fester Begriff, wie Meer, Deich und Land. Erdgeschichtlich gesehen, sind die Watten allerdings kein fester Begriff. Watten sind höchst labil. Wo heute das Meer flutet, war ehemals ein Watt, und wo heute Festland ist, kann sich in Zukunft ein Wattenmeer ausbreiten.

Vor 20.000 Jahren reichten die Watten bis weit in die Nordsee. Doggerbank, Nördlicher Kanal bis hoch nach Dänemark waren besiedeltes Festland. Noch in der Bronzezeit war die Doggerbank besiedelt, was durch Funde bewiesen ist.

Nachdem der Einbruch des Kanals vom Atlantik her erfolgt war, das Meer immer mehr Land überflutete, die Watten sich riesig ausdehnten, mußten sich die Bewohner zurückziehen. Es kam zur Überbevölkerung und damit zur Völkerwanderung.

Erst im 10. Jahrhundert begannen die Menschen der Aggression des Meeres Einhalt zu gebieten, indem sie Deiche bauten. Dies hatte allerdings zur Folge, daß sich die Grenzflächen, die Watten, wesentlich verkleinerten. So kleine Wattengebiete wie heute hatten wir noch nie.

Mit der Verkleinerung der Wattflächen ging auch die Verkleinerung des Nahrungsangebotes einher. Unsere Meere waren also einmal viel tierreicher als heute. Indem wir uns die Wattflächen verkleinern, verkleinern wir auch unsere Nahrungsquelle.

Noch steigt das Meer und sinkt das Land an unserer Norddeutschen Küste. In hundert Jahren sind es nur 13 cm. Sollte sich diese Tendenz fortsetzen, so wird sich das Watt weiterhin von Jahr zu Jahr verkleinern, bis eines Tages das Meer unsere neuen Deiche erreicht. Dies wird aber bestimmt nicht geschehen, denn ehe noch diese Situation eingetreten ist, wird die Natur sich ihr Territorium erobert haben. Wir können von der Annahme ausgehen, daß bei unverändertem Anstieg des Meeresspiegels oder der Landsenkung der größte Teil Norddeutschlands und Hollands Watten sein werden.

### **Die Vögel an der Küste**

---

Die Wesermündung liegt an der Vogelzugstraße. Vögel, die im Sommer in Skandinavien leben, fliegen über Helgoland oder an der dänischen Küste entlang und streifen so immer die Weser. Zur Zeit des Vogelzuges, im Frühjahr oder Herbst, können wir am Weserstrand viele Vogelarten beobachten, die hier rasten und Nahrung suchen.

Unsere einheimische Vogelwelt wird durch den Deich in zwei ökologische Gruppen eingeteilt, wobei es natürlich ist, daß die eine

oder andere Gruppe auch im Gebiet der anderen anzutreffen ist. Zum Beispiel ist die Silbermöwe ein echter Seevogel, holt sich aber, wenn möglich, ihre Nahrung von den Müllplätzen.

Hinter dem Deich leben Vögel, die salzige Kost nicht vertragen können, da deren Gefieder nicht auf das Wasser eingestellt ist (Drossel, Amsel, Star, Meise, Fink, Sperling, Bussard usw.). Vor dem Deich haben wir die Vogelarten, die sich auf unterschiedliche Weisen dem Leben im und am Wasser und dem Küstenraum angepaßt haben. Die meisten dieser Vögel brüten auch im Küstenraum und ziehen auch dort ihre Jungen groß.

Vögel, die im oder am Wasser leben, verfügen über ein dichtes, fettes Gefieder, in das das Wasser nicht eindringen kann. Das Fett wird von der Bürzeldrüse, die sich auf dem oberen Ende des Schwanzes befindet, erzeugt. Der Vogel nimmt das Fett mit dem Schnabel von der Bürzeldrüse ab und verteilt es im Gefieder. Wäscht man Wasservögel, so daß sie kein Fett mehr im Gefieder haben, saugt sich dieses voll Wasser, und der Vogel ertrinkt.

Die Beine der Wasservögel haben sich auf verschiedene Weisen den Gebieten angepaßt, die der Vogel bevorzugt bewohnt. Vögel, die auch unter Wasser nach Nahrung jagen und schnell schwimmen müssen, haben den Ruderfuß entwickelt. Alle vier Zehen sind durch eine Schwimmhaut verbunden (Pelikan, Kormoran, Baßtölpel).

Auf dem Wasser suchen die Möwen nach Futter, sie müssen wirklich gute Schwimmer sein. An ihren Füßen sind nur drei Zehen mit Schwimmhäuten verbunden. Diese Fußform nennt man Schwimmfuß (Alke, Gans, Ente, Lumme).

Taucher und Hühner, die am Wasser leben, haben Füße mit Schwimmhilfen, ohne daß die Schwimmhäute miteinander verwachsen sind. Diese Füße erlauben den Zehen, sich noch einzeln zu bewegen und sich im Schilf oder Morast halten zu können. Die Fußform nennt man Lappenfuß.

Einige Vogelarten haben sich auf die Nahrungssuche im küstennahen Raum eingestellt. Sie haben Füße, mit denen sie sowohl auf schlickigem Boden wie im flachen Wasser gehen können. Diese ver-

längerten Füße nennt man Schreitfüße. Der größte hier lebende Vogel mit Schreitfüßen ist der Fischreiher (Rotschenkel, Pfuhlschnepfe, Brachvogel und Austerfischer sind die markantesten Vertreter in unserem Küstenraum).

Die Grenze zwischen Wasser und Land wird von den kleinen schnell trippelnden Regenpfeiferarten und den Alpenstrandläufern nach Nahrung abgesucht. Alle diese Vögel mit langen Beinen sind immer bei der Nahrungssuche darauf bedacht, daß ihr Gefieder nicht vollständig naß wird.

Die Möwen und Seeschwalben sind mit ihrem Gefieder auf die offenen Wasserflächen eingestellt. Ihr Gefieder ist so dicht, daß sie lange Zeit auf dem Wasser verbringen können.

Noch weiter draußen auf dem Meer ist der Lebensraum der Alken, der Lummen und des Baßtölpels. Ihr enganliegendes Gefieder erlaubt es, auch die Nahrung aus tieferen Wassergebieten zu fischen. Sie suchen das Land nur noch auf, um zu brüten und die Jungen groß zu ziehen.

Viele Meeresvögel haben sich darüber hinaus noch auf einen langzeitigen Aufenthalt auf dem Meer durch eine Drüse eingestellt, die den überschüssigen Salzgehalt des Körpers abbauen kann, den sie mit der Nahrung aufnehmen. Die Drüse liegt über den Augen und gibt die starke Salzlösung nach außen ab.

Vollendet angepaßt sind die Pinguine an das Leben im Meer. Ihre Federn sind verkleinert und sehen wie Fischschuppen aus, die Flügel sind zu Flossen umgewandelt und taugen nicht mehr zum Fliegen. Eine Muskulatur am Augenkörper erlaubt es, das Auge so zu verändern, daß sie über wie unter Wasser gut sehen können.

4. Schuljahr

Das Watt

=====

Im ersten Schaukasten - Diorama - findest Du die größten Tiere, die auf unseren Watten leben. Wie heißen sie?

In der Pultvitrine beim Ebbe- und Flut-Modell findest Du ein Stück Watt. Welche Tiere und Pflanzen erkennst Du?

1. Saal

Sieh Dir die Hafenmauer an. Oben leben die Tiere, die nur selten vom Wasser überflutet werden, unten leben Tiere und Pflanzen, die längere Zeit überflutet werden.

Schreibe Tiere und Pflanzen auf, die Du erkennen kannst. Beginne mit den Tieren, die oben an der Mauer leben.

In der Vitrine 130 findest Du Seepocken.  
Alle hier ausgestellten Tiere gehören einer Tierordnung an.

Um welche Tierordnung handelt es sich?



Im 1. Saal findest Du Ausschnitte verschiedener Wattenböden. Auf den Wattenflächen haben Tiere ihre Spuren hinterlassen. Um welche Tiere handelt es sich?

Die Würmer findest Du im 2. Saal.

Seepocken setzen sich überall fest, wo sie einen festen Untergrund finden.

Suche im Museum Seepocken und schreibe auf, wo Du sie gefunden hast.

D a s   W a t t

Primarstufe 4. Schuljahr

Du erhältst drei Bögen mit vorgezeichneten Feldern.  
Diese drei Bögen mußt Du nebeneinanderkleben.  
Beachte die richtige Reihenfolge. 1 - 2 - 3 -

Schneide aus den zwei Bilderbögen die Zeichnungen heraus und klebe sie zunächst nur an einer Ecke fest, so daß Du die Namen noch sehen kannst.

Schneide nun aus der Liste die Namen heraus und klebe sie an die Zeichnungen.

- Lachmöwe   Miesmuschel   Granat   Sägetang   Queller  
Meeresringelwurm   Pfeffermuschel   Sandklaffmuschel  
Pierwurm   Strandschnecke   Wattschnecke   Seestern  
Seeigel   Herzmuschel   Rote Bohne   Strandkrabbe  
Seepocke   Blasentang   Wollhandkrabbe   Strandfloh

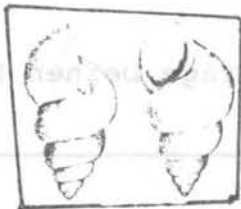
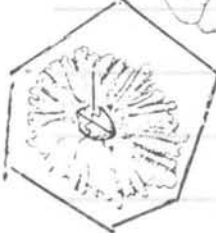
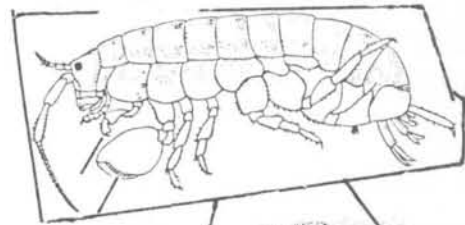
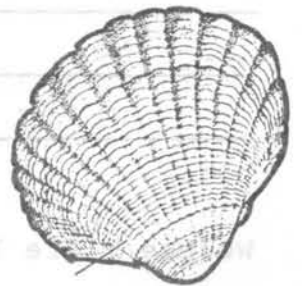
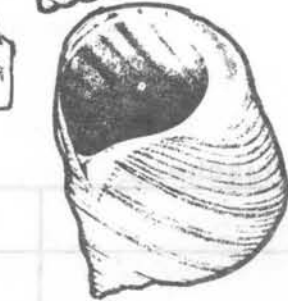
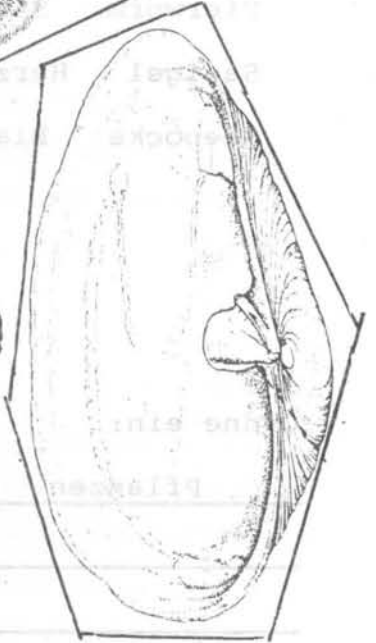
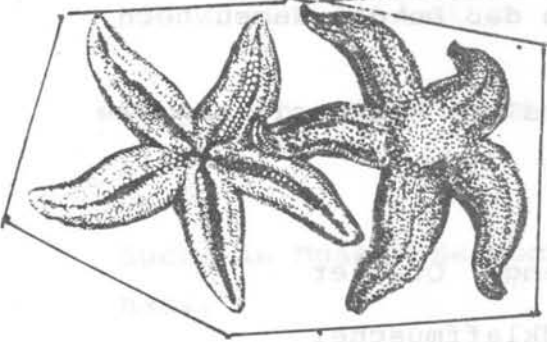
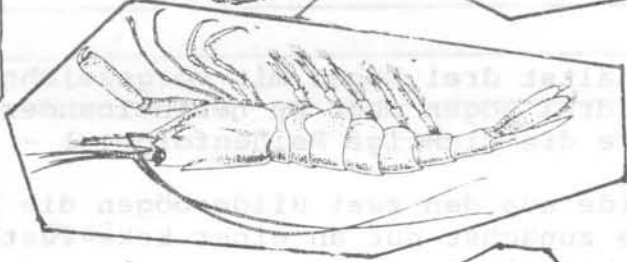
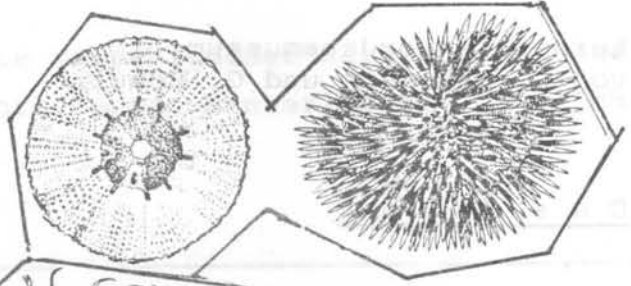
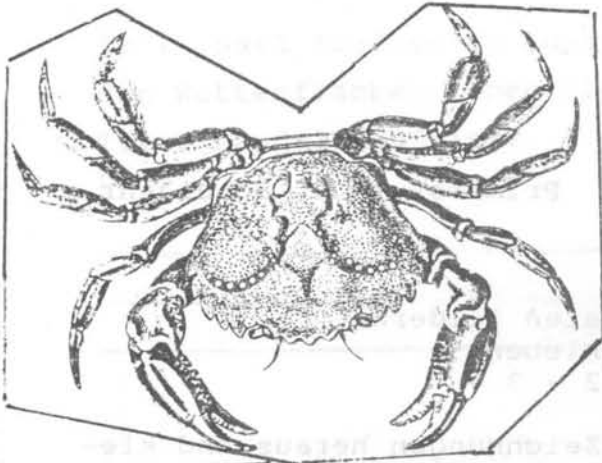
Ordne ein:

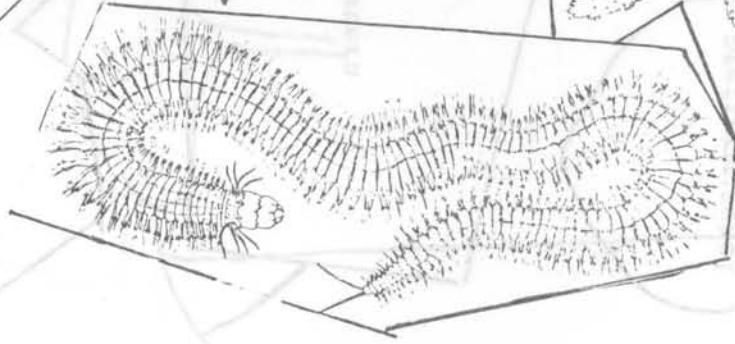
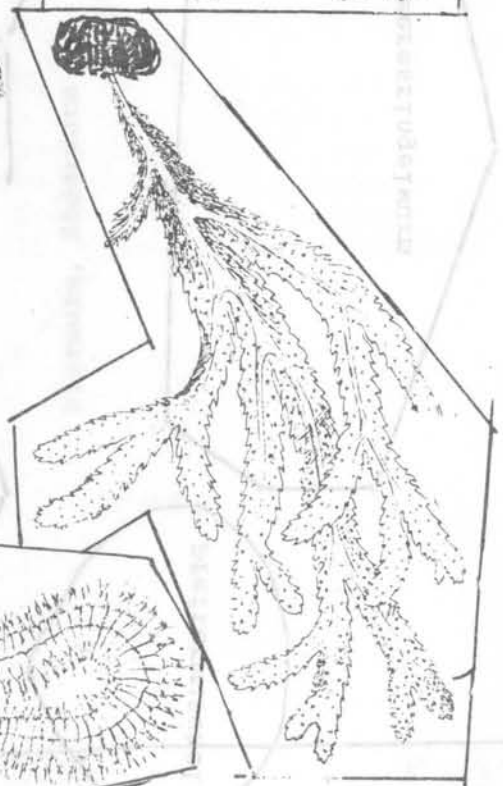
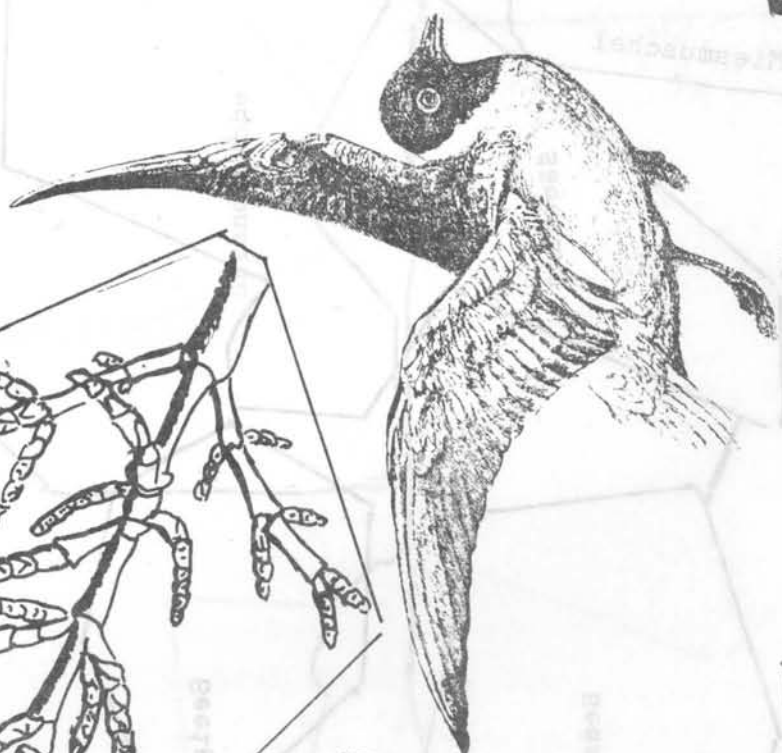
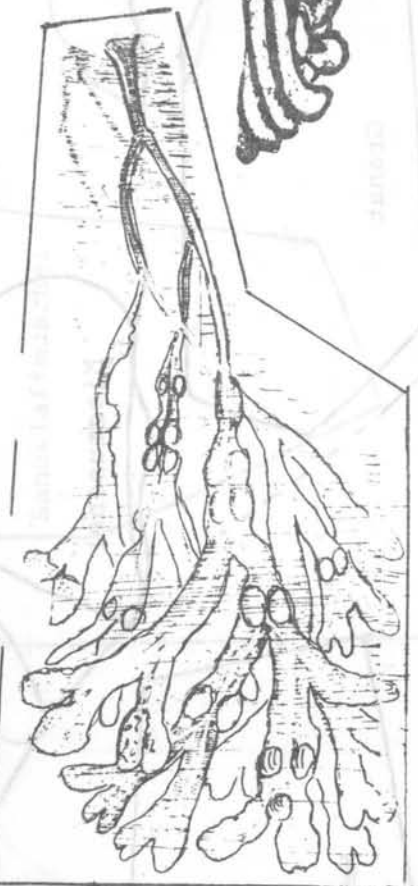
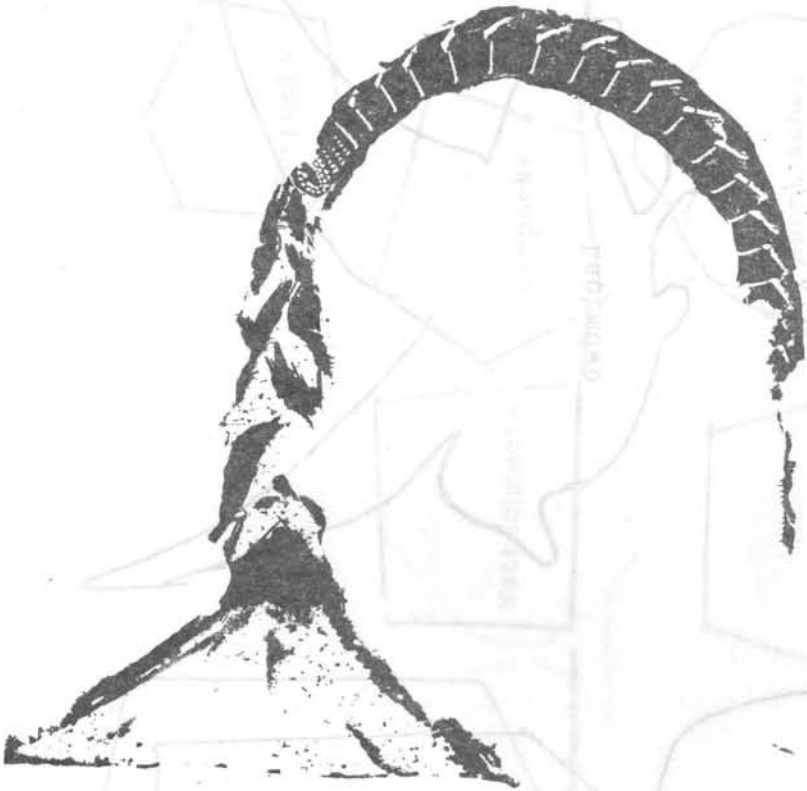
Pflanzen	Schnecken+Muscheln	Krebse

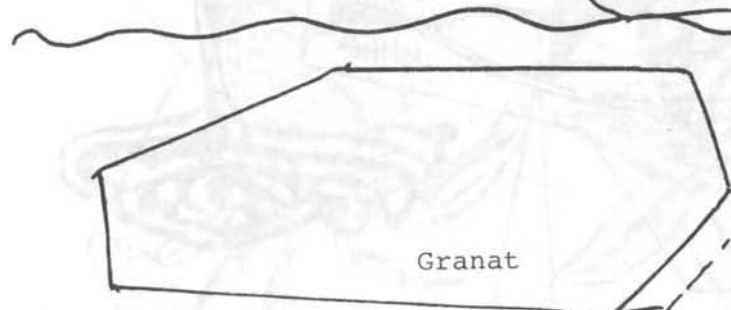
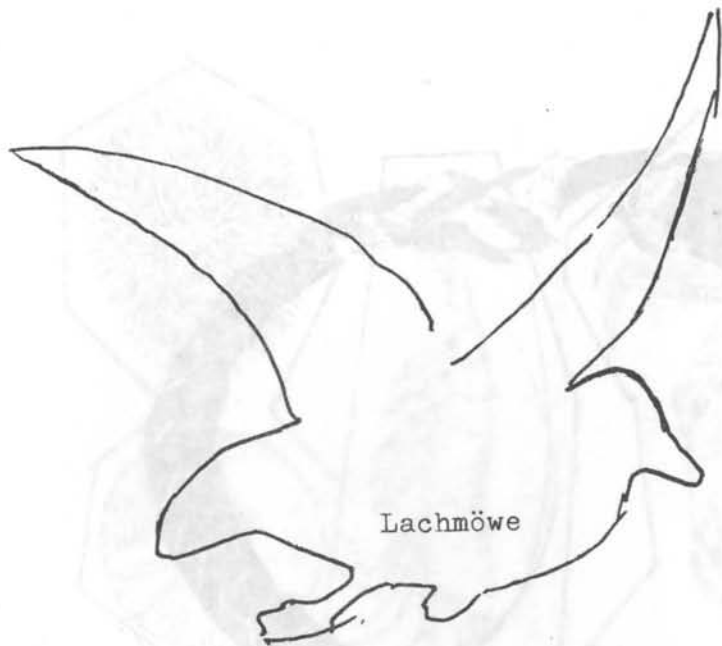
Welche Tiere konntest Du nicht einordnen? Frage Deinen Lehrer.

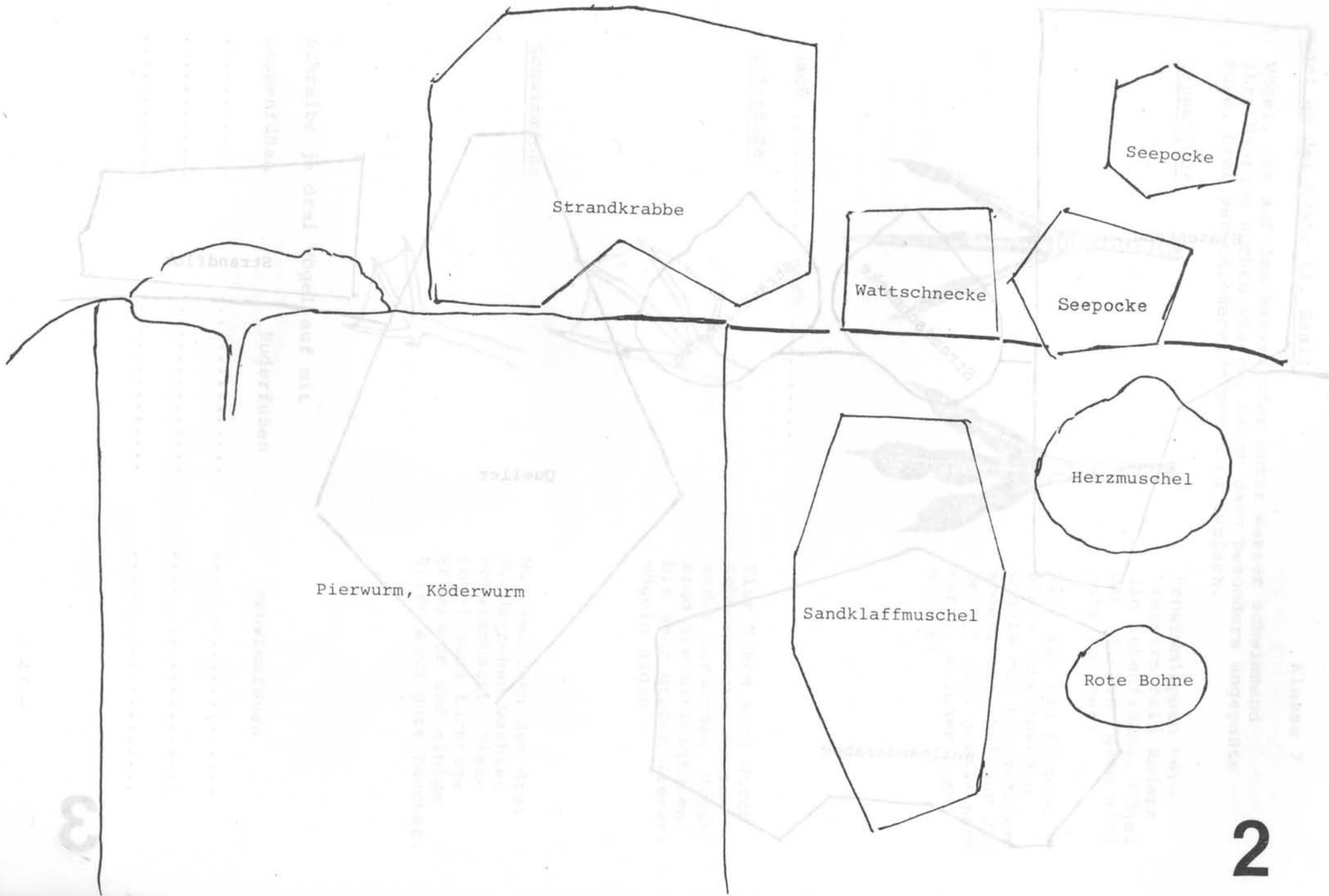
---

---

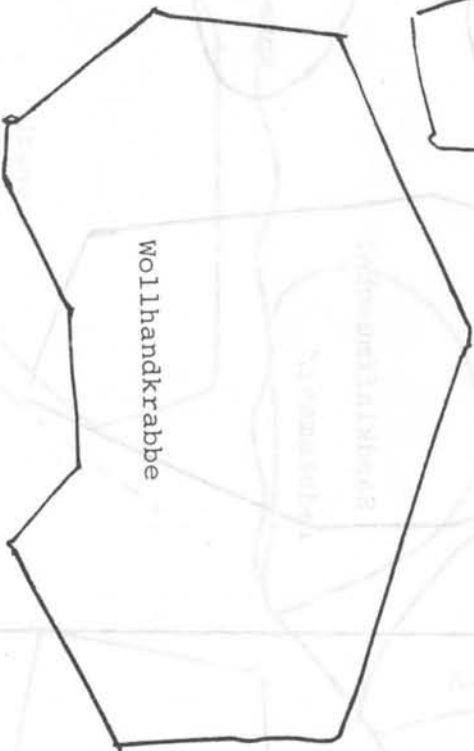
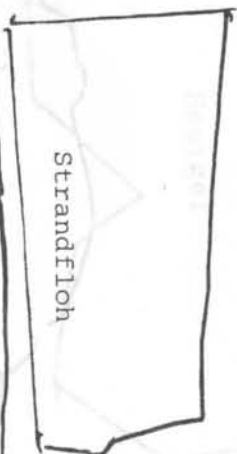
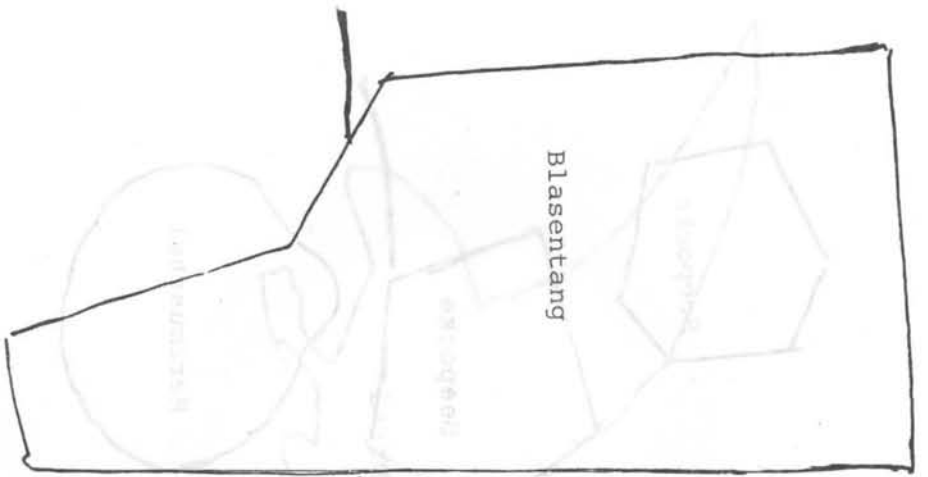






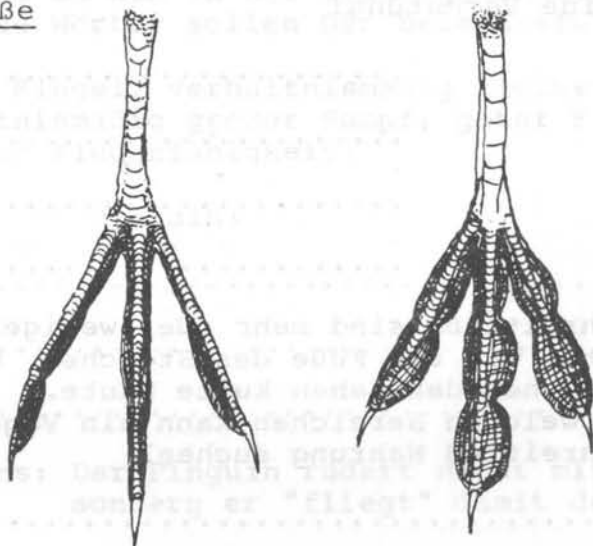


3



1. Vögel, die auf dem Wasser oder unter Wasser schwimmend ihre Nahrung suchen müssen, haben dazu besonders angepasste Füße. Drei verschiedene Formen sind typisch.

Lappenfüße



Schwimmlappen verbreitern beim Rudern die Zehenfläche. Vögel mit solchen Füßen sind gute Taucher.

Hier ist das Fußpaar eines schwimmenden Vogels mit Lappenfüßen abgebildet. Welcher Fuß bewegt sich gerade nach vorne, welcher nach hinten?

nach ..... nach .....

Ruderfüße



Vier Zehen sind durch Schwimmhäute miteinander verbunden. Meist sind sie mittelgroßen bis sehr großen Wasservögeln eigen

Schwimmfüße



Nur zwischen den drei Vorderzehen wachsen Schwimmhäute. Diese Vögel sind tüchtige Schwimmer und einige Arten auch gute Taucher.

Schreibe je drei Vögel auf mit

Lappenfüßen

Ruderfüßen

Schwimmfüßen

.....  
 .....  
 .....

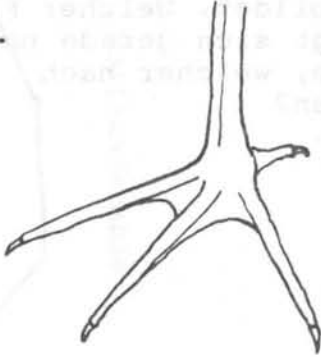


2. Das grünfüßige Teichhuhn (l. Saal) sucht auf dem Wasser schwimmend seine Nahrung, aber auch in Ufernähe in Schilf und Morast. Sind seine Füße dazu eingerichtet?

Versuche, eine Skizze anzufertigen und schreibe auf, was Du vermutest! Begründe Deine Vermutung!

.....  
 .....  
 .....  
 .....

3. Schreitfüße sind mehr oder weniger stelzenartig wie die Füße des Storches. Man findet zwischen den Zehen kurze Häute. In welchen Bereichen kann ein Vogel mit Schreitfuß Nahrung suchen?

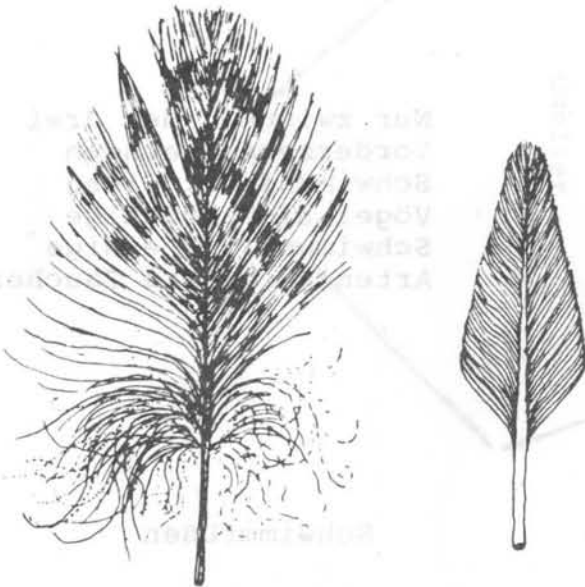


.....  
 .....  
 .....

Suche fünf Vögel mit Schreitfüßen!

.....  
 .....

4. Wasservögel haben ein äußerst dichtes Gefieder. Beim Pinguin, der ein besonders ausdauernder Schwimmer ist, sind die fast schuppenförmigen Federn auffallend.



Deckfeder einer Gans ..... eines Pinguins .....

5. Nun vergleiche einen Pinguin mit dem Eissturmvogel. Wie verhält sich bei diesen Vögeln die Form des Rumpfes zur Größe der Flügel?

Was paßt zu dem in der Liste genannten Vogel?  
Folgende Wörter sollen Dir beim Ausfüllen helfen:

kleine Flügel, verhältnismäßig kleiner Rumpf, große Flügel, verhältnismäßig großer Rumpf, guter Flieger, schlechter Flieger oder gar Flugunfähigkeit.

Pinguin

Eissturmvogel

.....  
.....  
.....

Übrigens: Der Pinguin rudert nicht mit den Flügeln, sondern er "fliegt" damit durch das Wasser.

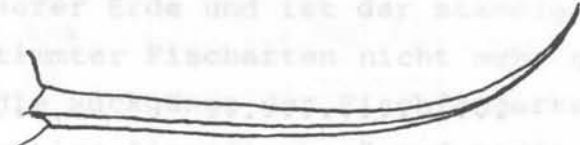
6. Im 1. Saal sind Löffler, Gänsesäger und Säbelschnäbler ausgestellt. Kannst Du Dir die Namen erklären?



Löffler, weil .....



Gänsesäger, weil .....



Säbelschnäbler, weil .....

7. Aus den Schnabelformen kann man meist auf den Nahrungserwerb schließen:

Löffler "schlabbern" EBbares aus Sand und Schlick. Gänsesäger fangen schlüpfrige Fische und Weichtiere. Säbelschnäbler stochern im Schlick nach Nahrung. Silbermöwen sind Allesfresser; sie können Fleischfetzen zerreißen.

Wie also werden folgende Vögel ihre Nahrung aufnehmen?

Löffelente : .....

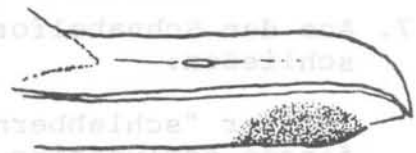
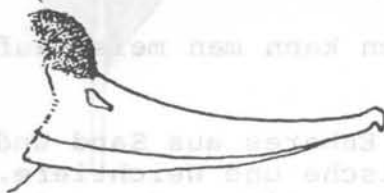
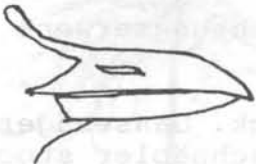
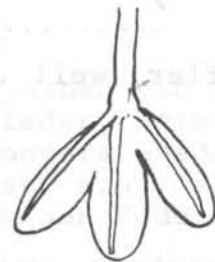
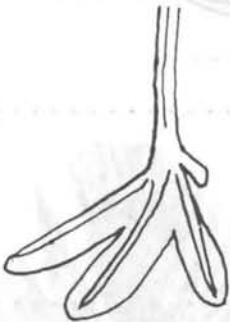
Austernfischer: .....

Was ist richtig? Kreuze an!

	Nahrungserwerb							
	Schwimmfuß	Ruderfuß	Lappenfuß	Schreitfuß	"schlabbert"	pickt	fängt schlüpf- rige Beute	stochert im Schlick
Großer Brachvogel								
Kormoran								
Bläuhuhn								
Stockente								

9. Zu welchen Vögeln gehören diese Füße bzw. Schnäbel?

Schau nach in den Vitrinen!



## Nahrung aus dem Meer

---

### Grundproduktion:

Die Salze aller auf der Erde vorkommenden Elemente sind im Meerwasser gelöst. Bisher sind 76 festgestellt worden. Wichtige Elemente im Meer: Natrium, Schwefel, Brom, Bor, Phosphor, Jod, Eisen, Zinn, Titan, Blei, Helium, Gold, Radium. Außerdem enthält das Meerwasser: Zucker, Aminosäuren, organische Säuren.

Dieses alles bildet die Grundlage für das Wachsen von Bakterien und Pilzen. Abhängig ist dieses Wachsen unter anderem vom Phosphat, Nitrat und Nitrit, die nur wenige Pilze und Bakterien direkt aus dem Wasser aufnehmen können. Ebenso beeinflussen unterschiedlicher Salzgehalt und Temperatur das Wachsen der ersten Glieder in der Nahrungskette.

### Pflanzenplankton (Phytoplankton)

Ultraplankton	5 u
Mikroplankton	60 u
Mesoplankton	0,5 mm (Diatomeen)
<u>Zooplankton</u>	
Makroplankton	1 mm bis 1 cm

Wieviel Menschen auf unserer Erde leben können, hängt von der Nahrungsproduktion ab. Die Nahrungsquellen des Festlandes sind fast ausgeschöpft, es bleibt daher nur noch das Meer. Aber auch das Meer ist nicht unerschöpflich. Es bedeckt 362,02 Mio. Quadratkilometer unserer Erde und ist der ständig steigenden gezielten Entnahme bestimmter Fischarten nicht mehr gewachsen. Dies zeigen deutlich die Rückgänge der Fischfangarten. Leider kann man das Meer nicht restlos "leerfischen" und somit keine exakte Angabe über den Inhalt des Meeres erhalten. Alle Angaben beruhen also auf Berechnungen, die man auf Grund vieler Proben aus dem Meer erstellt hat.

### Produktion:

Hypothetisch bleibt also die Frage, wieviel dem Meer entnommen werden kann, ohne daß ein bleibender Schaden entsteht. Die errechnete lebende Substanz im Meer liegt zwischen 2600 und 3000 Mrd. Tonnen. Die jährliche Produktionsrate ist auf 300 Mrd. Tonnen errechnet, etwa 10 %. Entnehmen wir dem Meer mehr als diese Produktionsrate, so zehren wir von der Substanz. Ein Rechenmo-

dell der Nahrungskette zeigt uns, wieviel für die menschliche Ernährung übrig sein könnte, unter der Voraussetzung, daß die errechnete Substanz tatsächlich im Meer vorhanden ist.

- 300 Mrd. Tonnen Plankton und Phytoplankton ergeben
- 30 Mrd. Tonnen Kleintiere, woraus
- 3 Mrd. Tonnen größere Tiere entstehen, die die
- 300 Mio. Tonnen für die menschliche Nahrung verwertbaren Tiere ergeben

Betrachten wir uns nun mal die von der F.A.O., einer UNO-Organisation, herausgebrachten Fangzahlen von Meerestieren und Pflanzen:

	1965/67	1973	1981
1. Wale	52 238 Stck. 2 600 000 t	32 252 Stck. 1 632 000 t	14 356 Stck.
2. Robben	471 070 Stck. 120 000 t	398 096 Stck. 100 000 t	442 677 Stck.
3. Seeschildkröten	5 000 t	8 000 t	-----
4. Fische aus dem Meer	57 300 000 t	65 700 000 t	57 576 000 t
5. Krebse	315 000 t	365 000 t	194 400 t
- Krill -	-----	50 000 t	448 000 t
6. Stachelhäuter und andere Seetiere	43 000 t	59 000 t	98 000 t
7. Muscheln, Schnecken und Tintenfische	2 490 000 t	3 100 000 t	4 942 500 t
<b>Tiere total</b>	<b>62 873 000 t</b>	<b>71 014 000 t</b>	<b>63 258 900 t</b>
<b>Groß Algen</b>	<b>697 000 t</b>	<b>1 161 000 t</b>	<b>2 986 113 t</b>

Die Angaben der F.A.O. ergeben also, ziehen wir die Algen ab, für 1965/67 62.873 Mio. Tonnen, 1973 71.014 Mio. Tonnen und für 1981 63.258,9 Mio. Tonnen, die wir dem Meer entnommen haben. Es müßten also noch beträchtliche Nahrungsreserven zur Verfügung stehen.

Leider ist der Mensch sehr wählerisch, er verschmäht einen großen Teil der zur Verfügung stehenden Tiere und nimmt nur wenige Arten als Nahrung an. Die Folgen dieser Speisewahl zeigten sich deutlich im Rückgang einzelner Speisefischarten in den siebziger Jahren. Nach der Einführung von Wirtschaftszonen und Fangquoten erholte sich der Fischbestand etwas, so daß 1981 wieder etwas mehr gefangen werden konnte. Folgende Zahlen wurden ebenfalls der Fangstatistik der F.A.O. entnommen:

	<u>1965</u>	<u>1973</u>	<u>1981</u>
Atlantischer Heilbutt	4 600 t	2 200 t	2 208 t
Atlantischer Hering	3 735 200 t	1 469 700 t	731 719 t
Nordatlantischer Schellfisch	248 700 t	25 700 t	45 570 t

In Folge der Ausfälle dieser Nutzfläche wurden andere Arten mehr befischt.

Der Rotbarschfang hat zugenommen, von 236 500 t 1965 und 308 400 t 1973 auf 381 692 t pro Jahr. Keiner weiß aber zu sagen, ob dies wie bei den drei vorher genannten Arten nicht zu einer Bestandsdezimierung führen wird.

Die Dezimierung einiger Tierarten hat zur Folge, daß sich andere Tierarten, die die Nahrung der dezimierten Tierart waren, stark vermehrten. Hier soll das Beispiel Krill erwähnt werden. Der Walfang wurde nicht etwa eingestellt, weil Wale weltweit von der UNO unter Schutz gestellt wurden, sondern weil die Zahl der Tiere keinen wirtschaftlichen Fang mehr erlaubte.

Die Nahrung der Blauwale ist der Krill, ein kleiner Krebs. Diese Nahrung steht nun in so großen Mengen zur Verfügung, daß der Eiweißmangel in den "hungernden" Entwicklungsländern beseitigt werden könnte.

Japan und Rußland werden jährlich 600 000 Tonnen Krill fangen und sie als Futter verwenden. Bis heute ist keine Technologie erfunden, die eine wirtschaftliche Aufbereitung des Krills für die menschliche Ernährung erlaubt.

Ein weiteres Problem ist die Entfernung zu den Fangplätzen, die rings um die Antarktis liegen. Die armen Völker verfügen nicht über die technischen Mittel, und die betreffenden Nationen sind auch nicht in der Lage, die Unkosten zu zahlen. Kurz, die Völker, die es sich leisten können, den Krill zu fangen, benötigen ihn nicht, und die, die ihn benötigen, können ihn nicht bezahlen.

Anders liegt der Fall bei den Grenadierfischen. Einige Nationen haben 1971/72 den Grenadierfisch in größeren Mengen gefischt, danach nicht mehr. Die Verarbeitung von Hand wird zu teuer, und die Maschinen waren auf diesen Fisch nicht einzustellen.

Alle Probleme des Fanges, des Transportes, der gleichen Industrieverarbeitungsgröße entfallen, wenn sich die Fischzucht weiter durchsetzt. Überall in der Welt entstehen jetzt Fischfarmen, und es wird nicht mehr lange dauern, bis ein großer Prozentsatz unserer Speisefische aus diesen Fischfarmen kommt. Besonders geeignet wäre die Nordsee. Sie ist ein flaches, leicht abgrenzbares Gebiet. Wenn wir also eines Tages von gezüchteten Meeresfischen leben wollen, müssen wir die Küsten sauberhalten.

Vergleichen wir die Berechnungen der im Meer produzierten, für den Menschen eventuell nutzbaren Nahrung mit Zahlen, was tatsächlich dem Meer entnommen wurde, so sehen wir, daß das Meer tatsächlich noch über große Nahrungsreserven verfügt. Diese Nahrungsreserven zu erschließen bzw. für die menschliche Ernährung aufzubereiten, ist das Problem der Zukunft. Im Meer gibt es noch zahlreiche Tierarten, die in solchen Mengen auftreten, daß es wirtschaftlich vertretbar wäre, sie zu fangen.

Zum Thema Nahrung aus dem Meer befindet sich im Museum eine Karte über die (geographische) Lage und Beschaffenheit ehemaliger Fisch-

fanggebiete. Diese Karte kann erst "aktualisiert" werden, wenn die vielen, bezüglich der Fangquoten und Ausdehnung der Hoheitsgewässer bestehenden Streitigkeiten zwischen den beteiligten Nationen beigelegt sind und es zu langfristigen Abkommen bzw. Verträgen kommt. Außerdem zeigt das Museum Präparate aller Art von Meerestieren, die für unsere Ernährung von Bedeutung sind.

### **Algen in unserem Leben**

---

Überall im Meer, bis zu Tiefen, die noch vom Sonnenlicht erreicht werden, etwa um die 200 Meter, wachsen Meerespflanzen, die Algen, Tang oder Kelp genannt werden. Frei im Wasser treibend schweben die mikroskopisch kleinen Algen, das Phytoplankton, welches die Nahrungsquelle des Zooplanktons ist. Die größeren Algen, bekannter unter dem Namen Tang oder Kelp, benötigen festen Untergrund, auf dem ihre Haftorgane Halt finden; daher wachsen sie vorwiegend im Schelf- und Küstenraum. Ausnahmen bilden die Sargassumarten, die mit Hilfe von Schwimmblasen an der Wasseroberfläche treiben.

Die Algen stehen am Anfang der Nahrungskette im Meer. Das von Meerestieren ausgeatmete Kohlendioxyd wird von den Algen aufgenommen und unter Einwirkung des Sonnenlichtes zu Kohlenhydraten, Zucker, Stärke und anderen Substanzen verarbeitet. Wichtig für den Meereshaushalt ist, daß bei der Traubenzuckerproduktion der freigesetzte Sauerstoff ins Meer abgegeben wird. Dieser vielschichtige chemische Prozeß, der in seinem Ablauf noch nicht genau erforscht ist, heißt Photosynthese.

6 Moleküle Kohlendioxyd und 12 Moleküle Wasser ergeben unter Einwirkung des Sonnenlichtes 1 Molekül Traubenzucker, 6 Moleküle Wasser und 6 Moleküle Sauerstoff. Übersteigt die Sauerstoffproduktion die Aufnahmefähigkeit des Wassers, wird dieser Sauerstoff in die Atmosphäre abgegeben.

Die Meeresalgen sind hochwertige Nahrungsmittel für Mensch und Tier. Die älteste schriftliche Überlieferung über die Verwendung von Algen befindet sich im Kräuterbuch, das der chinesische Kaiser Shen Nung im Jahre 2700 vor Christi zusammenstellen ließ. Ein



normal arbeitender Mensch könnte seinen Tagesbedarf an Eiweiß durch 100 Gramm getrocknete Algen decken. Sie enthalten bis zu 30 % Protein, was im Vergleich zur Sojabohne mit 16 % und dem Mais mit 8 % sehr hoch ist.

Alle im Meer vorkommenden Mineralien werden von den Algen aufgenommen. Wertvolle Vitamine wie A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, reichlich Vitamin C und in geringeren Anteilen D, E, F und G. Zuckeralkohole, Fette, Peptide und Aminosäuren sowie antibiotische Stoffe sind außerdem in den Algen enthalten.

Schon um 1670 wurde in Japan das Verfahren zur Algengewinnung entwickelt. Erst im Jahre 1812, zur Zeit der Anfänge der Kelpindustrie, entdeckte man in der Algenasche das Jod. Heute produziert allein Japan über 160 Tonnen Jod jährlich aus Algen. Außerdem bemüht man sich in Japan seit über 300 Jahren um die Züchtung bestimmter Algen, die für die Ernährung wichtig und nicht in ausreichenden Mengen vorhanden sind.

Heute deckt der Japaner 12 % seines Tagesverbrauches an Lebensmitteln durch Algen. Auch an europäischen Küsten wurden Algen schon immer gegessen und als Viehfutter und Dünger verwertet. Die deutschen Namen Zuckertang und Meersalat weisen darauf hin. In Norwegen wird heute noch Meersalat gegessen, und aus dem Zuckertang bereitet man einen Sirup als Brotaufstrich. An den atlantischen Küsten Englands, Irlands und Frankreichs wird die Alge *Chondrus crispus*, Carrageen oder Irisches Moos genannt, viel für Speisezwecke verwendet. Als schleimlösendes Mittel findet das Irische Moos auch als Droge bei uns Verwendung. Die langen Stiele der Laminarien werden in kurze Stöcke zerschnitten und getrocknet für die Wundbehandlung genutzt. Vergessen dürfen wir auf keinen Fall den Blasentang, *Fucus vesiculosus*, der in verschiedenen Formen als Abmagerungsmittel verabreicht wird. Als Absorber für verschiedene Gifte wird in der heutigen Medizin noch die Algenkohle, *Carbo medicinalis*, eingesetzt.

An Küsten, an denen Algen in abbauwürdigen Mengen konstant zur Verfügung stehen, entwickelte sich die Kelpindustrie, eine Industrie, die Algen zu hochwertigen Produkten verarbeitet. Die ältere Produktionsform, die heute nur noch wenig praktiziert wird,

ist die Verbrennung vorgetrockneter Algen. Dabei werden Gase, Öle und Jod abgespült und aus der Asche die einzelnen Salze separiert. Der Rest findet als Dünger Verwendung. Was im einzelnen gewonnen wird, zeigt die folgende Aufstellung einer schottischen Fabrik.

Die Verbrennung von 1.000.000 kg getrockneten Algen ergibt:

335.000 kg Kohle und Asche für Düngemittel

28.315 kg Leuchtgas für Haushaltszwecke

10.125 l Paraffinöl

8.145 l flüchtige Öle

3.590 l Naphtalinöl

5.000 kg Kalziumazetat

1.300 kg Jod

80 kg Natriumsulfat

50 kg Kaliumchlorid

12 kg Ammoniumchlorid

10 kg Kaliumsulfat

Bei der Veröffentlichung dieser Aufrechnung wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der Energiegewinn durch die Verbrennung ausreichen würde, den Eigenbedarf an Energie dieser Fabrik zu decken.

Die moderne Kelpindustrie verbrennt die Algen nicht mehr, sondern arbeitet sie chemisch auf. Hierbei werden reine Alginat, die die Salze verschiedener Alginsäuren sind, gewonnen, welche bei der Verbrennungsmethode verloren gehen. Diese Alginat sind wahre Wundermittel, und viele Industriezweige verarbeiten sie. Die folgende Liste zeigt eine kleine Auswahl von Produkten, bei deren Herstellung Algen verwendet werden.

Nahrungsmittel:

Fondants  
Kaugummi  
Geleefrüchte  
Tortenguß  
Schaumgebäck

Pharmazie:

Gelees  
chirurgische Nähfäden  
flüssiges Pflaster  
Zahnabdruckmasse  
Bindemittel für Tabletten

Kuchenmix	Sprengmittel für Tabletten
Kuchengarnitur	Röntgenkontrastmittel
Sahnesteif	Salben
Eiscreme	
Wassereis	
Marmelade	
Agarpudding	
Fertigpudding	
Milchpudding	<u>Weitere Verwendung:</u>
Salatsaucen	
Suppen	Druckpaste
Schmelzkäse	Textildruckpasten
Gelees für Fisch	Glanzpapier
Gelees für Fleisch	fettdichte Papiere
eßbare Wursthüllen	Kartonfestiger
Schaumfestiger für Bier	Kesselsteinverhütungsmittel
	Erzflotation
	Ölbohrungen
	Wasserfarben
	Binderfarben
<u>Kosmetik:</u>	Latexfarben
	Polyvinylazetat
Wasserwelle	Feuerlöschpulver
Haarfestiger	Kernsand
Hautcreme	Briketts
Salben	Sprengstoff
Seifen	Wasserreinigungsmittel
Badezusätze	Hundefutter
Schönheitsmasken	Lederbehandlung
Rasiercreme	Schuhcreme
Zahnpasten	Schweißelektroden
	Bauindustrie-Fugenmassen

Im Museum finden Sie verschiedene Algen. Algenprodukte, die die Verwertbarkeit aufzeigen, können auf Wunsch als Handmaterial zur Verfügung gestellt werden.

1. Algen bezeichnet man auch mit Tang oder Kelp.  
Die Ausstellung beschäftigt sich ausschließlich mit  
größeren Algen, nicht mit den mikroskopisch kleinen.

Im 2. Saal sind drei Algenarten in ihrem Lebensraum  
dargestellt. Findest Du Wurzeln, Blüten?

2. Algen werden vielseitig verwendet. Eine ganze Industrie  
hat sich darauf aufgebaut.

Schreibe Algenprodukte auf!

Gliedere nach

Medizin: .....

Hygiene: .....

Kosmetik: .....

Landwirtschaft: .....

Nahrungsmittelindustrie: .....

.....

Handwerk: .....

3. Wie werden Algen geerntet?

4. Wie wird Jod daraus gewonnen?

## Tintenfische = Cephalopoden

Die Tintenfische sind keine Fische, sie sind mit den Schnecken und Muscheln (Stamm der Mollusken) verwandt und bilden eine eigene Klasse, die Kopffüßer (Cephalopoda). Da sie im Wasser schwimmen und tintenähnliche Flüssigkeit ausstoßen, haben unsere Vorfahren sie Tintenfische genannt. Die offizielle Bezeichnung - Kopffüßer - trifft viel besser auf sie zu. Diese seltsamen Geschöpfe haben nämlich dort, wo wir unsere Lippen haben, ihre Gliedmaßen, die man als Füße oder Arme bezeichnen kann. Zwischen den Armen sitzt ein papageienartiger Mund. Die Körperform ist bei den 10-armigen Tintenfischen einem Torpedo ähnlich, den Körper der 8-armigen Tiere kann man eher mit einem Sack vergleichen. Im Körper selbst finden wir die Reste eines Skelettes, das durch seine chemische Zusammensetzung und seinen Aufbau auf die Verwandtschaft mit den Mollusken hinweist.

Die Tintenfische haben Flossensäume, mit deren Hilfe sie durchs Wasser schwimmen. Bei Gefahr nehmen sie Wasser auf und spritzen es durch den Siphon aus. Durch den dabei erzeugten Rückstoß können sie sich reaktionsschnell bewegen und vor ihren Feinden fliehen. Äußerlich unterscheiden sich die Formen sehr, gemeinsam ist aber allen der zweigeteilte Körper, der Mantel mit den Eingeweiden und der Kopf mit acht Armen bei den Kraken und zehn Armen bei den Kalmaren. Auf den Armen befinden sich viele Saugnäpfe zum Festhalten der Beute, die mit artspezifischen Hornringen versehen sind. Das Auge der Tintenfische ist hochentwickelt, und wir finden solche Augenformen erst wieder bei den hochentwickeltesten Säugetieren.

Kopffüßer sind getrenntgeschlechtlich. Äußerlich kann man die Geschlechter unterscheiden. Die weiblichen Tiere sind bei vielen Arten bedeutend größer, und alle Fangarme sind gleichmäßig ausgebildet. Bei männlichen Tieren ist je nach Art der dritte bzw. vierte, linke oder rechte Arm in ein Begattungsorgan umgebildet.

In der Needhamschen Tasche bilden sich große Spermatophoren, die in einer Samenblase bis zum Einsatz aufbewahrt werden. An der Spitze des umfunktionierten Fangarmes befindet sich eine löffelartige Tasche, die entweder kleinen Taschen zur Beförderung der Spermatophoren in den Mantel des Weibchens dient, wo die Spermie dann freigesetzt werden und die Eier äußerlich befruchten, oder einen langen dünnen Penis enthält, der in das Weibchen eindringt zwecks innerer Befruchtung der Eier. Nach erfolgter Befruchtung werden die Eier in Laichschnüren ins freie Wasser abgegeben oder an harten Gegenständen auf dem Meeresboden befestigt. Häufig werden die Eier vom Weibchen behütet. In den großen dotterreichen Eiern verläuft die Entwicklung ohne eine Larvenform direkt zum Kopffüßer. Abhängig ist die Entwicklung der Eier von vielen Faktoren, die im einzelnen noch nicht bekannt sind. Eine Aufzucht im Aquarium ist daher ein geglücktes, beachtungswürdiges Ereignis.

Bei den meisten Tintenfischarten sind die Schalen nach innen verlagert. Die Schale der Sepia ist noch sehr groß und wird häufig am Strand gefunden. Diese Schale besteht in der Hauptsache aus Kalk und wird gerne von unseren Stubenvögeln gefressen. Durch Verarbeitung dieser Schale und Vermischung mit Kakao und Zucker entsteht ein Produkt, das als Knochenaufbaumittel für Kinder Verwendung findet.

Im Museum sehen Sie eine Reihe von kleineren Arten, die in der Nordsee und dem angrenzenden Nordmeer vorkommen.

In den dreißiger Jahren wurde ein 15.000 Tonnen Tanker von 150 m Länge und 12 Knoten Geschwindigkeit während einer Fahrt im Pazifik von zwei Kalmaren angegriffen, der eine etwa 50 und der andere 14 Meter lang. Nachdem die beiden aber festgestellt hatten, daß für sie der eiserne Schiffsrumpf nicht verdaulich war, zogen sie sich nach mehrmaligen Umkreisen des Schiffes zurück. Dabei wurde vom Kapitän die Schwimmgeschwindigkeit auf 32 bis 40 Kilometer in der Stunde geschätzt. Viele andere Berichte bestätigen diese Aussage über die hohen Geschwindigkeiten, zu denen Kalmare fähig sind.

Bis zum heutigen Tage sind zahlreiche Armstücke vermessen und gewogen worden. Das größte, bis heute gemessene vollständige Exemplar war 28 Meter lang.

Aufgrund der größten vorhandenen Armstücke errechnete ein amerikanischer Spezialist für Cephalopoden ein Höchstgewicht von 30 Tonnen für das ganze Tier.

Der Pottwal ernährt sich in der Hauptsache von Tintenfischen, die jedoch selten größer als zwei Meter sind. Bei seinen Beutefängen kommt es nur vor, daß er sich vergreift und dabei an Tiere gerät, die sich heftig wehren. Bei solchen Kämpfen umschlingt der Krake den Pottwal und saugt sich fest. Ein Pottwal hat diesen Kampf als Sieger bestanden und ist danach von Menschen gefangen worden. Fest in die Haut dieses Wales eingewachsen fand man die zackenbewehrten Hornringe, die oben auf den Saugnäpfen der Kraken angeordnet sind. Der größte Ring hatte 45 cm Durchmesser. In der Tintenfisch-Vitrine zeigen wir den Schnabel eines großen Tintenfisches und das Modell eines Hornringes. Aufgrund der an anderen Walen gefundenen Spuren schließt man, daß es Saugnäpfe von 60 cm Durchmesser gibt. Ein Kopffüßer mit solchen Saugnäpfen muß aber Arme von mindestens 60 Meter Länge und mehr gehabt haben. Man vermutet also Kraken von 100 Meter Länge bei 150 Meter Spannweite, deren Gewicht in keinem Falle dem des Blauwales nachstehen würde, also mindestens bei 150 und höchstens bei 300 Tonnen liegen müßte.

1. In den Vitrinen 305 und 307 sind Tintenfische ausgestellt.

Was ist an dem Namen richtig?

.....

Was ist falsch?

.....

2. Die wissenschaftliche Bezeichnung für diese Tiere lautet Cephalopoden = Kopffüßer.

Kannst Du für diese Bezeichnung eine Erklärung finden?

.....

3. Es gibt nicht nur den Tintenfisch. Heute sind etwa 730 lebende Arten bekannt, von 1 cm bis 28 m Größe. Nach der Körperform unterscheidet man drei Ordnungen. Zwei Ordnungen sind, nach der Anzahl der Arme eingeteilt, im Museum mit einigen Arten vertreten.

Findest Du sie heraus?

Ordnung	10-armige (Kalmare)	8-armige (Kraken)
---------	------------------------	----------------------

Welche Vertreter?

.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

4. Kopffüßer sind keine Wirbeltiere! Sie tragen den Rest eines starren Skeletts, ähnlich dem einer Muschelschale oder einem Schneckengehäuse.

Findest Du diesen Rest ausgestellt? (Vitr. 305)

Der Skelettrest heißt .....

Tatsächlich ordnet man die Kopffüßer den Weichtieren (Schnecken, Muscheln) zu. Deswegen findet man in Biologiebüchern neben der Bezeichnung Tintenfisch auch den Namen Tintenschnecke.

An Stelle des Kalkstückes tragen die meisten Arten noch geringere Reste in Form eines Hornblattes.

5. Wozu benutzen die Kopffüßer ihre Arme? Schau Dir die Saugnäpfe an! Betrachte dazu auch das Modell eines Saugnapfringes in Vitr. 305.

Die Kopffüßer benutzen ihre Arme, um .....

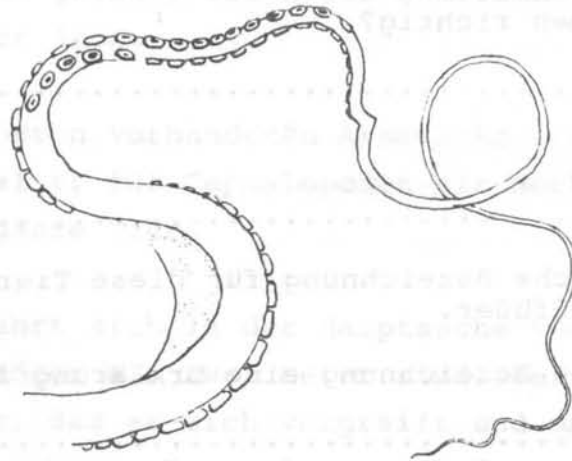
.....

Einige Arten können mit den Armen auch .....

.....



Bei einem kleinen Kopffüßer in Vitr. 307 erkennst Du an zwei Armen Verbreiterungen. Es sind Geschlechtsorgane des Männchens. Andere Tintenschnecken tragen dieses männliche Geschlechtsorgan:



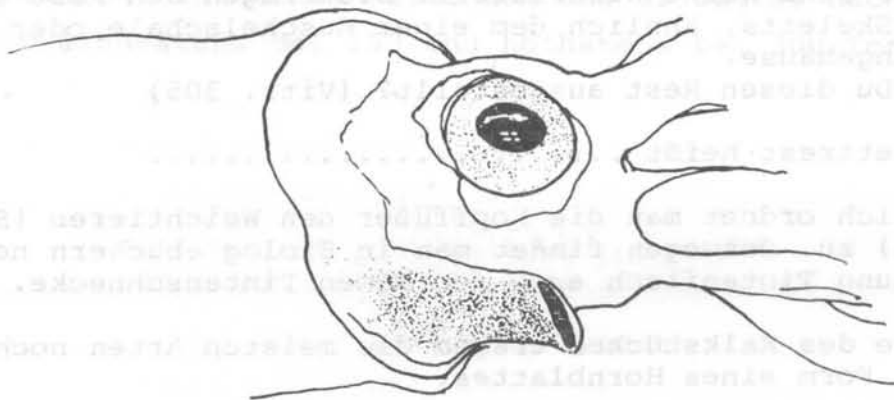
6. Die Sepia in Vitr. 305 hat zwei lange Arme ausgestreckt. Meist trägt sie diese eingerollt in Hauttaschen. An den Enden dieser Arme siehst Du .....

Wozu benutzt die Sepia diese langen Arme?

.....

7. Zum Schweben oder langsamen Schwimmen bedienen sich die Kalmare ihrer Flossen. Schnell können sie sich nur rückwärts fortbewegen. Dabei stoßen sie durch eine Düse Wasser ruckartig kräftig aus.

Beim Kalmar und beim Tintenfisch kannst Du den Rückstoßtrichter unter dem Kopf leicht entdecken.



Welche Fahrzeuge werden durch das gleiche Prinzip angetrieben?

.....

8. Fische, Krebse und Krabben sind die Beute der meisten Kopffüßer. Wie überwältigen sie diese? Eine Hilfe zur Antwort geben das Hornringmodell und der Schnabel des Kopffüßers in Vitr. 305. Der Schnabel sitzt verborgen zwischen den Saugarmen am Mund. Bei den Kraken in Vitr. 307 rechts unten kannst Du die Schnabelspitzen erkennen.

.....

9. Verwandte der heutigen Kopffüßer waren die Ammoniten. Sie starben bereits vor vielen Millionen Jahren aus. Vollständige Außenskelette sind als Versteinerungen erhalten geblieben.

In der Schausammlung findest Du ein großes Ammonitengehäuse am Treppenaufgang, kleinere Exemplare in Vitrine 100 und die Nachbildung eines riesigen versteinerten Gehäuses darüber an der Wand.

Zeichne eine Ammonitenschale!

10. Die Kopffüßer sind die höchstentwickelten Weichtiere. Wenn Du über Schnecken und Muscheln etwas weißt, kannst Du Dir das begreiflich machen. Denke dabei an den Kopf, das Auge, die Art der Fortbewegung.

Kopffüßer sind die höchstentwickelten Weichtiere, weil .....

.....  
.....

11. An Körpern getöteter Pottwale sind Narben von Verletzungen durch Kopffüßersaugnapfe zu finden.

Sieh Dir im Museum den riesigen Pottwalschädel an und bedenke, daß man in Pottwalmägen nicht selten Saugnapfringe von 25 cm Durchmesser gefunden hat. Der größte Ring maß 62 cm im Durchmesser.

Was kannst Du aus diesen Tatsachen schließen?

.....  
.....  
.....

## Seepferdchen Report

- Rita: "Fräulein Rührig, Fräulein Rührig, gucken Sie mal her, der Fisch "Aalmutter" hat Junge im Bauch. Sie haben doch gesagt, Fische legen Eier!"
- Frl. R.: "Nicht alle Fische legen Eier, einige bringen auch lebende Jungen zur Welt; im übrigen heißt das bei Fischen "laichen" und nicht "Eier legen".
- Rita: "Dann sind die Fische, die lebende Junge zur Welt bringen, also Säugetiere. Sie haben uns im Biologieunterricht erzählt, daß nur Säugetiere lebende Junge zur Welt bringen."
- Frl. R.: "Ja, das habe ich gesagt, aber es gibt auch Fische, die lebende Junge zur Welt bringen."
- Rita: "Wie geht denn das? Sie haben uns auch erzählt, daß die Fischweibchen ihren Laich im Wasser ablegen und die Männchen ihre Samen darüber spritzen. Wie kommen dann die Jungen in den Leib?"
- Frl. R.: "Ja, das ist so....."
- Heinz: "Ganz einfach, die Fischmännchen fressen die Eier auf. Meine Maulbrüter nehmen ihre Jungen in den Mund; warum sollen die Jungen dann nicht auch in den Leib kommen?"
- Frl. R.: "Heinz, Du bringst ja alles durcheinander! Viele Fische treiben Brutpflege zum Schutze gegen andere Fische, die ihre Brut fressen wollen. Der Stichling z.B. baut ein Nest und hütet seine Jungen. Mit den Flossen fächert er seinen Jungen frisches, sauerstoffreiches Wasser zu. Die Maulbrüter nehmen ihre Jungen in den Mund und hüten sie so lange, bis sie groß genug sind, ihren Feinden zu entweichen. - Habt Ihr die Seepferdchen in den Tiergrotten gesehen? Einige hatten ganz dicke Bäuche."
- Heinz: "Das waren die Weibchen."
- Frl. R.: "Nein, das sind die Männchen!"
- Heinz: "Dann bekommen bei den Seepferdchen wohl die Männchen Kinder?"
- Frl. R.: "Nein, auch bei den Seepferdchen laichen die Weibchen die Eier ab - in die Bauchtasche der Männchen. Das Seepferdchenmännchen faltet seine Haut wie einen Mantel um die Eier. Die Eier wachsen, und der Mantel wächst mit,

solange bis es nicht mehr geht. Dann kommen die kleinen Seepferdchen heraus, und der Vater Seepferd hat seine Pflicht getan. Es ist also auch eine Brutpflege."

Rita: "Gleichberechtigung!"

Kurt: "Sie sagten, die Eier wachsen und werden größer, wie ist denn das möglich? Eier haben doch eine harte Schale?"

Frl. R.: "Du denkst an Vogeleier, die haben feste Schalen. Die Fischeier aber haben keine kalkhaltige Schale. Es gibt Fische, die über 100.000 Eier im Leib tragen; diese würden mehr Platz benötigen, als der Fisch groß ist, und so hat die Natur eine platzsparende Erfindung gemacht. Für Schiffsbrüchige und Astronauten wird eine konzentrierte Nahrung hergestellt: eine kleine Tablette. Mit Wasser angerührt ergibt diese kleine Tablette eine richtige Mahlzeit. Genauso ist das mit den Fischeiern. Gelangen sie aus dem Mutterleib ins Wasser, so nehmen sie durch ihre Haut, die im Wasser aufquillt, Wasser auf und werden um ein Vielfaches dicker als sie im Mutterleib sind. Außerdem werden die Eier durchsichtig und gegen Ende der Entwicklungsphase kann man durch die Schale den kleinen Fisch sehen."

Kurt: "Ich habe am Strand ein Haifischei gefunden, das sieht wie eine Tasche aus und ist sehr fest."

Frl. R.: "Einige Haifisch- und Rocheneier sehen ganz anders aus als die Fischeier allgemein. Es sind rechteckige Taschen aus einer hornigen Substanz, an den vier Ecken mit Hornfäden versehen, mit deren Hilfe sich die Eier aneinander oder in Korallen und Algen heften lassen. Diese Hornschalen sind so fest, daß sie lange erhalten bleiben und an Land getrieben werden, wo Du sie gefunden hast."

Rita: "Wie ist denn das nun mit den lebenden Jungen im Bauch der Aalmutter?"

Frl. R.: "Ganz einfach, die Eier werden nicht abgelaicht, sondern bleiben im Leib in einer Brusttasche und entwickeln sich hier. Die kleinen Jungen der Aalmutter schlüpfen aus der Eihaut und schwimmen in einer Nährlösung, die langsam aufgefressen wird. Ist die Nährlösung verbraucht, werden die Jungen ins freie Wasser entlassen. Bei einigen raubgierigen Haien sind mitunter zuviel Junge in der Brust-

tasche, und die Nährlösung ist verbraucht, ehe die Jungen reif sind. Dann frißt der Stärkere den Schwächeren, und so werden nur kräftige Jungtiere in das freie Wasser entlassen."

Rita: "Die menschlichen Babys schwimmen auch im Wasser."

Frl. R.: "Die Menschenkinder sind aber, wie alle Säugetiere, durch die Nabelschnur mit der Mutter verbunden und werden durch den Blutkreislauf der Mutter versorgt. Nach der Geburt werden sie gesäugt. Die Fische schwimmen als selbständige Lebewesen im Mutterleib in einer Nährlösung in der Brusttasche. Das ist der entscheidende Unterschied."

Kurt: "Hier ist ein kleiner Hai, der hat einen Sack am Bauch; was ist das?"

Frl. R.: "Das ist ein Dottersack. Die Fische, die sich im Ei entwickeln, beziehen ihre Aufbaustoffe aus dem Reservoir des Dottersackes. Die Eischale platzt oft früher als der Inhalt des Dottersackes verbraucht ist, und so schwimmt das Fischlein in seinen ersten Erdentagen noch oft mit einem Dottersack herum, der, wenn der Inhalt verbraucht ist, abgeworfen wird.

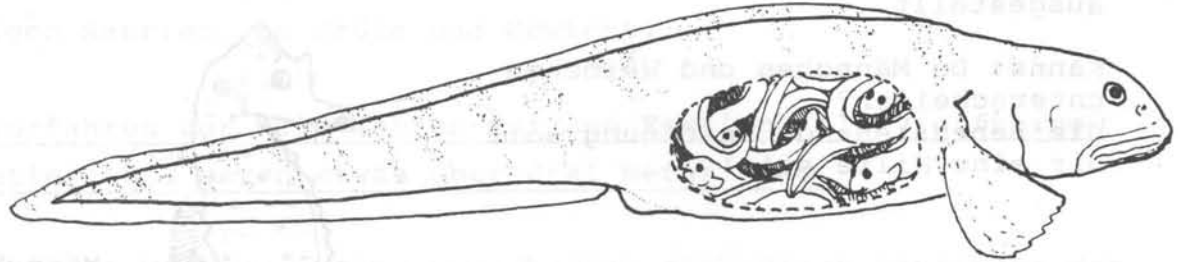
Ihr seht, es gibt viele Möglichkeiten, auf die Welt zu kommen. - Da fällt mir ein, es gibt ein Säugetier, das Eier legt und seine Jungen säugt. Wer kennt das Tier?"

Zum Thema Seepferdchen-Report finden Sie alle genannten Präparate im Museum.

- 1. Schau Dir die Vitrine 205 an!  
 Rechts oben findest Du einen Fisch mit aufgeschnittener Leibeshöhle. Er hat Junge im Leib.

Warum heißt dieser Fisch wohl Aalmutter?

.....



- 2. Wie benennt man den Fisch, der "fertige" Junge zur Welt bringt? Kreuze das Richtige an!

- schneller Brüter
- lebendgebärender Fisch
- Nestflüchter

- 3. Wie heißt das Eierlegen der Fische?

.....

- 4. Fische, die ihre Brut gegen räuberische Tiere schützen wollen, betreiben:

.....

- 5. In Vitr. 203 sind Rocheneier ausgestellt. Was kannst Du am obersten Ei beobachten?

.....

Wozu dienen die Haken an den vier Enden?

.....

Zeichne ein Ei!

- 6. Die jungen Katzenhaie in Vitr. 202 und der junge Rochen in Vitr. 203 tragen unter dem Leib einen kleinen Beutel.

Der Beutel heißt: .....

Welche Bedeutung hat er? .....

7. Laicht der Gestreifte Katzenhai oder bringt er lebende Junge zur Welt?

In Vitr. 202 findest Du die Antwort, wenn Du ganz genau zu- siehst!

Der Gestreifte Katzenhai .....

8. Im 1. Saal sind Seepferdchen ausgestellt.

Kannst Du Männchen und Weibchen unterscheiden?  
Die nebenstehende Zeichnung soll Dir eine Hilfe sein!



Männchen des Seepferdchens mit Bruttasche

9. Laicht das Seepferdchen oder ist es lebendgebärend? Begründe Deine Antwort!

.....  
.....

10. Warum können Fisch über 100 000 Eier im Leib tragen? Kreuze die richtige Antwort an!

- Weil der Fisch sein Gewicht im Wasser nicht spürt.
- Weil sein Leib sich stärker ausdehnen kann als der Leib der Säugetiere.
- Weil sich die Schwimmblase zur Laichzeit verkleinert.
- Weil die Eier sehr klein sind und erst nach der Eiablage im Wasser quellen.

11. Warum gibt es bei lebendgebärenden Fischen keine Nabelschnur?

- Weil die Nabelschnüre sich bei den zahlreichen Jungen verwickeln würden.
- Weil die Jungen in einer Nährlösung schwimmen.
- Weil die ungeborenen Jungen vom Dottersack zehren.

## Wale

---

Die größten Säugetiere der Erde, die Wale und ihre Verwandten, die Delphine, leben im Meer. Einige Walarten übertreffen alle auf dem Festland lebenden Tiere, einschließlich der ausgestorbenen riesigen Saurier, an Größe und Gewicht.

Die Vorfahren der Wale lebten auf dem Festland als vierfüßige Säugetiere und waren etwas über drei Meter lang.

Vor etwa 70 Millionen Jahren eroberten sich diese Landtiere das Meer als Lebensraum. Im Laufe ihrer Entwicklung paßten sie sich dem Leben im Meer immer mehr an. Heute haben sie eine elegante fischähnliche Stromlinienform, daher auch die falsche Bezeichnung "Walfisch", und große Flossen, die sie zu hervorragenden Schwimmern machen. Sie werden durch eine dicke Fettschicht, die bis zu 50 cm dick sein kann, vor der Kälte des Wassers geschützt. Ihre haarlose Haut hat keine Schweißporen, was sie vor dem Verlust körpereigenen Wassers bewahrt.

Die Arme sind zu Ruderflossen geworden, mit deren Hilfe der Wal die Richtung bestimmt, in die er schwimmen will. An der Schwanzspitze hat sich die kräftige Schwanzflosse entwickelt, die für die nötigen Antriebskräfte, wie beim Schiff die Schiffsschraube, sorgt. Die Hinterbeine sind vollkommen reduziert, äußerlich überhaupt nicht mehr sichtbar. Bei einigen Walarten sind noch Reste vom Becken- und Oberschenkelknochen erhalten (siehe Schwertwal skelett).

An der Stellung der Schwanzflosse kann man die Meeressäuger von den Fischen unterscheiden. Bei den Fischen steht die Schwanzflosse immer senkrecht, bei den Meeressäugern immer waagrecht.

Auffällig groß im Vergleich zu anderen Tieren sind auch die Köpfe der Wale im Verhältnis zum Körper. Um diesen mächtigen Schädel tragen zu können, wurden die Halswirbel stark verkürzt, bei einigen Walarten wachsen sie sogar zusammen.



Dem Brustkorb fehlt das Brustbein, die Rippen sind also, mit Ausnahme der ersten, nicht miteinander verbunden. Das bedeutet, daß der Wal nur im Wasser leben kann. Verläßt er die tragende Kraft des Wassers, so fällt der Brustkorb zusammen, und der Wal erstickt.

Eingeteilt werden die Wale in Zahnwale, hierzu gehören Pottwal, Grindwal, Schwertwal, Entenwal und alle Delphine und in Barten- und Furchenwale, deren Zähne sich zugunsten der vom Oberkiefer herunterhängenden Barten zurückgebildet haben. Zu den Barten- oder Furchenwalen gehören Blauwal, Finnwal, Grönlandwal und Zwergwal.

Der größte Wal ist der Blauwal, er kann bis zu 32 Meter lang und über 100 Tonnen schwer werden. Der Bestand der Blauwale ist durch starke Bejagung so dezimiert worden, daß er auszusterben droht. Jetzt sind alle Blauwale weltweit geschützt, und es besteht die Hoffnung, daß der Bestand sich erholen und weiterleben wird.

Alle Bartenwale ernähren sich hauptsächlich von kleinen Krebsen, die sie mit Hilfe der Barten aus dem Wasser sieben. Diese kleinen Krebse, Krill genannt, hat jetzt der Mensch als Eiweißquelle entdeckt. Er wird also in Zukunft als Nahrungskonkurrent der Wale auftreten. Bis zu 4 Tonnen dieser Krebse haben im Magen eines großen Wales Platz.

Von dem großen Bartenwal, dem Finnwal, besitzt das Nordseemuseum ein Skelett mit dem dazugehörenden Modell im Maßstab 1 : 10. Das Skelett stammt von einem etwa 13 Monate alten Jungtier, das sich 1958 im Jadebusen verirrte und bei Ebbe vom eigenen Gewicht erdrückt wurde.

Bei der Geburt sind Finnwale schon 5 bis 6 Meter lang, und sie können sofort mit der Mutter mitschwimmen. Die viel Eiweiß enthaltende fette Muttermilch - 40 - 50 % Fettgehalt - läßt sie schnell zunehmen, etwa 30 bis 50 kg pro Tag. Der ausgewachsene Finnwal bringt dann etwa 80 Tonnen auf die Waage. Um dieses Gewicht aufzuwiegen, müssen in der zweiten Waageschale 20 Elefanten oder 200 Rinder oder 1 600 Schulkinder liegen.

Gleich am Eingang des Museums steht der große Schädel eines Pottwales. Die durchschnittliche Größe der Pottwale liegt bei 16 Metern, was einem Gewicht von 65 Tonnen entspricht. Große Pottwalbullen können aber bis zu 22 Meter lang werden.  
Siehe Sonderheft: Evolution der Wale.

Auffällig ist die Schädelform des Pottwales. Der Oberkiefer muß einen großen Sack aus Haut und Gewebe, "Pott" genannt, tragen. Er enthält das stearinartige Walratöl, auch Spermöl genannt. Dieses leichte, nicht harzig und ranzig werdende Fett verarbeitet die Kosmetikindustrie zu wertvollen Cremes, Deodorants und Lippenstiften.

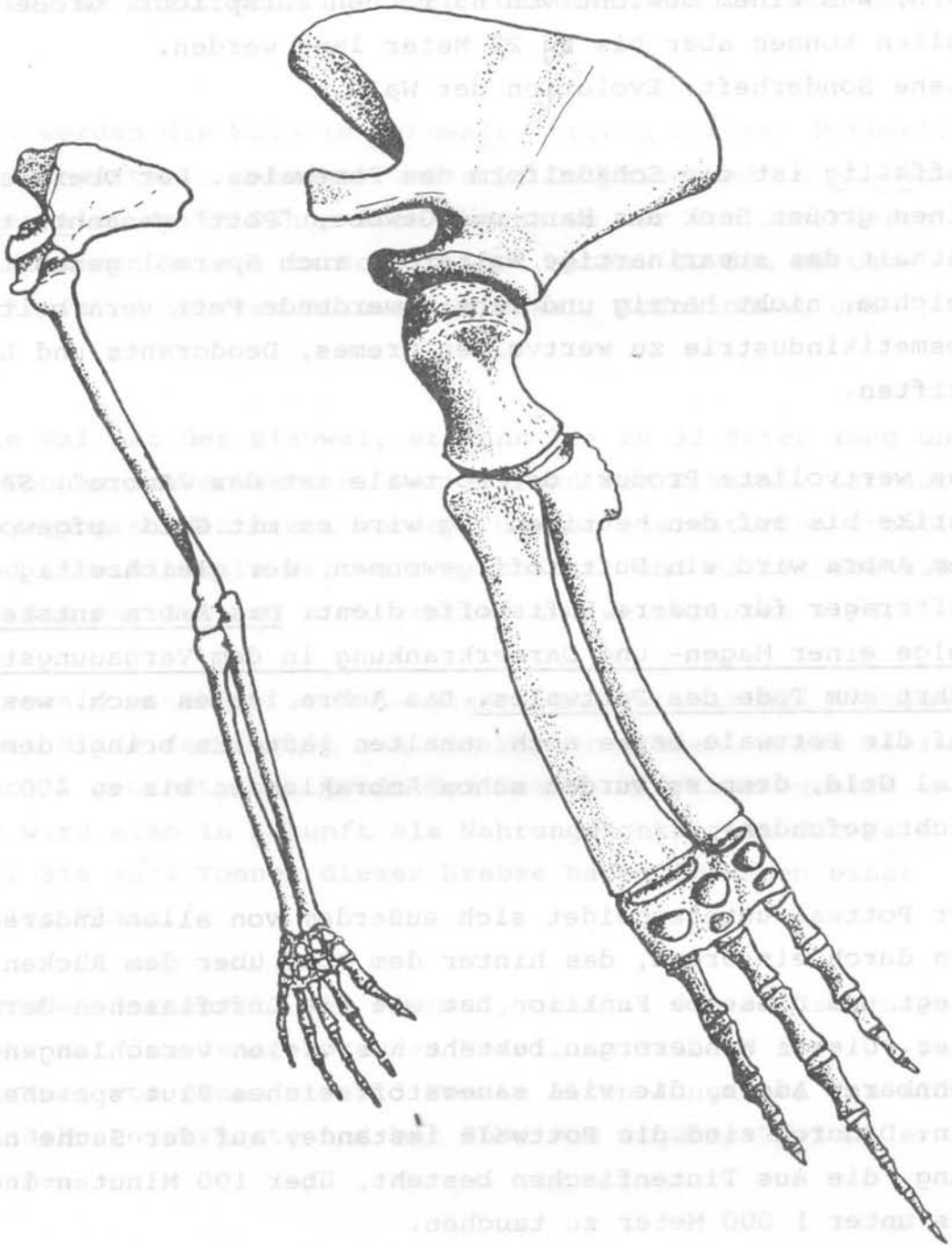
Das wertvollste Produkt der Pottwale ist das "Ambra". Seit der Antike bis auf den heutigen Tag wird es mit Gold aufgewogen. Aus dem Ambra wird ein Duftstoff gewonnen, der gleichzeitig auch als Duftträger für andere Duftstoffe dient. Das Ambra entsteht infolge einer Magen- und Darmerkrankung in dem Verdauungstrakt und führt zum Tode des Pottwales. Das Ambra ist es auch, was die Jagd auf die Pottwale heute noch anhalten läßt. Es bringt dem Jäger viel Geld, denn es wurden schon Ambraklumpen bis zu 400 kg Gewicht gefunden.

Der Pottwal unterscheidet sich außerdem von allen anderen Walarten durch ein Organ, das hinter dem Kopf über dem Rücken verteilt liegt und dieselbe Funktion hat wie die Luftflaschen der Freitaucher. Dieses Wunderorgan besteht aus vielen verschlungenen, sehr dehnbaren Adern, die viel sauerstoffreiches Blut speichern können. Dadurch sind die Pottwale imstande, auf der Suche nach Nahrung, die aus Tintenfischen besteht, über 100 Minuten in Tiefen bis unter 1 000 Meter zu tauchen.

In der Vitrine beim Pottwalschädel finden Sie neben vielen Schädeln von Delphinen auch ein Skelett und Präparat der kleinsten Walart, Braun- oder Schweinsfisch genannt. Er lebt an unseren Küsten und zog, als die Flüsse noch sauber waren, weit stromaufwärts.

1. Die Vorfahren der Wale und Delphine waren Landtiere.  
An den ausgestellten Skeletten kannst Du das noch erkennen.

Ein Beispiel:



Verbinde entsprechende Knochen durch Pfeile. Numeriere diese.  
Versuche, die Knochen zu benennen!

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....
- 6 .....
- 7 .....

2. Und wo sind die Beine der landbewohnenden Vorfahren geblieben?

Bei einem bestimmten Walskelett kannst Du ihre "Reste" noch sehen.

Sie haben diese Form:



— ca. 20 cm —

Beim Skelett des .....wales sind sie zu finden.

3. Bei einem anderen ausgestellten Wal ist auch das Brustbein bis auf einen kleinen Rest zurückgebildet.



— ca. 25 cm —

Dieser Knochen gehört zum

.....wal.

4. Im 1. Saal steht ein ungewöhnlicher Hocker (Eskimoarbeit). Woraus besteht er?

.....  
.....

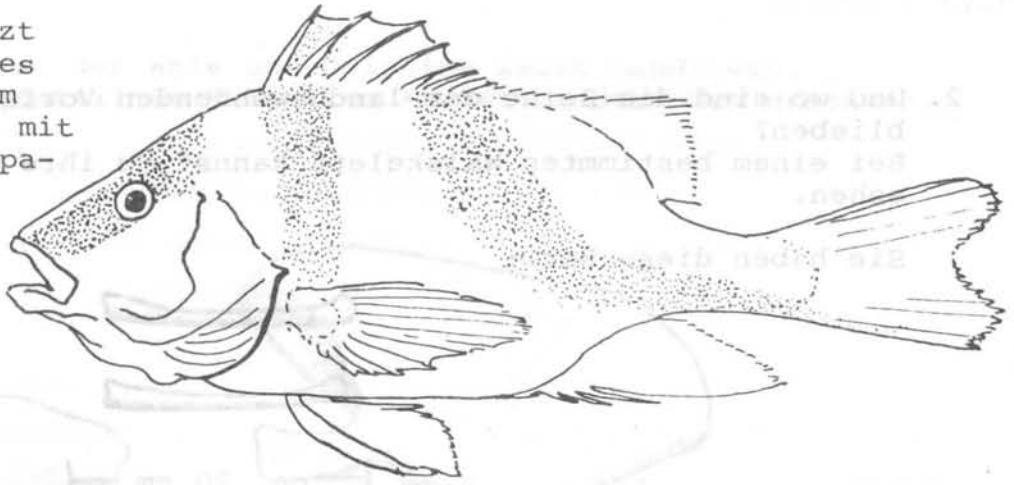
5. Am Eingang zur zweiten Halle der Schausammlung ist ein Knochenpaar eines Wales ausgestellt. Sind es Rippen oder Unterkiefer? Einen ähnlichen Knochen findest Du draußen vor dem Eingang. Schreite seine Länge ab! Wieviel Meter sind das ungefähr? Nun kannst Du ahnen, wie groß das dazugehörige Tier war!

.....  
.....

6. Worauf ist die falsche Bezeichnung Wal"fish" zurückzuführen?

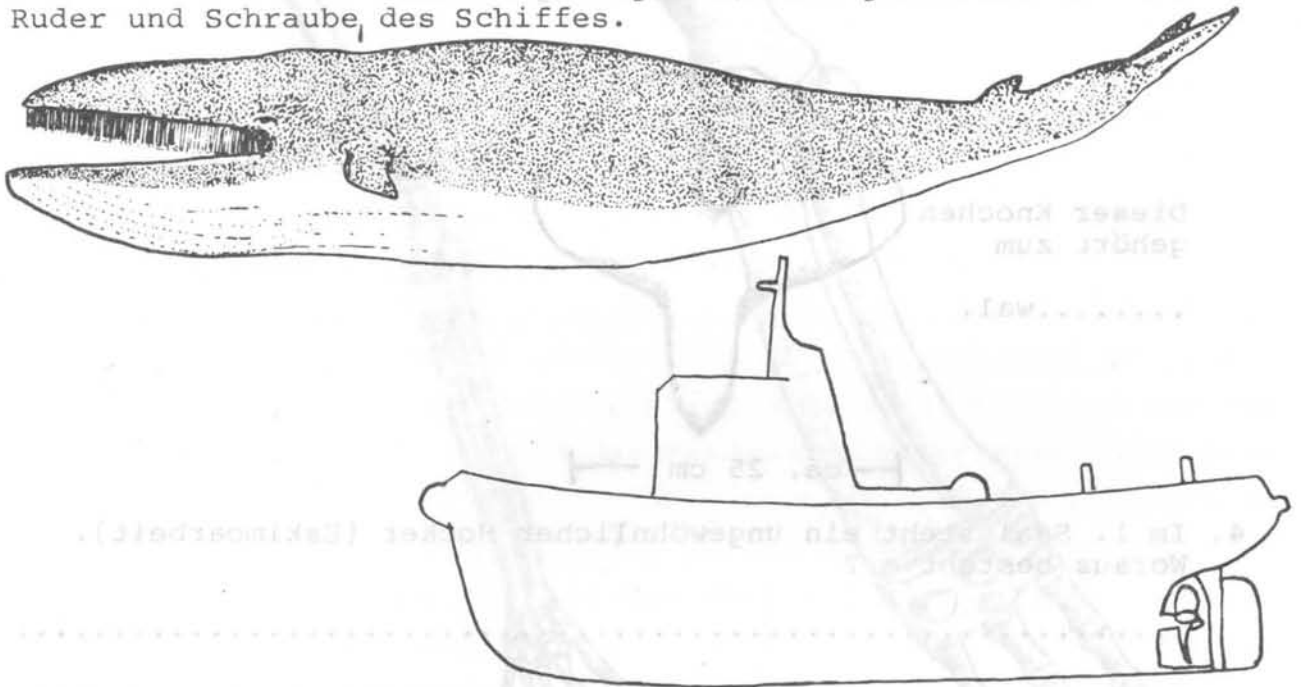
.....  
.....

Vergleiche jetzt  
das Modell eines  
Wales unter dem  
Finnwalskelett mit  
einem Fischpräpa-  
rat  
Da findest Du  
Unterschiede!



Kreuze in der Zeichnung an, was beim Wal anders ist!

7. Die Flossen des Wales haben die gleichen Aufgaben wie Ruder und Schraube, des Schiffes.



Welche Flosse dient als Ruder?  
Welche als Schraube?  
Verbinde durch Pfeile!

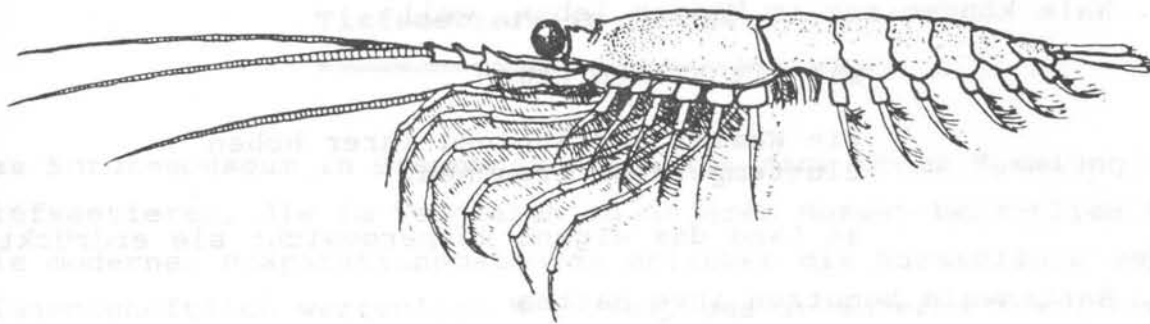
8. Im 1. Saal sind Barten ausgestellt. Du siehst sie auch  
im Schädel eines Wales.  
Wie heißt dieser Wal? .....

Die Barten haben sich aus den Gaumenfurchen entwickelt, die  
Du mit der Zungenspitze auch in Deinem Munde fühlen kannst.  
Es sind also keine Umformungen der Zähne!

9. Es gibt aber auch Zahnwale! Der größte ist der Pottwal!  
Sein Schädel steht am Eingang der Schausammlung. Woher hat er  
seinen Namen? Sieh Dir auch den Kopf am Modell eines Pott-  
wales an der Decke an!

Der Pottwal heißt so, weil .....

10. In einer Vitrine ist Krill ausgestellt.



Ein Krillkrebchen ist hier vergrößert dargestellt. Es mißt in Wirklichkeit nur 4 cm.

Hast Du es gefunden? Mit welchem Tierchen hat es Ähnlichkeit?

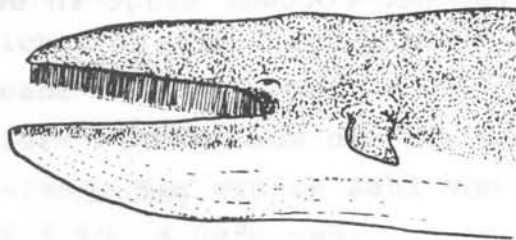
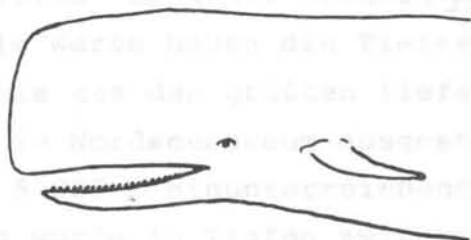
Mit .....

Welcher Wal hat das Krill gefressen? Ein .....wal

Wo wurde der Wal gefangen? Im .....

Wann war das? Am .....19..

11. Schreibe auf:



3 Zahnwale

3 Bartenwale

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Welche Art kann größere Tiere überwältigen?

Welche ernährt sich nur von kleinen Tieren?

12. Hier ist die Abbildung eines merkwürdigen Walzahnes.



Auch diesen findest Du ausgestellt. Dieser "Speer" ist aus dem linken oberen Eckzahn hervorgegangen. Es ist ein Zahn des .....wales, der auf der Nahrungssuche damit den Meeresboden aufwühlt.

Kreuze das Richtige an:

13. Wale können nur im Wasser leben, weil

sie mit Kiemen atmen,

sie Wasser zur Kühlung ihrer hohen  
Bluttemperatur brauchen,

an Land das eigene Körpergewicht sie erdrückt.

14. Bartenwale benutzen ihre Barten

zum Auffangen der Nahrung,

zum Reinigen ihres Trinkwassers,

zum Atmen.

15. Wale können als gleichwarme Tiere im Wasser leben, weil

sie sich durch dauernde Bewegung warm halten,

sie nur in tropischen Meeren vorkommen,

eine dicke Speckschicht sie gegen Wärmeverlust  
schützt.

16. Der Pottwal trägt in seinem Pott

Spermöl,

Walrat,

Ambra,

einen zusätzlichen Luftvorrat zum Tieftauchen,

das Gehirn.

## Tiefseetiere im Nordseemuseum

---

Das Nordseemuseum in Bremerhaven besitzt eine große Sammlung von Tiefseetieren, die im Vergleich zu anderen Museen beachtlich ist. Die modernen Präparationsmethoden erlauben die Ausstellung von wissenschaftlich wertvollem Material, das in anderen Instituten nur in den Magazinen sorgfältig gehütet wird. Die große Zahl der ausgestellten Tiefseefische verdankt das Nordseemuseum aufmerksamen Fischern, die immer wieder ihre seltenen Fänge dem Museum übergeben. Die wertvollsten Exemplare brachte das Fischereifabriksschiff "Mond" der Nordsternreederei Bremerhaven mit. Die vielen Zufälle, die bei den Fängen von Tiefseetieren zusammenspielen müssen, sind der Grund ihrer Seltenheit. Selbst gezielte Forschungszüge in großen Tiefen bringen, weil die Tiere unten sporadischer vorkommen, selten große Beute. Von vielen Tiefseetieren sind bisher weniger Exemplare als von der sagenhaften "Blauen Mauritius" bekannt. Dennoch ist ihr Wert nur ein ideeller; materielle Werte haben die Tiefseetiere nicht. Tiefseetiere sind bisher bis aus den größten Tiefen der Ozeane bekannt geworden. Die hier im Nordseemuseum ausgestellten Tiere stammen aus dem bis zu etwa 5 000 m hinunterreichenden Lebensraum. Die größte Zahl von ihnen wurde in Tiefen zwischen 600 und 3 500 m gefangen.

Die Tiefseetiere finden wir mit wenigen Ausnahmen im letzten Raum des Museums, der dem Nordmeer gewidmet ist. Viele Tiefseetiere zeichnen sich durch eine Formveränderung aus, die den allgemeinen Vorstellungen nicht entspricht. Im Laufe ihrer Entwicklung haben sich die Tiere dem Leben in der Tiefsee angepaßt. Wo es dunkel ist, benötigt man keine Augen, dafür aber hochempfindliche Tastorgane. Andererseits braucht man aber Licht, um auf sich aufmerksam zu machen und so verfügen viele über Leuchtorgane, die der Paarfindung und dem Beutefang dienen. Das Licht wird durch Bakterien oder chemisch auf kaltem Wege erzeugt. Bei einigen Krebsen leuchten die Augen und die Frage, warum, ist hierbei schwer zu beantworten.

Tiefseegarnelen verfügen über sehr lange Antennen (Parapandalus narval, Vitrine 208), andere Tiefseekrebse haben sich Panzer zu-



gelegt, die an mittelalterliche Raubritter erinnern. (Amathilopsis spinigera oder Stegocephalus inflatus, Vitrine 109).

Je tiefer die Tiere leben, desto zerbrechlicher werden sie. Große Tiefen verhindern den Aufbau von Kalk im Körper, und so kommt es, daß die Knollen der Tiefseefische durchscheinend dünn und die Zähne glasklar sind.

Die Seeigel sind sehr zerbrechlich und kommen daher oft nur als Bruchstücke an die Oberfläche (Flaschenseeigel); die Seesterne haben eine so dünne Oberhaut, daß man darunter die Skelettkonstruktion erkennen kann. Kalkschwämme kommen nur in flachen Gewässern vor, während die Tiefseeschwämme Nadeln aus Silikat aufbauen, die selbst von Schwefelsäure nicht aufgelöst werden können. Die Skelette der Glasschwämme finden Sie im ersten Saal in der Vitrine vor den Seelöwen. Sie sind typische Tiefseebewohner, die nur in großen Tiefen zu finden sind.

In großen Tiefen leben auch die Seefedern und die Hornkorallen (Vitrine 308), die mit den echten Korallen verwandt sind. Nur stützen sie sich auf hornige Substanzen und nicht auf Kalk wie die Steinkorallen, deren Lebensraum nur bis zu 800 m Tiefe reicht. Eine der hier gezeigten Seefedern hat Leuchtorgane entwickelt, die für Tiefseebewohner charakteristisch sind. Ihr dicker Fuß ist im Boden tief eingegraben, so daß das Tier sich im Falle einer Gefahr vollkommen zurückziehen kann; andererseits erlaubt der Fuß eine Drehung des Tieres, so daß es strömungsgünstig steht.

Die Tiefseequalle (Vitrine 310) steigt selten über die 600 m-Linie, und man muß schon über besondere Fangvorrichtungen verfügen, wenn man solche empfindlichen Tiere vollständig zu fangen wünscht.

Da aufnehmbarer Kalk für die Lebewesen in großen Tiefen Mangelware ist, können auch die Steinkorallen unterhalb der 800 m-Linie nicht mehr wachsen. Die Tiere aber, die in noch größeren Tiefen leben, haben kalkarme Skelette. Der in Tiefen von 1 000 m lebende Tintenfisch verfügt nur noch über einen dünnen, hornartigen Rest seines Skelettes. Die großen Augen deuten aber darauf hin, daß

der bevorzugte Lebensraum dieses Tieres in Gebieten liegt, wo noch Licht vorhanden ist, also bis etwa einer Tiefe von 900 m.

Tiere, die noch tiefer leben, haben das Sehen zugunsten von hochempfindlichen Tastorganen aufgegeben. Ihre Augen sind sehr klein und oft von der Haut überwachsen, so daß man sie nur schlecht erkennen kann. Trotzdem müssen diese Tiefseetiere noch auf Licht reagieren. Wozu wurden denn Leuchtorgane entwickelt, wenn sie diese nicht wahrnehmen können?

Die Tiefseefische (Vitrine 306) gehören zu den selten gesehenen Bewohnern dieser Erde, und oft wurde von einer Art nur ein Exemplar bekannt; z.B. von der Gattung *Linophryne* sind bisher 13 Arten in 34 Exemplaren bekannt geworden. Wir besitzen hier von drei Arten 6 Exemplare. Weitere zwei der bekanntgewordenen wurden anderen Instituten übergeben. Von den Arten *L. algibarbata* und *bicornis* sind nur je zwei kleine Weibchen in anderen Instituten vorhanden. Wir zeigen hier die beiden einzigen bisher bekanntgewordenen Weibchen mit je einem Männchen.

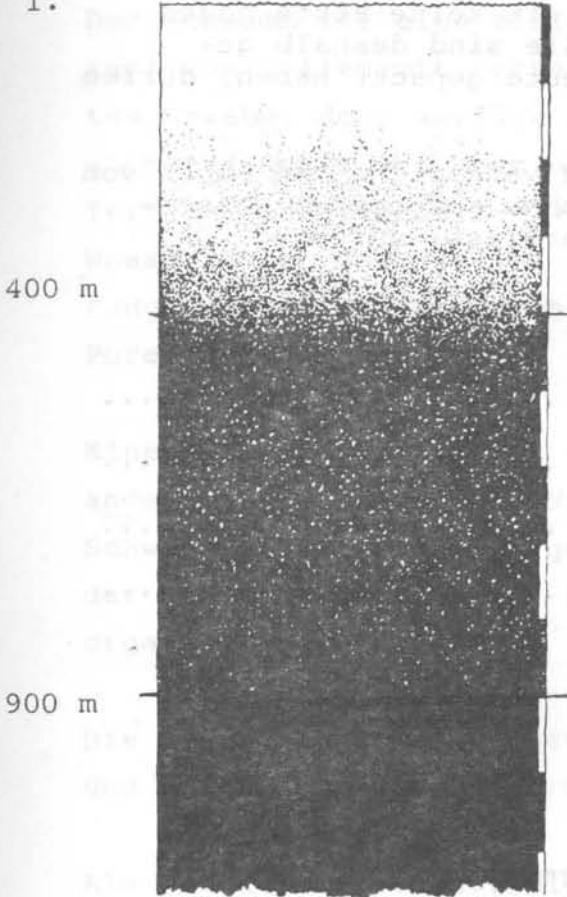
Weibchen und Männchen sind fest miteinander verwachsen. Die Männchen werden aus dem Blutkreislauf der Weibchen ernährt und können selbst keine Nahrung mehr aufnehmen. Das innige Verwachsen sichert den Fortbestand dieser seltenen Tiere. Die Männchen erreichen oft nicht einmal 5 % der Größe der weiblichen Tiere. Das geringe Nahrungsangebot in den Tiefen unterhalb von 2 000 m hat zu einer Entwicklung geführt, die jeden unnötigen Aufwand ausschließt. Da das Männchen nur noch der Fortpflanzung dient, keine Eigenbewegungen mehr nötig hat, wird viel an Energie und damit auch Nahrung eingespart.

Zum Anlocken der spärlichen Nahrung haben sich die Tiefseefische *Linophryne*, *Ceratias* und *Himantoloplus*, Leuchtorgane an den Angeln zugelegt. Ein Fisch, der neugierig auf Nahrungserwerb ausgeht und auf diese Leuchtorgane zuschwimmt in der Hoffnung, auf etwas Freßbares zu stoßen, wird selbst zur Beute. Die Leuchtorgane der Gattung *Linophryne* können direkt vor das Maul geklappt werden. Die Tastorgane melden das Nahen der Beute, das Licht wird ausgeschaltet und die Beute schwimmt direkt in das Maul. Die Zäh-

ten sie sich wieder auf und dringen in die Beute ein. Es gibt nur noch den Weg in den Magen, der seinerseits so eingerichtet ist, daß darin Beutetiere von der Größe des Jägers Platz haben. Also auch hier wieder eine Einrichtung, die es erlaubt, das geringe Angebot an Nahrung, auch wenn es in großer Menge auf einmal auftritt, voll auszunutzen. Obwohl die Zähne messerscharf sind, taugen sie nicht zum Kauen; denn die Kiefer bestehen nicht mehr aus fester Knochenmasse.

Der Tiefseeangler, *Ceratias*, kann seine Angel, die an einem langen Strahl hängt, weit vor seiner Schnauze leuchten lassen. Kommt eine Beute auf ihn zu, so wird die Angel langsam eingezogen bis sie unmittelbar vor der Schnauze hängt. Der große Kiemenbogen erlaubt es, eine große Menge Wasser mit einmal einzusaugen, so daß die Beute in das Maul gesogen wird. Schnelle Jäger sind die Tiefseefische nicht, aber geduldige, mit allen Mitteln ausgerüstete Angler.

1.



Das Licht nimmt mit der Wassertiefe ab. Doch gibt es auch in den tiefsten dunklen Schichten noch Leben. Fische der Tiefsee sind in Vitrine 306 ausgestellt. Wie meistern sie das Leben in der Dunkelheit?

Betrachte zunächst die Augen einiger Fische und vergleiche mit der nebenstehenden Zeichnung. Diese gibt an, wie das Licht mit zunehmender Tiefe abnimmt.

Vitrine 202

Dorn- und Katzenhai leben in 20 bis 400 m Wassertiefe.

Vitrine 206

Der große Rotbarsch und die Brachsenmakrele halten sich in etwa 600 m Tiefe auf.

Vitrine 204

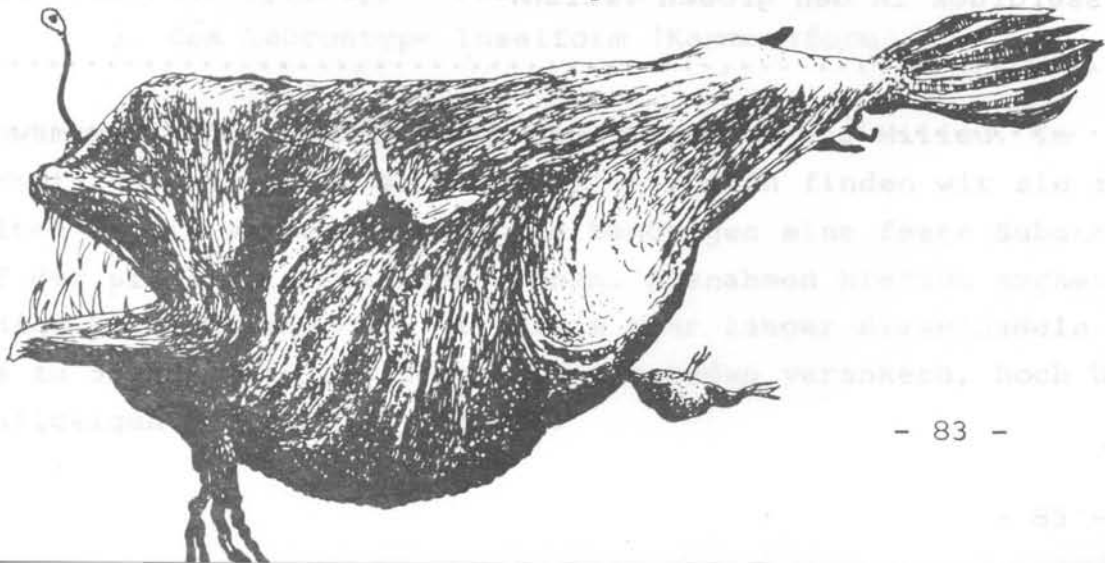
Der Grenadierfisch kommt bei etwa 800 m bis 1000 m Tiefe vor.

Vitrine 306

Bereiche unter 1000 m sind die Lebensbereiche von Teufelsangler und Tiefseeanlger.

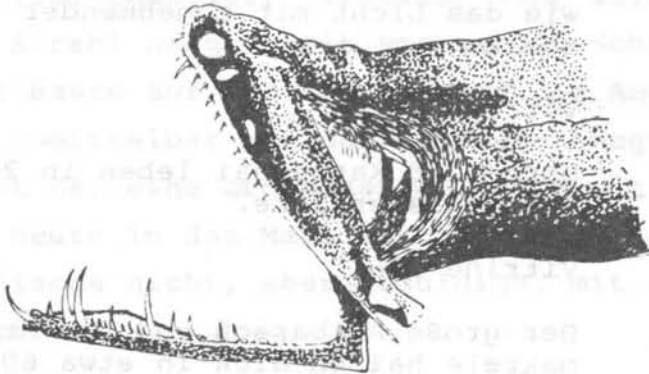
Was stellst Du fest? .....

2. Um Beute anzulocken, "zünden" bestimmte Arten Laternen an. Kannst Du diese bei einigen Arten erkennen?
3. Tiere, die sich nur im Dunkeln bewegen, haben besondere Tastorgane entwickelt. Wo sind diese hier abgebildet? Kreuze an!



4. In der Dunkelheit der Tiefsee wachsen keine Pflanzen. Das Nahrungsangebot ist äußerst gering. Tiere leben hier von Tieren. Blind oder fast blind können sie keine Beute jagen wie der Hai oder andere Raubfische. Sie sind deshalb geduldige Angler. Wenn sie aber eine Beute gepackt haben, dürfen sie diese nicht mehr verlieren.

Achte auf das Maul, die Fangzähne und vergleiche den Bauch von Tiefseefischen mit dem Bauch von Fischen aus oberen Wasserschichten (Vitrinen 202 - 207). Was stellst Du fest?



.....  
 .....  
 .....  
 .....

5. In der Tiefsee gibt es nur wenige Exemplare einer Art, so daß ein Männchen selten auf ein Weibchen trifft. Um dann das Weibchen nicht mehr zu verlieren, verwächst das wesentlich kleinere Männchen mit ihm für ein Leben lang. Ein gemeinsamer Blutkreislauf versorgt es mit Sauerstoff und Nahrung des Weibchens.

Wieviel miteinander verwachsene Pärchen sind ausgestellt? .....

Wo sind die Männchen angewachsen? (siehe auch Bild unter 3.!)  
 .....

6. Die hier ausgestellten Tiefseefische sind von Fischereifahrzeugen in oberen Wasserschichten lebend gefangen worden.

Wie gelangten diese Tiere dorthin? Bedenke den ungeheuren Wasserdruck in den großen Tiefen!

.....  
 .....



## Schwämme = Porifera

Der Schwamm ist eine einfache Tierform, bestehend aus einer Anzahl von Zellen mit verteilten Aufgaben. Ihm fehlt noch ein echtes Gewebe, doch verfügt er schon über einen Urmund, mit dem er sich festsetzt und über eine Auswurföffnung, Osculum genannt. Ein Teil der inneren Zellen verfügt über Geißeln, mit deren Hilfe das Wasser durch das Osculum ausgestrudelt wird, so daß frisches nahrungsreiches Wasser durch die kleinen, äußerlich oft unsichtbaren Poren nachdringen kann.

Eine Zellgruppe entnimmt dem Wasser Nahrung und gibt sie weiter, andere Zellen bauen die Nadeln oder das Spongin auf, das den Schwamm stützt, oder sorgen für die Nachkommenschaft. Die Nahrung der Schwämme besteht aus kleinen Meerestieren und anderem kleinen organischen Material.

Die reifen Keimzellen werden abgestoßen, verbinden sich im Wasser und bilden eine Larvenform (Blastula), die sich danach festsetzt.

Als Stütze dieser Zellkolonie werden Nadeln - Skleriten - aufgebaut, die je nach Schwammordnung entweder aus Kalziumkarbonat bei den Kalkschwämmen oder aus Silizium bei den Kiesel- und Glasschwämmen aufgebaut werden.

Eine andere Schwammordnung, die Hornschwämme, haben ihr stützendes Skelett aus einem schwefelhaltigen Protein - dem Spongin - errichtet. Schwämme sind in ihrer Form sehr variabel, doch haben sich alle aus drei Grundtypen entwickelt.

1. dem Ascontyp = Schlauchform
2. dem Sycontyp = Feigenform
3. dem Leucontyp = Inselform (Kammernform).

Schwämme stellen besondere Anforderungen an ihr Milieu. In schmutzigem Wasser gedeihen sie nicht, doch finden wir sie in kalten wie in warmen Meeren. Sie benötigen eine feste Substanz, auf der sie sich festsetzen können. Ausnahmen hiervon machen nur einige Glasschwämme, die mit Hilfe sehr langer Kieselnadeln (oft bis zu 50 cm), die sie fest im Meeresboden verankern, hoch über schlickigen Meeresböden thronen.

Kalkschwämme leben nur in flachen Meeresgebieten, in Tiefen bis zu 100 Meter. Selten werden sie größer als 5 cm. Dagegen leben die Kieselschwämme in allen Meeresgebieten und -tiefen. Kieselschwämme von 50 cm Durchmesser sind im Nordatlantik keine Seltenheit.

Von den in großen Tiefen vorkommenden Glasschwämmen finden wir ein Exemplar im Nordmeerraum und ein Exemplar im großen Saal aus der japanischen Tiefsee. An beiden Exemplaren kann man erkennen, wie die Kieselnadeln eng miteinander verwachsen sind und dadurch ein glasartiges Aussehen erhalten.

Im Nordmeersaal finden wir zwei Vitrinen mit Schwämmen aus der Nordsee oder dem Nordmeer. Auf den ersten Blick erkennen wir, daß die vorherrschende Schwammart Kieselschwämme sind. Von den Hornschwämmen finden wir lediglich eine Art in den nördlichen Meeren, den Badeschwamm "*Spongia officinalis*". Offiziell, weil man sie in früheren Zeiten verbrannt hat, um der Asche Jod zu entnehmen. Bis zu 17 % Jod kann in der Trockenmasse enthalten sein.

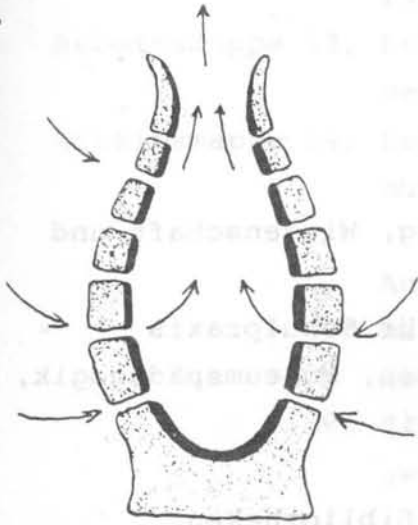
Wirtschaftliche Bedeutung haben nur die Hornschwämme, die als Badeschwamm oder Industrieschwämme Verwendung finden, aber immer mehr von billigeren künstlichen Schwämmen vom Markt verdrängt werden.

Im großen Saal sind noch eine Reihe von Tiefseeschwämmen ausgestellt und einige Vertreter der Hornschwämme, aufgearbeitet für den menschlichen Gebrauch.

Einwandfrei nachgewiesen werden konnte noch nicht, ob die Schwämme anderen Tieren als Nahrung dienen. Fraßspuren von Schnecken fanden wir an der Oberfläche von Schwämmen, und die "Seefeige" wurde schon in Mägen von Fischen gefunden. Man weiß aber noch nichts darüber, ob die Schwammfresser diese stachelige Nahrung dauerhaft überstehen.

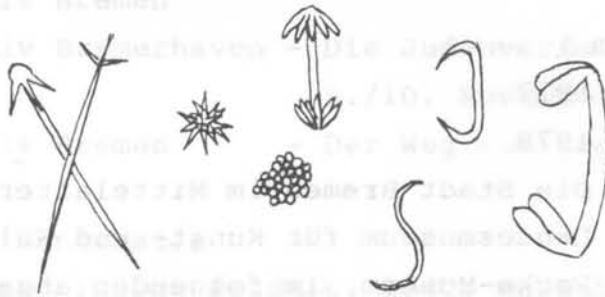
Zum Thema Schwämme befindet sich im Museum eine Schwammammlung aller Typen, darunter auch aufgeschnittene Schwämme. Handmaterial kann zur Verfügung gestellt werden.

1.



Die Zeichnung zeigt den Längsschnitt durch den Grundbauplan eines Schwammes. Geißelzellen an der Innenwand des Hohlraumes verursachen die durch Pfeile angedeutete Wasserströmung, die dem gesamten Schwamm Sauerstoff und den Freßzellen im Inneren Nahrungsteilchen zuführt. Durch zahlreiche Sprosse wächst der Schwamm zu einem porigen Gebilde heran, an dem man die feinen Eintrittsöffnungen des Wasserstromes mit dem bloßen Auge gar nicht erkennen kann. Die großen Austrittsöffnungen sind aber deutlich sichtbar.

2. Das Skelett des Badeschwammes, des Pferdeschwammes und des Levantinerschwammes besteht aus Horn. Die Skelette anderer Arten sind aus Kalk, Kieselsäure oder Glas aufgebaut. Diese Stoffe bilden Nadeln, die dem Schwamm Festigkeit geben.



3. Der Gießkannenschwamm hat ein besonders schönes Glasskelett. Versuche, ein paar Maschen zu zeichnen. (Vitrine 114)

4. Im 1. Saal findest Du auch einen vollständigen Glasschwamm. Er gleicht einem Kaktus. Wo ist hier die Austrittsöffnung des Wassers?
- .....

5. Glasschwämme können sich mit langen Fasern im Meeresboden verankern. Bei drei Exemplaren sind diese Fasern gut zu erkennen. Zwei dieser Schwämme stehen auf dem Kopf. Durch die sie tragende Glasscheibe kannst Du die Austrittsöffnung erkennen.



## HINWEIS AUF BISHER ERSCHIENENE VERÖFFENTLICHUNGEN

- Die Reihen "Schule und Museum" (A)
- "Schule und Archiv" (B)
- "Schule und Kunsthalle" (C)
- "Schule und Bibliothek" (D)

werden herausgegeben vom Senator für Bildung, Wissenschaft und Kunst. Der Redaktion gehören an  
Regina Bruss, Wissenschaftliches Institut für Schulpraxis  
Dr. Heide Grape-Albers, Referentin für Museen, Museumspädagogik,  
Kulturpädagogik (seit 1981)  
Gernot Lückert, Referent für Lernplanung  
Luise Preuß-Braun, Referentin für Archive, Bibliotheken,  
Literatur (seit 1981)

Verzeichnis der bereits erschienenen Arbeitsmappen in den Reihen  
A bis D:

- A Schule und Museum
  - Arbeitsmappe 1, 1977
  - Arbeitsmappe 2, 1978
  - Arbeitsmappe 3, Die Stadt Bremen im Mittelalter, 1979 (Bremer Landesmuseum für Kunst- und Kulturgeschichte, Focke-Museum, im folgenden abgekürzt: BLM)
  - Arbeitsmappe 4, Die Entwicklung des Bremischen Stadtbildes im Mittelalter, 1979, BLM
  - Arbeitsmappe 5, Die Zigarrenmacher in Bremen, 1979, BLM
  - Arbeitsmappe 6, Lebensraum "Meer", 1979, Nordseemuseum Bremerhaven
  - Arbeitsmappe 7, Vor- und Frühgeschichte, Teil I, Jäger, Sammler und frühe Bauern, 1979, BLM
  - Arbeitsmappe 8, Vor- und Frühgeschichte, Teil II, Seßhafte Bauern, Hirten und Kupferschmiede, 1980, BLM
  - Arbeitsmappe 9, Vom Korn zum Brot. Die Mühle in Oberneuland. Vom bäuerlichen Brotbacken, 1980, BLM
  - Arbeitsmappe 10, Womit Kinder früher spielten. Altes Spielzeug im Haus Riensberg, 1980, BLM
  - Arbeitsmappe 11, Lebensraum "Meer". Evolution der Wale, 1984, Nordseemuseum Bremerhaven

- Arbeitsmappe 12, Lebensraum "Meer". Gliederfüßler-Krebse,  
1980, Nordseemuseum Bremerhaven
- Arbeitsmappe 13, Lebensraum "Meer". Fische, 1982, Nordseemu-  
seum Bremerhaven
- Arbeitsmappe 14, Lebensraum "Meer". Evolution, 1982, Nordsee-  
museum Bremerhaven

Außerdem erschienen in der Reihe Unterrichtsmaterialien für die Schulpraxis, Institut für Lehrerfortbildung, Pädagogische Arbeitsstelle Bremerhaven "Didaktische Materialien zum Angebot im Nordseemuseum", 1980-1983

B Schule und Archiv

- Arbeitsmappe 1, Staatsarchiv Bremen und Staatsarchiv Bremer-  
haven, 1979

Materialien zur Reihe Schule und Archiv:

Staatsarchiv Bremen

Staatsarchiv Bremerhaven - Die Judenverfolgung am  
9./10. November 1938, 1978

Staatsarchiv Bremen - Der Weg zum Grundgesetz, 1979

C Schule und Kunsthalle

Arbeitsmappe 1, Das Bildnis, 1980, Kunsthalle Bremen

Arbeitsmappe 2, Bilder erzählen Geschichten. Das Historien-  
bild, 1982, Kunsthalle Bremen

D Schule und Bibliothek

Arbeitsmappe 1, Die Stadtbibliotheken in Bremen und Bremerha-  
ven, 1981

Bezugsquellen: Senator für Bildung, Wissenschaft und Kunst (Rem-  
bertiring 8-12, 2800 Bremen 1) und die jeweiligen  
Einrichtungen