

Teil 1: Allgemeiner Teil: Das Ökosystem Meer

1 Lebensraum Meer

Entstehung der Weltmeere; Dimensionen; Geografie
Meerestypen; Gliederung der Lebensräume

2 Betreibende Kräfte

Bewegung des Wasserkörpers; Licht; Sedimentation;
Temperatur; Salinität

3 Das Europäische Mittelmeer

Geologie; Entstehung; Biogeografie; Hydrologie;
anthropogene Einflüsse

4 Lebensformtypen

Substratbeziehungen; Lebenszyklen; Fortbewegung; Ernährung

Teil 2: Spezieller Teil: Das Ökosystem Adria

5 Lebensräume & Lebensgemeinschaften

Das Litoral felsiger und sandiger Küsten

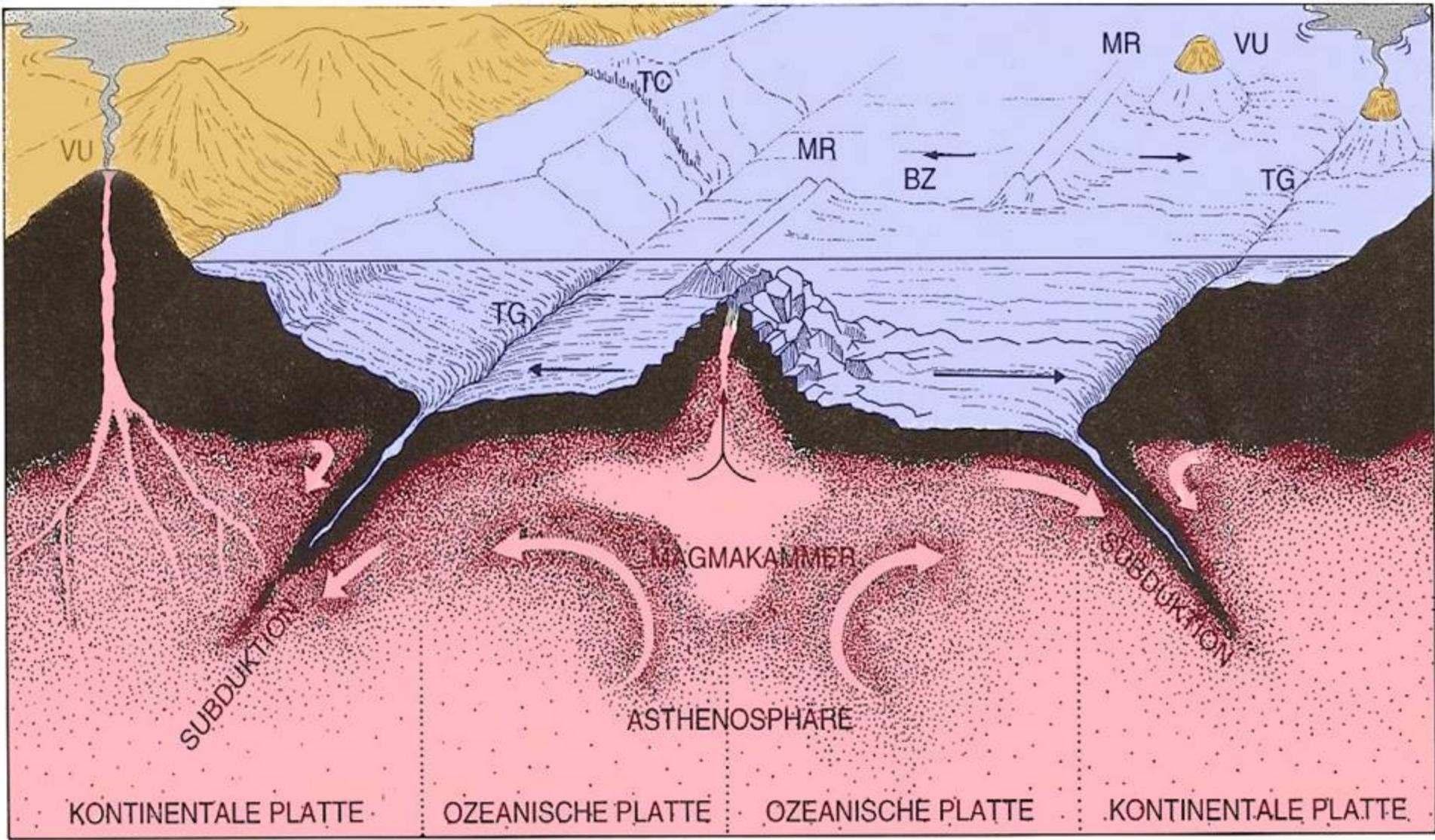
6 Meeresorganismen (Formenkunde)

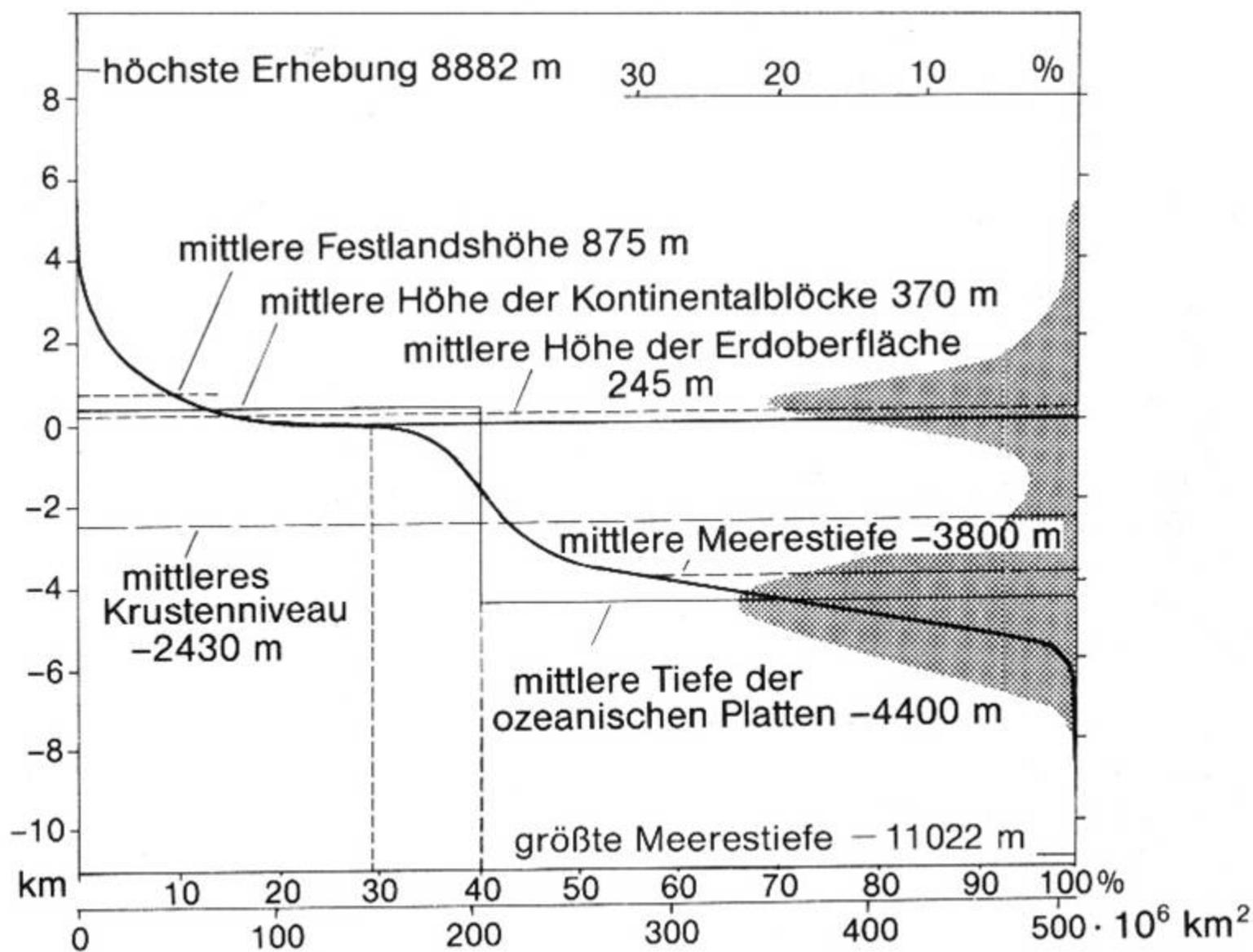
Empfehlenswerte Basisliteratur



Teil I – Allgemeiner Teil
Das Ökosystem Meer







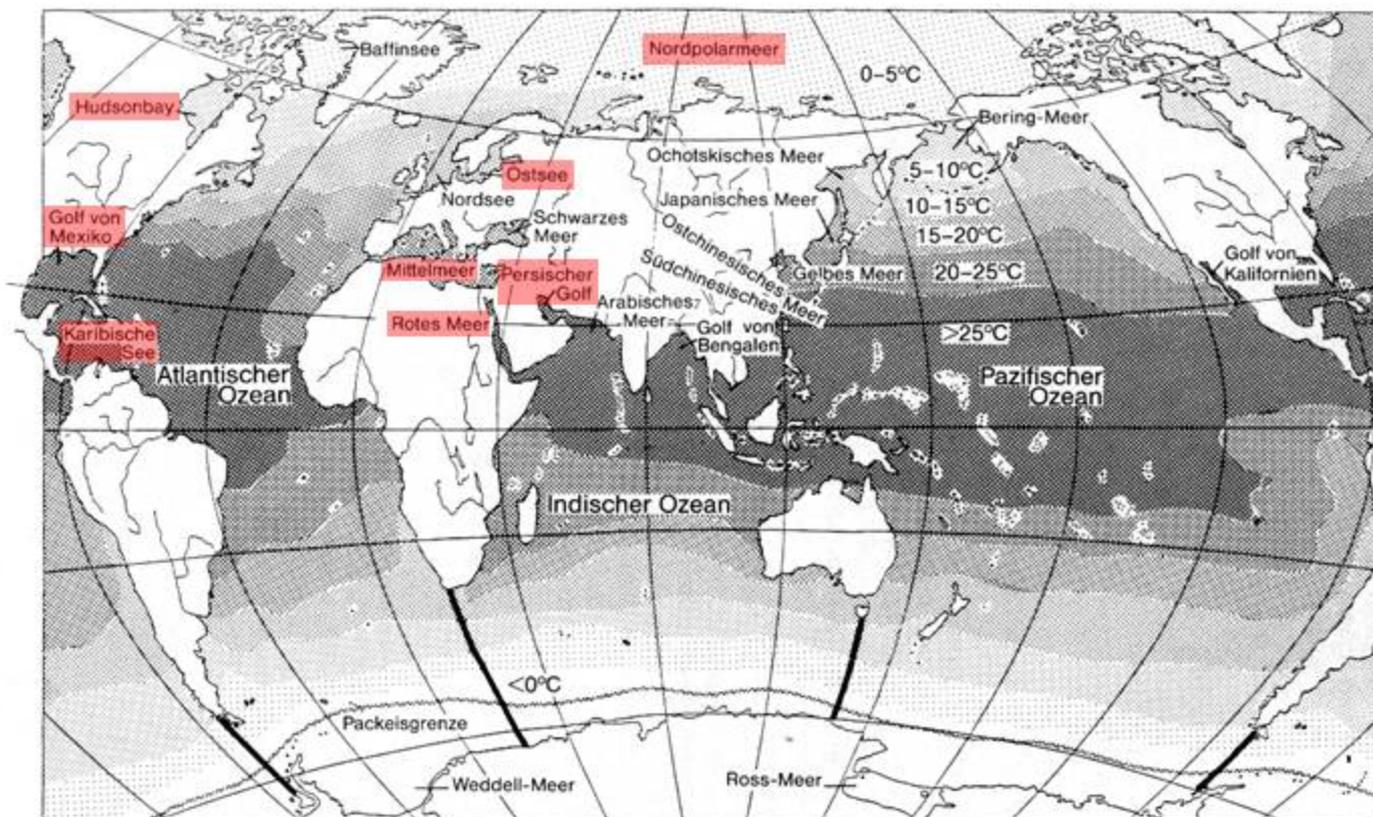
Das Weltmeer: Zwischen den 5 Kontinenten als eine Reihe von mehr oder weniger auffällig getrennten Becken.

Einteilung der Royal Geographical Society in London (1846):

1) 3 **OZEANE**: Wasserflächen, die sich zwischen den Kontinentalschollen Eurasiens, Afrikas, Amerikas, Australiens und der Antarktis ausdehnen



- 2) 9 **RANDMEERE**: Von den Ozeanen in die Kontinente vorstehende Buchten, deren Verbindung mit dem angrenzenden Ozean breit und offen geblieben sind. Randmeere sind oft von einzelnen Inseln oder ganzen Inselketten abgegrenzt.
- 3) 7 **MITTELMEERE**: Becken die durch ausgesprochene Meerengen von den Ozeanen abgesondert sind (siehe Grafik unten)



Flächen und Tiefen der Ozeane und Meere
(O = Ozean, M = Mittelmeer, R = Randmeer)

Geographische Bezeichnungen		Fläche in km ²	approx. Vol. in km ³	Tiefen in m	
				mittl.	max.
A. Atlantischer Raum		106 460 000	354 734 000	3332	9219
1. Atlantischer Ozean (Atlantik)	O	82 440 000	323 610 000	3926	9219 (1)
2. Arktisches Eismeer (arkt. Mittelmeer)	M	14 090 000	16 980 000	1205	5449
3. Hudson Bay	M	1 233 000	160 000	128	218
4. Amerikanisches Mittelmeer (Karibisches Meer und Golf von Mexiko)	M	4 320 000	9 570 000	2216	7448
5. Europäisches Mittelmeer	M	2 505 000	} 4 240 000	1429	5121 (2)
6. Schwarzes Meer	R	461 000		94	2245
7. Nordsee	R	600 000		55	665 (3)
8. Ostsee (Baltische See)	M	420 000	20 000		459
Übrige Bereiche		391 000	100 000		
B. Indischer Raum		74 120 000	291 940 000	3897	7724
9. Indischer Ozean	O	73 440 000	291 720 000	3963	7450 (4)
10. Persischer Golf	M	240 000	10 000	25	84
11. Rotes Meer	M	440 000	210 000	491	2359
C. Pazifischer Raum		174 864 000	727 700 000	4028	11033
12. Pazifischer Ozean (Pazifik)	O	165 250 000	707 560 000	4282	11033 (5)
13. Beringmeer	R	2 269 000	3 259 000	1437	5091
14. Ochotskisches Meer	R	1 528 000	1 279 000	838	3379
15. Japanisches Meer	R	1 008 000	1 361 000	1350	4225
16. Gelbes Meer	R	1 243 000			91
17. Ostchinesisches Meer	R	1 248 000	235 000	188	2719
18. Südchinesisches Meer	R	2 318 000			5559
Übrige Bereiche	R	6 917 000	11 477 000		

(1) Milwaukee-Tief im Puerto-Rico-Graben; (2) Kap Matapan; (3) Skagerrak; (4) Planet-Tief im Sunda-Graben; (5) Vitiaz-Tief im Marianengraben.

Die Meere stellen **ein Kontinuum** dar

Aber: Unterschiedliche Artenzusammensetzungen

Unterschiedliche lokale Verhältnisse

Definition von Meerestypen ist wenig zufriedenstellend

Wechselbeziehungen zw. MEER und LAND

Nordhalbkugel: Land : Meer = 1 : 1

Südhalbkugel: Land : Meer = 1 : 8

Wechselwirkungen: - Klima
- Wasserregime

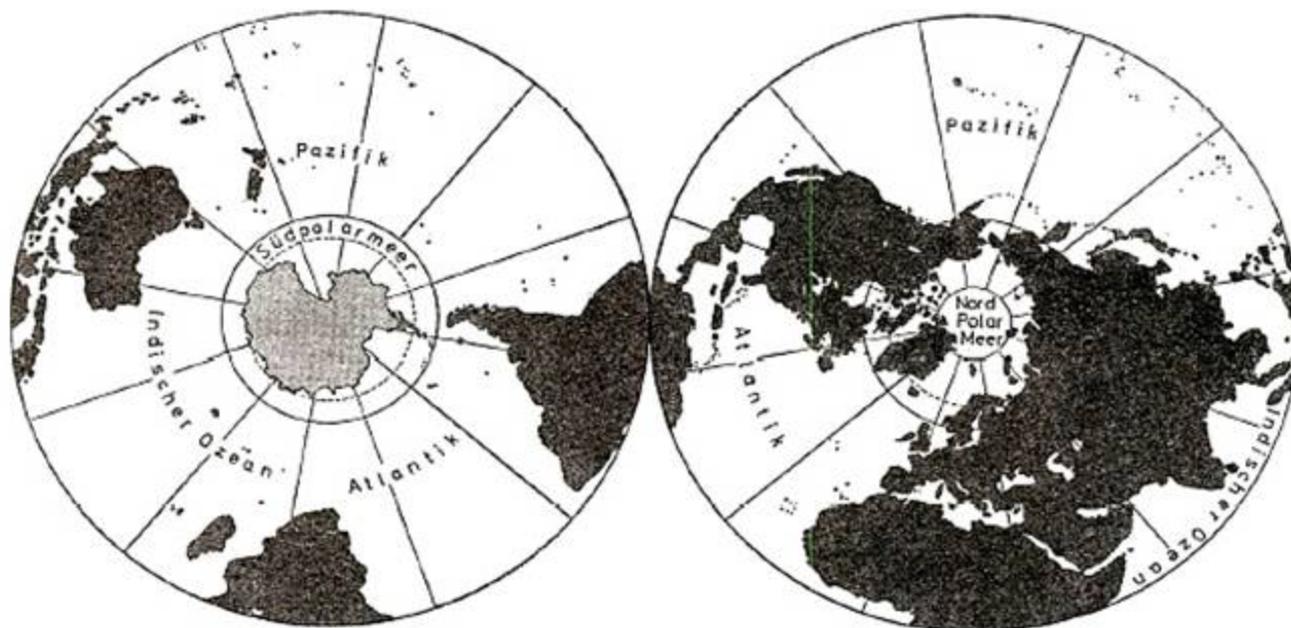
Wechselbeziehungen zw. den Ozeanen (mit Beispielen)

- Austausch von Wassermassen ist unterschiedlich
- Tiefen- und Bodenwasser aller Ozeane stammt im wesentlichen aus der Arktis und der Antarktis
- Antarktisches zirkumpolares Wasser mit seinen atlantischen und indischen Komponenten dringt in den Pazifischen Ozean vor.
- Barrieren gegen den vollständig freien Austausch der Fauna und Flora:
Temperatur, Tiefe, Druck, Bodenbeschaffenheit, Nahrungsangebot

Sogar **Meere auf der selben geografischen Breite** oder im selben Klimagürtel unterscheiden sich erheblich. Ursachen liegen zum Beispiel in der Verteilung der Kontinente und Inseln, die die Meeresströmungen beeinflussen und teils durch den Verlauf der Tiefseegräben und untermeerischen Rücken.

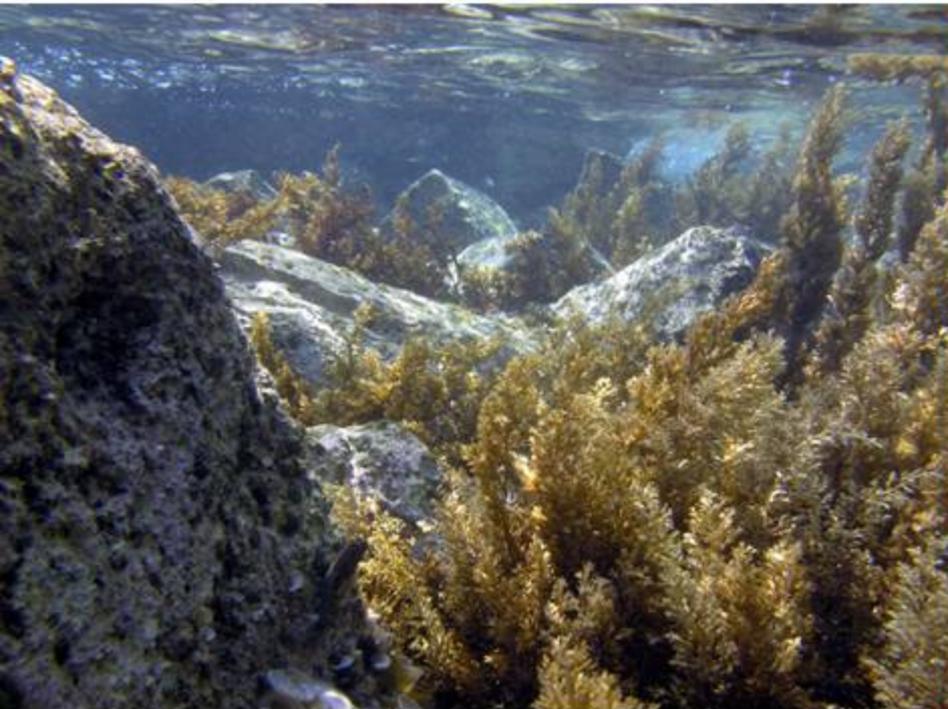
Nordpolarmeer: Im Süden ringsum von Land umgeben

Südpolarmeer: Rings um einen Kontinent und nach Norden offen zu den Ozeanen



Ein Beispiel:

Unterschiedliche Lebensgemeinschaften in der oberen Starklichtzone an der Küste auf Grund unterschiedlicher jahreszeitlicher Hydrodynamik



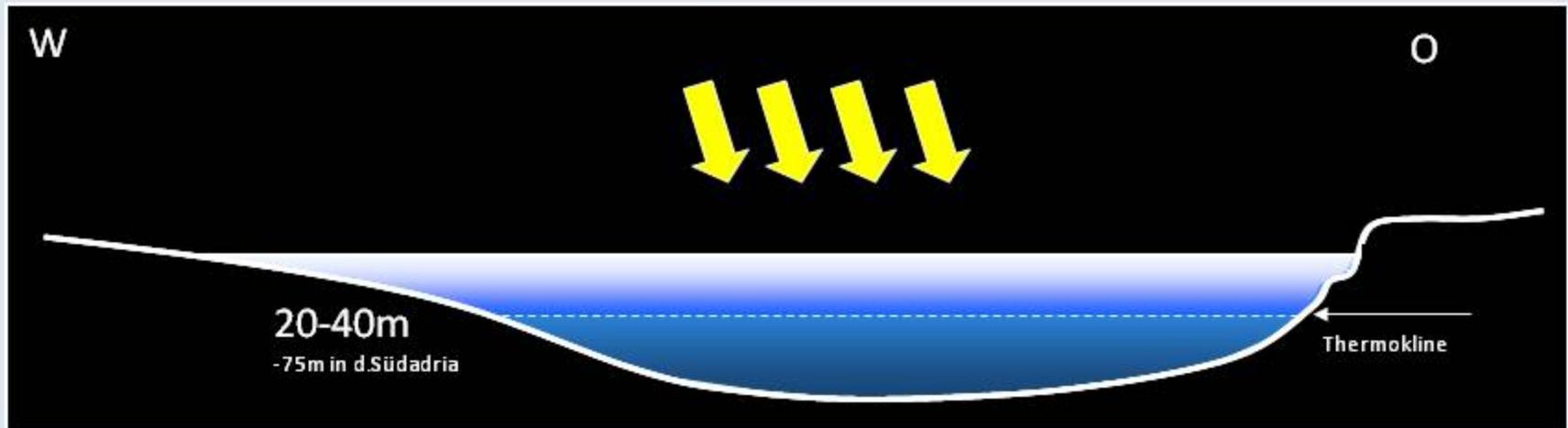
Fotos: G. Gretschel

Felsiger Boden mit Algenbewuchs.
Nordadria – Subtropisch, gemäßigtes Klima

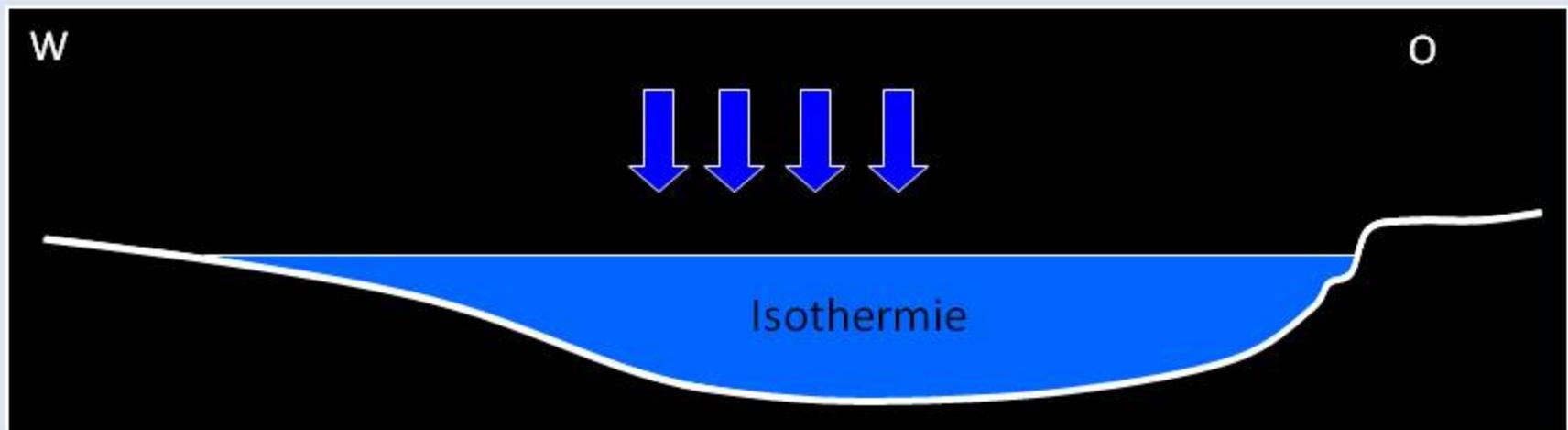
Korallenriff. Rotes Meer
Tropisches Klima

Jahreszeitliche Hydrodynamik – am Beispiel der Adria

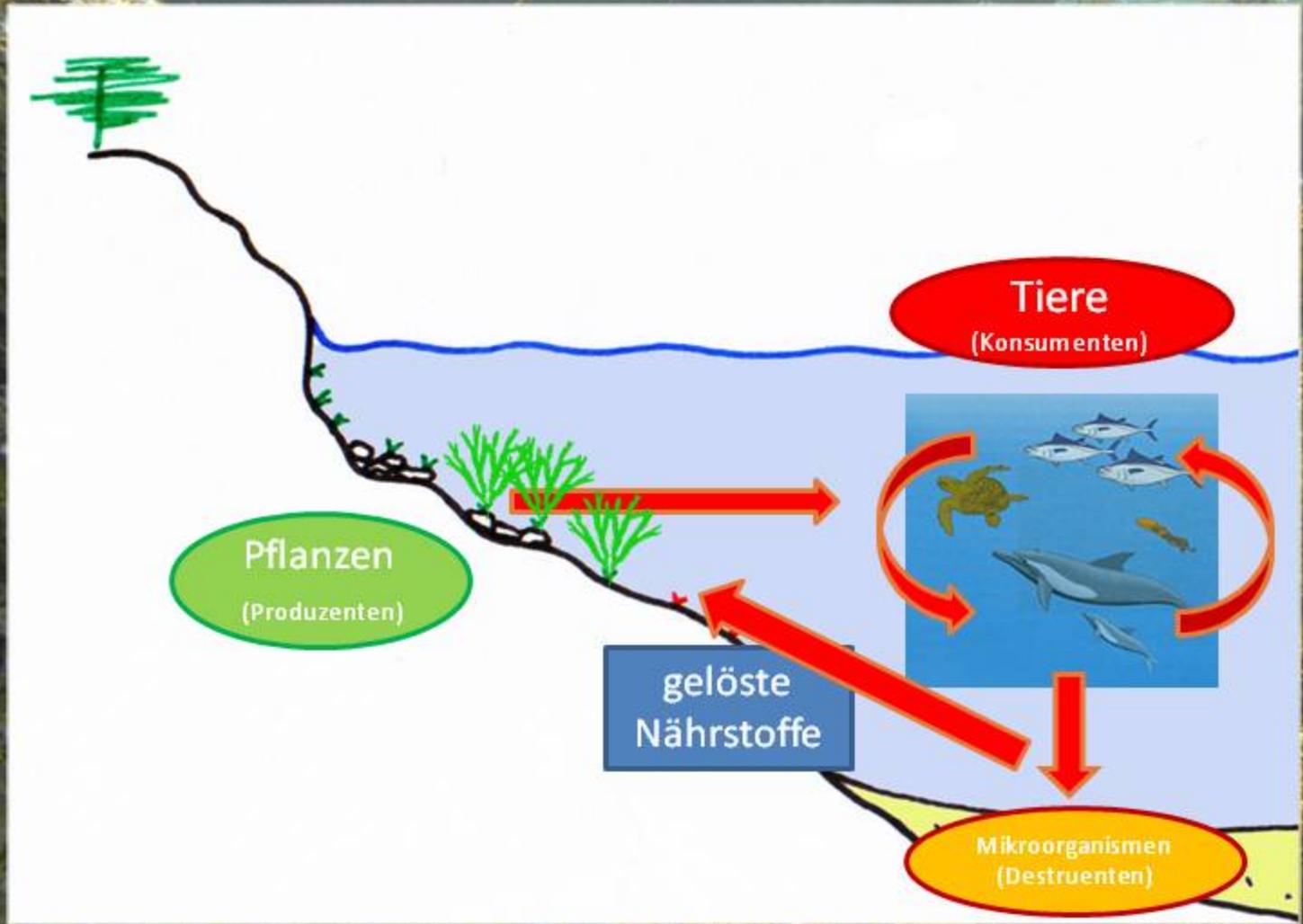
Sommer



Winter

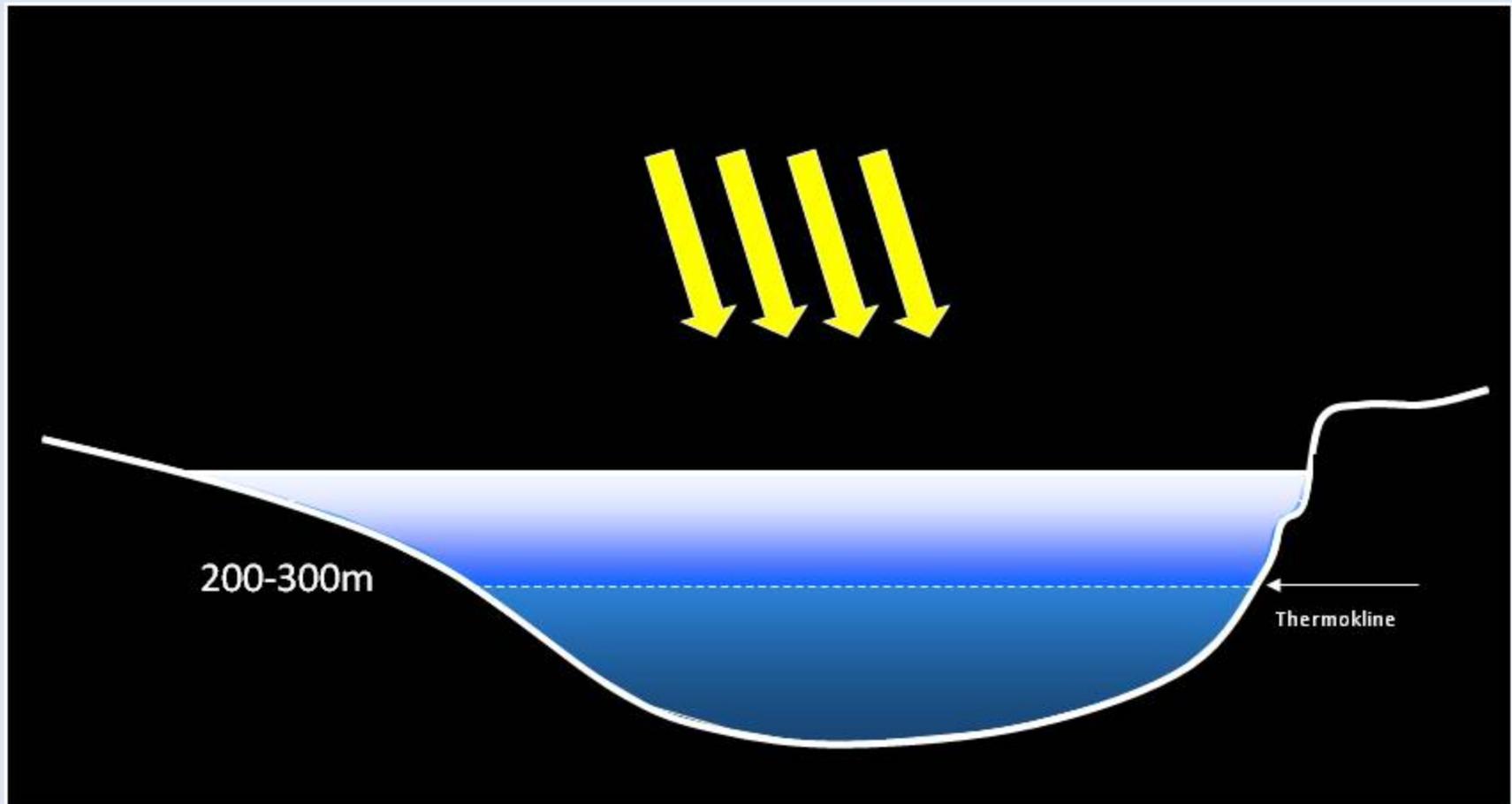


Auswirkungen auf die Küstenlebensgemeinschaften

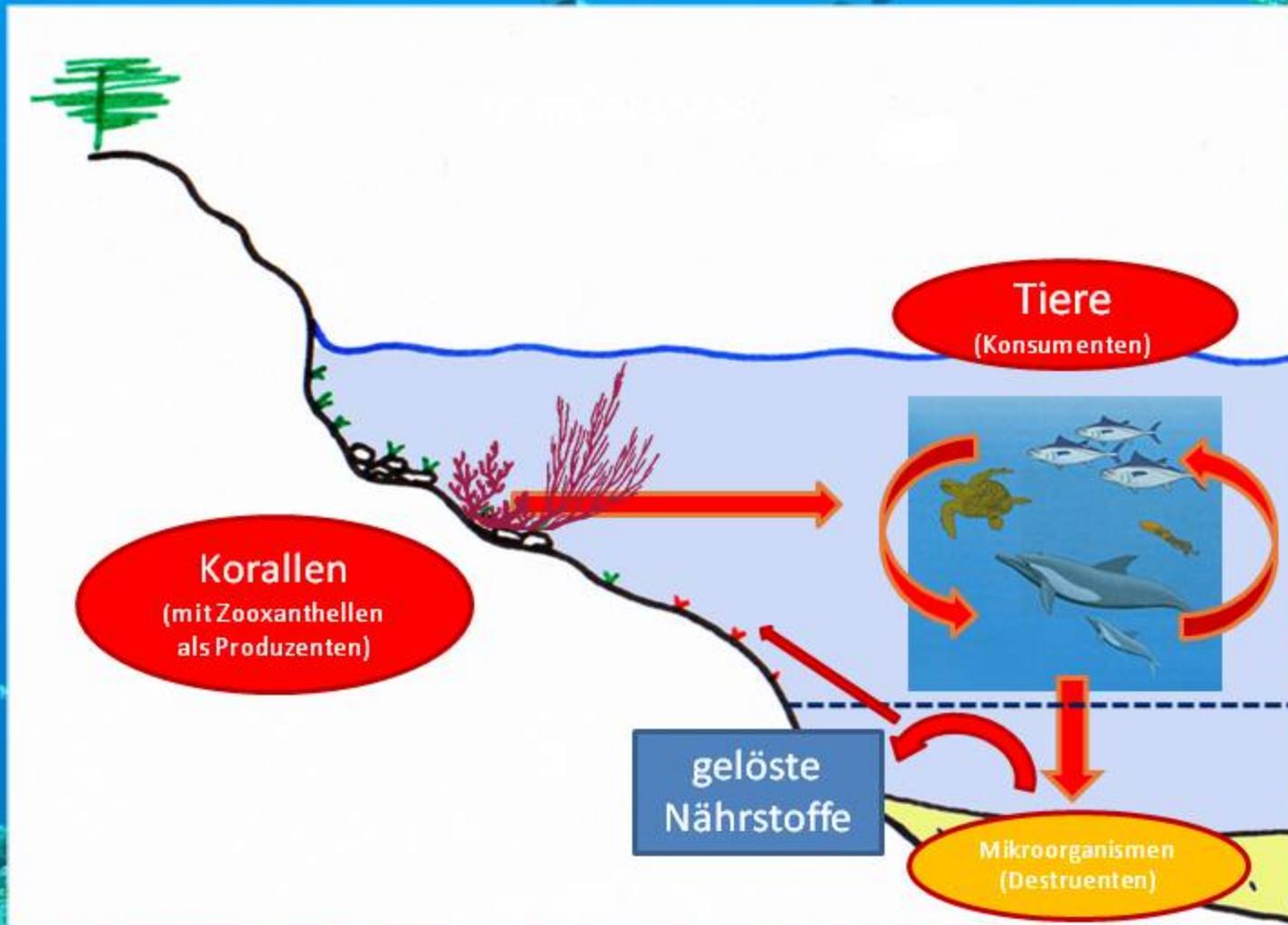


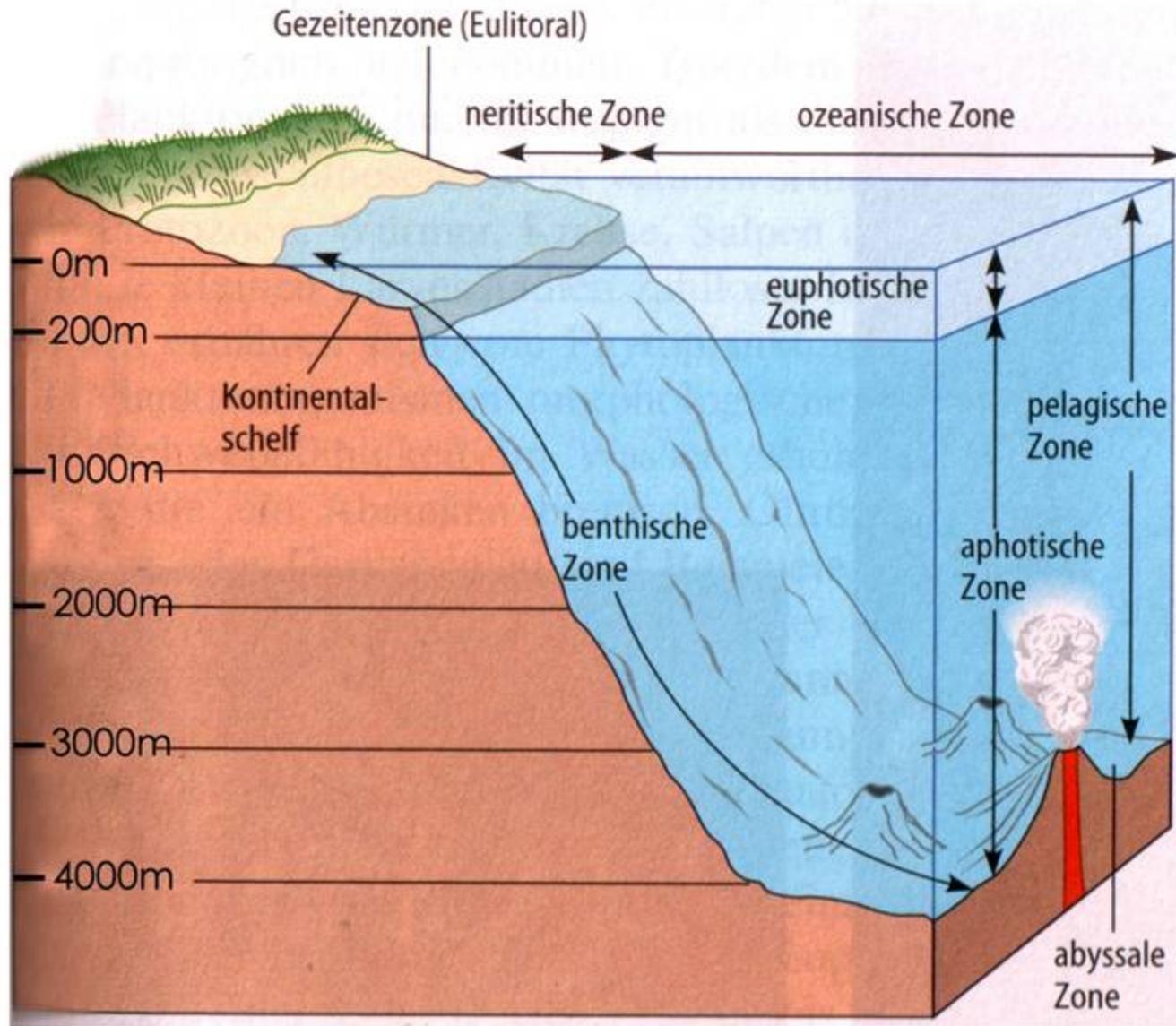
Jahreszeitliche Hydrodynamik – Meer im tropischen Klimagürtel

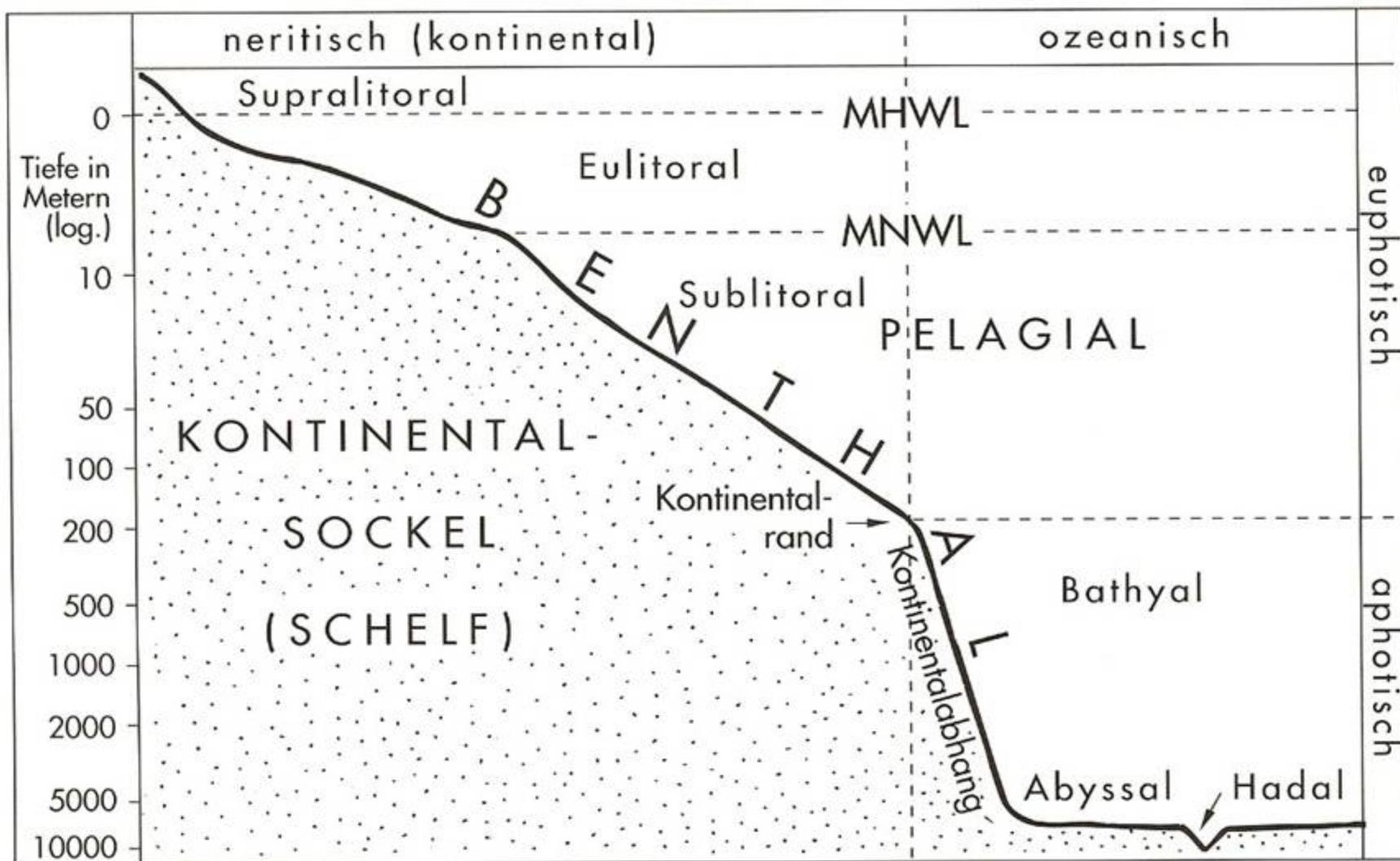
Das ganze Jahr starke
Sonneneinstrahlung



Auswirkungen auf die Küstenlebensgemeinschaften







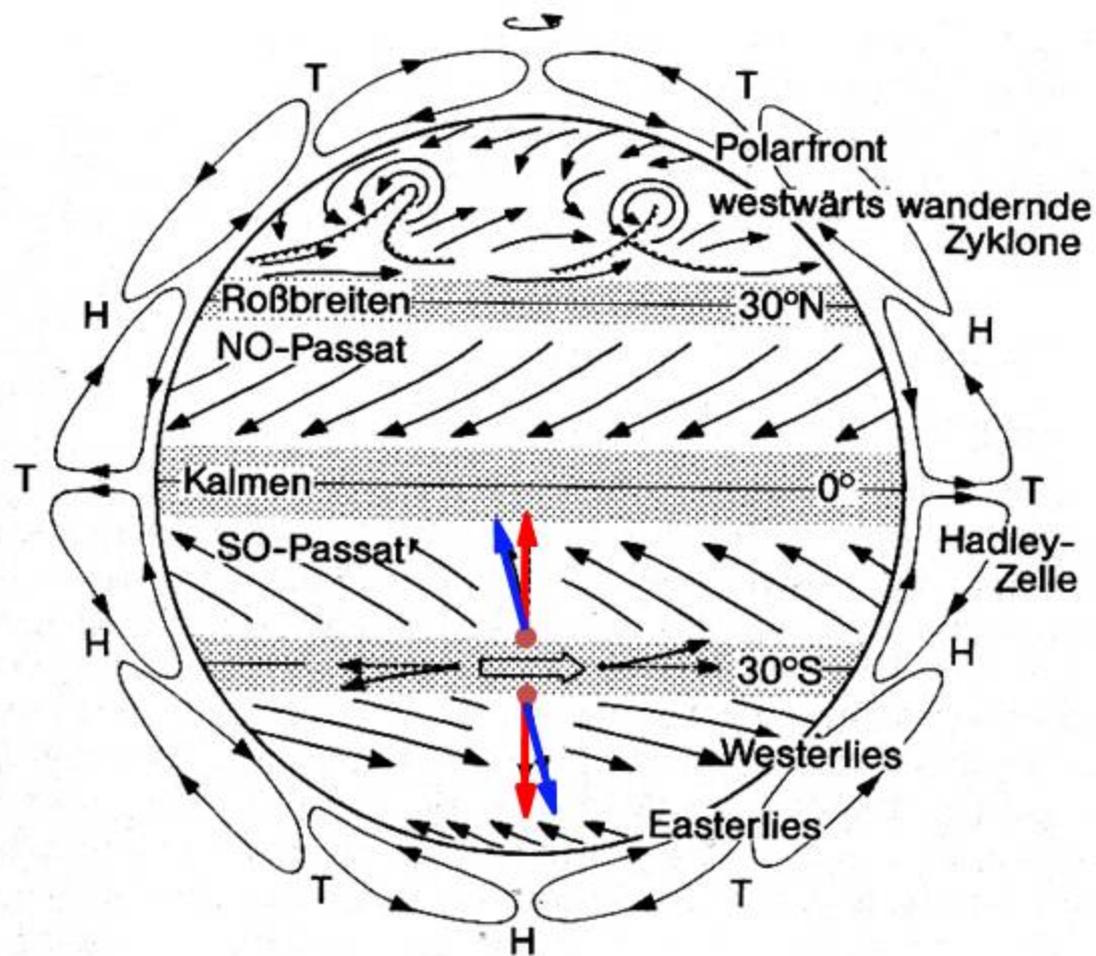
Vertikale Gliederung des marinen Lebensraumes.

(MHWL = Mittlere Hochwasserlinie, MNWL = Mittlere Niedrigwasserlinie)

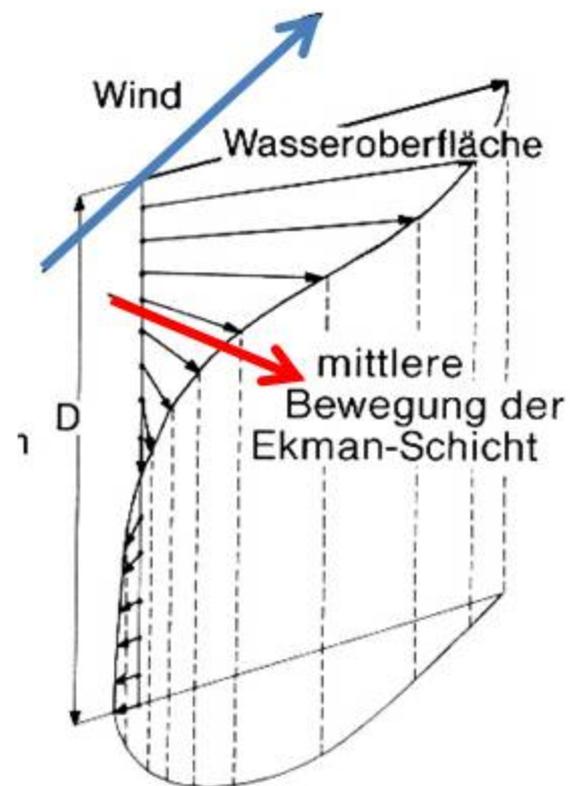
Der bewegte Wasserkörper



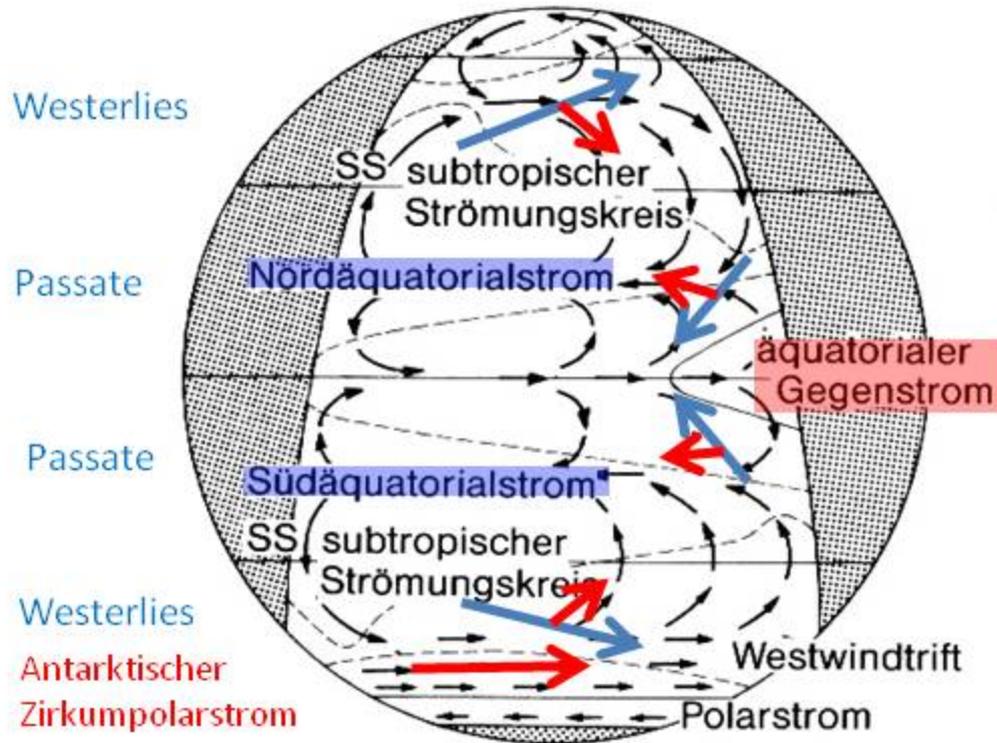
Luftzirkulationen der Atmosphäre (Winde)



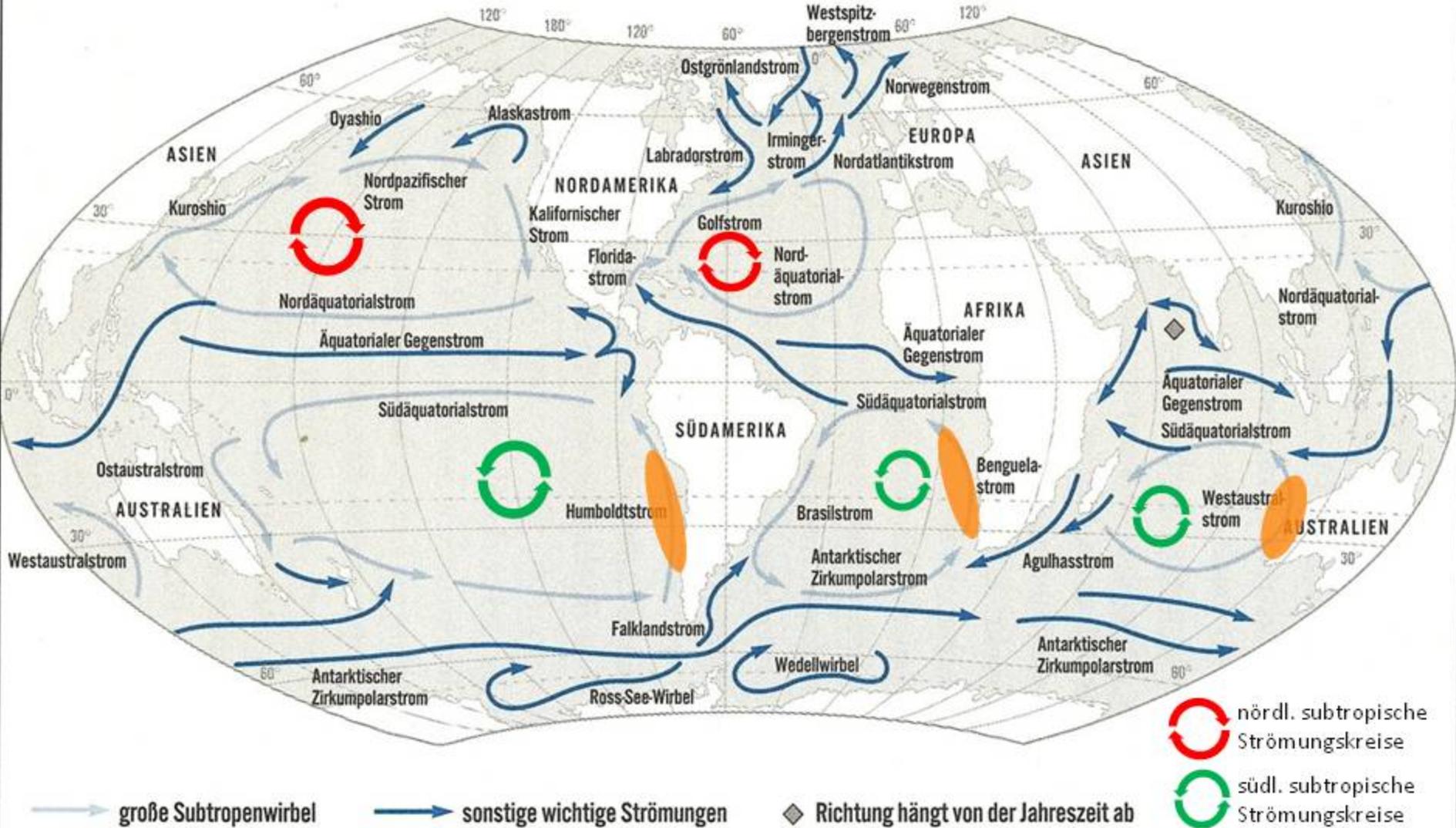
Windgetriebene Wasserschicht an der Oberfläche (Ekman Schicht)

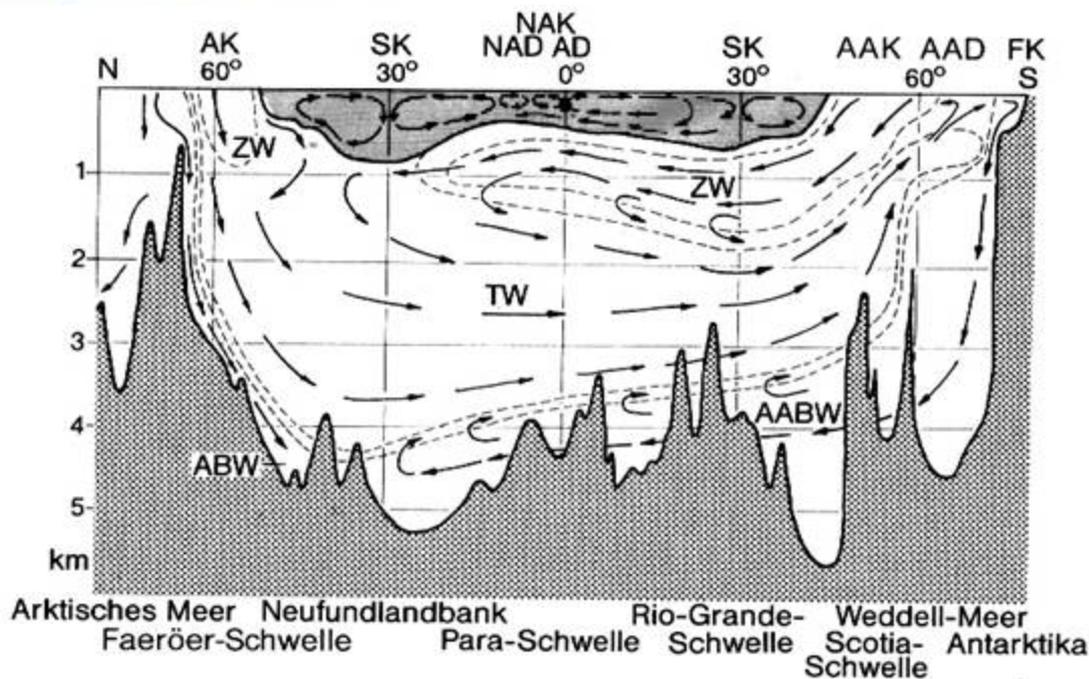


Blaue Pfeile Windrichtungen
 Rote Pfeile Wasserbewegung



Meeresströmungen

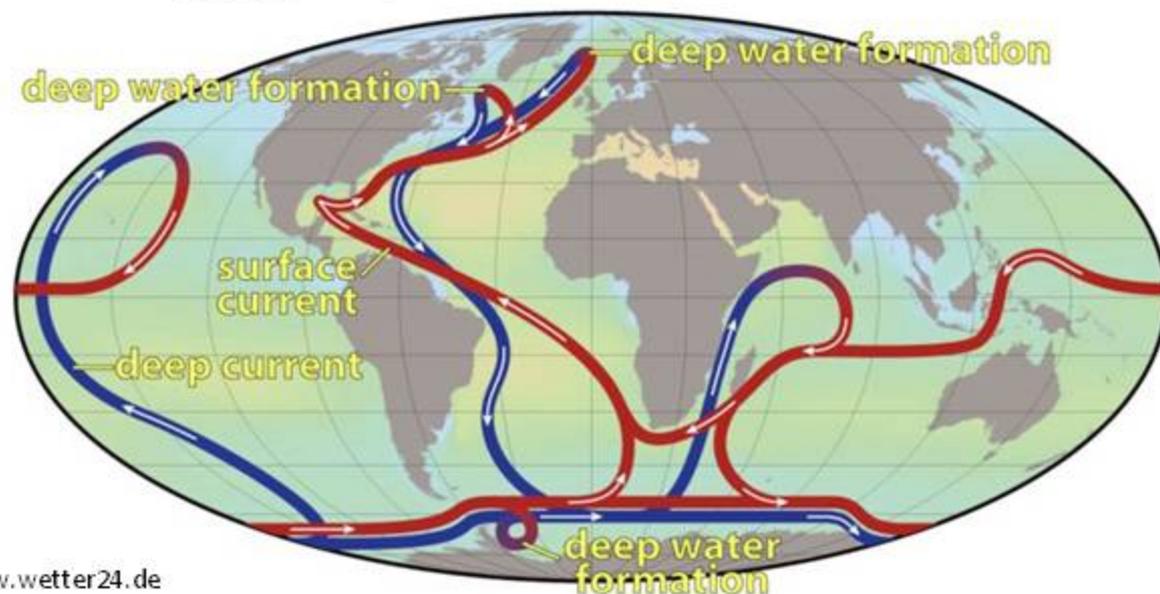




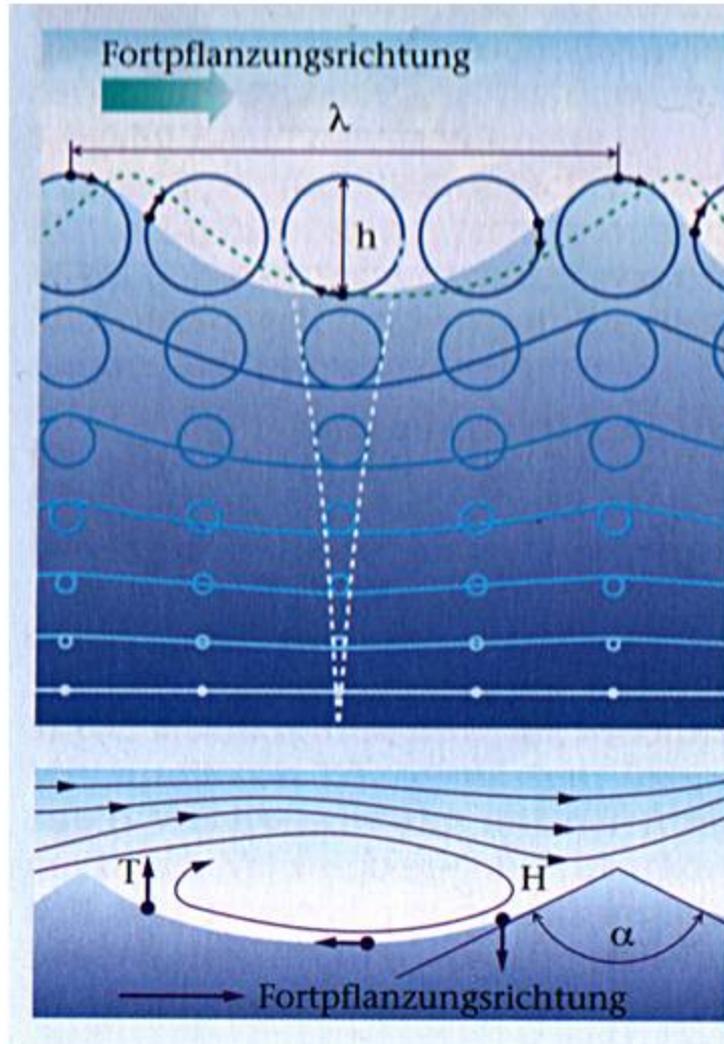
AAD = Antarktische Divergenz
 AK = Arktische Konvergenz
 AAK = Antarktische Konvergenz
 SK = Subtropische Konvergenz
 AD = Äquatoriale Divergenz

aus J. Ott

Das "conveyor-belt"-Modell von Gordon (1986) und Broecker (1987) faßt bekannte ozeanographische Strömungsmuster an der Oberfläche des Ozeans und in der Tiefe als Bestandteile eines globalen und in sich geschlossenen thermohalin angetriebenen Strömungskreislaufs auf.



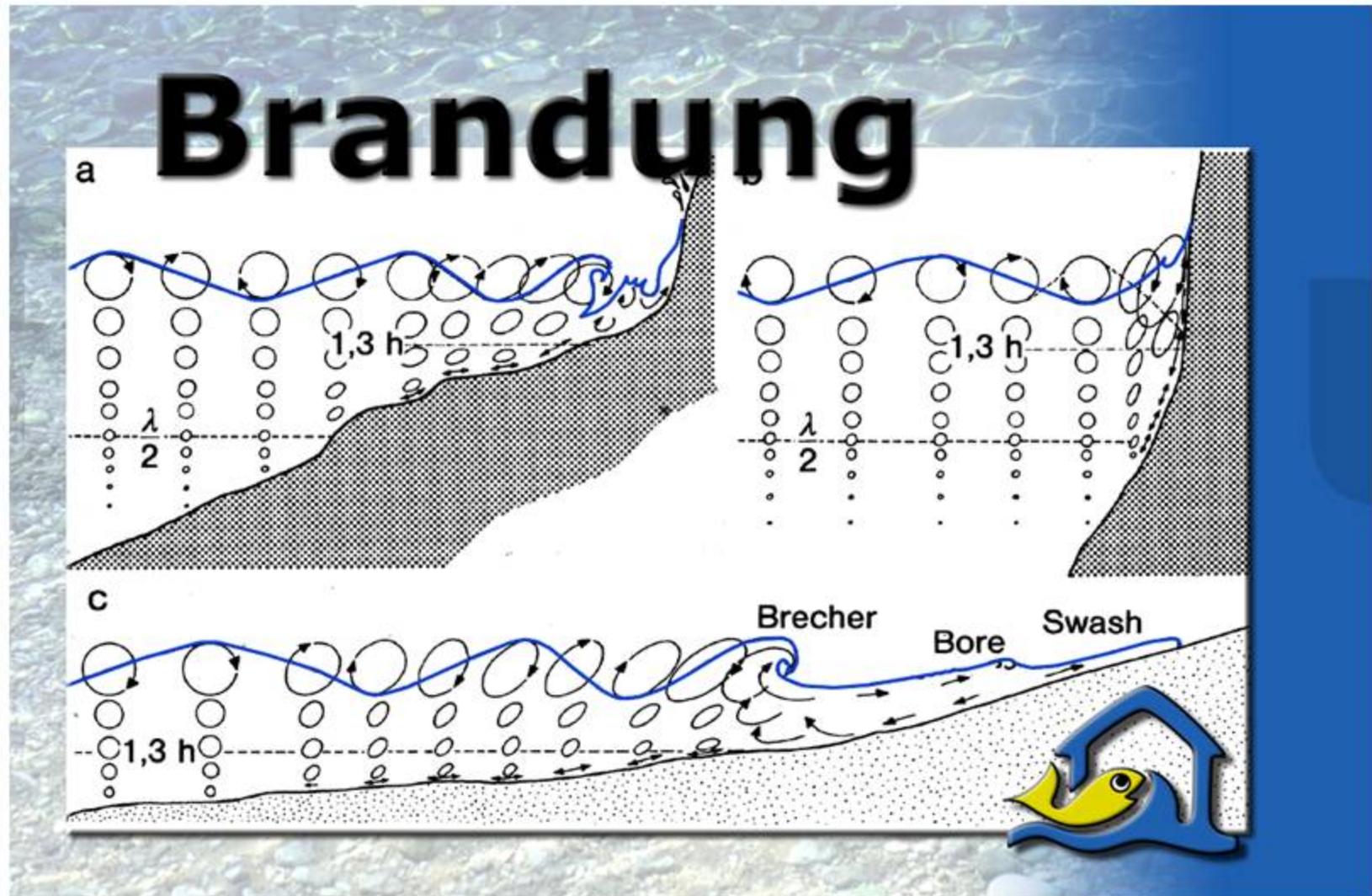
Das Prinzip der Wellenbewegung

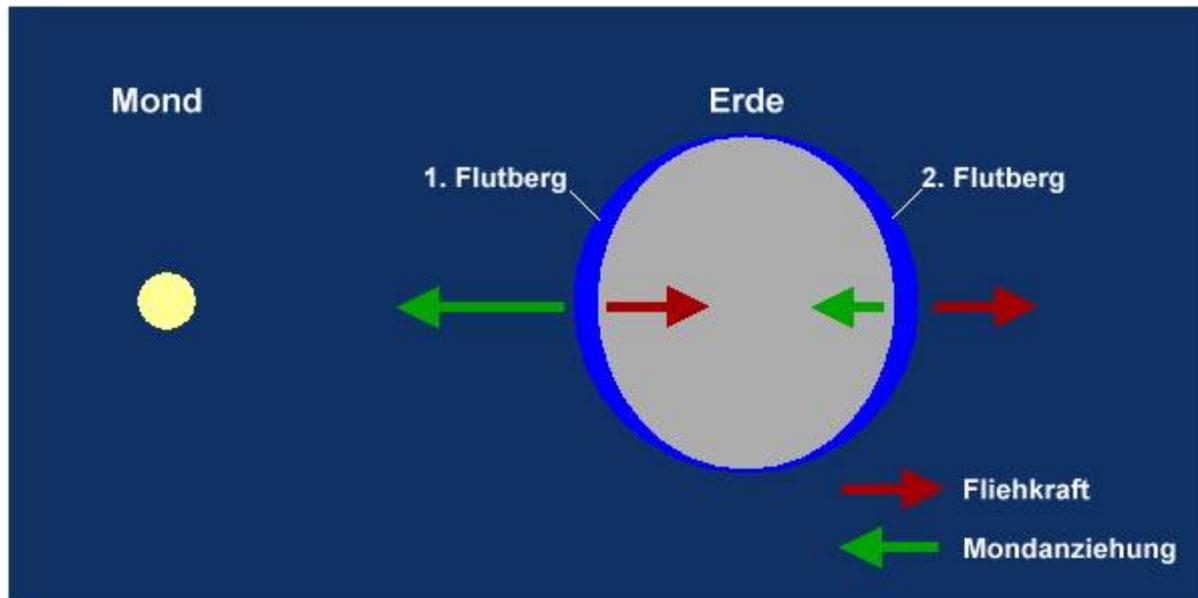


Entstehung von Wellen



Auswirkungen von Wellen an der Küste





Grafik: Mario Lehwald www.seewetter-kiel.de

Gezeitenrhythmus:

Erdrotation	24 h	2 x Hochwasser + 2 x Niedrigwasser
Mond dreht sich zusätzlich um die Erde	1 Monat	Gezeitenrhythmus verlängert sich um 50 min / d Tide=12h 25min
Erde-Mond-System dreht sich um die Sonne	1 Jahr	Neumond, Vollmond: Springtide Halbmond: Nipptide

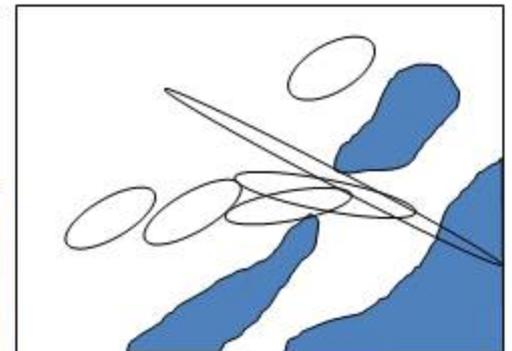
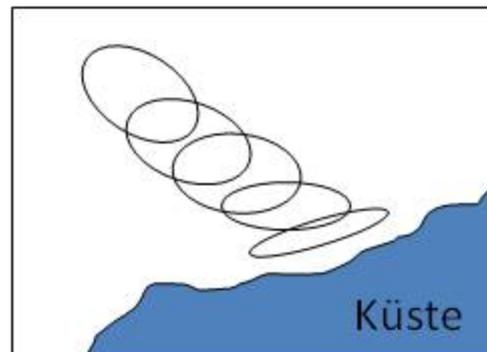
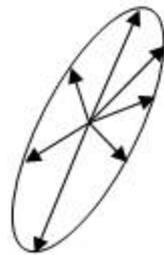
Durch komplizierte Wechselwirkungen zwischen den ablenkenden Kräften (Coriolis-Beschleunigung und Reibung), hydrodynamischen Eigenschaften und der Topographie der Meeresbecken kommt es zur **Wellenbildung**

Es entstehen extrem lange Wellen mit großer Fortpflanzungsgeschwindigkeit (50-200km; ca 50km/h). Die Amplitude entspricht dem **Tidenhub**

Die Wasserversetzung im Zuge der Gezeit bedingt **komplizierte Strömungserscheinungen**. Im einfachsten Fall sind die täglichen Stromfiguren (die Verbindungslinie der Spitzen der Stromvektoren, die vom Koordinatenschnittpunkt ausgehen) Ellipsen.

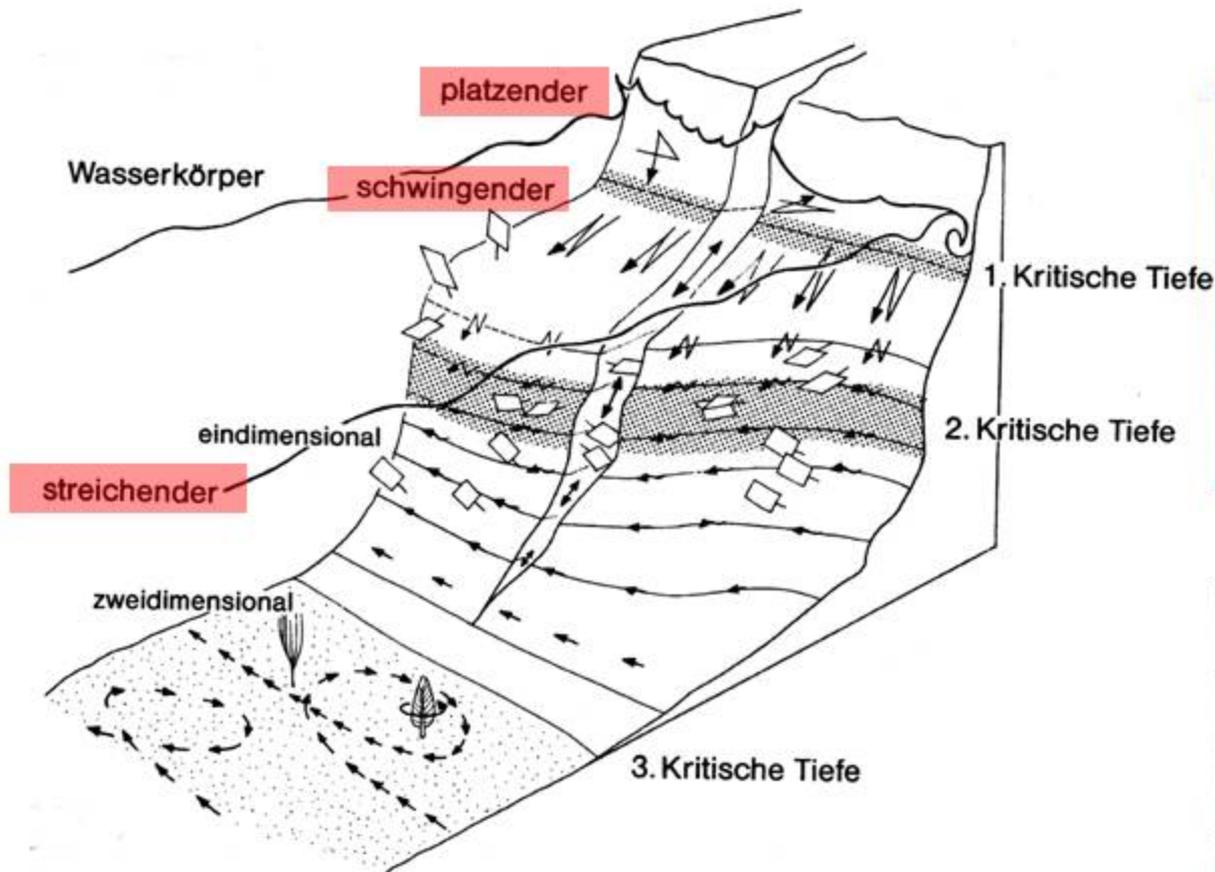
Die Geschwindigkeit der **Gezeitenströmungen** ist im allgemeinen höher als die der wind- und dichtegetriebenen Strömungen (1 bis mehrere Meter pro Sekunde)

Strömungsfiguren:



Die kritischen Tiefen der Wasserbewegung

Die Wasserbewegung als ökologischer Faktor und seine unterschiedlichen Muster.
Ausrichtung der planaren Filterstrukturen von passiven Suspensionsfressern.

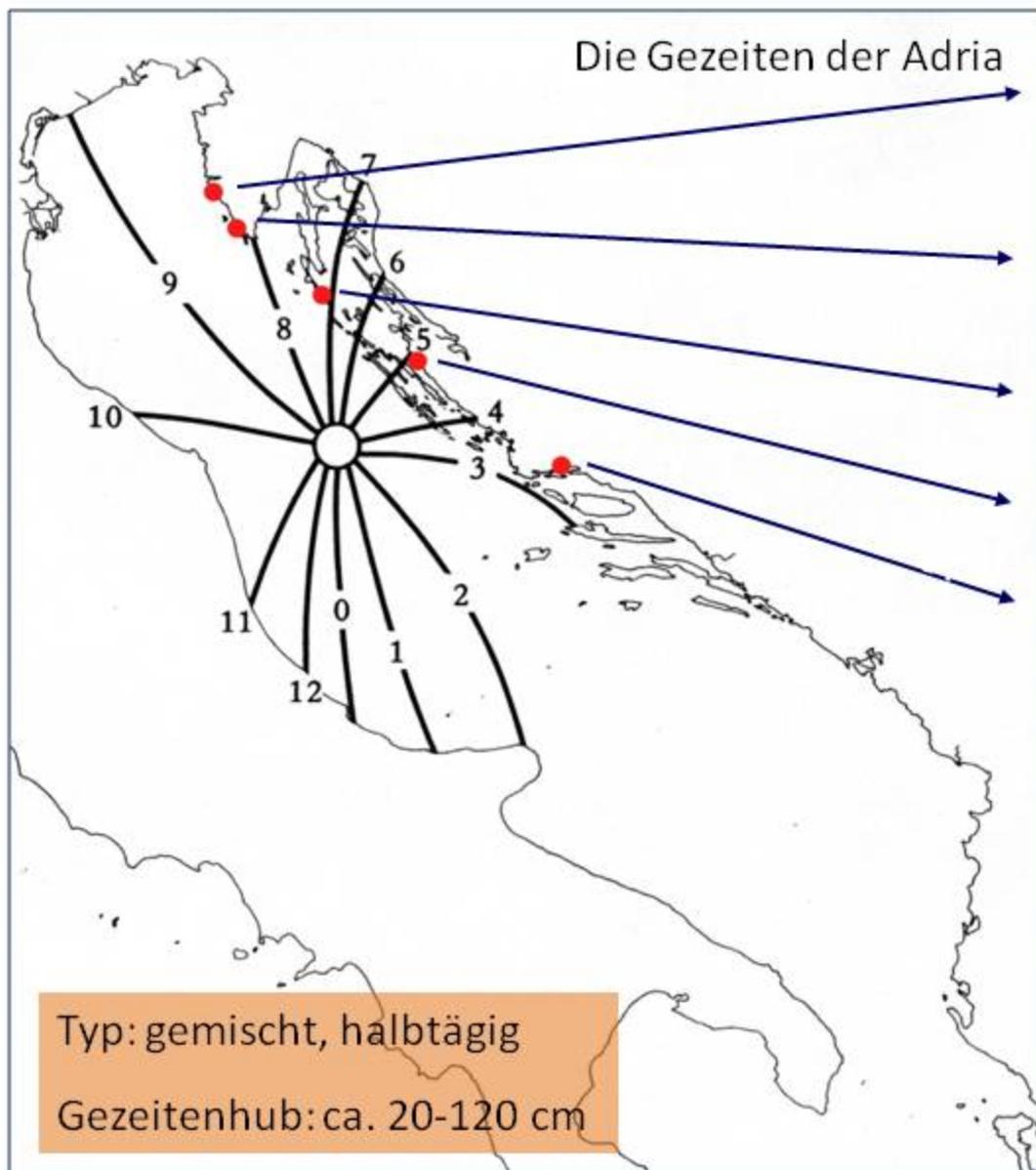


Eunicella cavolinii



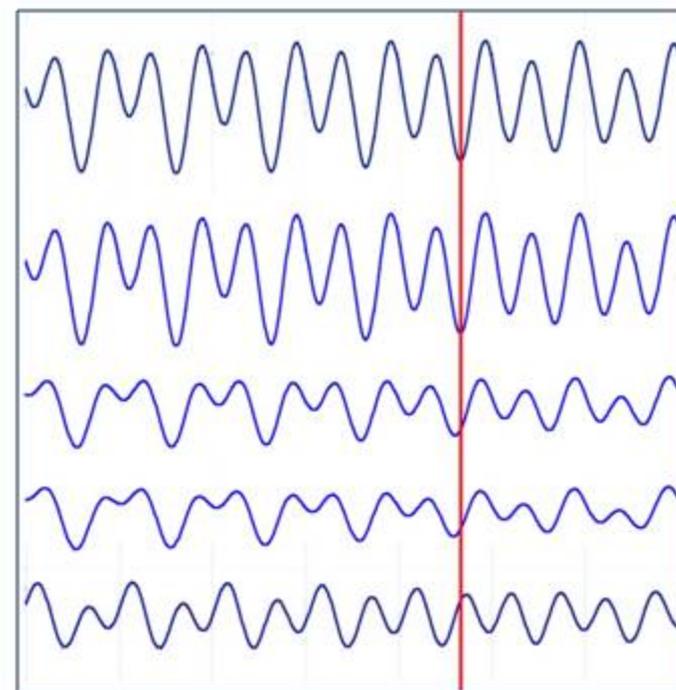
Lanice conchilega

Die Gezeiten der Adria



Typ: gemischt, halbtägig

Gezeitenhub: ca. 20-120 cm



05. März 2007 16:00

Flutstundenlinie:

Verbindungsline aller Orte
gleichzeitigen Hochwassereintritts

Amphidromer Punkt:

In der Nähe des Amphidromen
Punktes ist der Tidenhub minimal.
Mit steigender Entfernung wächst
er an

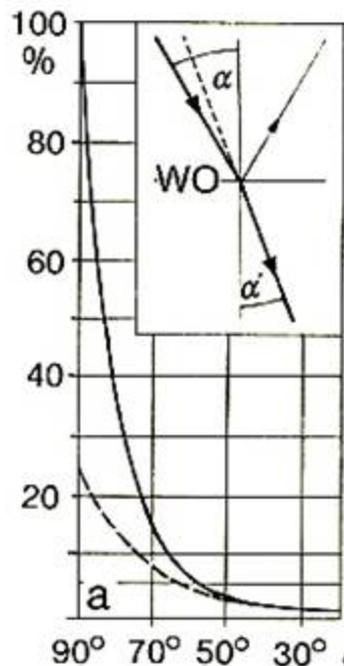
Abnahme der **Intensität**

Im Verhältnis zur durchschnittlichen Wassertiefe der Ozeane wird weniger als 1% des Meeresswassers mit für die Photosynthese ausreichendem Licht versorgt.

1) An der Oberfläche: Verlust durch **Reflexion**

abhängig vom

- Einfallswinkel (Breitenlage, Jahreszeit, Tagesgang)
- Schaumbildung
- Wellenbewegung



Anteil des reflektierten Lichtes in Abhängigkeit vom Einfallswinkel.
Gestrichelte Linie bei schwach bewegter See

aus J.Ott

Auswirkungen:

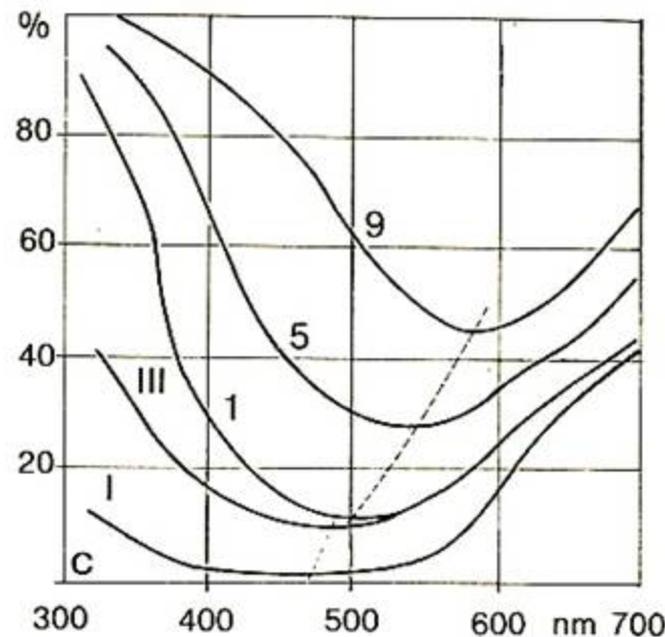
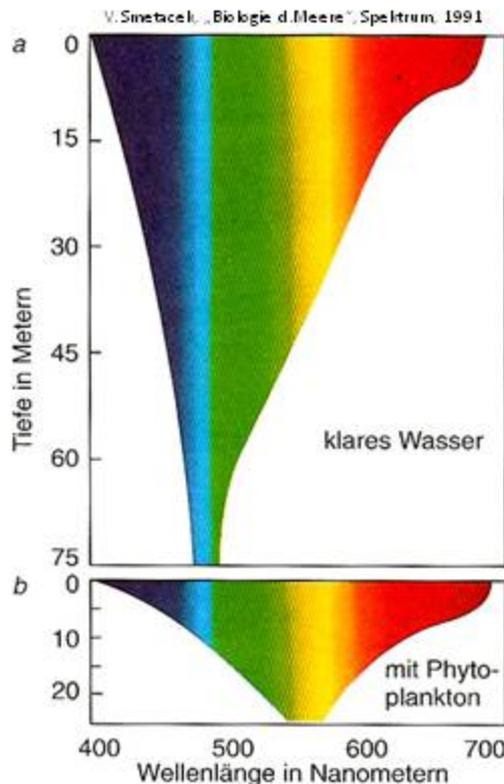
Der „Unterwassertag“ ist wesentlich kürzer als der „Oberwassertag“. Durch die niedrigen Wintersonnenstände beginnt der Licht-Frühling unter Wasser später und der Herbst setzt früher ein

Abnahme der **Intensität** und Veränderung der **spektralen Zusammensetzung**

2) Im Wasserkörper: Verlust durch **Streuung** und **Absorption**

- an:
- Wassermolekülen
 - gelösten Substanzen
 - suspendierten Partikeln

Streuung und Absorption sind abhängig von der Wellenlänge des Lichtes:

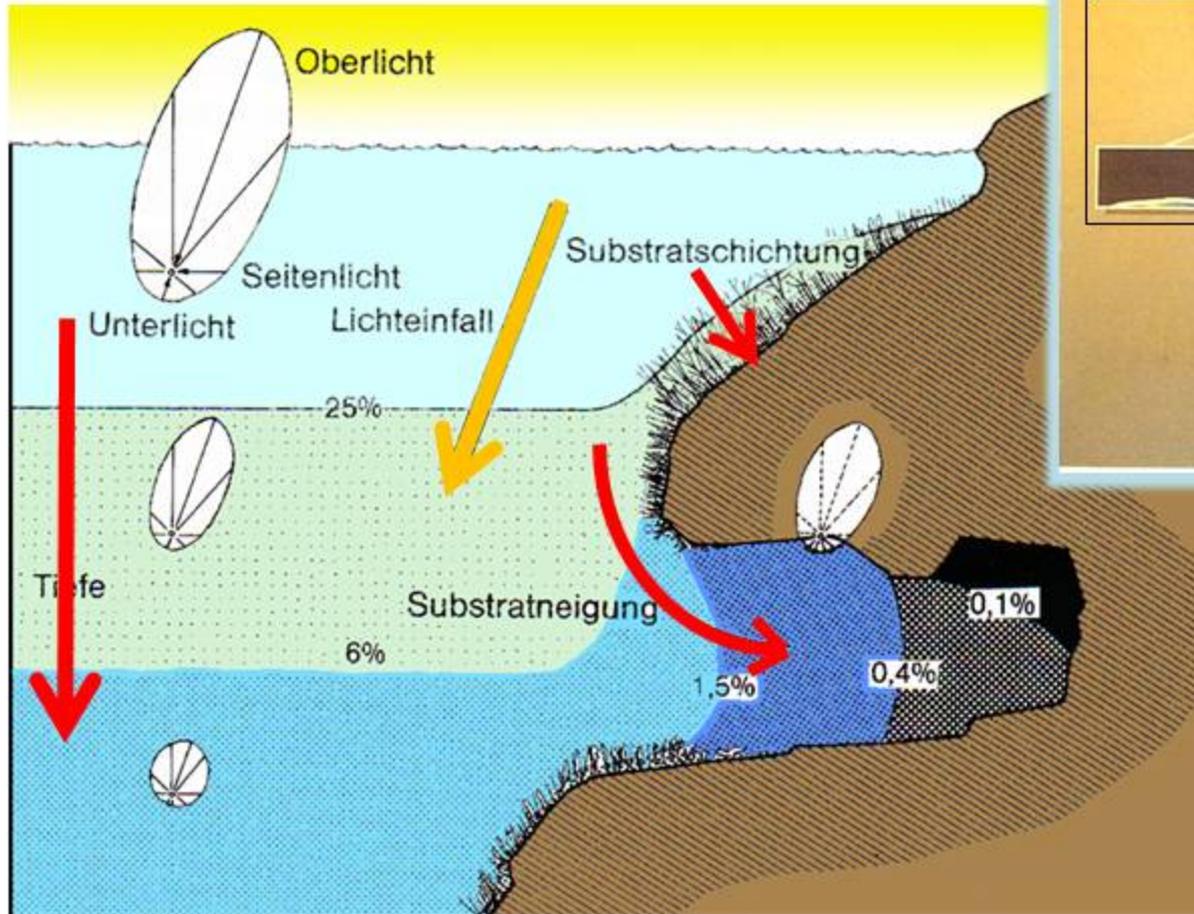


Spektrale Abhängigkeit der Lichtabschwächung in verschiedenen Meerestypen. Die gestrichelten Linien verbinden die **Abschwächungsminima**

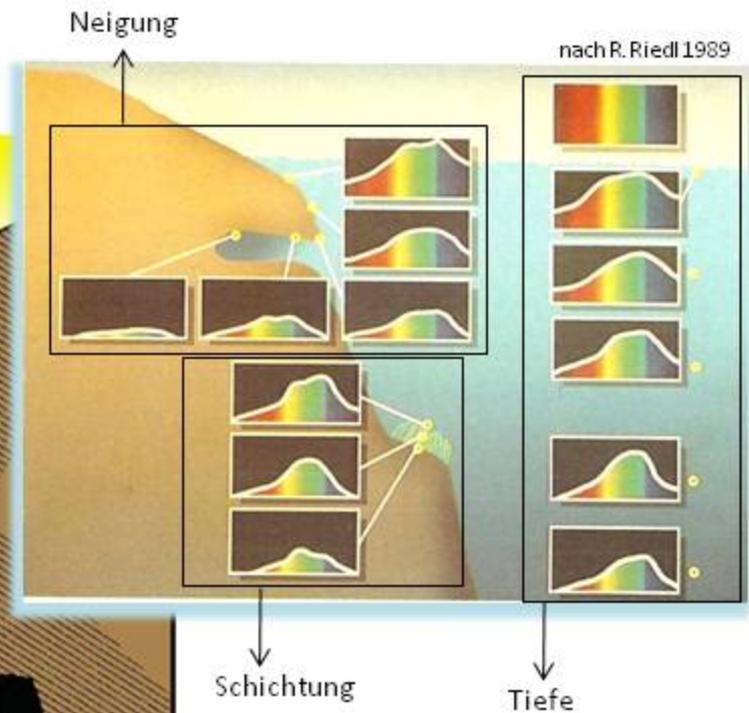
- I....reines Ozeanwasser
- III...trübes Ozeanwasser
- 1...klares Küstenwasser
- 5...durchschnittliches K.wasser
- 9...trübes Küstenwasser

aus J.Ott

Das **Lichtgefälle** nach der Tiefe, der Substratneigung und der Substratschichtung



Licht beim Eindringen ins Wasser



Isophoten in % des unter der Wasseroberfläche gemessenen Lichtes. Die Winkelverteilung des Strahlungsempfanges (Lichtsphären) ist jeweils für einen Punkt in drei Tiefen und für die Höhlendecke dargestellt. Gegen die Tiefe spielt die Einstrahlungsrichtung eine immer geringere Rolle, der relative Anteil des Streulichtes nimmt zu.

Pflanzlicher & tierischer Aufwuchs an einem Überhang in ca. 10m Tiefe

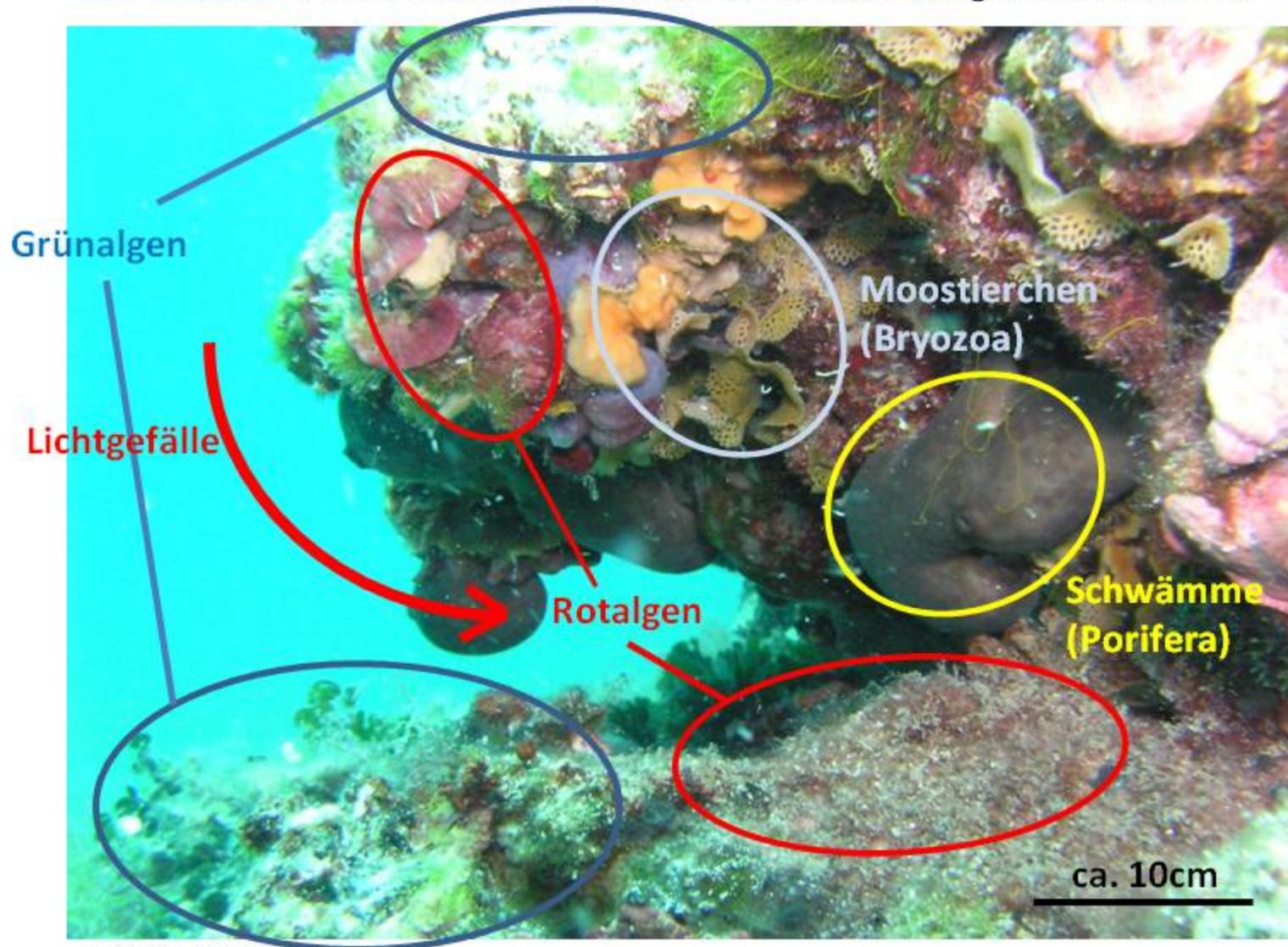


Foto: G.Gretschel

Pflanzlicher & tierischer Aufwuchs auf einem Block in ca. 5m Tiefe

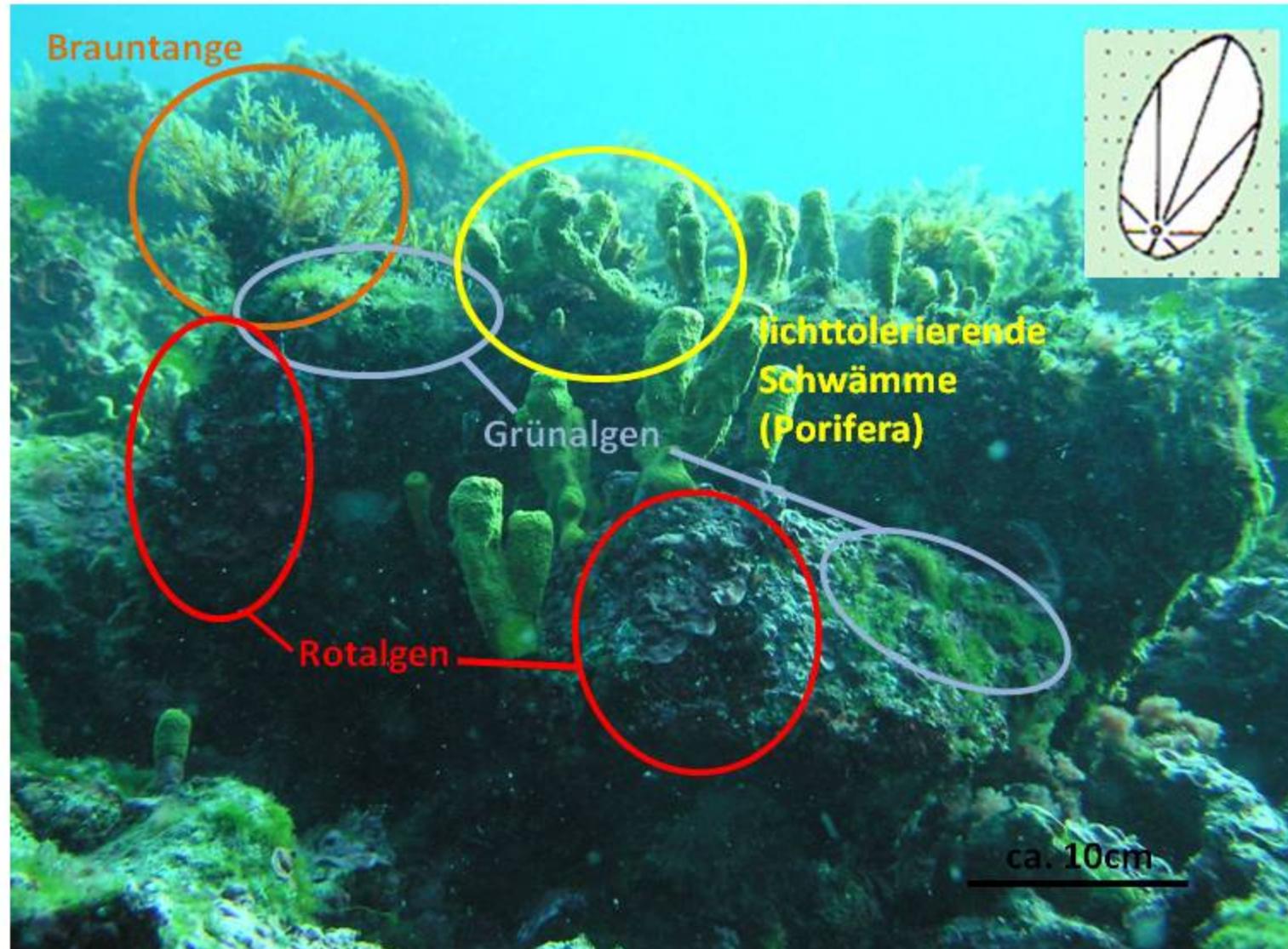
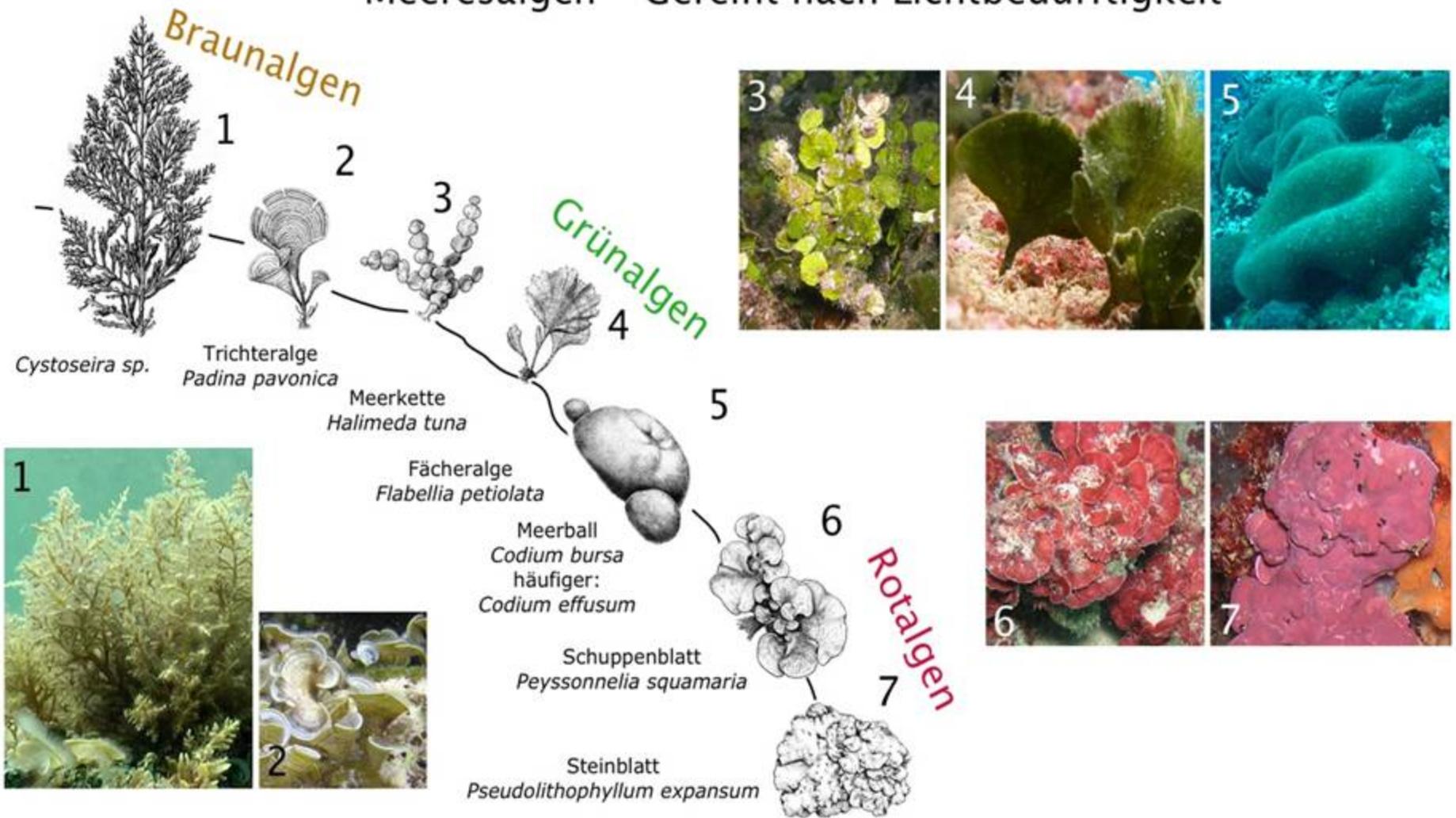


Foto: G.Gretschel

Bioindikatoren für Lichtexposition

Meeresalgen – Gereiht nach Lichtbedürftigkeit



Die Lichtzonen

● Euphotische Zone:

Die oberste Wasserschichte, in der Photosynthese noch mit einem Nettogewinn an organischem Material ablaufen kann. Untergrenze bei ca. 1% des Oberflächenlichtes

● Dysphotische Zone:

Genügend Licht für Sehleistungen oder Orientierungsbewegungen (Phototaxis)

● Aphotische Zone:

Kein nachweisbares Licht mehr vorhanden (spätestens ab 1000m Tiefe)

Im Benthos des Küstenbereichs (Litoral):

● Starklichtzone (Infralitoral):

Vorkommen hoher Brauntange und Seegräser (Foto)

● Schwachlichtzone (Circalitoral):

Endet mit der unteren Verbreitungsgrenze vielzelliger Algen

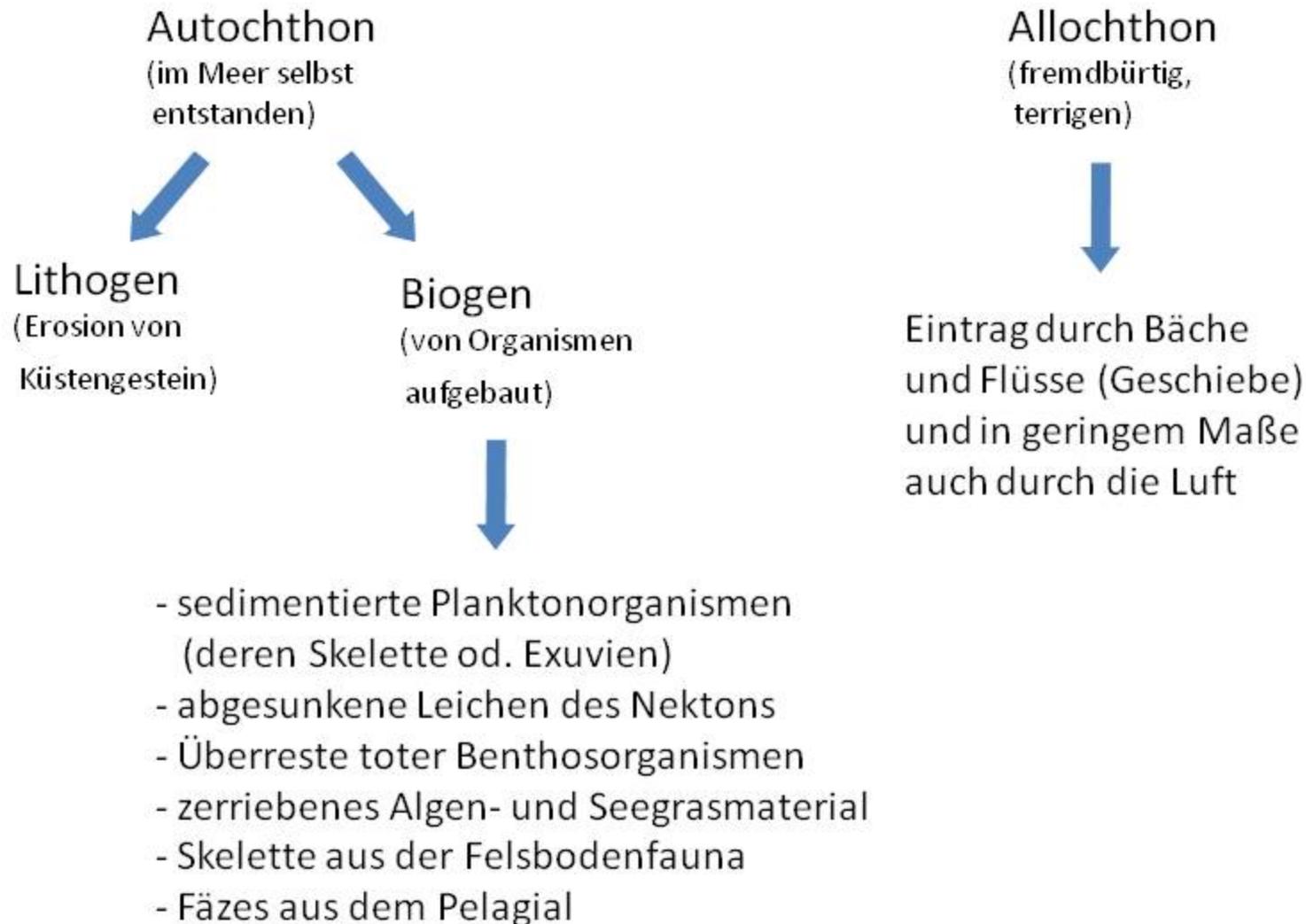
● Restlichtzone (Bathylitoral):

Nur mehr einzellige Algen

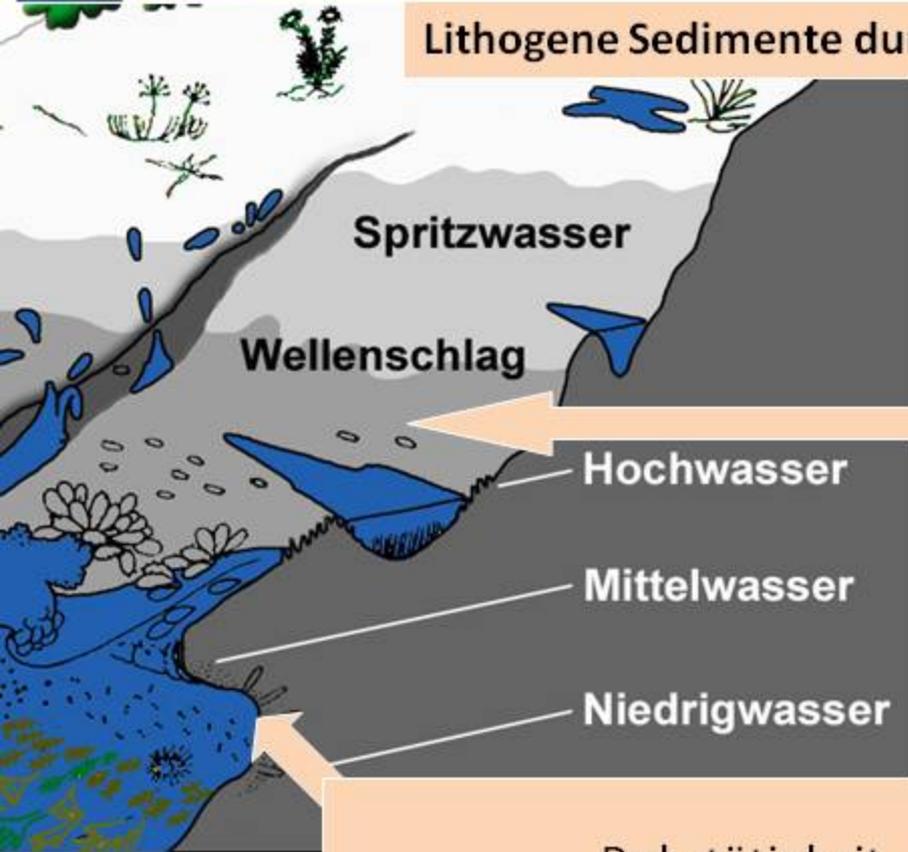


Foto: G.Gretschel

Herkunft der Sedimente



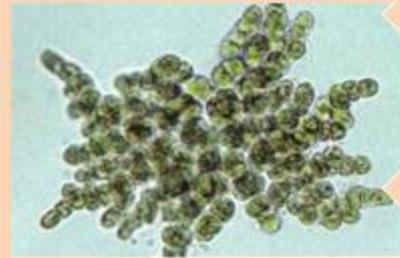
Lithogene Sedimente durch Erosion von Küstengesteinen



Weide-
tätigkeit



Strandschnecke



Gesteinsbohrende
Cyanobakterien



Napfschnecke

Bohrtätigkeit



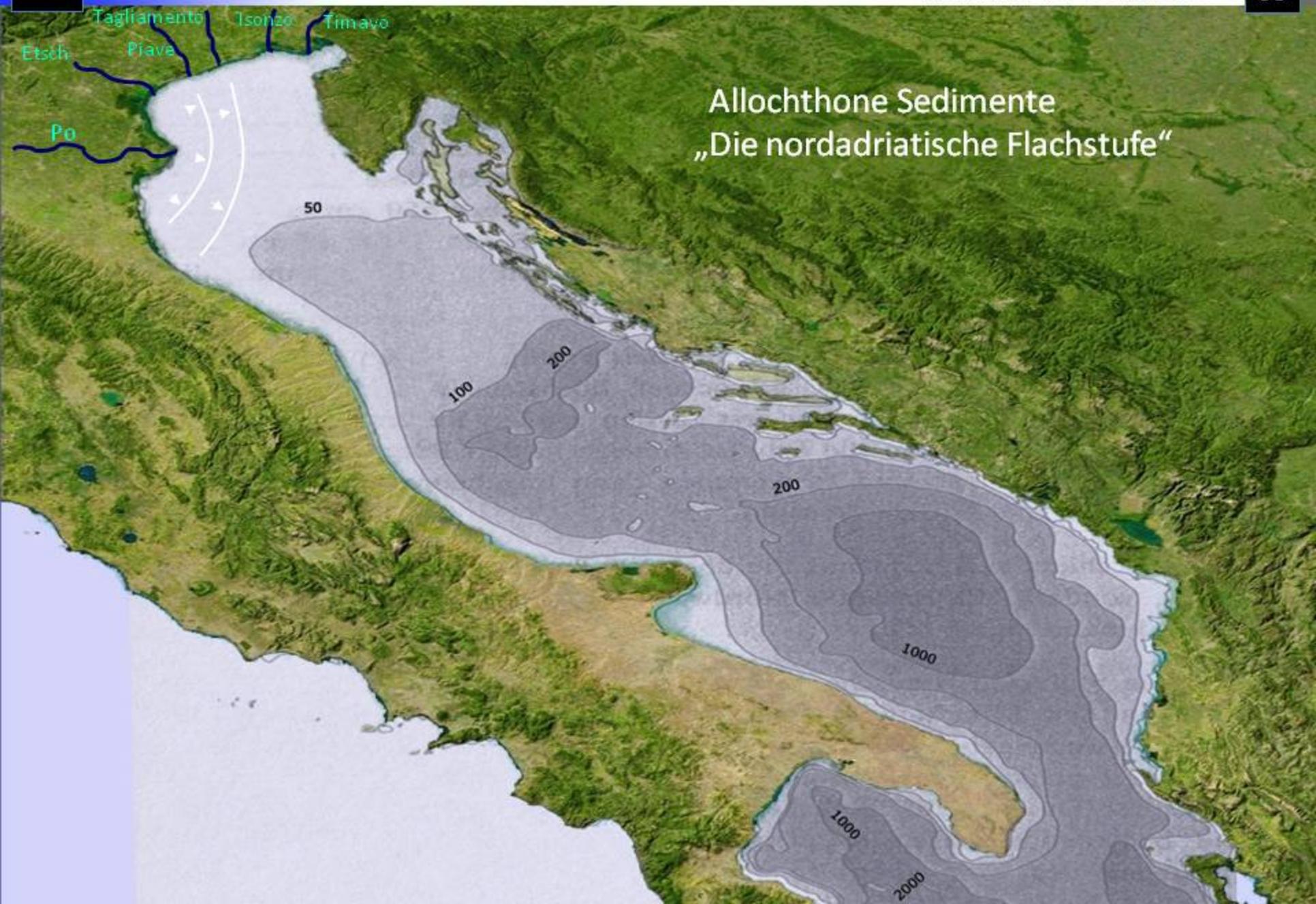
Bohrschwamm



Bohrmuschel



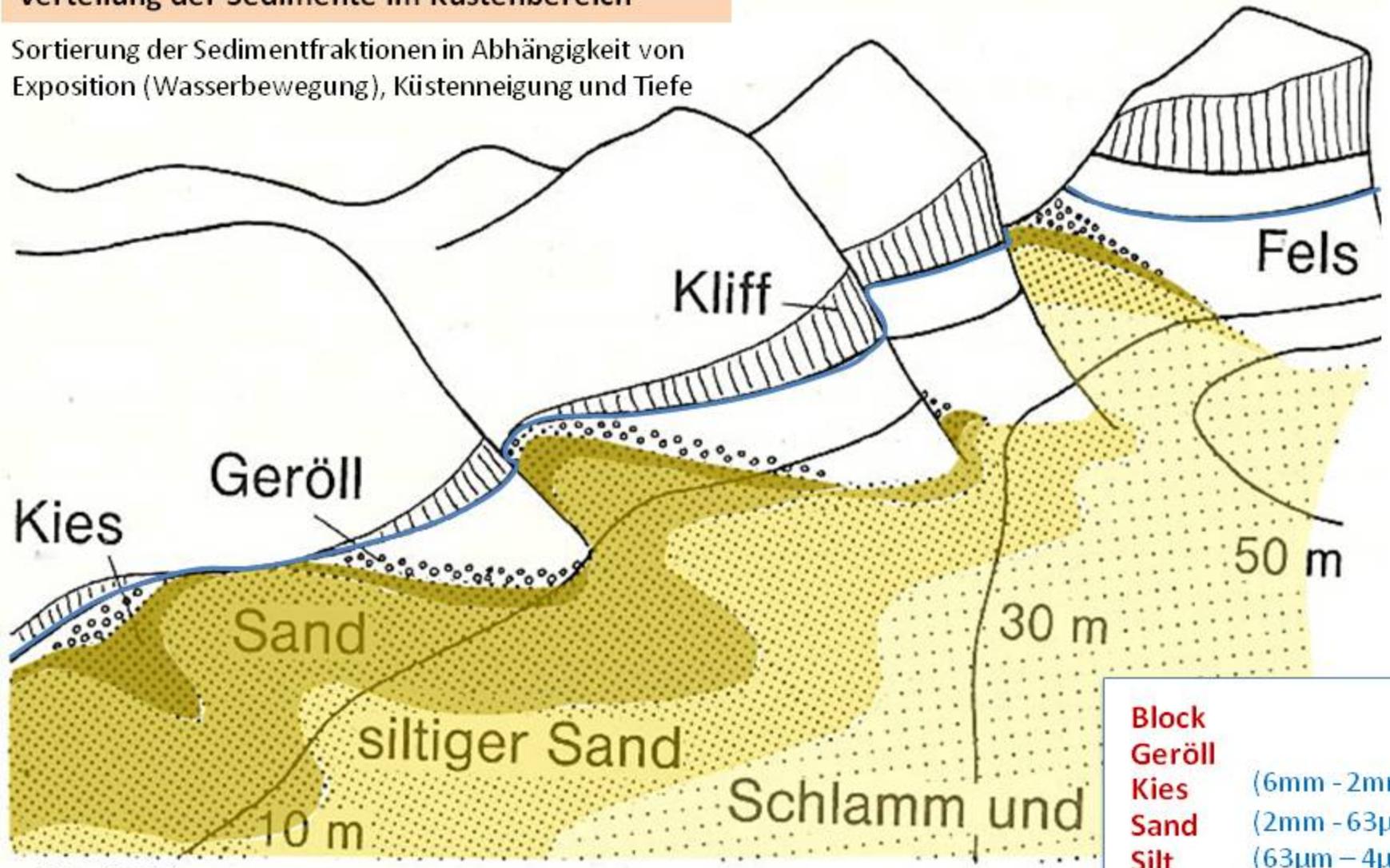
Bohrmuschel



Allochthone Sedimente
„Die nordadriatische Flachstufe“

Verteilung der Sedimente im Küstenbereich

Sortierung der Sedimentfraktionen in Abhängigkeit von Exposition (Wasserbewegung), Küstenneigung und Tiefe



(J.Ott1988)

Korngrößen

Block	
Geröll	
Kies	(6mm - 2mm)
Sand	(2mm - 63µm)
Silt	(63µm - 4µm)
Ton	(<4 µm)

Allgemeine Klassifizierung mariner Bodentypen

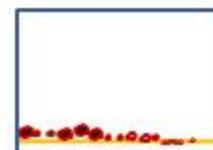
Hartboden

Unbewegliche oder nur wenig bewegliche, mineralische Bestandteile in Bereichen mit geringer Sedimentation. Von Blöcken bis zu Kies. Interstitialräume mit Porenwasser und reicher Infauna



Sedimentboden

Bewegliche Substrate aus festen Teilchen. Partikelgrößen von unter einem Mikrometer bis zu einigen Zentimetern.



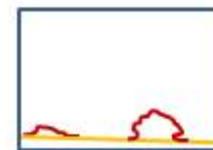
Primärer Hartboden (Felsboden)

Kommt dann vor wenn die **sediment-abtragenden Bedingungen stärker** sind als die sedimentablagernden Bedingungen



Sekundärer Hartboden (biogener Hartboden)

Hartstrukturen, die **von Organismen gebildet** wurden (Schalen, Skelette, verkalkte Thalli von Algen)
z.b.: Coralligene, Korallenriffe



Weichboden

Besteht aus feinsten anorganischen und organischen Sedimentpartikeln mit **wenigen Mikrometern Größe**.

Spärliches Porenwasser; Sauerstoffarmut;
Keine Mesofauna



Bodentypen und ihre Besiedelung in der Adria





Foto: G. Gretschel

Blockgrund Hartboden







Block
Hartboden

Sand
Sedimentboden



Geröll

Sedimentboden



Sedimentboden

Schill mit hohem Anteil an organischem Material (POM)



Nest aus Muschelbruch
und Algenstückchen auf
sandigem Boden





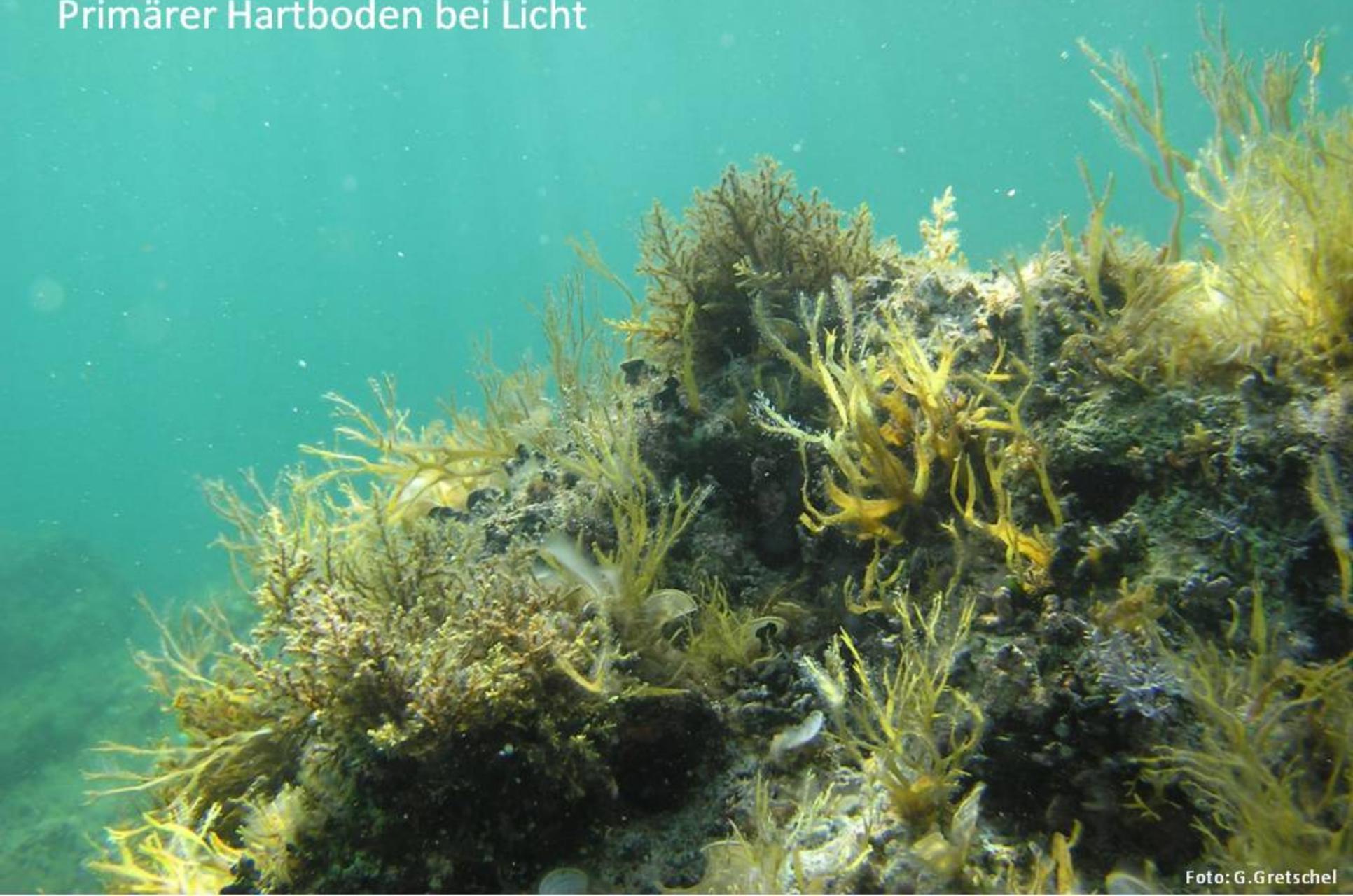
Sand
Sedimentboden



Grobsand

Sedimentboden

Primärer Hartboden bei Licht





Primärer Hartboden bei Schatten