

- Ein interkontinentales Mittelmeer
- Umgeben von gewaltigen Gebirgsmassiven
- Klima:

„mediterrane Subtropen“

trocken, heiße Sommer

milde, regenreiche Winter

Spannungsfeld zw. Ozeanität & Kontinentalität

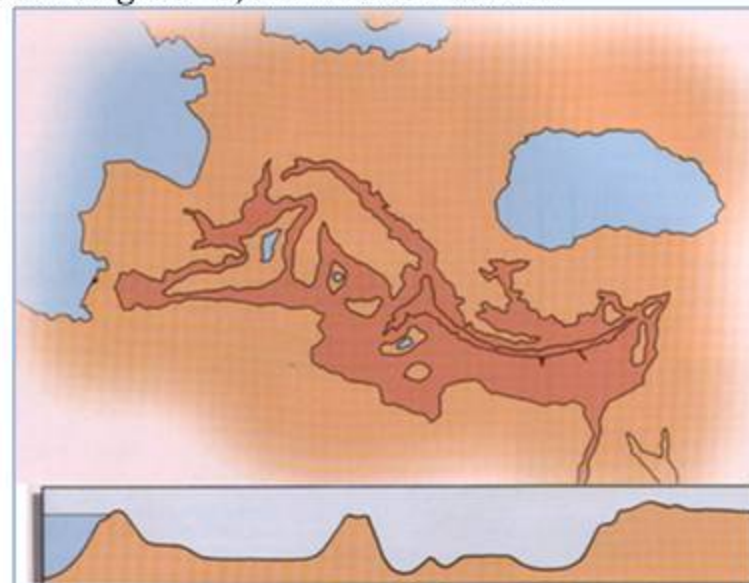
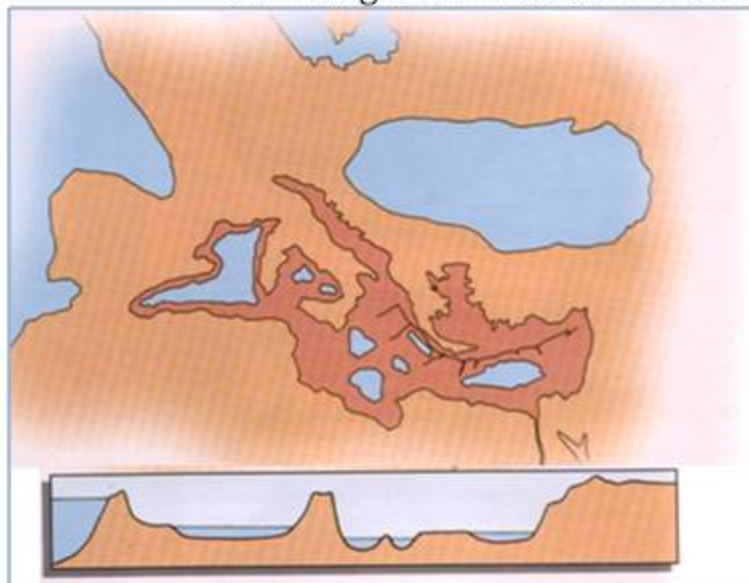
Niederschläge: W-O bzw. N-S Gefälle





- Tethys (urzeitliches Weltmeer)
- Beginn der Formung des Mittelmeeres vor ca. 50-20 Mio J.
- Kontinentalverschiebung Afrika gegen Eurasien
- Kollision im Westen (Heutige Strasse von Gibraltar)
- Drehung von Afrika (geg. Uhrzeigersinn)
- Arabien löst sich ab – Rotes Meer entsteht
- Auffaltung der Bergketten (Alpen, Atlas)
- Abschluß im Osten vor ca. 12 Mio J.
- Bis vor 6 Mio J., während 2-3 Mio J., wiederholte Austrocknung (18 mal; Füllungen nicht geklärt)
- „Salinitätskrisen“. Letzte Abtrennung vom Atlantik vor ca. 5,6 Mio J.: Meeresspiegel sank um 1500m
- Vor ca. 5,5 Mio J.: Erdbeben; Bruch der Gibraltarschwelle; Wasserfall; Mittelmeer füllt sich binnen 200 Jahren. Weltmeeresspiegel sinkt um 10-20m
- Aktueller Zustand seit ca. 5 Mio J.

Trennung vom Atlantik und Austrocknung vor 5,6 Millionen Jahren



Wiederbefüllung vor 5,5 Millionen Jahren



Heutiger Zustand





Während der „Messinischen Salinitätskrise“ (6 Mio J.) ist der Großteil der Tethysfauna zu Grunde gegangen. Das Mittelmeer zeichnet sich heute vor allem durch folgende Besonderheiten aus:

- **Hohe Biodiversität:** 0,82% der Weltozeanoberfläche aber 6,2% ! der marinen Arten
- **Hoher Endemismusgrad:** Als Ausdruck entwicklungsgeschichtlicher Isolation

Paläoendemiten: „alte“ Endemiten indopazifischen Ursprungs

z.B.: *Posidonia oceanica* (Neptunsgras)

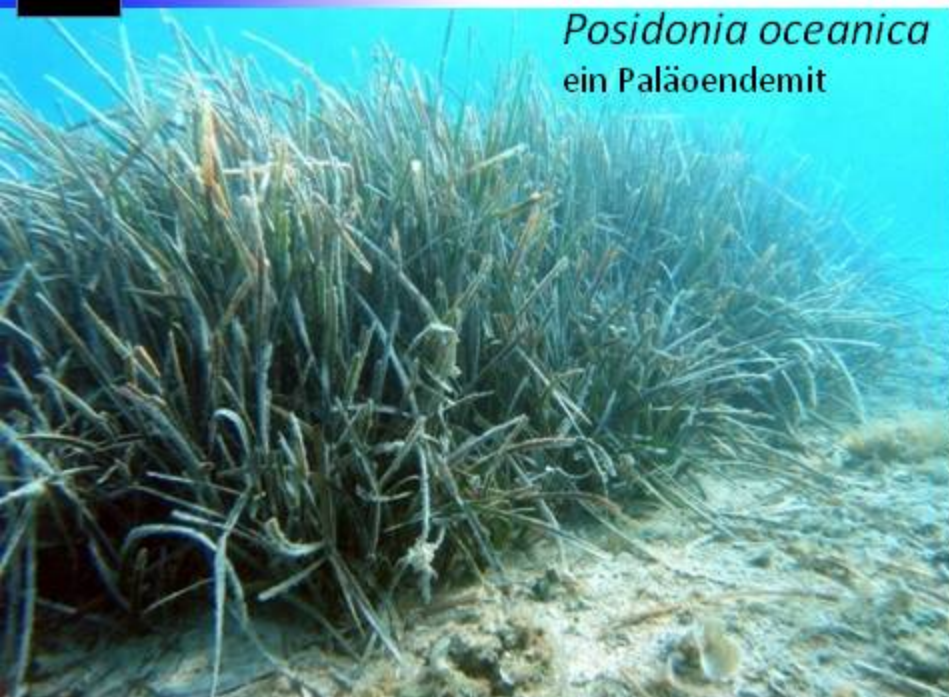
Neoendemiten: Endemiten atlantischen Ursprungs.

Stammen von Migranten ab, die seit dem Beginn des Pliozäns (vor 5,33 Mio J.) das Mittelmeer neu besiedelt haben

z.B.: Die Gattung *Cystoseira* besteht zu 80% aus neoendemischen Arten

- **Niedrige Produktivität**
- **Niedrige Populationsdichten**

Letztendlich ist der Ursprung der meisten mediterranen Organismen atlantisch. Seit 1869 wandern tropische Arten über den Suezkanal ein.



Posidonia oceanica
ein Paläoendemit



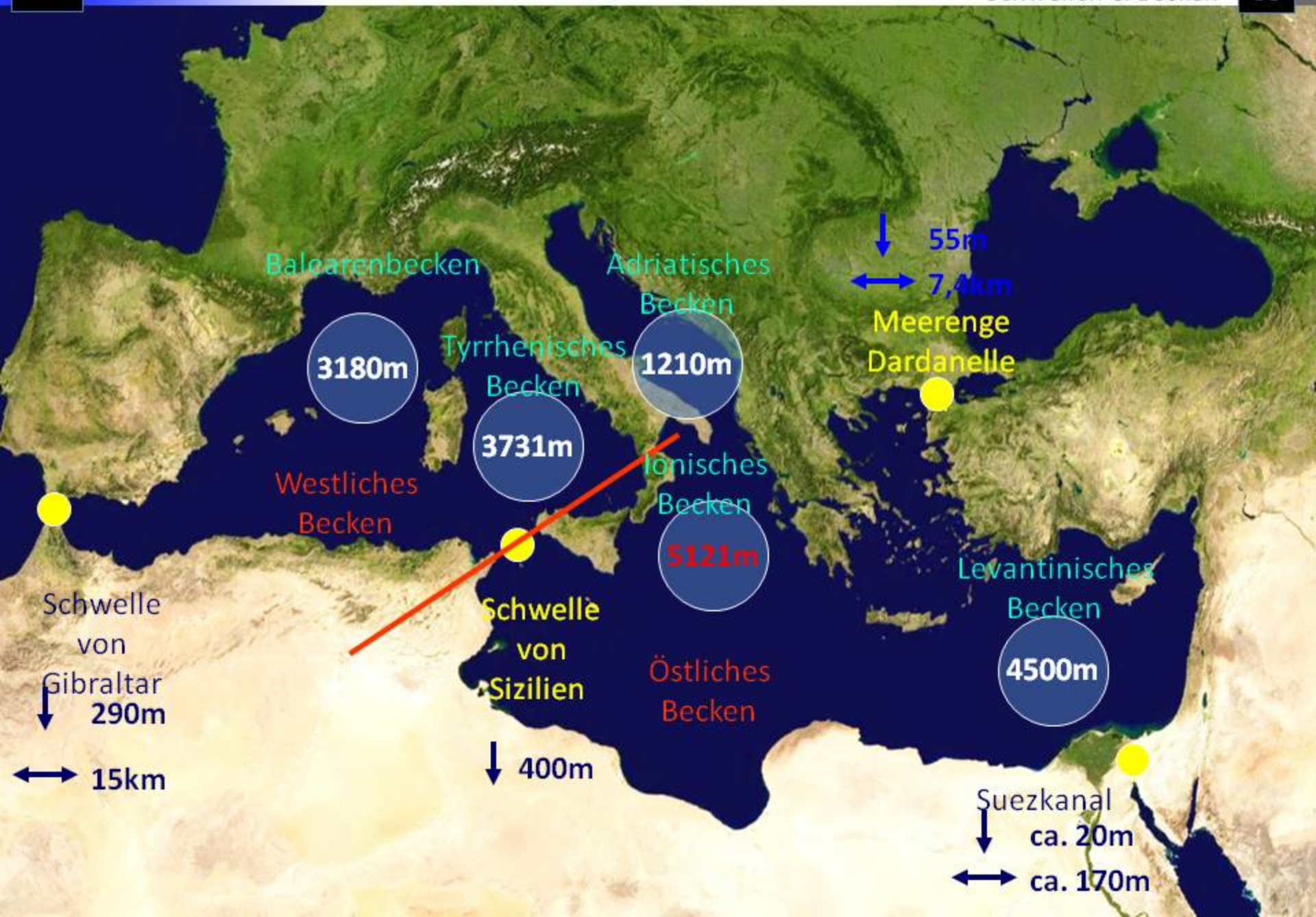
Cystoseira sp.
ein Neoendemit

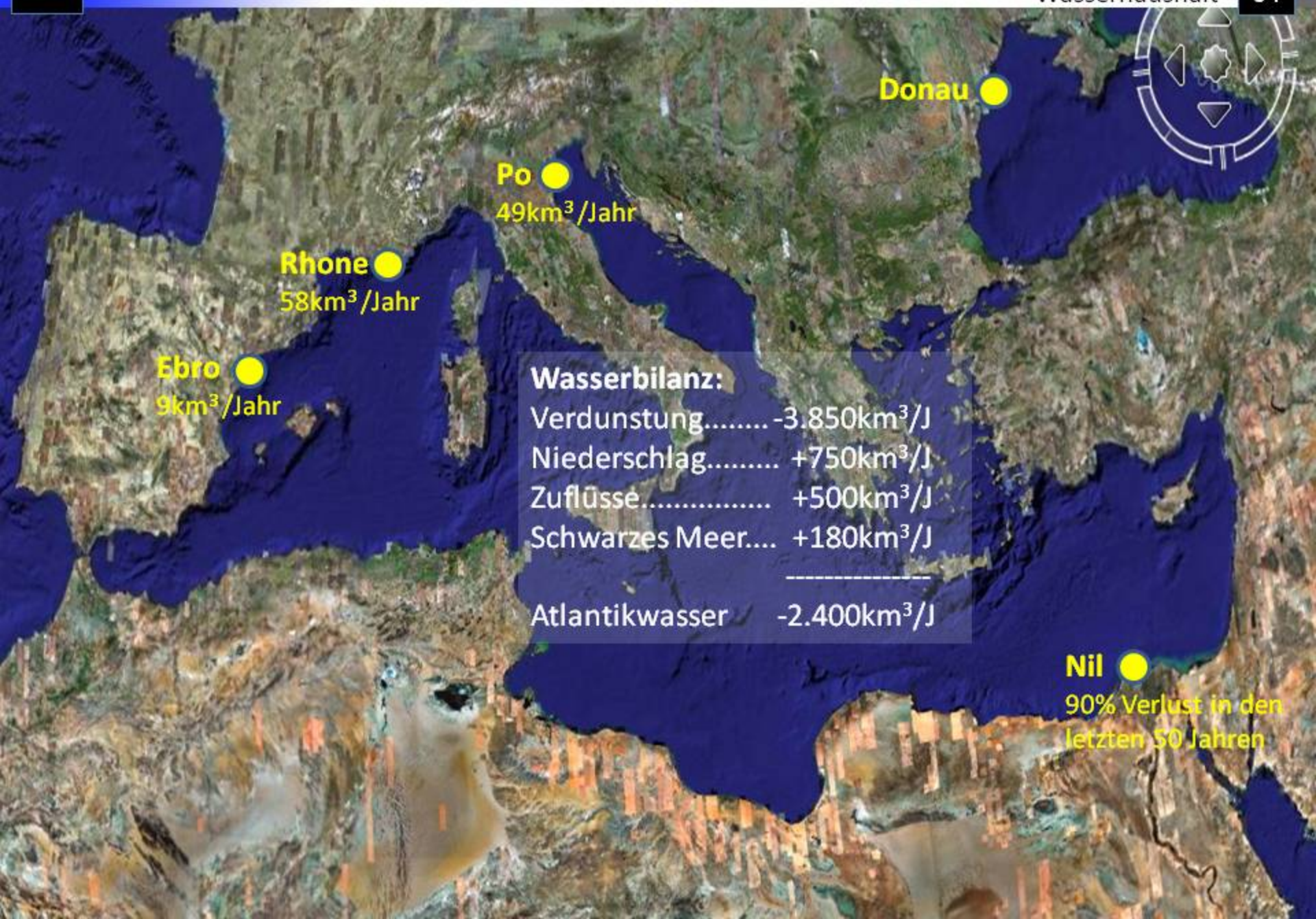


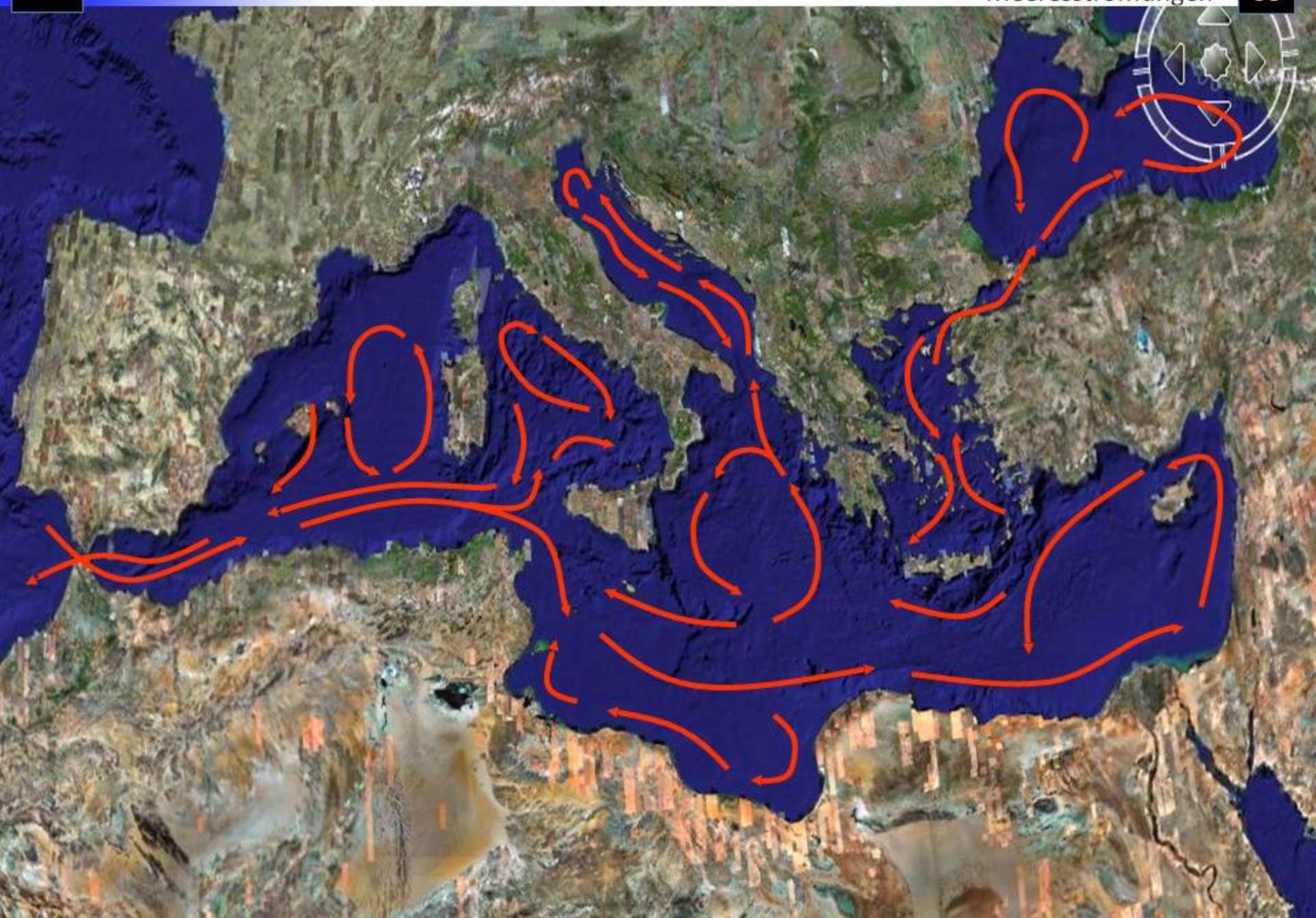
Zeus faber
wieder eingewandert

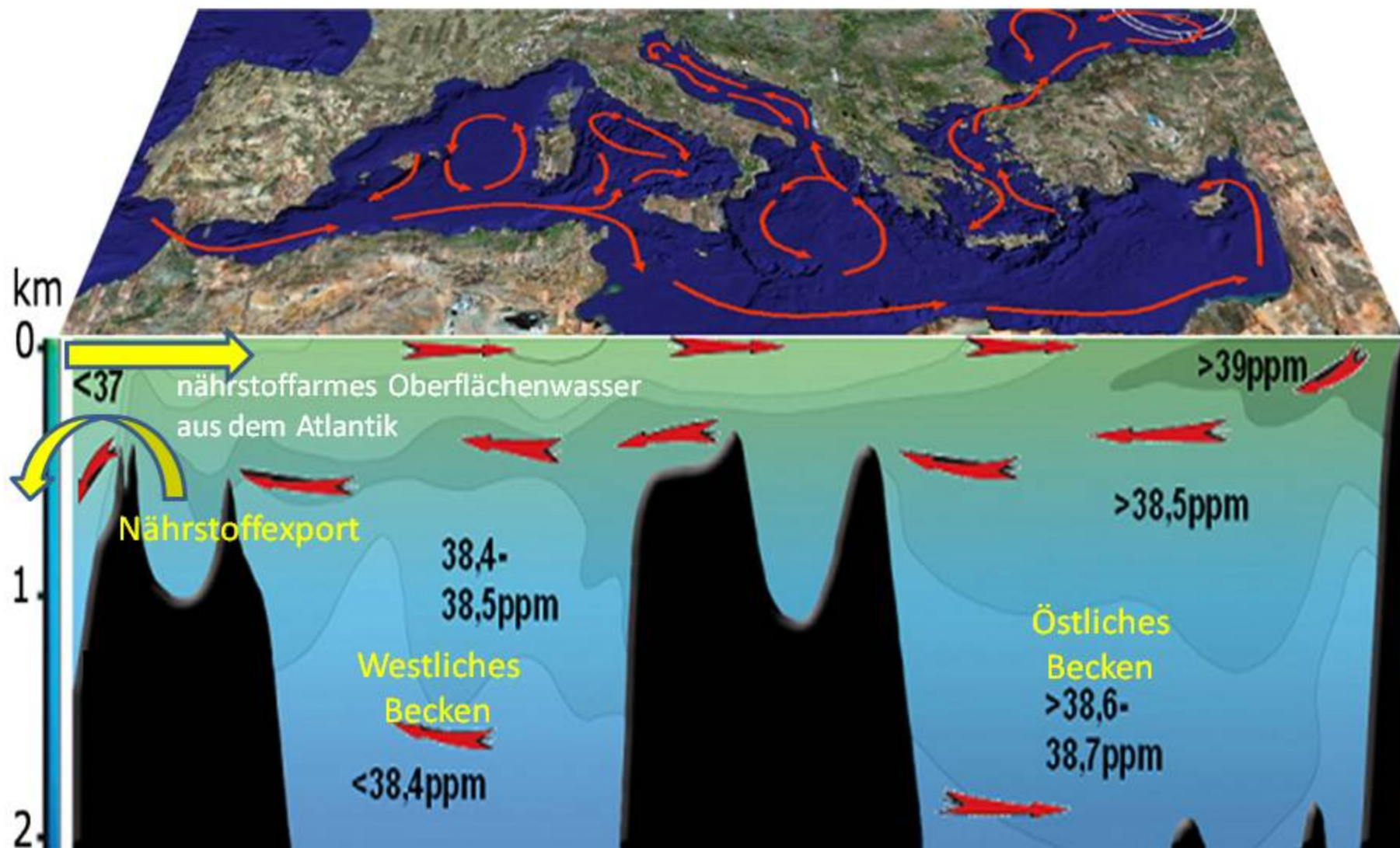


Atherina boyeri
wieder eingewandert

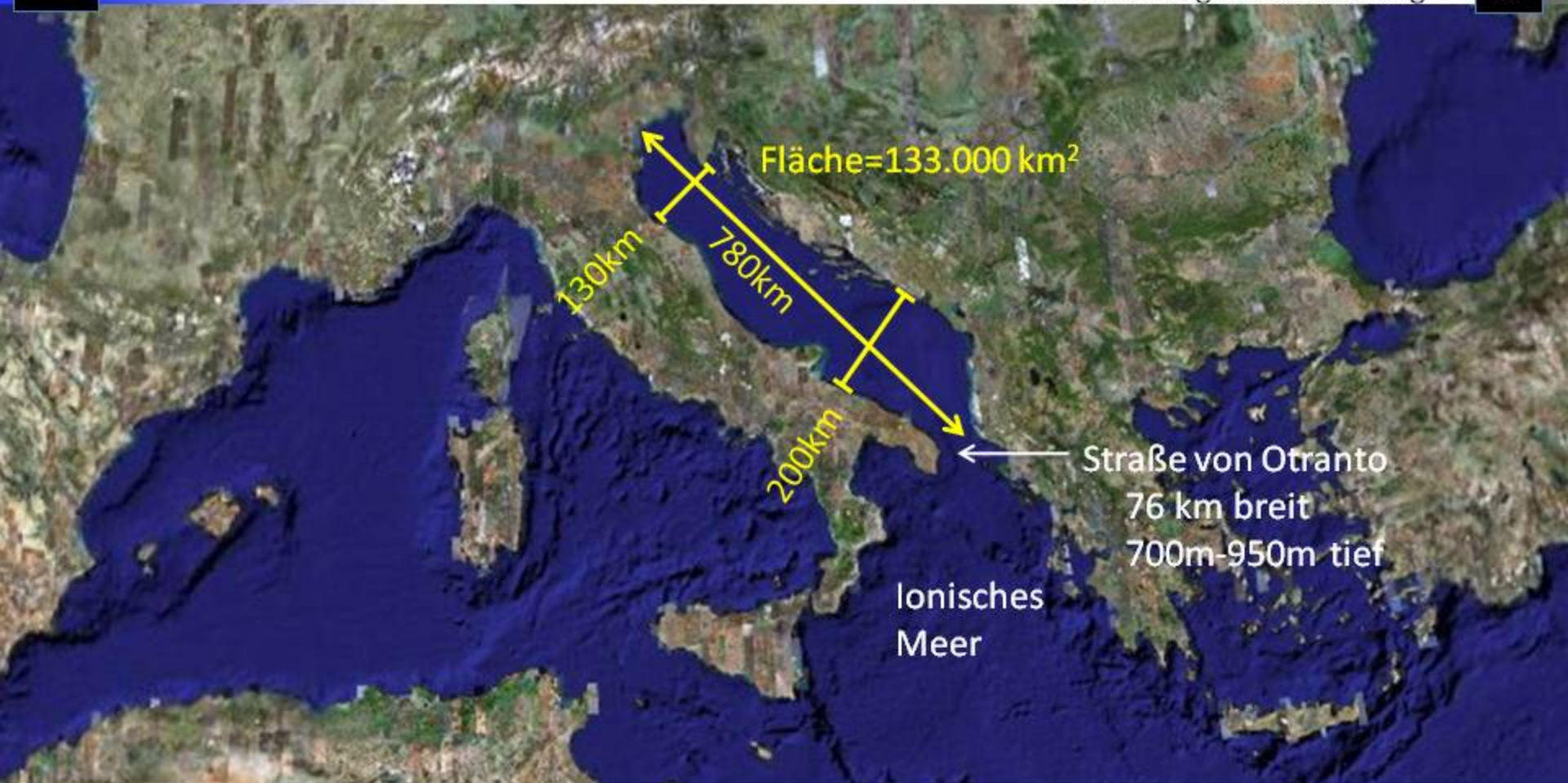








Ein arides Mittelmeer mit **oligotrophem** Charakter und seichter Schwelle



Die südliche Adria­hälfte stellt einen tertiären Einbruch als Seitenbucht des damaligen Mittelmeeres dar. Die seichtere, nördliche Hälfte entstand erst in postglazialer Zeit mit dem Absinken der nordadritischen Poebene.



Nordischer Nadelwald



**Mischwald
gemäßigter
Breiten**

Tiefster Wasserstand.
Etwa 100m unter dem heutigen Niveau.
Während der Würm-Kaltzeit
Vor 115.000 bis 10.000 Jahren





Die Adria nimmt innerhalb der West-Ost-Aufteilung des Mediterrans wegen folgender Punkte eine Sonderstellung ein:

- Die nördliche Lage
- Die langgestreckte, schmale Form
- Die geringe Tiefe (ein Drittel ist nicht tiefer als 50-60m)
- Das kontinental geprägte Klima
- Die starken Gezeiten im Norden
- Die höchste Produktivität im Mittelmeer
- Besonders großer Endemitenreichtum durch die geografische Isolation



Auf Grund hydrologischer Eigenschaften und der unterschiedlichen Wassertiefen wird die Adria in einen nördlichen und einen südlichen Bereich unterteilt:

Nordadria:

- Flach
- Salzarm
- Detritusreich
- Im Winter kalt

Es überwiegen atlantisch-boreale Elemente
z.B.: *Fucus virsoides*; *Zostera marina*

- Neritischer Charakter

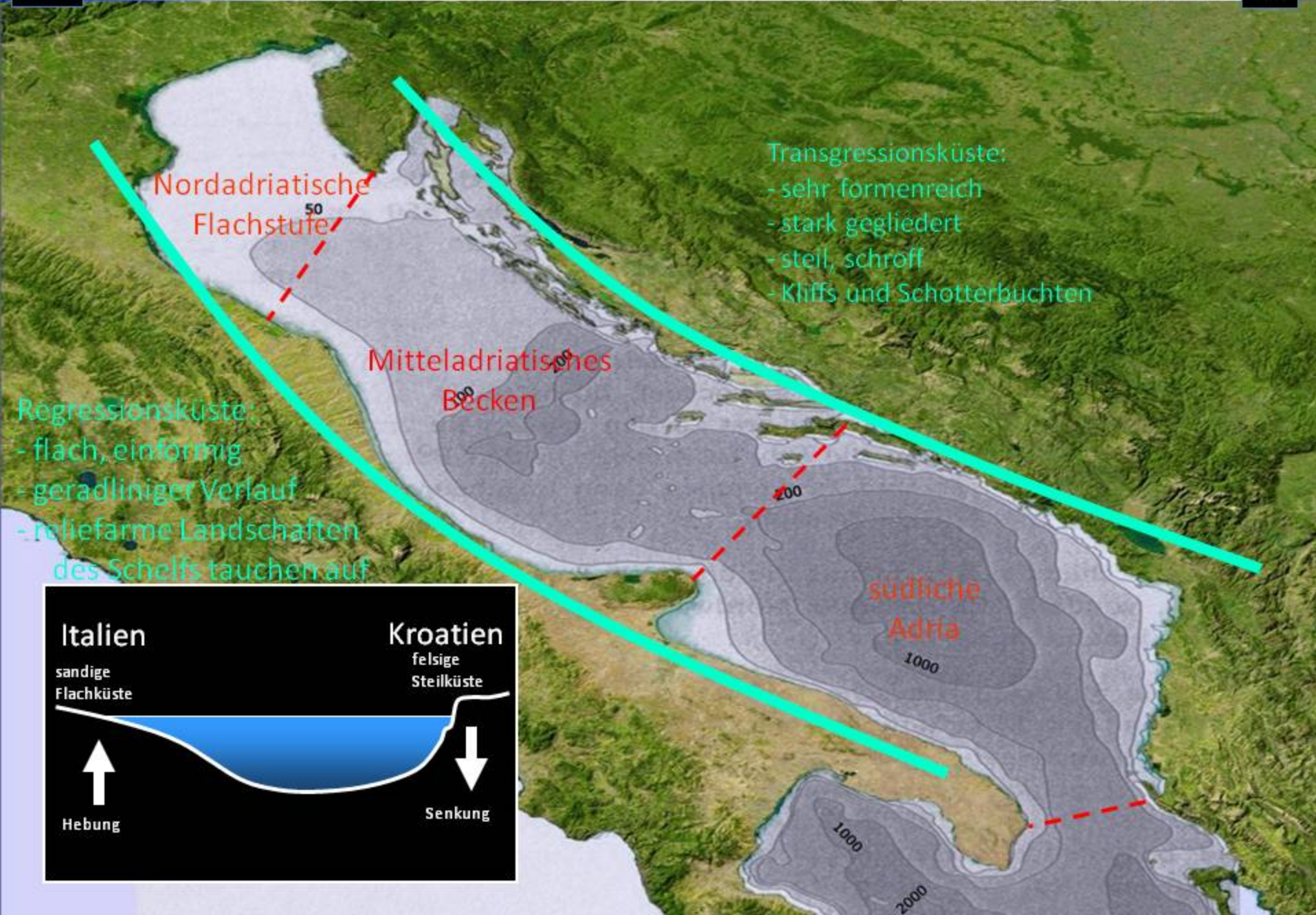
- Große Biomasse
- Geringe Biodiversität
- Eurytherme u. Euryhaline Formen
- wenige Holoplankter; viele Meroplankter

Südadria:

- Tief (bis über 1200m)
- Gemäßigt warm
- Geringe hydrologische und klimatische Schwankungen
- Stenotherme u. stenohaline Arten
- Viele Holoplankter; wenige Meroplankter







Meeresbodenbeschaffenheit & Herkunft der Sedimente

- Junge, reich gegliederte Küste
- Stellenweise steiles **Deklivium**
- Oft übergangslos das flache Schelfgebiet
- **Muschelgrund (Schill)** vor der Küste
- Kaum Zuflüsse
- Ablagerungen im Meer:
eingeschwämmte Roterden, Kalkschlamm, Sand und Schluff (durch Wind u. Regen)
- Geringe Sedimentationsrate
- Rezente Sedimente v.a. durch bohrende Organismen

Mit **steigender** Entfernung zur Küste sinkt die Korngröße (Sortierung der Sedimente).
 Italienische Seite mit **Sandgründen**.
 Kroatische Seite mit **Geröll**.
 Überwiegend **Schlamm** bzw. Schlick auf den tieferen Böden. Das Bodenrelief aus dem Pleistozän ist komplett mit Sedimenten bedeckt

- Seit dem Tertiär dicke Schichten aus Sedimenten durch Erosion der Gebirgsketten der Alpen und des Apennin
- Hohe Sedimentationsraten durch große Zuflüsse (Po)
- Generelle Abnahme der Korngrößenverteilung zum offenen Meer hin

Italien

sandige
Flachküste

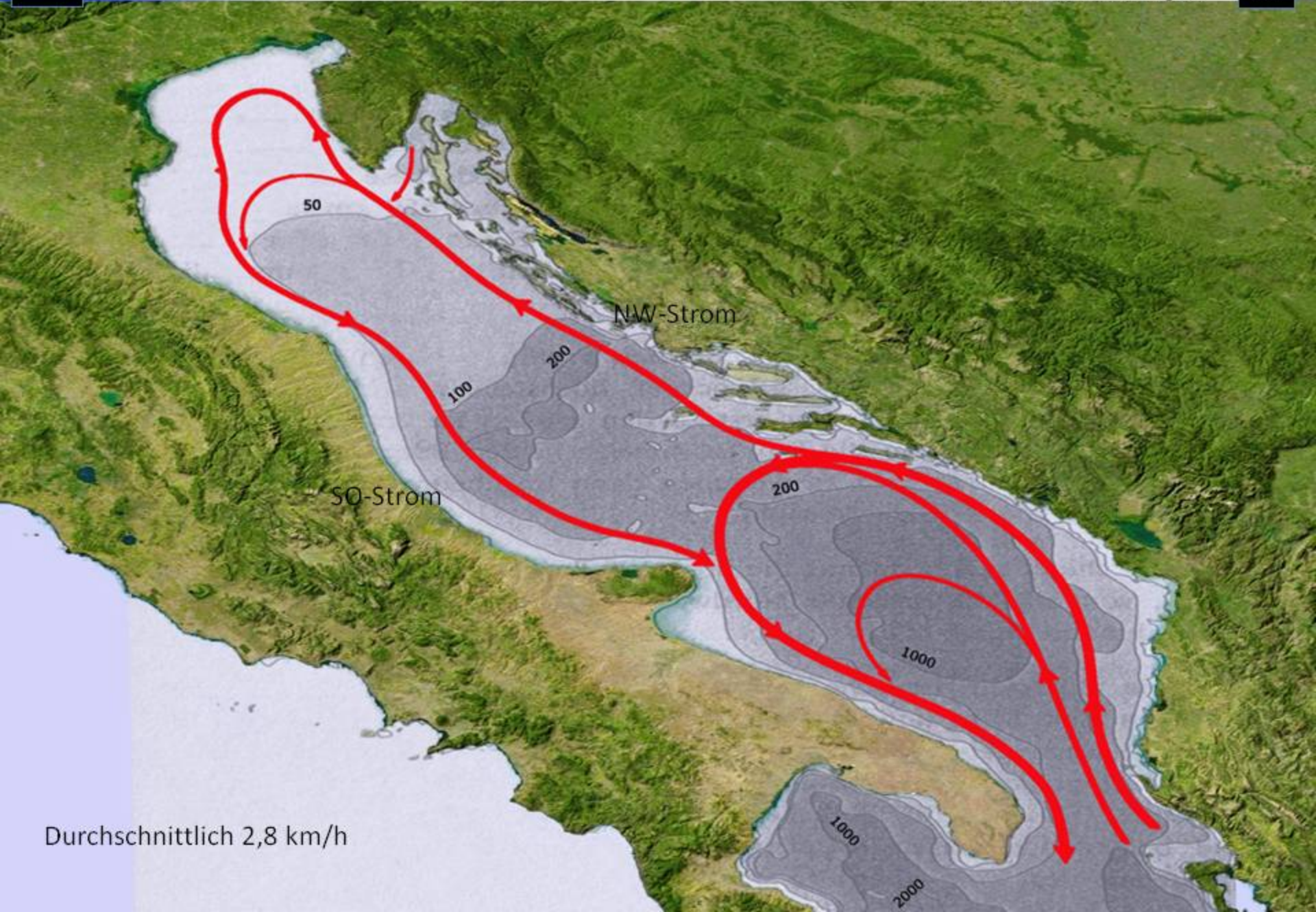
Hebung

Kroatien

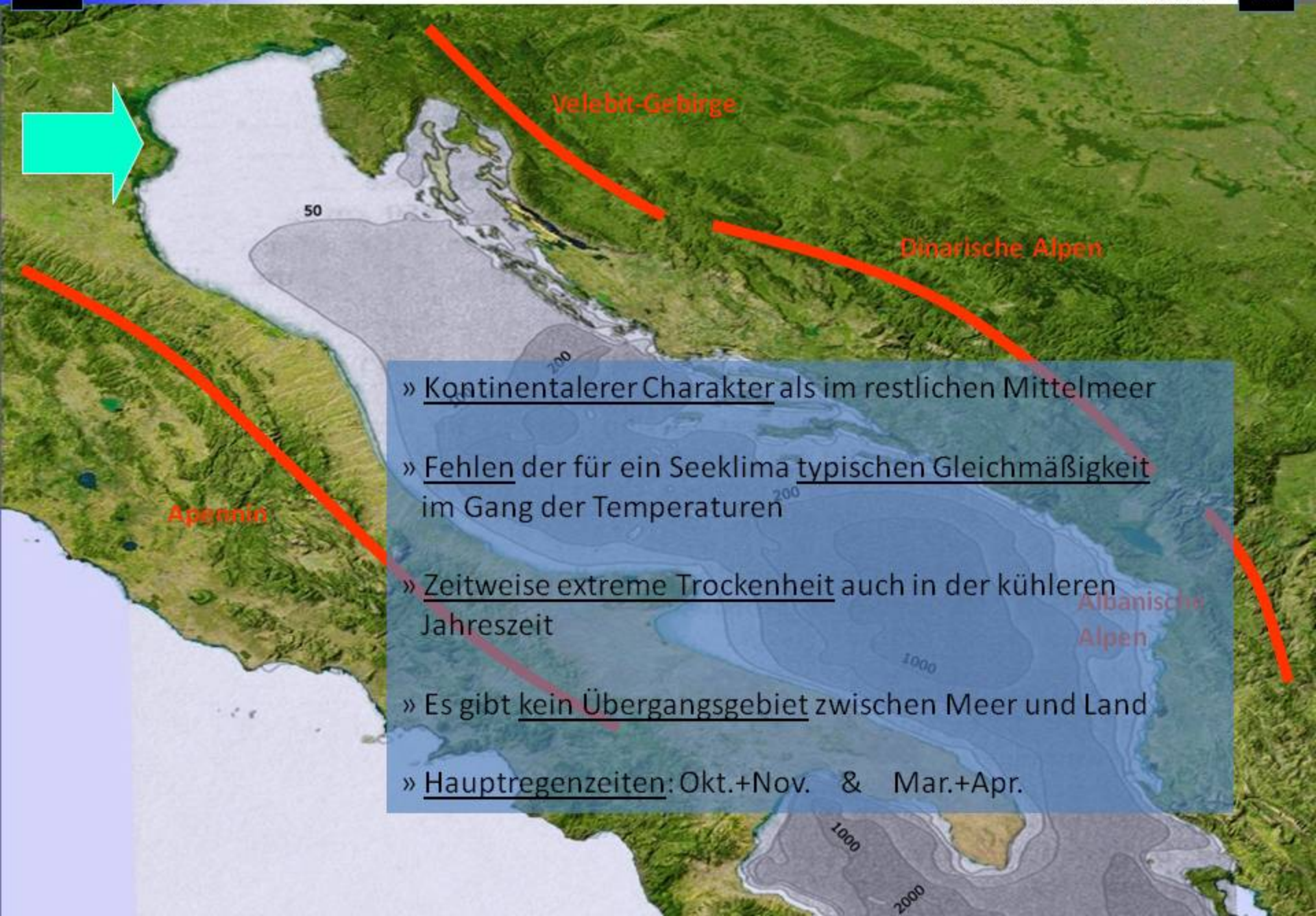
felsige
Steilküste

Senkung

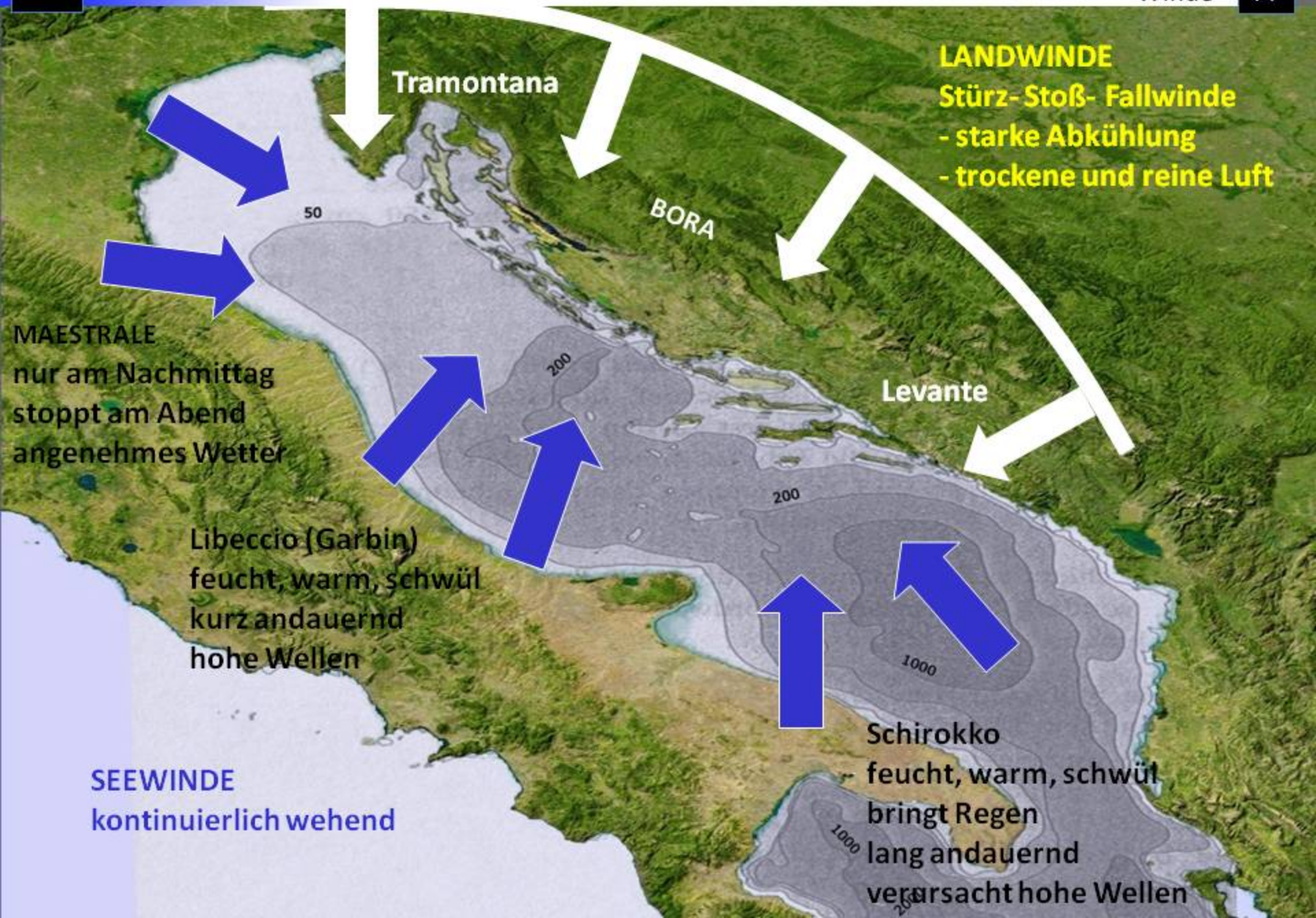




Durchschnittlich 2,8 km/h

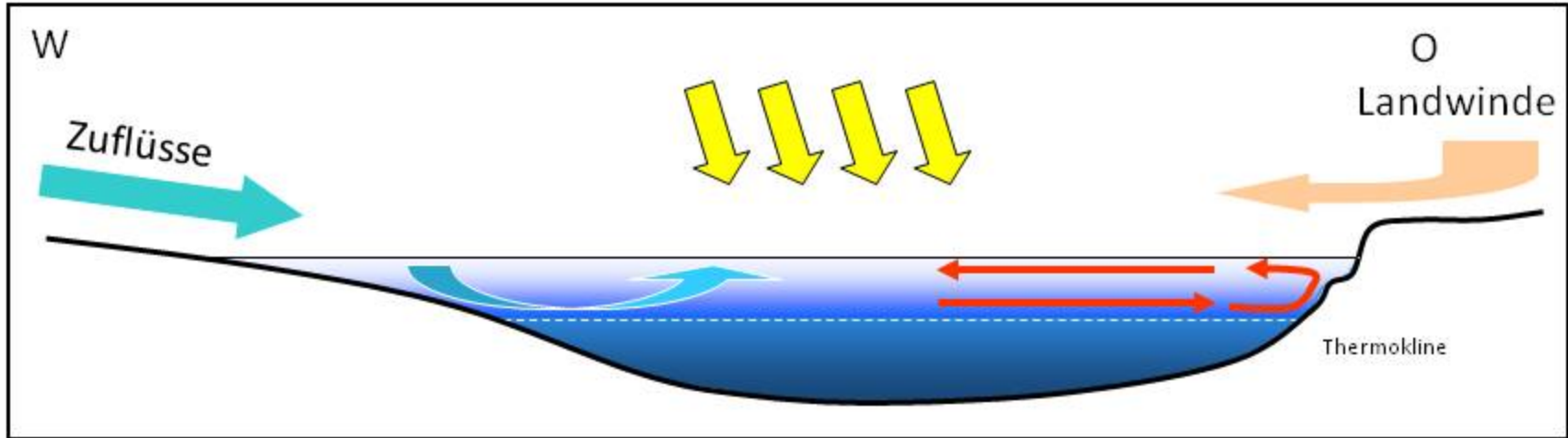


- » Kontinentalerer Charakter als im restlichen Mittelmeer
- » Fehlen der für ein Seeklima typischen Gleichmäßigkeit im Gang der Temperaturen
- » Zeitweise extreme Trockenheit auch in der kühleren Jahreszeit
- » Es gibt kein Übergangsgebiet zwischen Meer und Land
- » Hauptregenzeiten: Okt.+Nov. & Mar.+Apr.

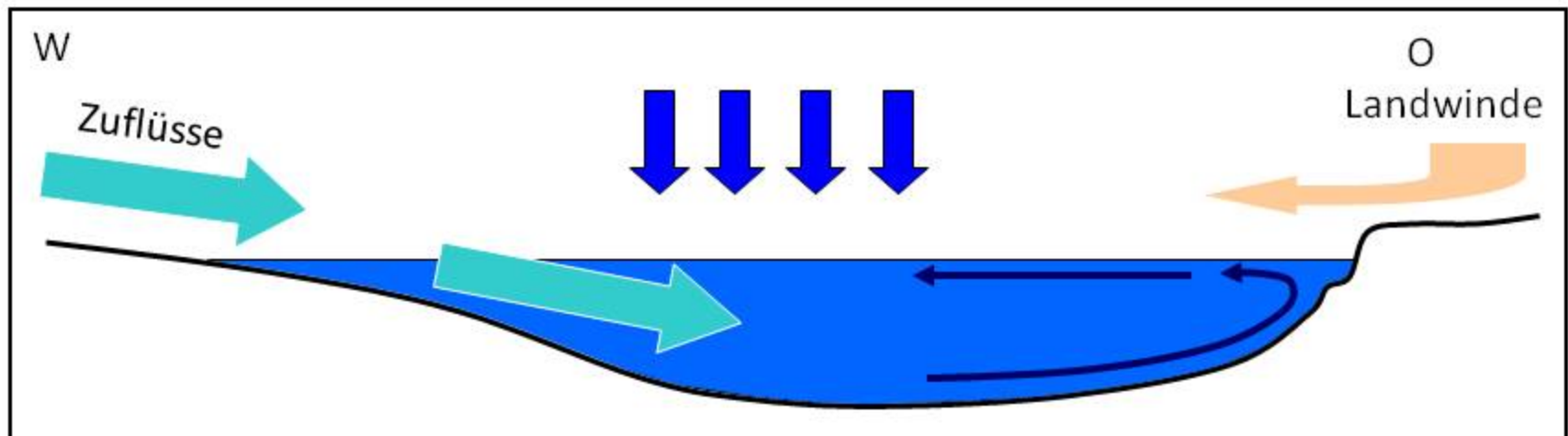


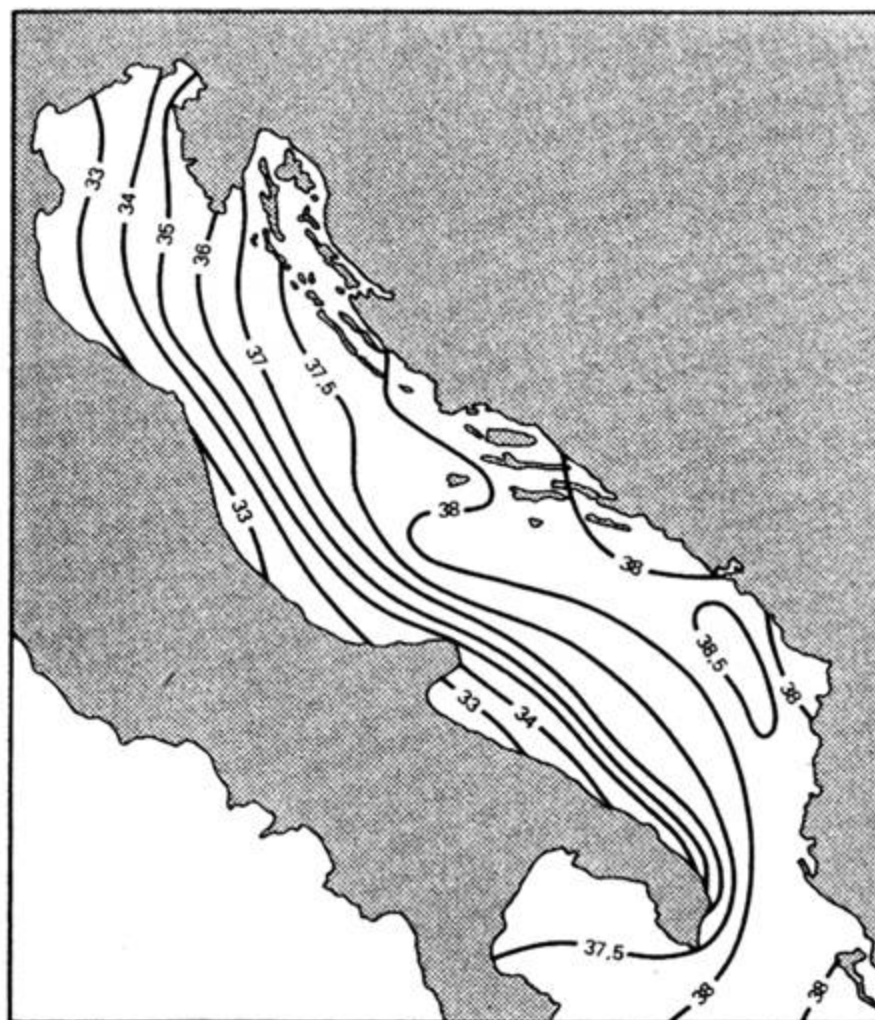
Windbedingte Vertikalzirkulation

Sommer



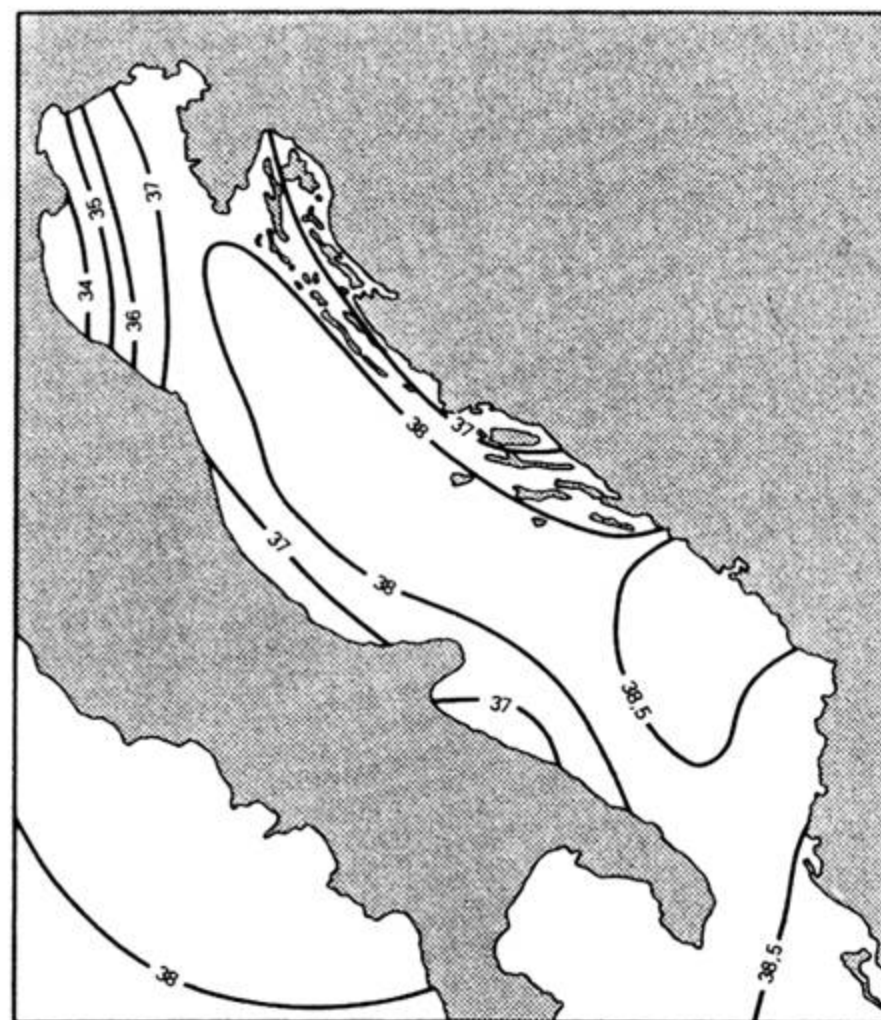
Winter



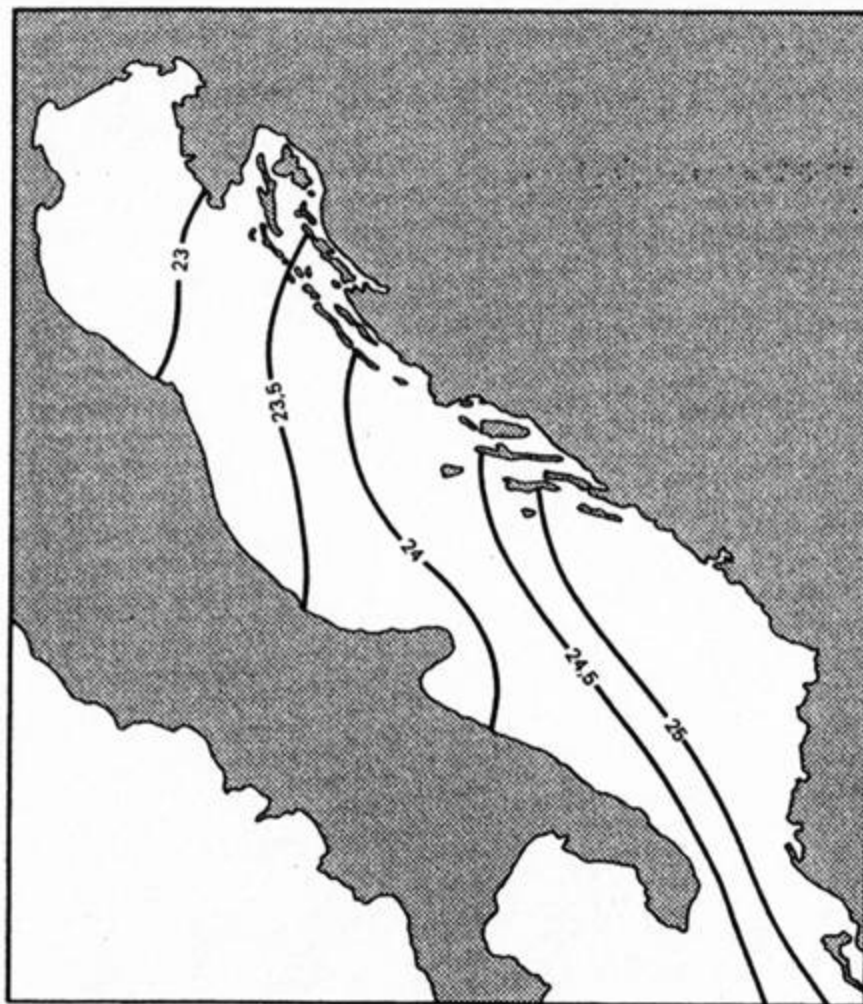


Salzgehalt der Adria im Sommer

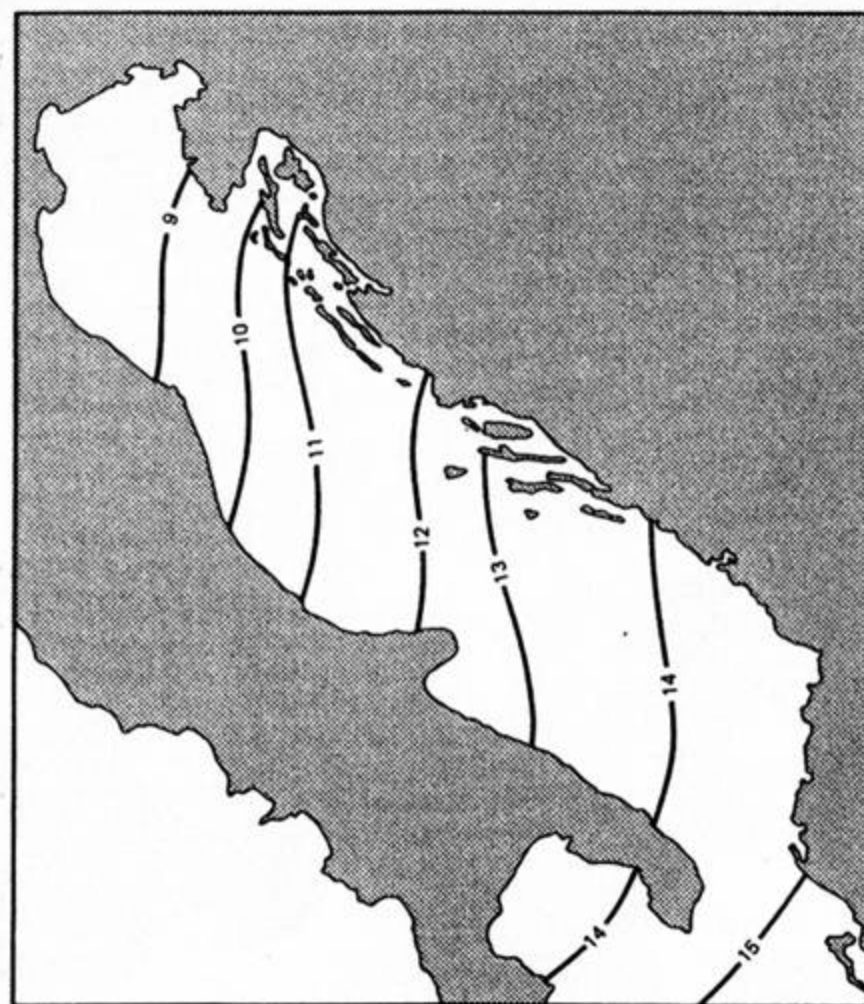
Werte in ‰ (38 ‰ entspricht 38g Salze pro kg Meereswasser)



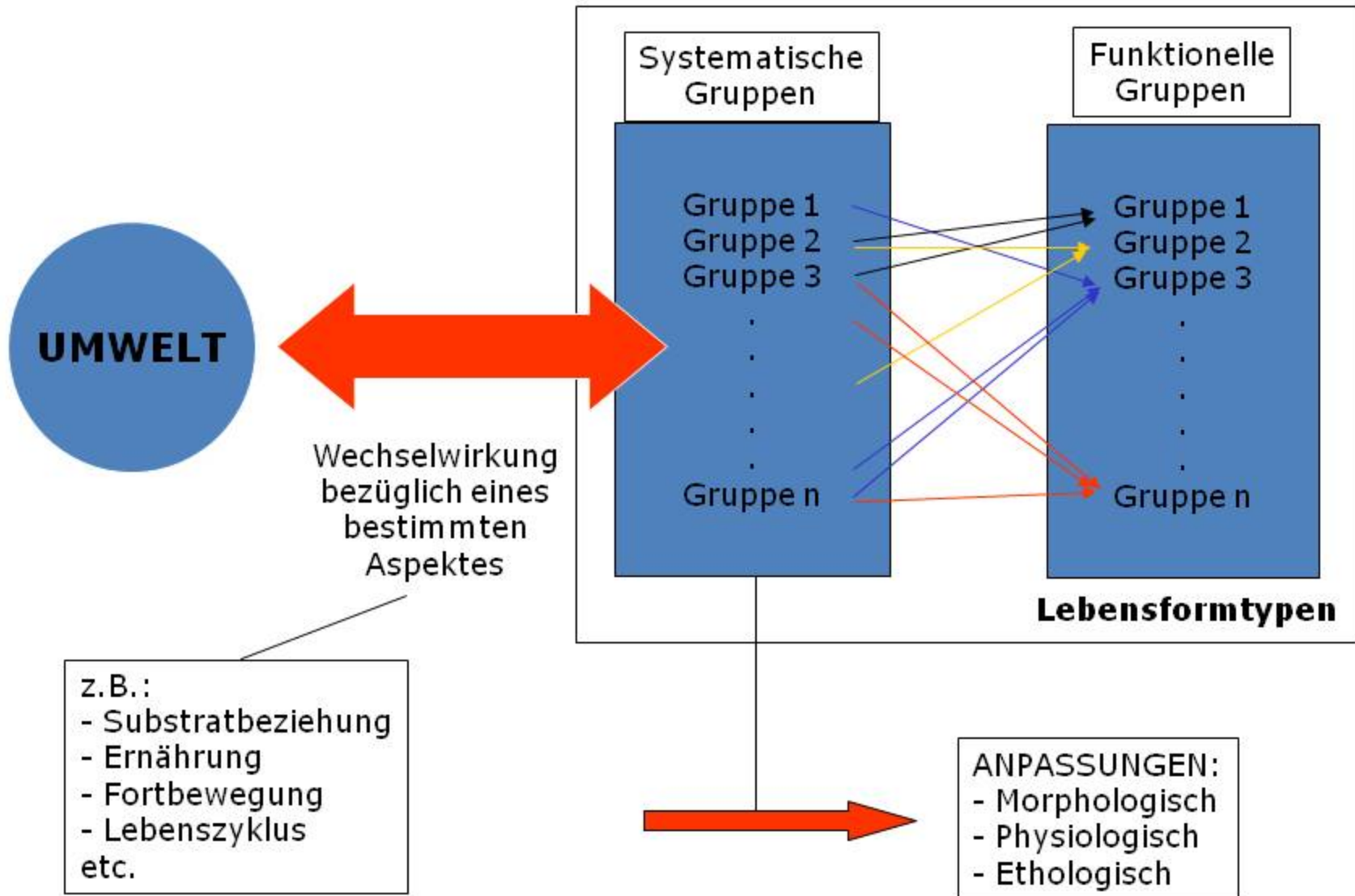
Salzgehalt der Adria im Winter



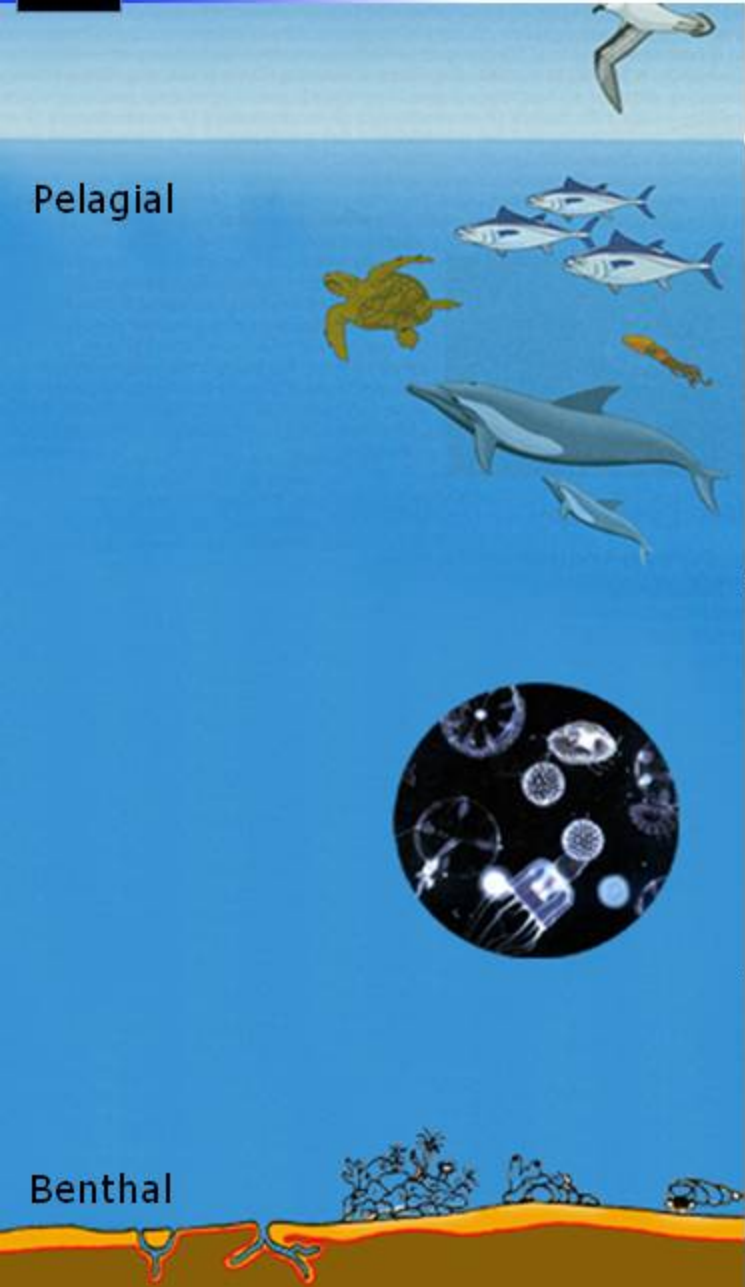
Oberflächentemperatur der Adria im Sommer



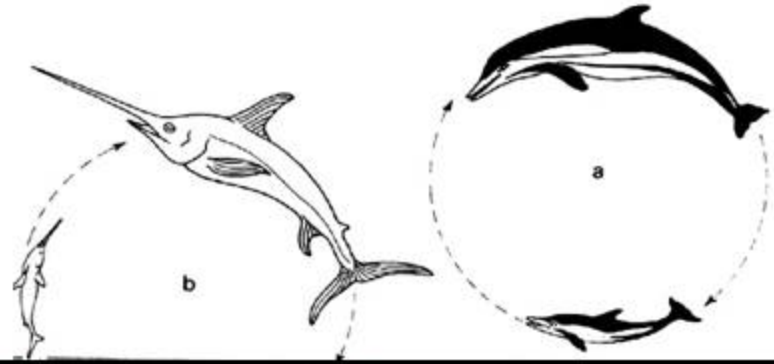
Oberflächentemperatur der Adria im Winter

ORGANISMEN

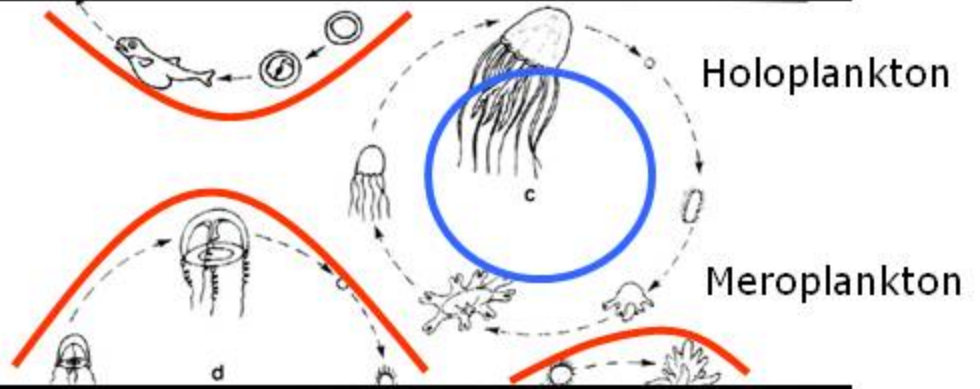
Pelagial



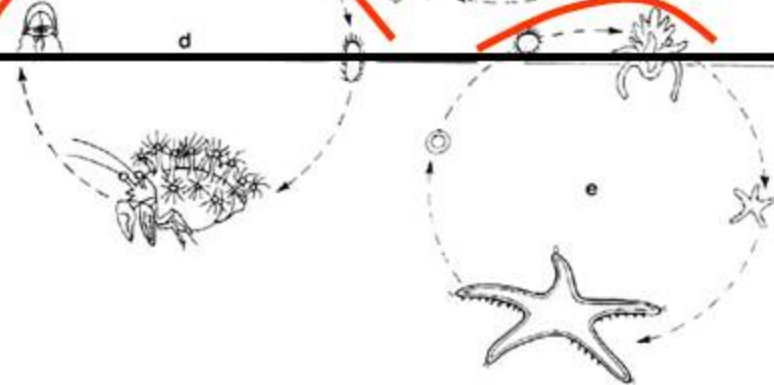
NEKTON



PLANKTON

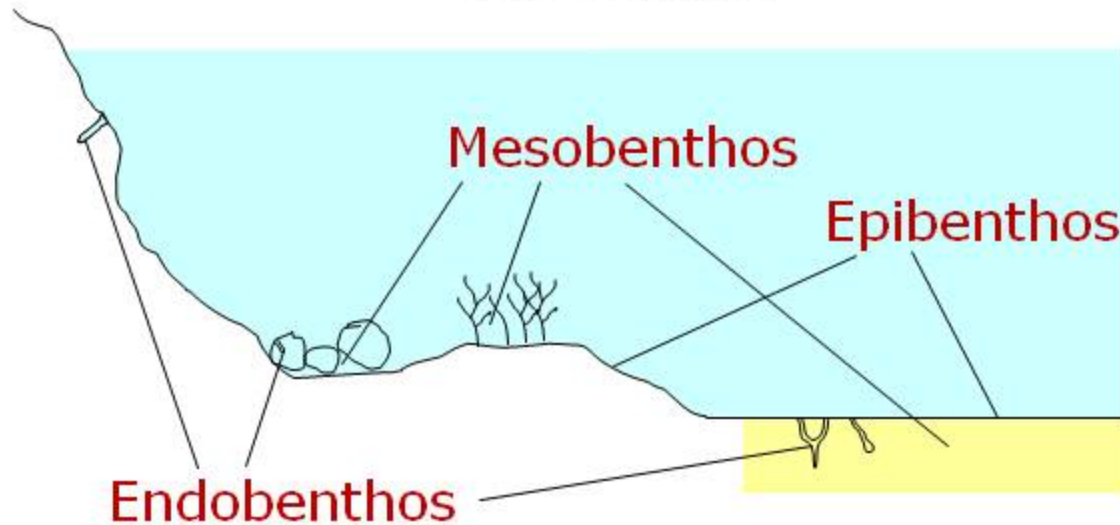


BENTHOS



Benthal

Substratbeziehungen des Benthos



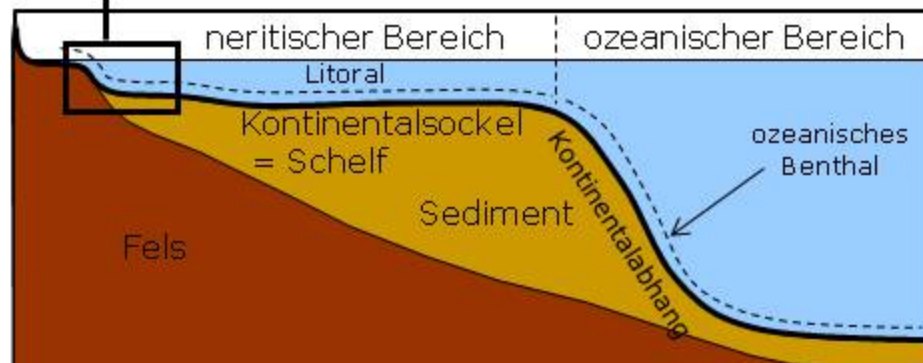
Begriffe

litho-Fels
psammo-Sand
pelo-Schlamm
endo-innen
	(bohrend od. grabend)
meso-zwischen
epi-auf
holo-ganz
mero-teilweise

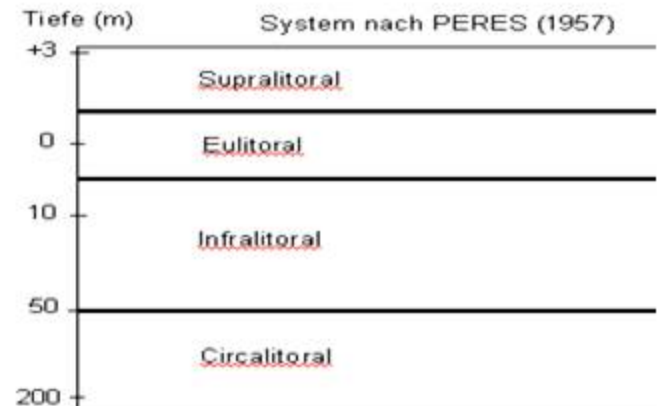
z.b.:

- endopelos
- merobenthisch
- mesopsammon
- holobenthos
- epilithisch
- endolithion etc.

Gliederung des Benthals



Gliederung des Litoral



vagil (errant)

Laufen

v.a.: Krebse



Kriechen

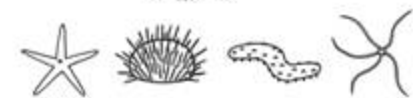
v.a.: Schnecken (Gastropoda)



Vielborster (Polychaeta)



Stachelhäuter (Echinodermata)



Schwimmen

v.a.: Wirbeltiere (Vertebrata); Krebse
Vielborster



Wühlen

v.a.: Wirbeltiere; Muscheln (Bivalvia),
Stachelhäuter; Vielborster



Klettern

v.a.: Krebse, Vielborster



Fortbewegungsstrategien

laufen



kriechen



schwimmen



wühlen



klettern





Große Felsgarnele (*Palaemon serratus*)



Nabelschnecke Fam. Naticidae

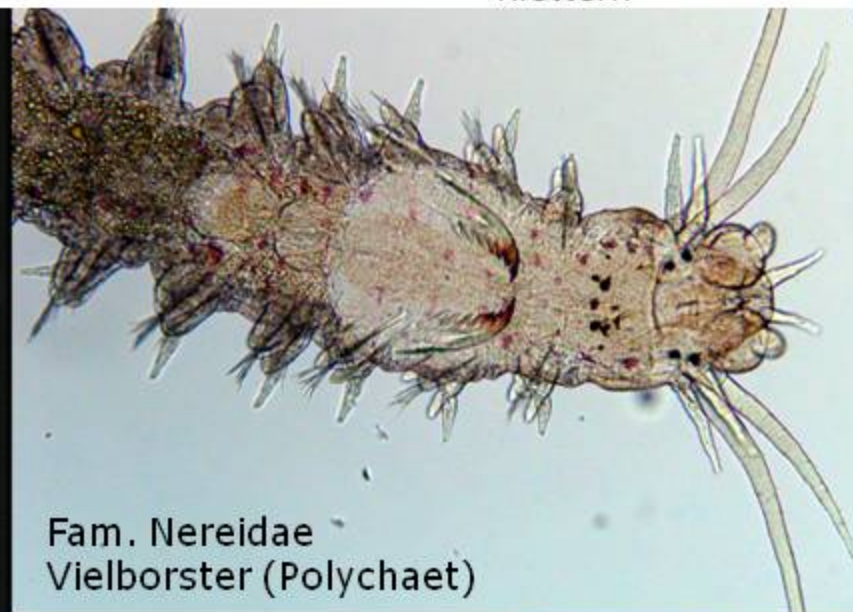


Fam. Nereidae **Heteronereisform**
geschlechtsreife Schwimmform

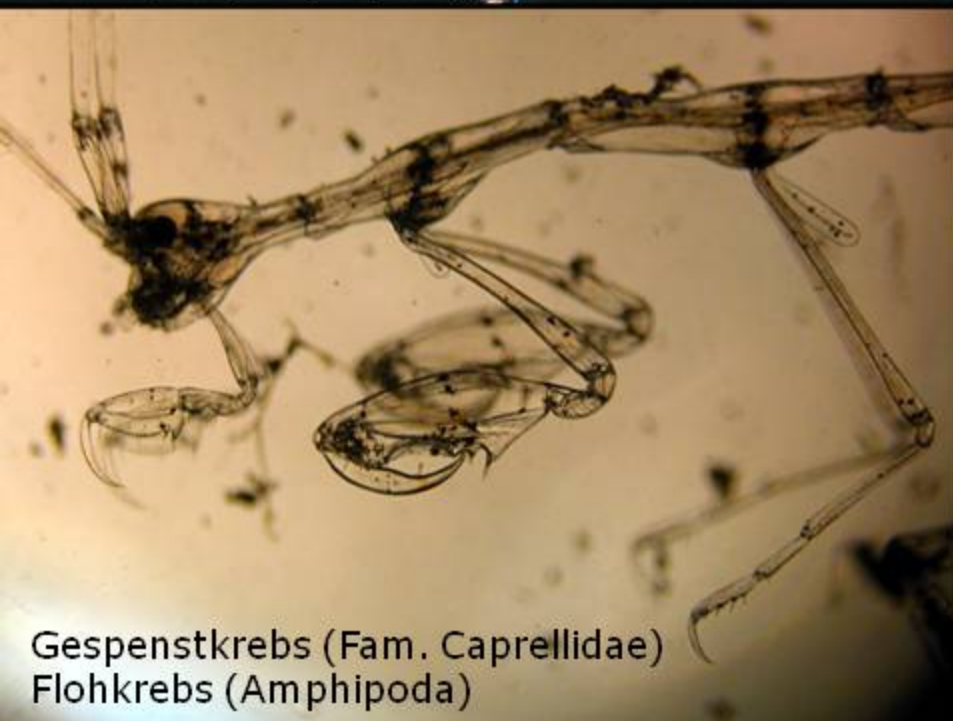




Podoceros variegatus
Flohkrebs (Amphipoda)



Fam. Nereidae
Vielborster (Polychaet)



Gespentkrebs (Fam. Caprellidae)
Flohkrebs (Amphipoda)



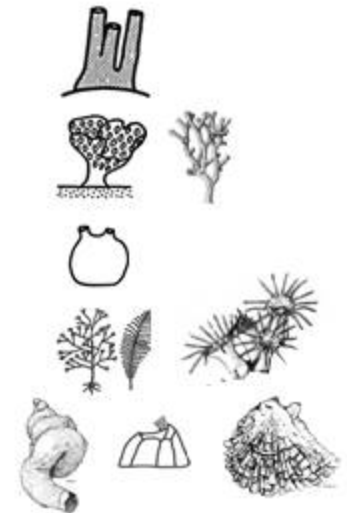
Gespentkrebs (Fam. Caprellidae)
Flohkrebs (Amphipoda)

sessil (sedentär)

fixosessil

Am Substrat festgewachsen
Kein Standortwechsel möglich

- Schwämme
- Moostierchen
- Seescheiden
- viele Nesseltiere (Hydrozoa, Anthozoa)
- wenige Schnecken, Muscheln, Krebse



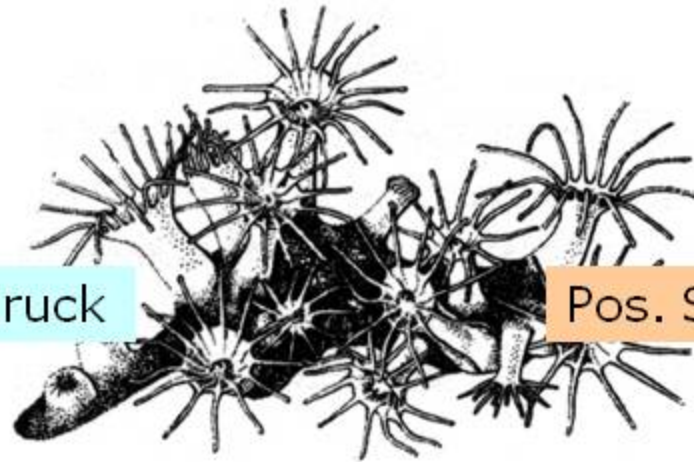
hemisessil

seßhafte Lebensweise
Standortwechsel nur u. bes. Umst.

- einige Nesseltiere (Anemonen)
- einige Muscheln



Die sessile Lebensweise der Tiere



Neg. Selektionsdruck

Pos. Selektionsdruck

- Kein Ausweichen an Plätze mit besseren Bedingungen
- Keine Flucht vor Freßfeinden
- Keine Nahrungssuche
- Keine Partnersuche

Physikalische Eigenschaften des Wassers begünstigten die Evolution der sessilen Lebensweise

- Effektivere Sammelmethode von im Wasser suspendierten Partikeln
 - Keine aufwendigen Lokomotionsmechanismen
 - Keine aufwendigen Zerkleinerungsapparate
 - Keine aufwendigen Verdauungssysteme
 - Keine komplexe Muskulatur
 - Kein komplexes Nervensystem
 - Meist dünne Gewebeschichten
 - Kein komplexes Gefäßsystem
- Diffusion genügt

Reproduktion sessiler Tiere

Vegetativ

- Pflanzenähnliche Wachstums- und Verzweigungsmuster
- Verzweigtes Wachstum zur besseren Ausnützung von Raum und diffus verteilter Nahrung
- Schnelle Vermehrung von genetisch identischen Individuen
- Dichotome Verzweigung führt zu einer geometrischen Vermehrung von Freßeinheiten
- Selten frißt ein Räuber den ganzen Klon

Geschlechtlich

Typischer Modus:

- Massenhafte Erzeugung der Geschlechtsprodukte
- Durch natürliche Rhythmen getriggerte Abgabe der Ei- und Samenzellen ins Wasser
- Zufällige Befruchtung
- Planktonische Larvenstadien
- Meist selektives Festsetzen der Larve am Substrat; Metamorphose

Klassifikation der Ernährungstypen nach:

- Stellung innerhalb der Nahrungskette
- Technik des Nahrungserwerbes

Terrestrisch: Übereinstimmung beider Klassifikationsmethoden

- sessile Primärproduzenten (Pflanzen)
Herbivore: Geringe lokomotorische Aktivität
- vagile Konsumenten
Carnivore: Typ des rasch beweglichen Räubers

Marin: Keine Übereinstimmung beider Klassifikationsmethoden Existenz festgewachsener Tiere und beweglicher Pflanzen

- vagile Primärproduzenten (Phytoplankton)
unermüdlich schwimmende Pflanzenfresser
- sessile Tiere
Ähnlichkeit v. Weidegängern und Räubern
(Mundöffnungsbewaffnung; Lokomotion)

Herbivore (Pflanzenfresser)

Carnivore (Räuber)

Depositfresser (Substratfresser)

Suspensionsfresser

Aasfresser

Herbivore bzw. Weidegänger (oft Mikro Aufwuchs)

Weidegänger

benthische Weidegänger

mikrophag

Nahrung: niedriger Aufwuchs auf festen Substraten und Großtangen
z.B.: Diatomeen, Bakterien, junge Epiphyten

makrophag

Nahrung: Großpflanzen (Makrophyten)
z.B.: div. Algen, Seegräser

pelagische Weidegänger

Nahrung: Phytoplankton

Debrisfresser

Debris: tote Pflanzen und Pflanzenteile mit bestimmbarer Herkunft
Aberodierte Pflanzenteile = „Bestandsabfall“

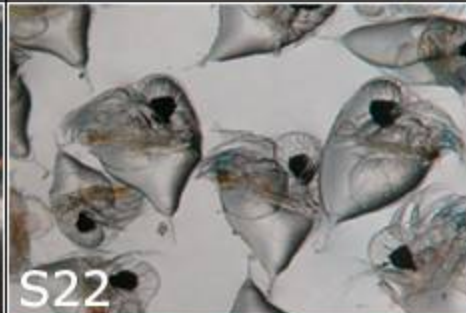
mikrophage,
benthische
Weidegänger



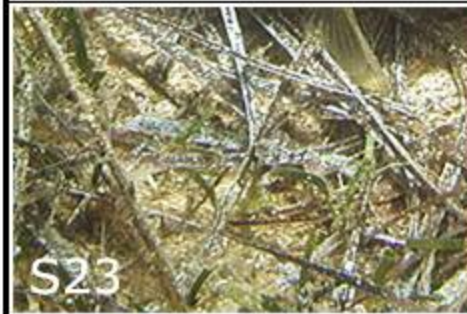
makrophage,
benthische
Weidegänger



pellagische
Weidegänger



Debrisfresser



Netzhornschnecke (*Bittium reticulatum*)





Goldstrieme (*Sarpa salpa*)



Lungenqualle (*Rhizostoma pulmo*)



Mundfeld von *Sphaerechinus granularis*

Carnivore

Typen sind unterscheidbar nach Art des Nahrungserwerbes und im Spezialisierungsgrad.
Einige Beispiele:

- Bewegliche, Suchende
- Lauernde
- Festsitzende
- Nahrungsspezialisten
- Nahrungsgeneralisten
etc....





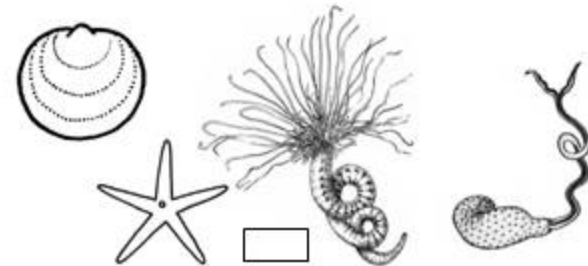
Seespinne (*Maia sp.*)

Hoher Gehalt der Sedimente an organischen Substanzen (v.a. Detritus)
 Detritus: Fein zerkleinertes organisches Material unbestimmbarer Herkunft.
 Meist schwer hydrolisierbare Partikel (z.b.: strukturelle Kohlehydrate).
 Diverse Destruenten des Detritus sind die eigentliche Nahrungsquelle
 der Detritivoren

Depositfresser

Selektierende Depositfresser

v.a.: Muscheln (Bivalvia)
 Vielborster (Polychaeta)
 Seesterne (Asteroidea)
 Igelwürmer (Echiurida)



Nicht- selektierende Depositfresser

v.a.: Seegurken (Holothuroidea)
 Irreguläre Seeigel (Echinoidea)

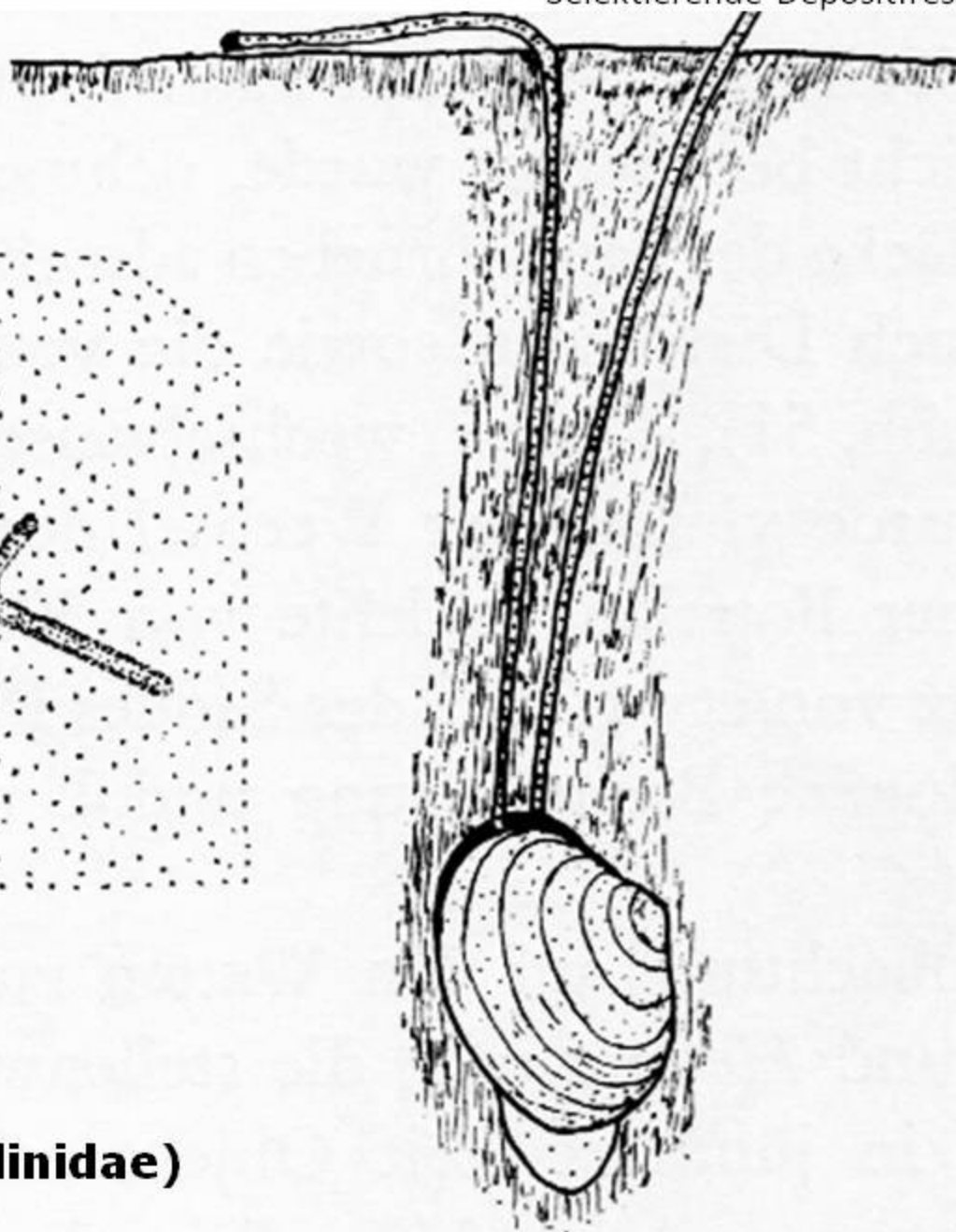
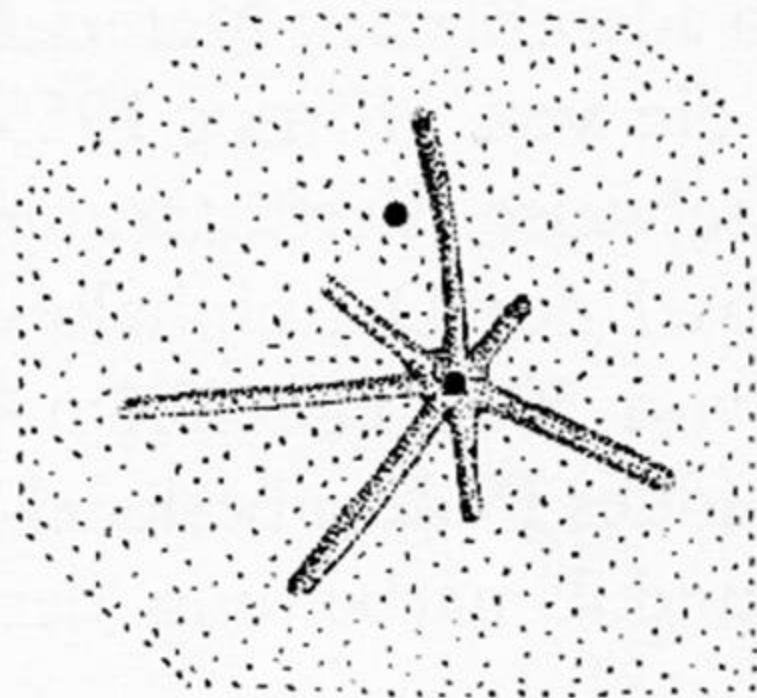


Selektierende
Depositfresser

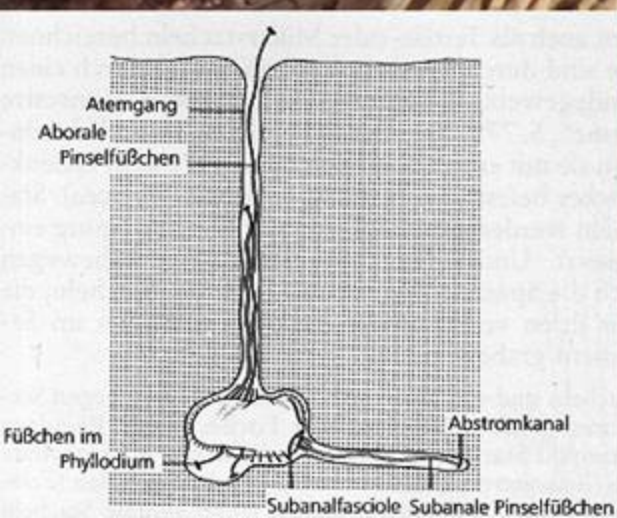


Nicht-
selektierende
Depositfresser





Tellmuscheln (Fam. Tellinidae)



Herzigel (*Echinocardium* sp.)

Seston - disperse Nahrungsquelle - Sekundärproduzenten - v.a. sessile und hemisessile

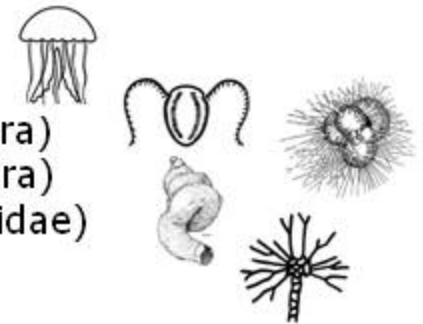
Suspensionsfresser

Tentakelfänger

Fortsätze an denen Partikel haften (Tentakel)

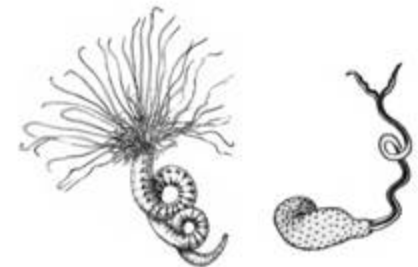
Tentakel ins freie Wasser

v.a.: Nesseltiere (Cnidaria)
Rippenquallen (Ctenophora)
Kammerlinge (Foraminifera)
Wurmschnecken (Vermetidae)
Vielborster (Polychaeta)



Tentakel zum Abtasten d. Untergrundes

Sind keine Suspensionsfresser im strengen Sinn sondern eher selektive Depositfresser
v.a.: Vielborster (Polychaeta);
Igelwürmer (Echiurida)



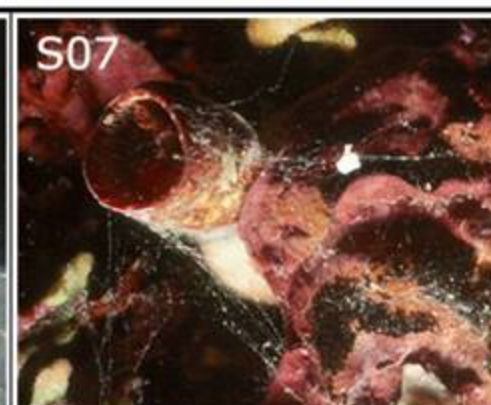
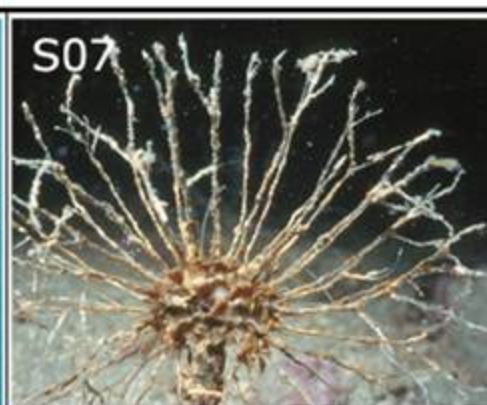
Strudler

Zweigen mittels Wimperschlag auf Cilienbändern aus dem Hauptwasserstrom einen Nebenwasserstrom ab

v.a.: Moostierchen (Bryozoa)
Vielborster (Polychaeta)

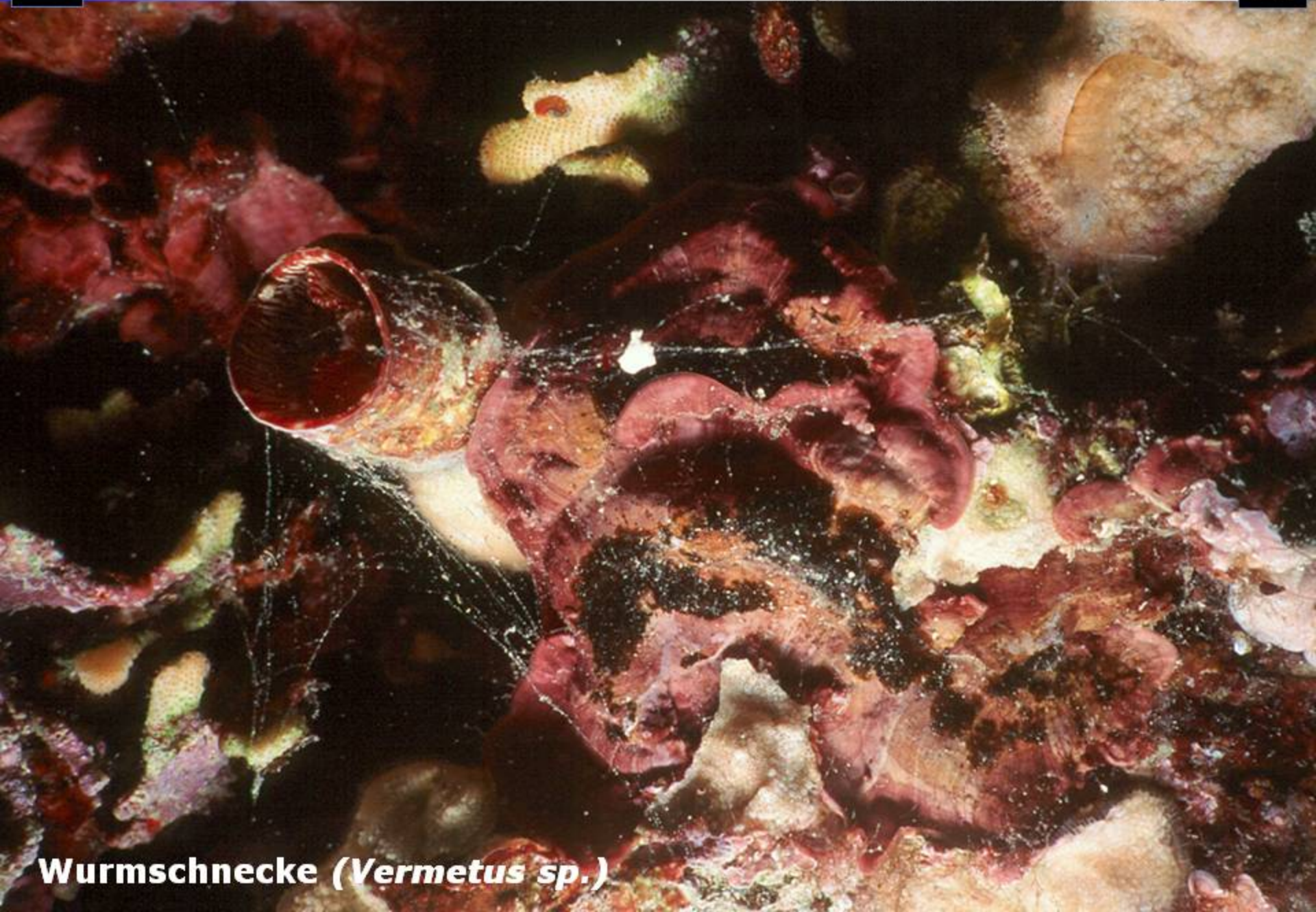


Tentakel-
fänger



Strudler





Wurmschnecke (*Vermetus* sp.)



Kleiner Kalkröhrenwurm (*Serpula vermicularis*)

Suspensionsfresser

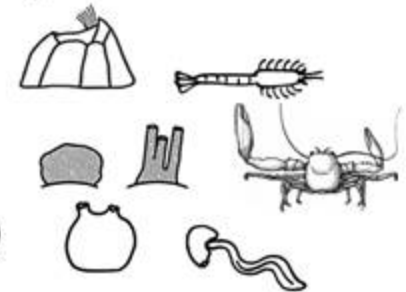
Tentakelfänger**Strudler****Filtrierer**

Gewinnung der suspendierten Partikel mit Hilfe von Filterapparaten

Aktive Filtrierer

Erzeugen den nötigen Wasserstrom selbst oder bewegen ihren Partikelkollektor aktiv durch das wenig bewegte Wasser

v.a.: Krebse: Rankenfüßer (Cirripedia)
Schwebgarnelen (Mysidacea)
div. Zehnfüßer (Decapoda)
Schwämme (Porifera)
Manteltiere: Seescheiden (Ascidiacea)
Copelata

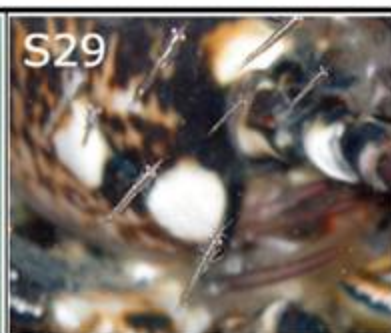
**Passive Filtrierer**

Halten ihren Partikelkollektor passiv in das stark bewegte Wasser

v.a.: Stachelhäuter: Haarsterne (Crinoidea)

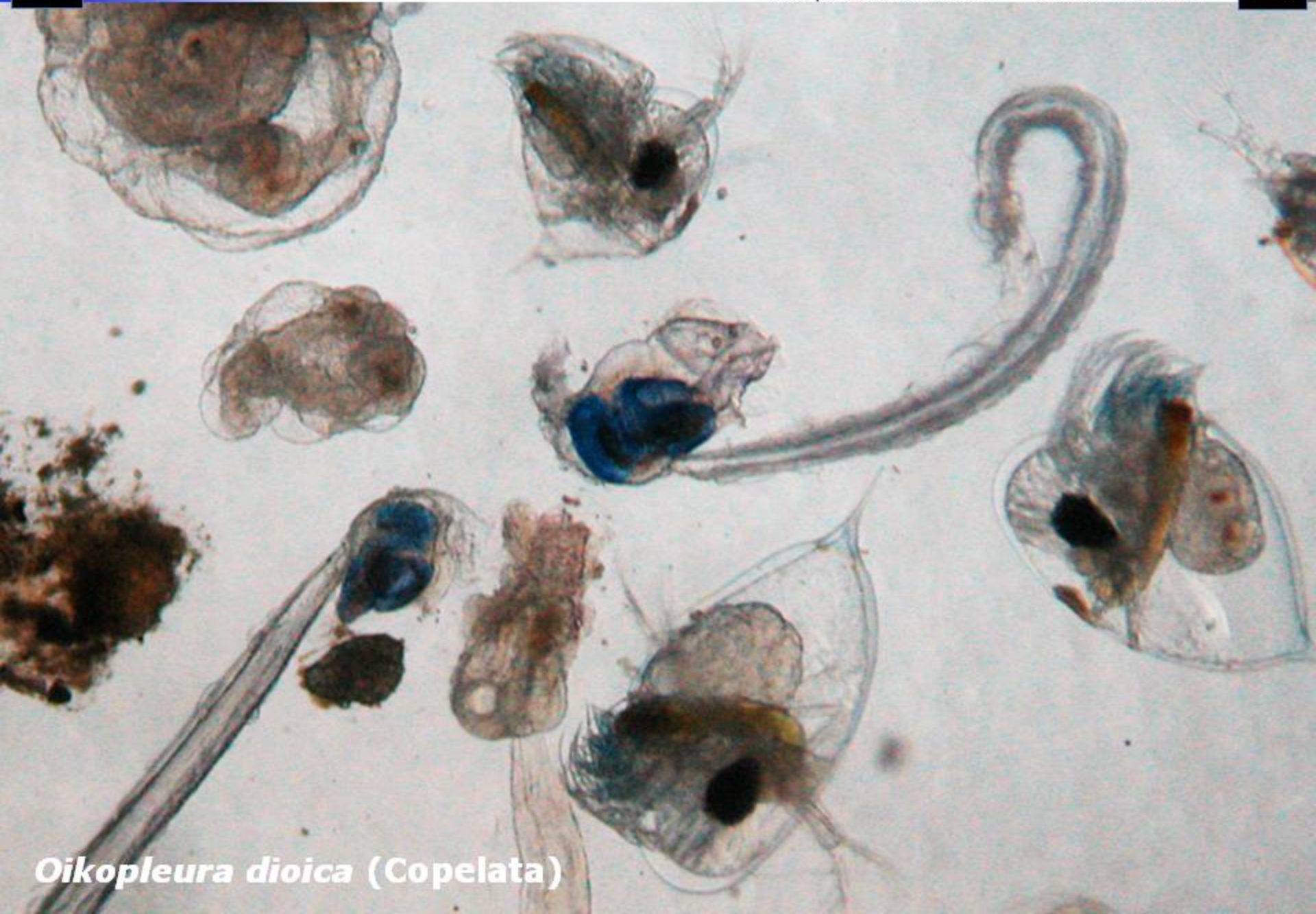


aktive
Filtrierer



passive
Filtrierer





Oikopleura dioica (Copepoda)



Zerbrechlicher Schlangensterne (*Ophiothrix fragilis*)

Typ	Wasserbew. durch	Nahrungserwerb	Beispiele
Tentakelfänger	Bodenwasserstrom Vertikale und horizontale Ströme	Partikeln heften an den Tentakeln	Nesseltiere Rippenquallen Kammerlinge Wurmschnecken
Strudler	Wimperschlag	Wimperschlag	Moostierchen Vielborster
Filtrierer - passive - aktive 1) Schwammfiltrierer 2) Schleimfiltrierer - äußere - innere 3) Gehäusefiltrierer 4) Borstenfiltrierer	Bodenwasserstrom Brandungswellen Geißelschlag Muskeltätigkeit Wimperschlag Muskeltätigkeit Muskeltätigkeit	Tentakelfilter Rankenfüße Kragengeißelzellen Schleimfilter Schleimfilter Reusenfilter Borstenfilter	Haarsterne Rankenfüßer Schwämme Vielborster Seescheiden Copelata div. Krebse (Schwebgarnelen, Flohkrebse, Porzellankrebse)