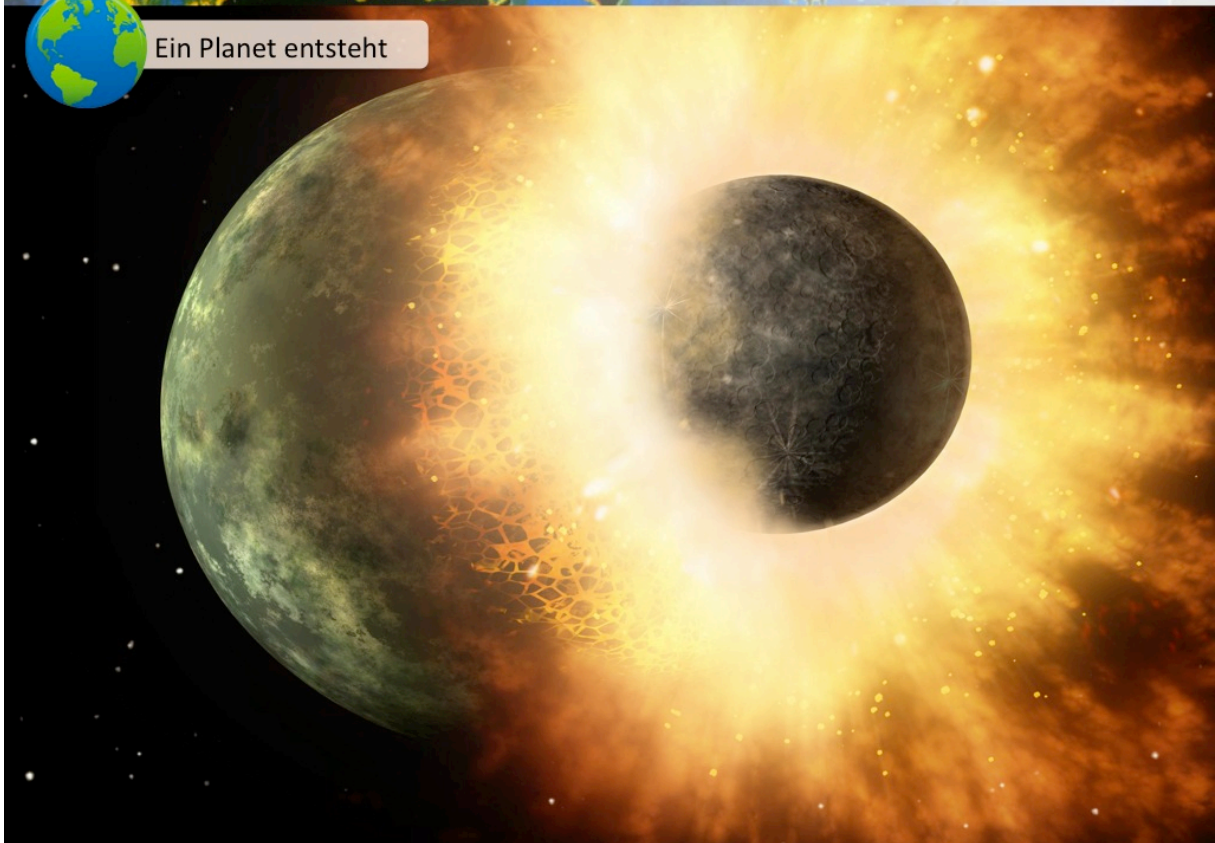
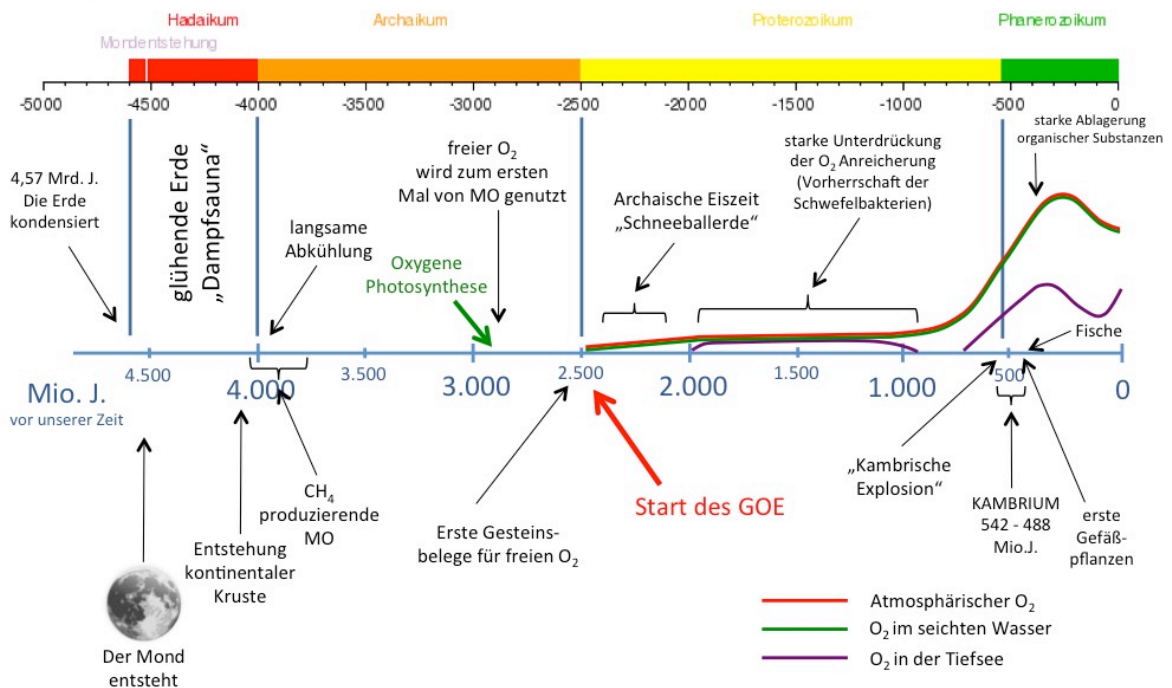




Ein Planet entsteht



Ein Planet entsteht – Die „große Sauerstoffkatastrophe“ (GOE)

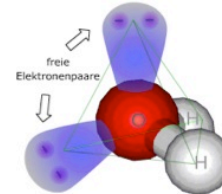




### Was lernen wir aus der Entstehungsgeschichte der Erde ?

#### H<sub>2</sub>O:

- ➔ Seit es flüssiges Wasser auf der Erde gibt (seit ca. 4 Mrd. J.) existiert das Leben ohne Unterbrechung



#### O<sub>2</sub>:

- ➔ O<sub>2</sub> ist ein wichtiger Motor in der Evolution
- ➔ O<sub>2</sub> ist nicht unbedingt notwendig für das Leben auf der Erde
- ➔ In Abwesenheit von O<sub>2</sub> existierten auf der Erde 3 Milliarden Jahre lang nur Bakterien und Mikrobenschleim
- ➔ O<sub>2</sub> ist notwendig für die Evolution von komplexen Vielzellern
- ➔ O<sub>2</sub> war nicht immer im Meer vorhanden. Vor allem tiefere Bereiche waren immer wieder auch weltweit frei von Sauerstoff. Der freie Sauerstoff kann durch chemische, geologische und biologische Prozesse gebunden und dabei aus der Umwelt entfernt werden. Auch eine sich verändernde Hydrodynamik kann zu anoxischen Bereichen im Meer führen



### Was lernen wir aus der Entstehungsgeschichte der Erde ?

#### Epochale Ereignisse:

- ➔ Höhere Lebensformen wurden mehrmals auf Grund von epochalen Ereignissen bis auf einen Bruchteil ausgerottet und haben sich in einem erdgeschichtlich kurzen Zeitraum von jeweils 10-20 Mio Jahren wieder mit zum Teil neuen Formen regeneriert
- ➔ Globale Veränderungen epochalen Ausmaßes wurden nicht nur durch unbelebte Einflüsse (Meteoriteneinschläge, saurer Regen, tektonische Phänomene, Vulkanausbrüche, Klimaschwankungen, Vereisungen etc.) sondern auch durch die organismische Umwelt ausgelöst (z.B.: GOE; Ära der Schwefelbakterien; CH<sub>4</sub> produzierende Mikroorganismen)
- ➔ Epochale Ereignisse mit katastrophalen Auswirkungen auf die belebte Umwelt wurden meistens durch sich selbst verstärkende Prozesse ausgelöst
  - z.B.: CO<sub>2</sub> → Treibhauseffekt → CH<sub>4</sub>- Freisetzung → Verstärkung des Treibhauseffektes
  - oder: Vergrößerung der Eisfläche → größere Albedo → noch stärkere Abkühlung





Was lernen wir aus der Entstehungsgeschichte der Erde ?

Wie muss die Umwelt aussehen damit Leben entstehen kann?  
Gold (1992) meint dazu:

*„Planetary infection by microorganisms is astounding: Wherever there is a useful energy source (for living beings, that means visible- light photons, certain inorganic chemical reactions, or organic matter) and liquid water, some form of biological activity can be found.“<sup>1)</sup>*

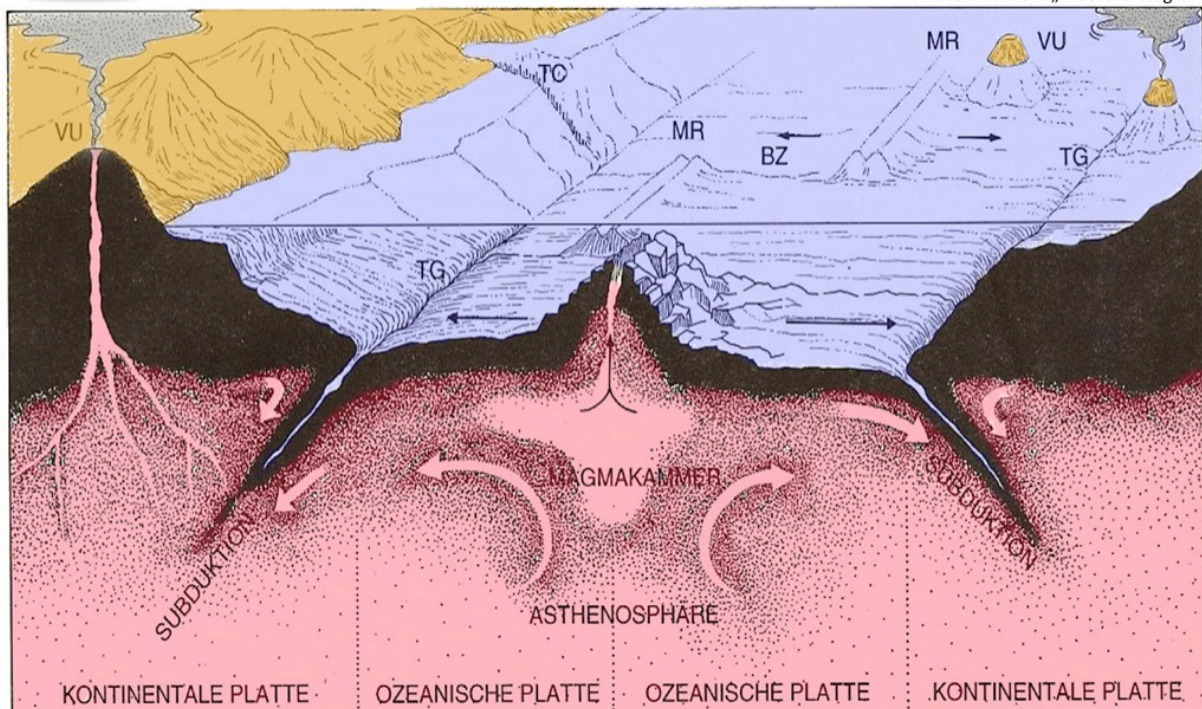
Es wird also bloß eine brauchbare Energiequelle und flüssiges Wasser benötigt, um Leben entstehen zu lassen.

1) GOLD, T.: The deep, hot biosphere. Proc Natl Acad Sci USA 89, 1992, S. 6045-6049.  
Zitiert nach: PERETÓ, Juli: Controversies on the origin of life.  
In: International Microbiology 8, (o. O.), Februar 2005, S. 24



Geologie der Meeresbecken

aus P.Tardent „Meeresbiologie“







Geologie der Meeresbecken – Leben an den Hot Vents

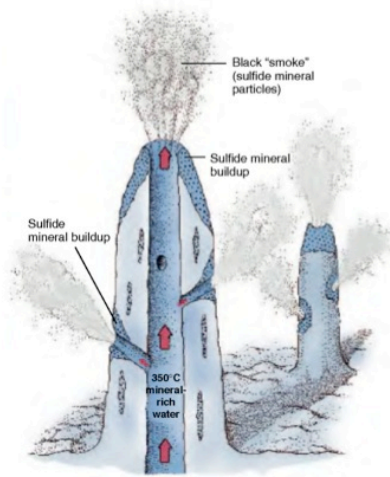
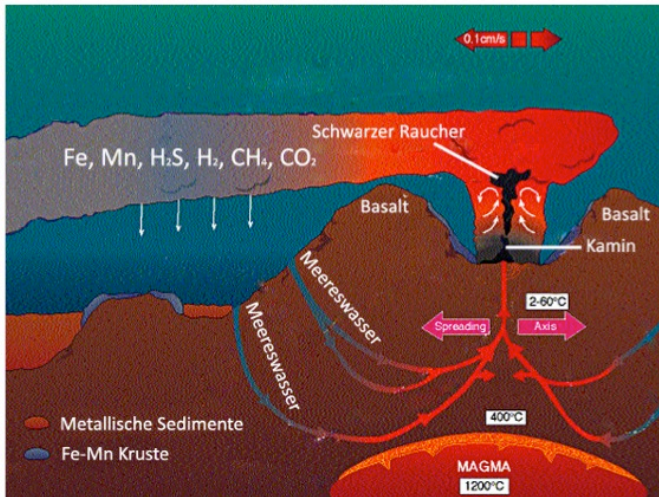


Abb li.: [http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/05galapagos/logs/dec10/media/vents\\_diagram\\_600.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/05galapagos/logs/dec10/media/vents_diagram_600.html)

Abb re.: CASTRO / HUBER (2003): Marine Biology. McGraw-Hill Companies, www.mhhe.com/marinebiology



Geologie der Meeresbecken – Leben an den Hot Vents

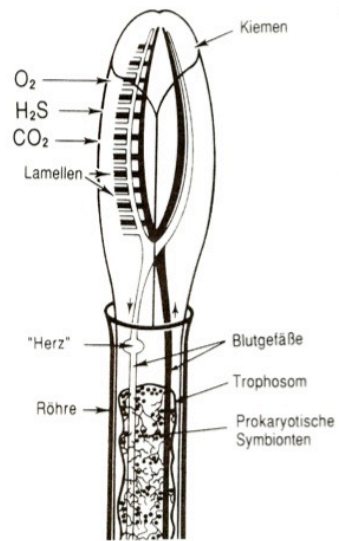
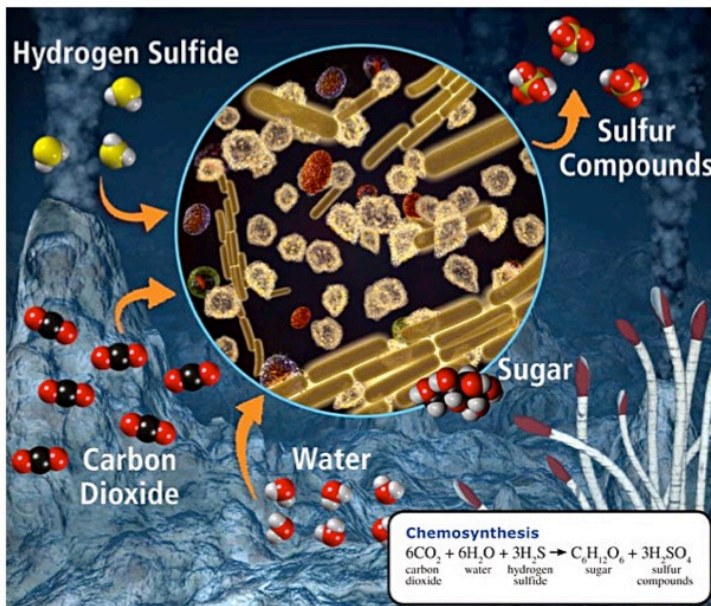


Abb. 12. Schema des Bauplans von *Riftia pachyptila*





Geologie der Meeresbecken – Leben an den Hot Vents

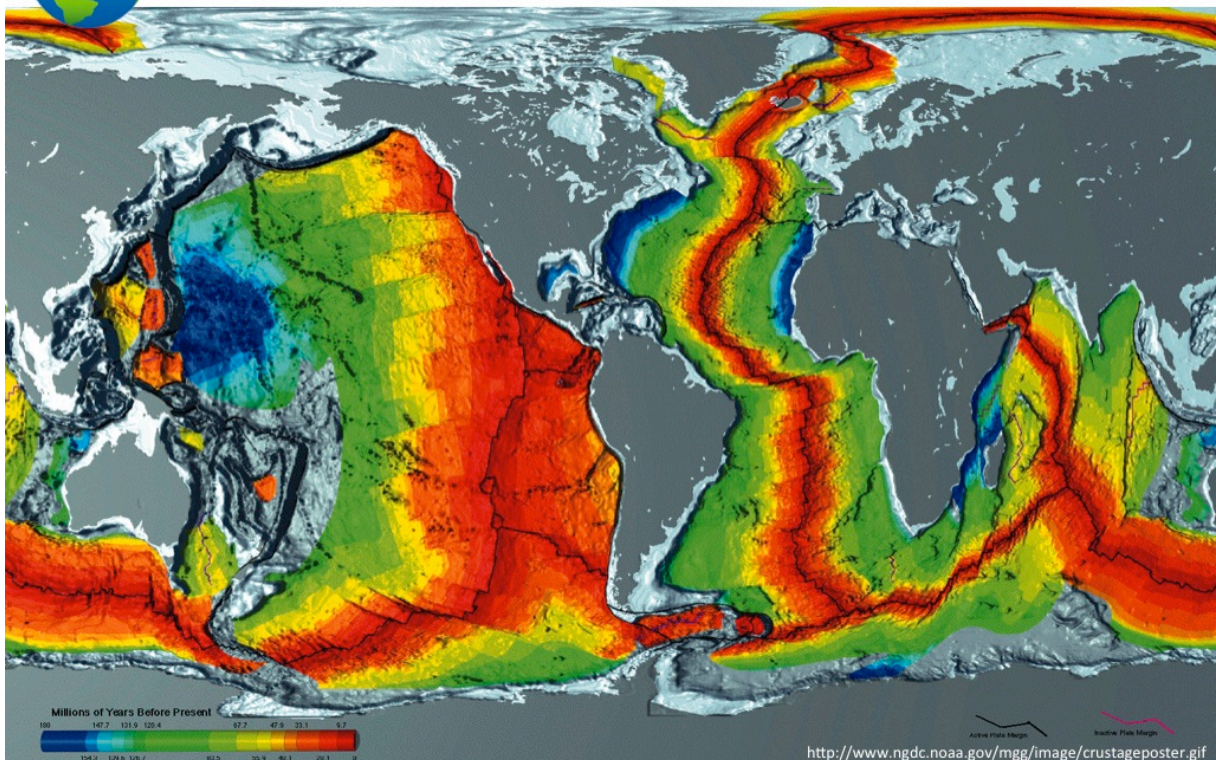


Film: Mittelozeanische Rücken – Hot Vents

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/media/infocus-alaune/2003/endeavour/photo8.JPG>



Alter der ozeanischen Kruste

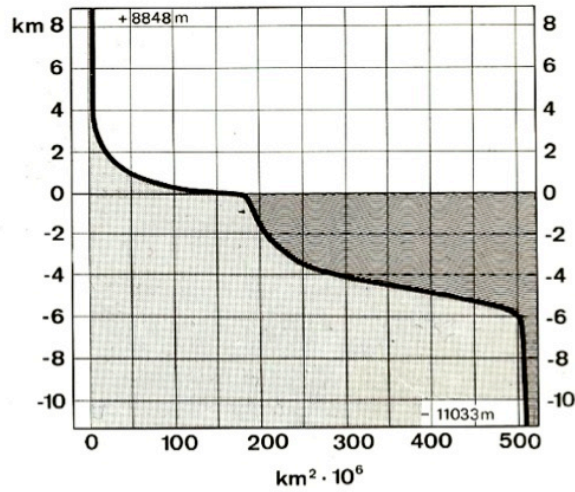


<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/crustageposter.gif>





Topografie der Meeresbecken



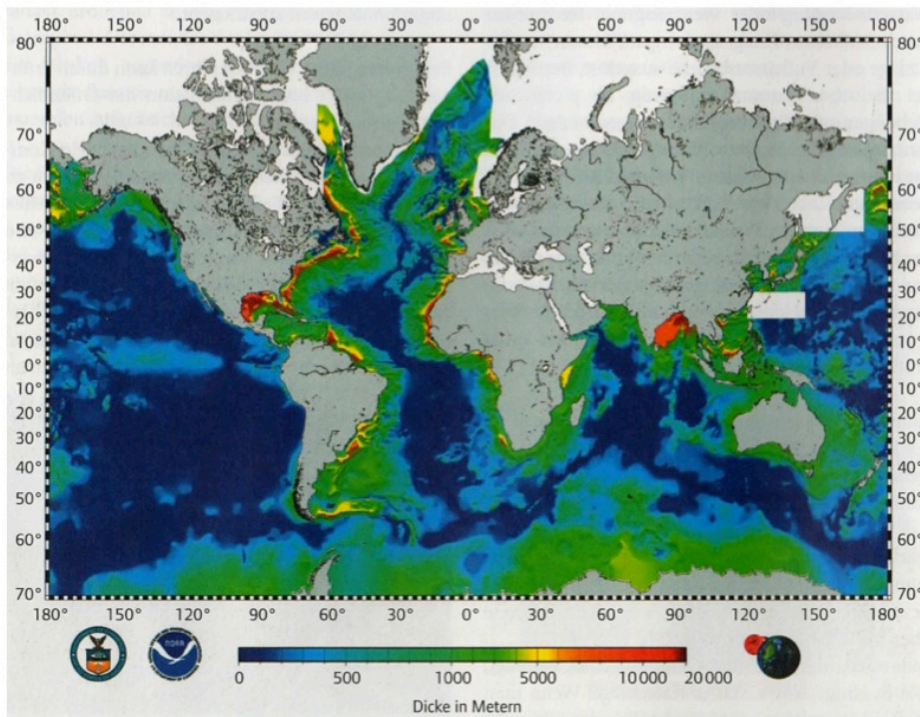
**Abb. 1** Diese **hypsographische Kurve** veranschaulicht, welche Anteile der gesamten Erdoberfläche (510 Mio.  $\text{km}^2$ ) in welcher Höhe über bzw. Tiefe unter dem derzeitigen Meeresspiegel liegen (nach Mc Lellan 1965).

aus P.Tardent „Meeresbiologie“



Sedimentation in Ozeanbecken

Mächtigkeiten der Sedimentschichten in den Ozeanen

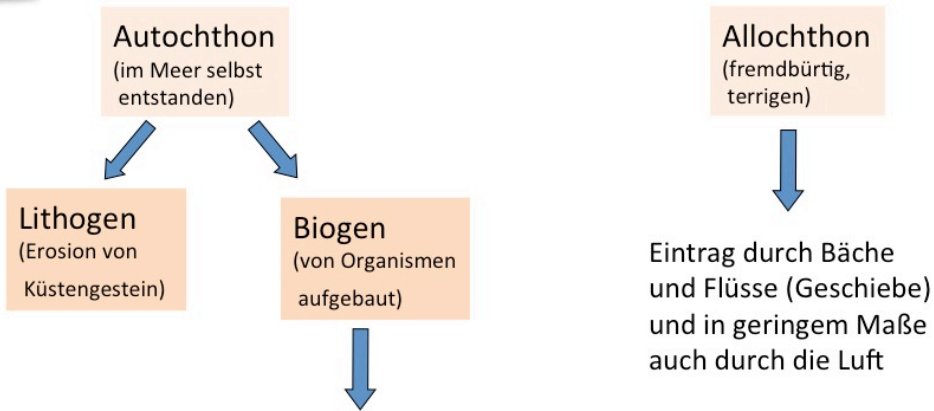


Quelle: NOAA





Sedimentation in Ozeanbecken - Herkunft der Sedimente

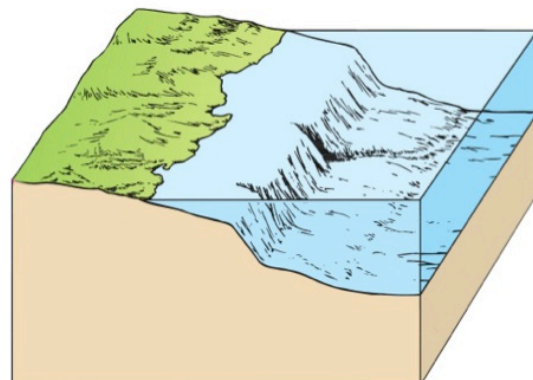
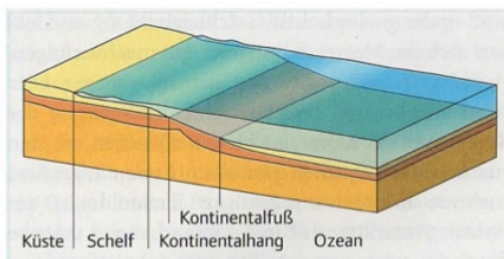


- sedimentierte Planktonorganismen (deren Skelette od. Exuvien)
- abgesunkene Leichen des Nektons
- Überreste toter Benthosorganismen
- zerriebenes Algen- und Seegrasmaterial
- Skelette aus der Felsbodenfauna
- Fäzes aus dem Pelagial



Sedimentation in Ozeanbecken

Aufbau des Randes eines ozeanischen Beckens



Quelle: Marine Science, Science Visual Resources, The Diagram Group

Sedimentation in den Ozeanen

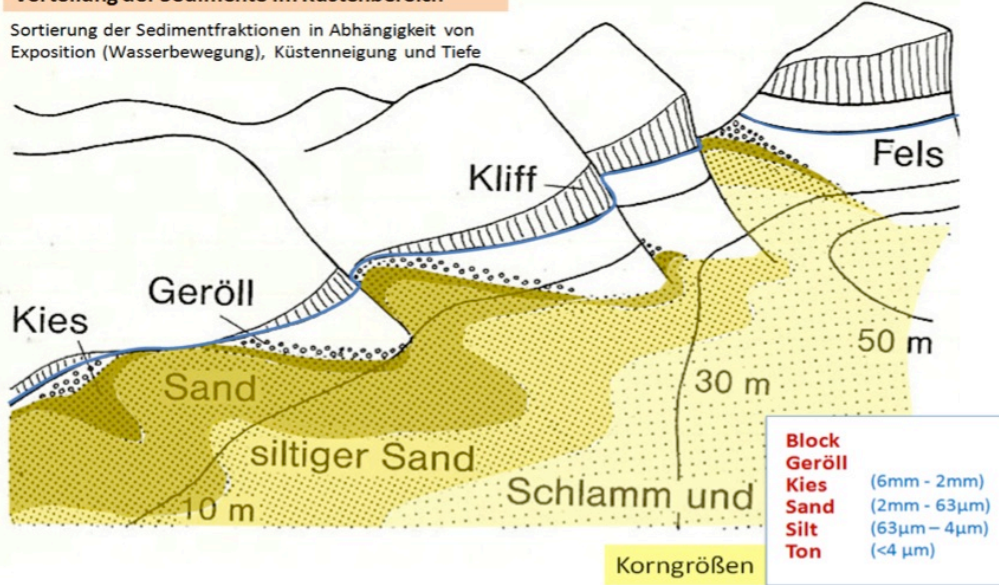
- ➔ Wenige mm pro tausend Jahre in der Nähe der Mittelozeanischen Rücken
- ➔ An manchen Kontinentalrändern mehrere tausend Meter dicke Sedimentschichten
- ➔ Eintrag in die Tiefseebecken von feinkörnigem Material vorzugsweise über Winde
- ➔ Eintrag entlang der Kontinentalränder von grobem Material vorzugsweise über Flüsse
- ➔ Am Kontinentalrand werden die Sedimentfrachten nach ihrer Korngröße sortiert abgelagert



Sedimentation in Ozeanbecken

Verteilung der Sedimente im Küstenbereich

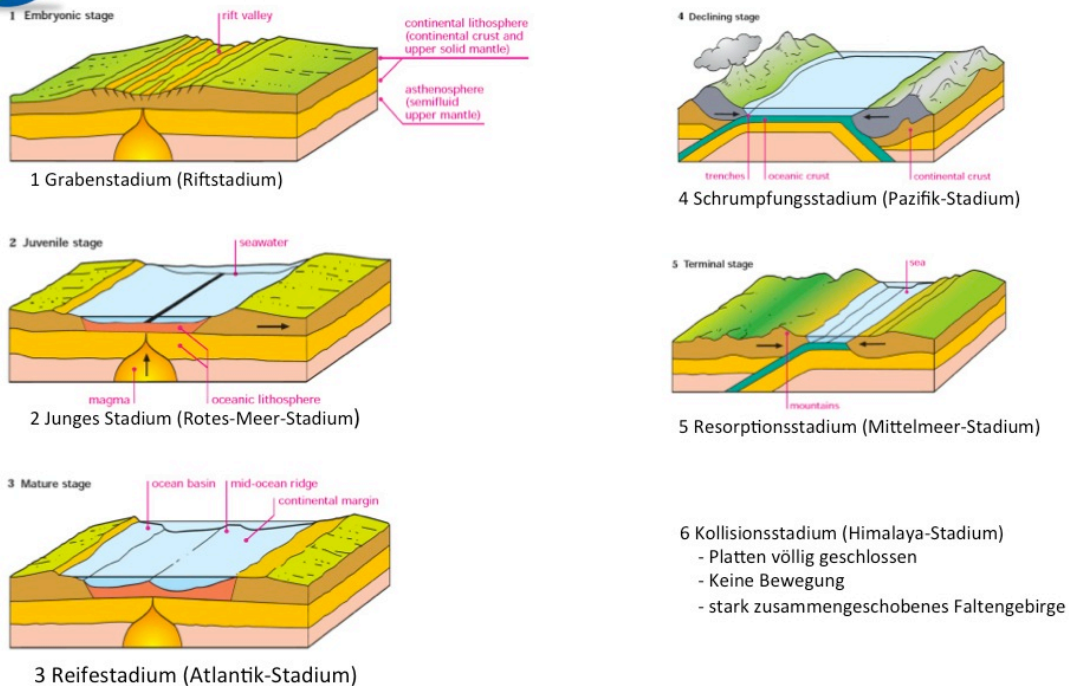
Sortierung der Sedimentfraktionen in Abhängigkeit von Exposition (Wasserbewegung), Küstenneigung und Tiefe



verändert aus: J. Ott „Meereskunde“



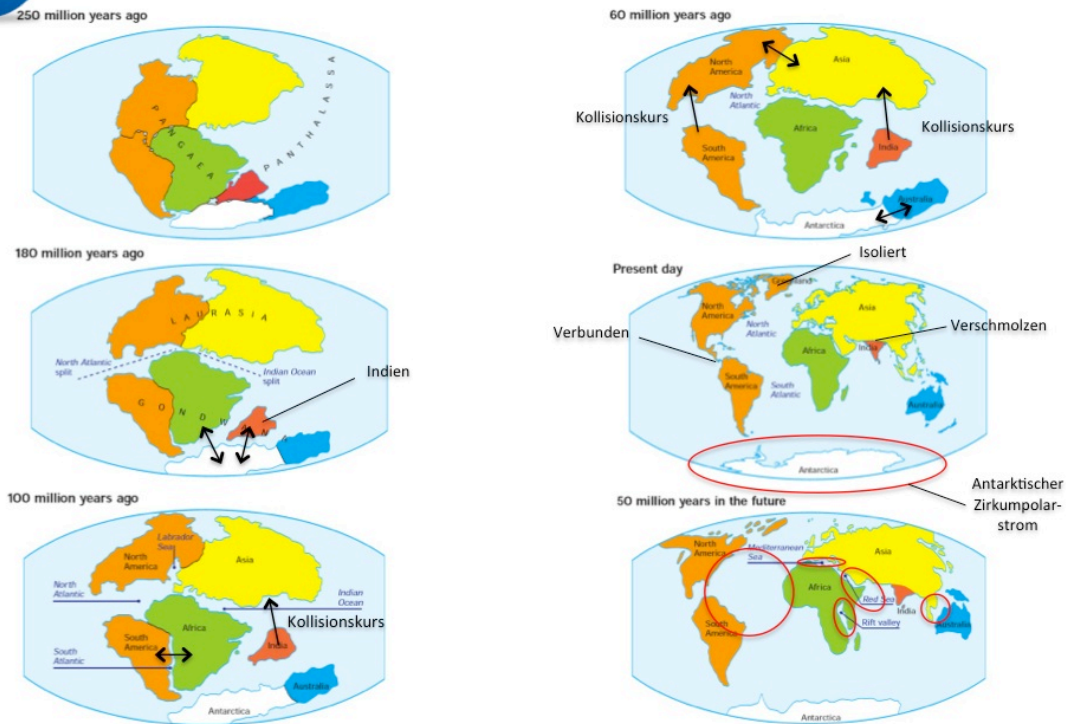
Entwicklung der Ozeane – Wilson Zyklus







Entwicklung der Kontinente – Superkontinent Zyklus



Grafiken: Marine Science, Science Visual Resources, The Diagram Group



Meerestypen – Wechselwirkungen

- ➔ Die Meere stellen **ein Kontinuum** dar, aus dem sich die Kontinente als Inseln erheben
- ➔ Trotzdem **unterscheiden sich alle Meere** in ihrer Artenzusammensetzung und den herrschenden Bedingungen, da die Wechselwirkungen mit der Umwelt auf Grund der lokalen **Verhältnisse sehr verschieden** sind
- ➔ Die **Definition von Meerestypen** ist wenig zufriedenstellend. Nur das Studium der Faktoren und der vorkommenden Lebensgemeinschaften führt zum Verständnis der Zusammenhänge der Ökosysteme

Wechselbeziehungen zw. MEER und LAND

Nordhalbkugel: Land : Meer = 1 : 1  
 Südhalbkugel: Land : Meer = 1 : 8  
 Wechselwirkungen: - Klima  
 - Wasserregime



## Meerestypen – Wechselwirkungen

## 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

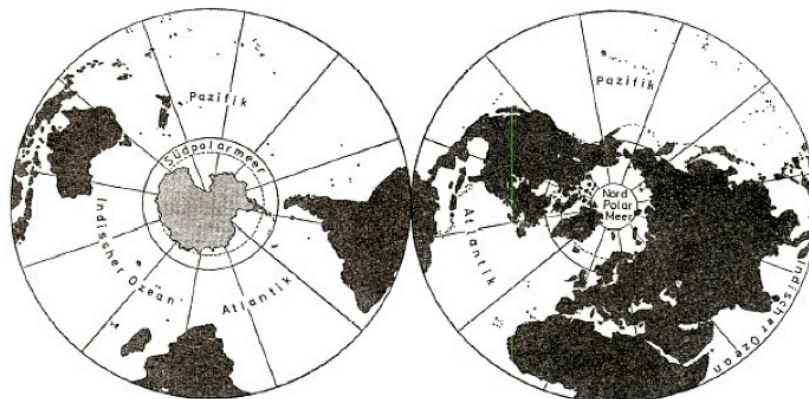


## Meerestypen – Wechselwirkungen

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







## Klimafaktoren

**Spezifische Wärme des Wassers**

- ➔ Wasser besitzt mit Ausnahme von Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) von allen festen und flüssigen Stoffen die höchste „**spezifische Wärme**“.  
Es hat die größte Fähigkeit, Wärme mit einem Minimum an Temperaturerhöhung zu absorbieren. Diese **thermische Trägheit** macht Gewässer zu thermisch gemäßigten Lebensräumen.
- ➔ Es können große Luftmengen unter nur geringem Temperaturverlust des Wassers erwärmt werden.
- ➔ Wasser hat eine sehr hohe **Verdampfungswärme**. Durch Verdunstung an der Meeresoberfläche werden große Mengen an Wärme im Wasserdampf gespeichert, die dann über weite Strecken transportiert werden können.
- ➔ Ungewöhnlich hoch ist die Wärmemenge, die beim Schmelzen von Eis absorbiert wird.



## Klimafaktoren

**Spezifische Wärme des Wassers**

- ➔ Das Meer spielt eine führende Rolle in der Wärmeverteilung auf der Erde und übt eine hohe **thermostatische Ausgleichsfunktion gegenüber örtlichen Temperaturschwankungen** aus.
- ➔ Seewasser: Min: **-1,9°C** (Gefrierpunkt) Max: selten wärmer als **27 °C**  
Es gibt bei Seewasser im Gegensatz zum Süßwasser **keine Dichteanomalie**.  
Wärmeres Wasser gleichen Salzgehalts ist stets leichter.
- ➔ **Temperaturschwankungen** des Oberflächenwassers:  
Max **10 °C** pro Jahr und **1°C** zwischen Tag und Nacht



## Paläoklima - Klimageschichte

### KLIMAFAKTOREN

- ⇒ Verteilung der Landmassen und Meeresgebiete
- ⇒ Bewegungen von Luftmassen und Meeresströmungen kontrollieren die Verteilung der Niederschläge und Klimazonen



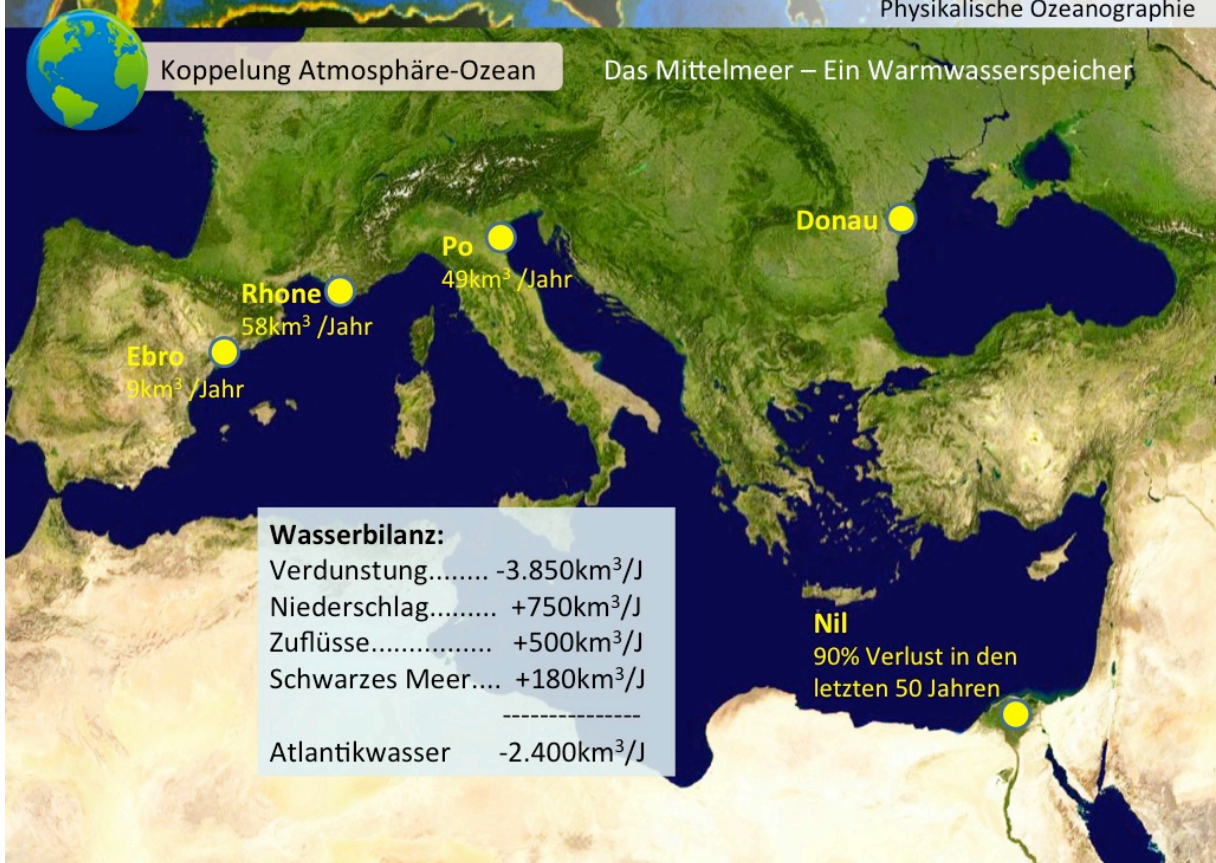
## Koppelung Atmosphäre-Ozean

## Das Mittelmeer – Ein Warmwasserspeicher

- 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





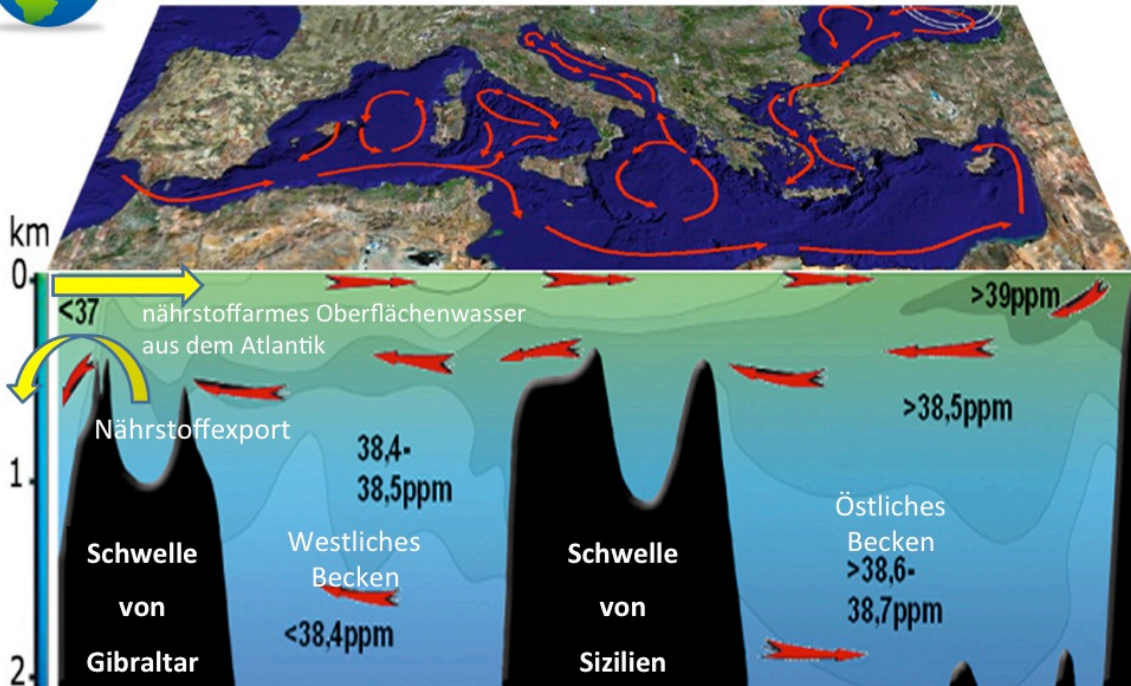






Koppelung Atmosphäre-Ozean

Das Mittelmeer – Ein Warmwasserspeicher



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



Koppelung Atmosphäre-Ozean

Das Mittelmeer – Ein Warmwasserspeicher

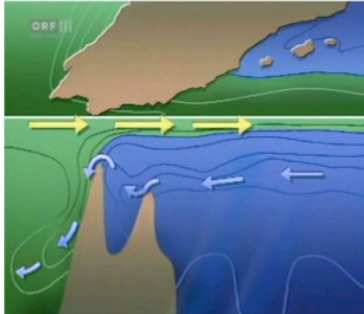
FILM-Ausschnitt: „Die Gärten des Poseidon“







## Das Mittelmeer – Ein Warmwasserspeicher



**1)**  
Durch den Überschuss an Verdunstung fließt mehr kühles und salzarmes Oberflächenwasser aus dem Atlantik ein, als warmes und salzreiches Tiefenwasser ausfließt



**2)**  
Durch die sommerliche Hitze verdunstet viel Wasser. Das Oberflächenwasser wird erwärmt und sinkt als salzreiches Wasser in die Tiefe. Die seichte Schwelle bei Gibraltar brems im Winter den Ausfluss des warmen, salzreichen Tiefenwassers



**3)**  
Durch die geologische Auffaltung großer Gebirgsketten rund um die Küsten des Mittelmeeres erfolgt die Hauptentwässerung nach Norden und Westen während nur wenige Flüsse ins Mittelmeer münden – Auch ein Grund für die negative Wasserbilanz



## Das Mittelmeer – Ein Warmwasserspeicher

## Ein ideales Siedlungsgebiet

FILM-Ausschnitt: „Das Mittelmeer – Ursprung der Menschheit“





Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet

**Kairo**

Mit 16 Mio Einwohnern heute die größte Stadt des Mittelmeerraumes.



Hier befindet sich eine der ältesten Universitäten der Welt – Al Azhar – eine Hochburg der Rechtswissenschaften, der Theologie und der Wissenschaften



**Der Nil**

Die wilden Pflanzen im Niltal wurden domestiziert: Gerste, Linsen, Lein und Erbsen. Daraus hat sich eine Industrie entwickelt, die heute 7 Mrd. Menschen ernährt

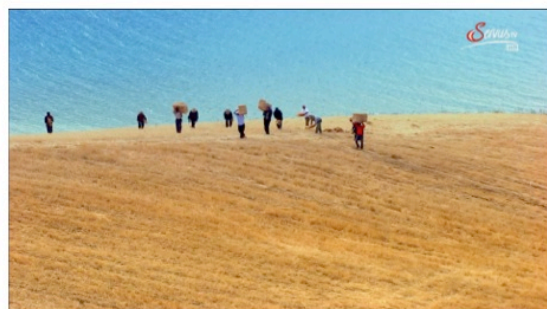


Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet



**Ägypten**

Das Fachwissen der Bauern wurde über Jahrtausende definiert und perfektioniert. Mathematische Kalkulationen zur Ermittlung des Ernteertrages. Das Schreiben diente der Bestandsaufnahme.



Das Getreide Ägyptens verwandelte den Mittelmeerraum in eine Kornkammer. Das große Vermächtnis der Ägypter ist das Wissen über die Kultivierung von Weizen.





Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet



**Beirut**

Der internationale Handel begann in dieser Stadt bereits vor 6000 Jahren. Der Grund dafür war das Mittelmeer. Damals war der Libanon unter dem Namen Phönizien bekannt



**Phönizien**

Der erste Handelsposten des Mittelmeeres entstand vor 7000 Jahren. Die Boote der Phönizier wurden aus Libanonzeder gebaut, ein Holz das im Wasser nicht fault. Heute ist diese Baumart selten geworden und steht mittlerweile unter Naturschutz

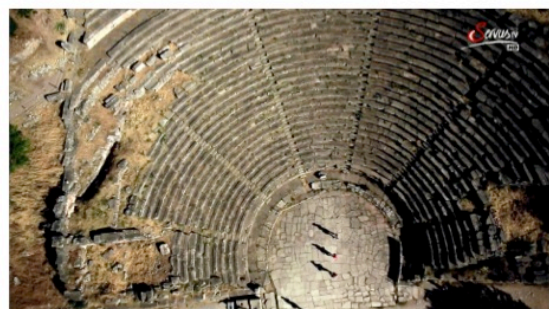


Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet



**Handelsschiffe**

Der Ozean ermöglichte es den ersten östlichen Zivilisationen, sich im Mittelmeerraum auszubreiten. Die Phönizier segelten bis in den Atlantik. Ihr Reich verband fast alle Menschen im Mittelmeerraum. Eine erste Form der Globalisierung

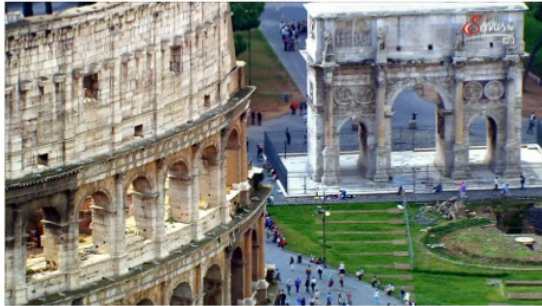


**Griechenland**

Die Griechen bauten im ganzen Land Theater, um auf den Bühnen ihre Zweifel und Philosophien auszudrücken – eine Revolution des Geistes. In Griechenland entstand die Demokratie. Die Griechen waren auch ausgezeichnete Seeleute. Sie errichteten die großen Häfen des Mittelmeerraumes



## Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet

**Rom**

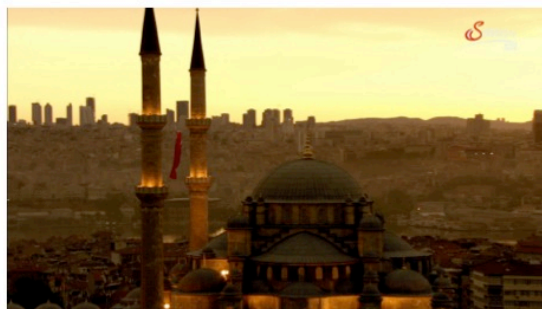
Rom hat heute 4 Mio Einwohner und war einst die Wiege der westlichen Zivilisation. Meersalz diente als Zahlungsmittel und als Konservierungsmittel, um die römischen Legionen auf ihren Feldzügen mit Nahrung zu versorgen. Die Römer nannten das Mittelmeer „mare nostrum“ – „unser Meer“

**Isreal**

Die Hebräer gründeten das Königreich Israel in der antiken Region Palästina. Die Stadt Jerusalem wurde zum heiligen Ort des Gebets ernannt. Die Stadt wurde aber zum Zentrum des Konfliktes. Es entstanden dort die drei großen monotheistischen Religionen: Das Judentum, das Christentum und der Islam.



## Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet

**Istanbul**

ist das ökonomische Zentrum des Mittelmeerraumes. Die Brücken Istanbul verbinden Europa mit dem fernen Osten. Sowohl wirtschaftlich wie auch religiös war Istanbul schon immer ein Zentrum des Austausches.

**Venedig**

Ein Drittel aller Touristen weltweit macht Urlaub im Mittelmeerraum





Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet



**Dubrovnik**

Ragusa war eine florierende Stadt und konkurrierte mit Venedig. Während des Sommers halten sich heute in Kroatien doppelt so viele Touristen auf wie Einwohner

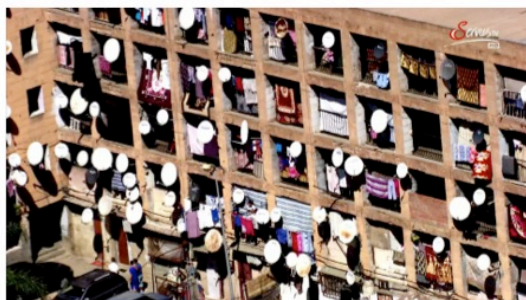


**Spanien**

Für Spanien ist der Tourismus ebenso enorm wichtig. 250 Mio Touristen müssen im Mittelmeer innerhalb weniger Monate versorgt werden. Der Bedarf an Wasser und sanitären Einrichtungen nimmt ständig zu – ebenso das Risiko der Umweltverschmutzung



Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet



**Algier**

Im Mittelmeerraum leben 427 Mio Einwohner. Ein Großteil davon in riesigen Großstädten. In 10 Jahren dürfte die Zahl bei 500 Mio liegen. Bei diesem Tempo könnte die Bevölkerungsdichte in 30 Jahren zur höchsten auf der ganzen Welt werden.



**Alexandria**

hat 4 Mio Einwohner und 30km Meeresblick



## Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet

**Ebrodelta Spanien**

Die Artenvielfalt im Mittelmeerraum ist sowohl an Land als auch im Meer unersetzlich und extrem hoch. Der Mittelmeerraum ist die Heimat von 25000 Pflanzenarten.

**Olivenbäume**

können hunderte Jahre alt werden und reagieren sensibel auf den Klimawandel. Olivenbäume sind ein Art natürliche Grenze für den Mittelmeerraum. Mittlerweile verschwinden sie aber an den südlichen Küsten und wandern nach Norden. Die Mittelmeerregion wird der globalen Klimaerwärmung besonders stark ausgeliefert sein.



## Das Mittelmeer – Ein ideales Siedlungsgebiet

**Ägypten**

Die Region muss pro Jahr auf Grund von Dürre und Wasserknappheit 10 Mio Tonnen Weizen importieren. 20 Mio Menschen im Mittelmeerraum haben keinen Zugang zu Trinkwasser. Israel und Jordanien importieren bereits Wasser aus benachbarten Ländern.

**Libyen**

Jedes Jahr flüchten 10000ende aus der Subsahara Afrikas vor Durst, Hunger, Krieg und Armut