



## Die Ozeanströmung

### Stichworte dieser Einheit:

Wasserverteilung, Ozeane als Energiespeicher, Ozeanströmung, thermohaline Zirkulation, Golfstrom, Nordatlantikstrom

Unterricht



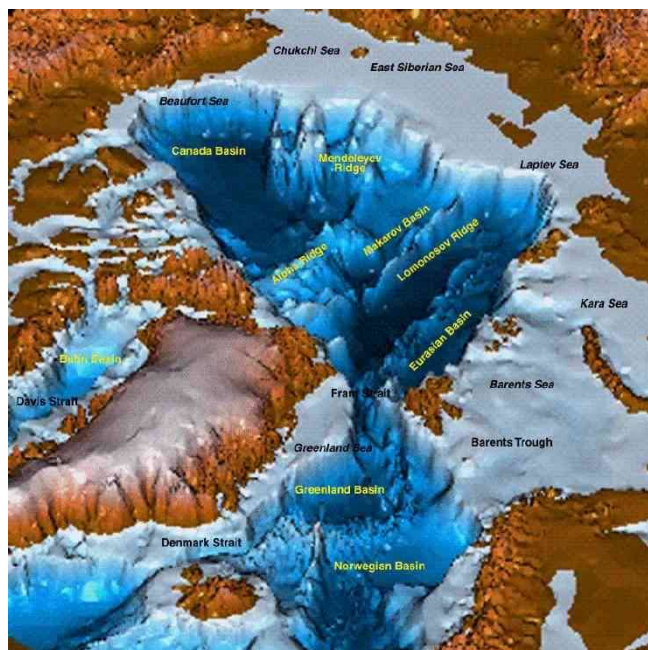
Bild 1: Der polare Ozean zwischen flüssigem Wasser und Eis spielt eine große Rolle für die globale Ozeanzirkulation. Photo: John Boyer

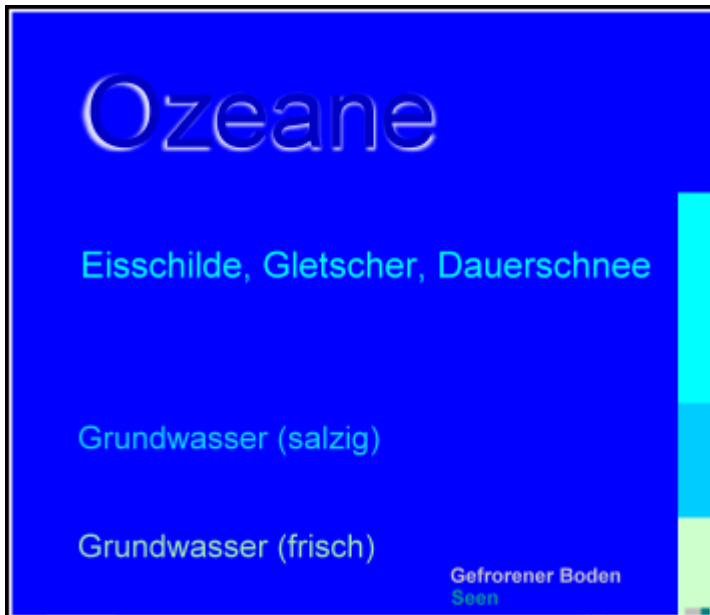
## Wasser auf unserem Planeten

Die Ozeane bedecken 71% der Oberfläche der Erde. Sie sind an manchen Stellen tiefer als die höchsten Berge hoch, in weiten Bereichen 2000 bis 4000 m tief. Dies ist eine enorme Menge an Wasser: 96,5% allen Wassers auf der Erde. Leider ist dieses Wasser aufgrund seines Salzgehaltes weder für uns Menschen als Trinkwasser noch zur Bewässerung von Nutzpflanzen zu verwenden. Mit der Ausdehnung der Ozeane durch den Klimawandel verlieren wir daher für uns wertvollen Lebensraum.

Bild 2: Die Grafik rechts zeigt stark überhöht die Struktur des Meeresbodens im Bereich des Nordpolarmeeres. Hier finden wir genauso Berge und Täler unter dem Meeresgrund, wie sie auch an Land existieren.

Quelle:  
[www.cyberspaceorbit.com/northpolefloor.jpg](http://www.cyberspaceorbit.com/northpolefloor.jpg)





## Wasserverteilung

Die Graphik links zeigt, dass das meiste Frischwasser (1,74%, cyanblau) in Form von Eisschichten und Gletschern gespeichert ist, vor allem in der Antarktis und in Grönland. Dort können wir es aber nicht erreichen. Etwa die gleiche Menge (1,7%) ist als Grundwasser verfügbar. Hiervon ist aber nur knapp die Hälfte (0,76% allen Wassers, hellgrün) nicht salzig. Wir sehen auch, dass nur ein winziger Teil der globalen Wasservorräte (türkisgrün) auf Seen entfällt und ein noch winzigerer Anteil verbirgt sich hinter dem kleinen kaum sichtbaren hellgelben Kästchen unten rechts – so wenig ist in Flüssen und der Atmosphäre zusammen gespeichert.

Bild 3 (oben): Die Flächengrafik zeigt die relative Verteilung des Wassers auf die Ozeane (meerblau) und andere Wasservorräte. Ganz unten rechts in der Ecke sind in hellgrau, türkis und hellgelb die sehr geringen Anteile zu sehen, die nicht auf Eis und Grundwasser entfallen.

Die Verteilung wurde visualisiert aus den Daten dieser [USGS Webseite](#). Grafik: Elmar Uherek

Bild 4 (rechts): Kollage zur Wasserverteilung. Basisphoto: Simeon Eichmann (sxc)



## Die Ozeane als Energiespeicher

Betrachten wir ein Bild unserer Erde aus dem Weltall, so erscheinen die Ozeane sehr dunkel. Sie schlucken den überwiegenden Anteil des Sonnenlichtes, das auf sie fällt und reflektieren sehr wenig: ca. 4% bei klarem Himmel, bis zu 7% bei bewölktem Himmel.

So nehmen die Ozeane enorme Mengen an Sonnenenergie auf und speichern sie. Du weißt, wie lange es dauert, bis ein Topf mit Wasser auf dem Herd zu kochen beginnt, obwohl die Herdplatte die ganze Zeit sehr heiß ist. Wasser läßt sich Zeit mit der Energieaufnahme. Nimmst Du den Topf vom Herd und stellst die Platte ab, so ist sie nach einigen Minuten abgekühlt. Das Wasser ist dann aber immer noch heiß. Wasser läßt sich auch Zeit mit der Energieabgabe.



Bild 5: Die Erde aus dem Weltall gesehen © NASA

Wir kennen dies auch von Badeorten am Meer. Am 21. März und 22. September ist die eingestrahelte Sonnenenergie ungefähr gleich. Im März jedoch ist das Meer noch kalt vom Winter, im September ist es hingegen warm vom Sommer – viel besser zum Baden.

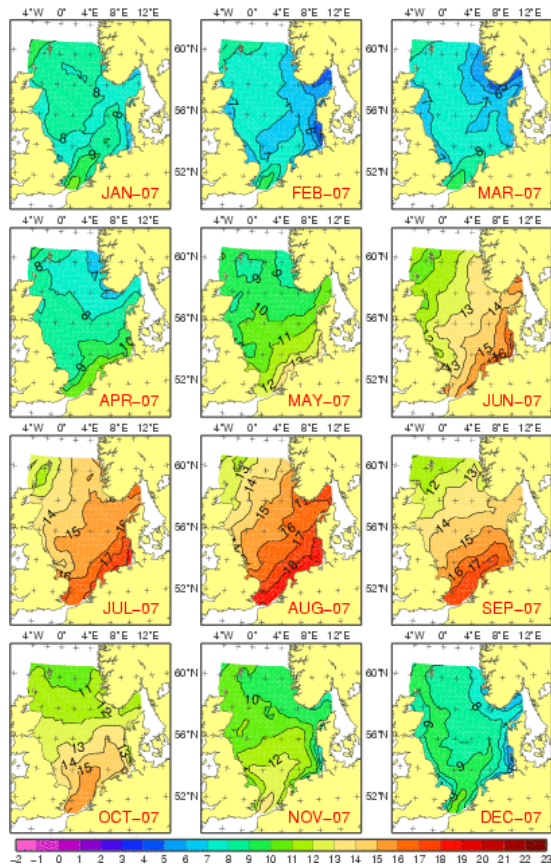


Bild 6: Die Nordsee zwei Wochen vor Frühlingsbeginn und zwei Wochen nach Herbstanfang. Der astronomische Sonnenstand ist identisch. Die Wassertemperaturen sind aber deutlich verschieden. Quelle: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.

Diese Wärme des Oberflächenwassers im Ozean wird noch viele Wochen lang mit dem Wind zu uns transportiert und verlängert uns den Sommer in den Herbst hinein. Das schnelle Aufheizen des Festlandes und das langsame Aufheizen oder Abkühlen des Meeres führt an der Küste auch zu Meerwind und Landwind. (Mehr dazu auch im unteren Teil dieser [ESPERE Seite](#).)

Küsten sind oft relativ seicht und das Wasser in einer flachen Bucht kann sich durchaus an einem heißen Tag deutlich erwärmen und in der Nacht wieder abkühlen. Die oberflächenschichten des Ozeans reagieren dagegen eher auf die Temperaturschwankung von Sommer und Winter. Ganz anders ist es mit dem Tiefenwasser in einigen hundert bis mehreren tausend Metern Tiefe. Die Tiefsee spürt von den Jahreszeiten wenig. Nur wenn die durchschnittliche Lufttemperatur über Jahrzehnte bis Jahrhunderte höher ausfällt, wird diese Wärme ganz allmählich auch an die Tiefsee übertragen.



Bild 7: An seichten Ufern reicht die Sonnenstrahlung eines Tages, um das Wasser zu erwärmen. Photo: Auro Queiroz (Taipús Korallenriff / Brasilien)



Einen solchen Prozess wird der Klimawandel auslösen. Die Tiefsee wird diese Wärme aber auch wieder über mehrere Jahrhunderte speichern und die Erderwärmung den nächsten Generationen auch dann weiterreichen, wenn die Menschheit den Anteil der Treibhausgase in der Luft verringern konnte.

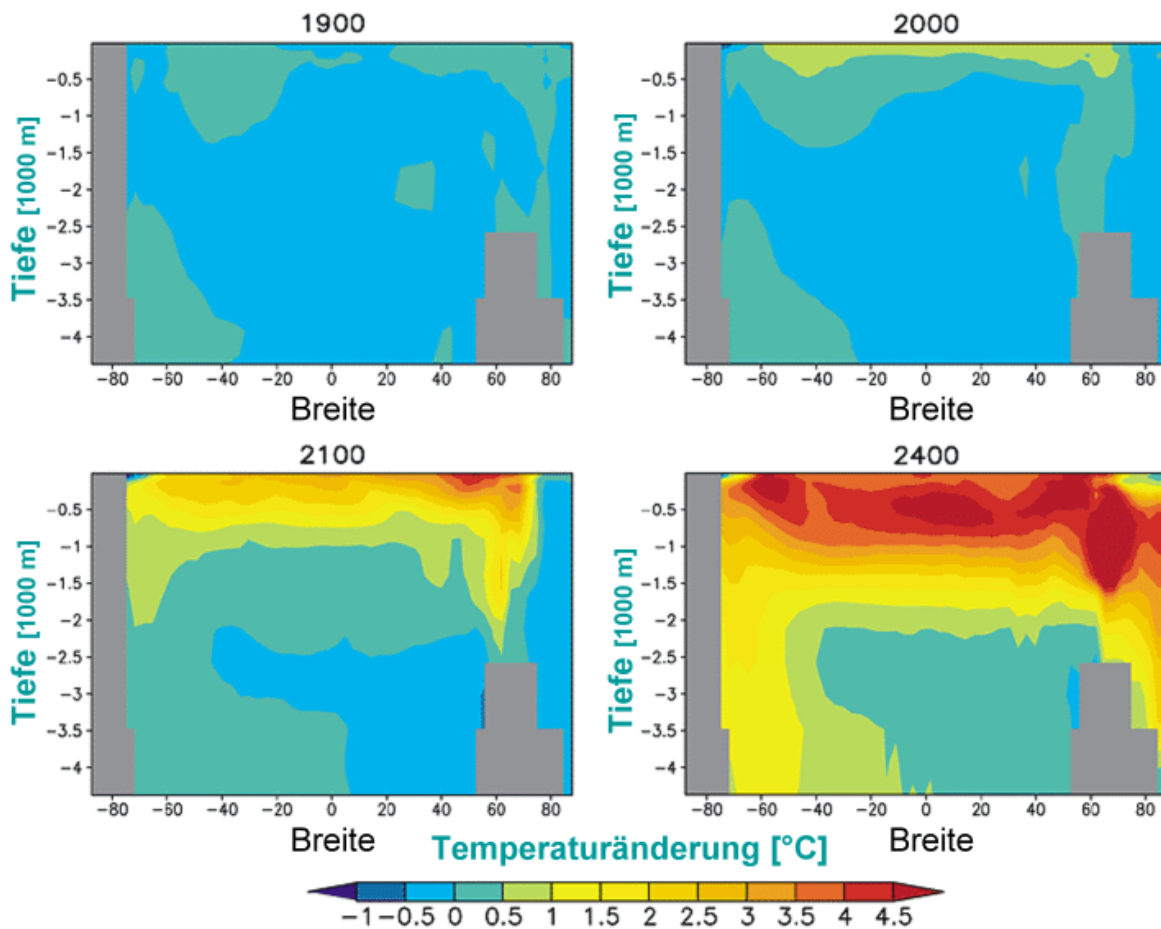


Bild 8: Die Modellrechnung zeigt, wie die Ozeantemperatur bei einer extremen Erhöhung der Kohlendioxid-Menge in der Luft auf das Dreifache des vorindustriellen Wertes ( $3 \times 280 = 840$  ppm) reagieren würde. Der Effekt erreicht die Tiefsee erst im Verlauf von Jahrhunderten.  
Quelle: IPCC 2001

### Temperaturunterschiede und Strömungen

Die Ozeane sind in stetiger langsamer Bewegung. Sie transportieren die Wärme, die die Sonne vor allem der Äquatorregion spendet, in Richtung der Pole. Die Ozeane strömen dabei nicht nur an der Oberfläche. Zu den Oberflächenströmen gehört z.B. der Golfstrom. Warme und kalte Oberflächenströme führen zu verschiedenen Klimaten in den Küstenregionen.



Bild 9: Die Karte zeigt wichtige Oberflächenströmungen in den Weltmeeren. Quelle: [Windows to the Universe](#) / UCAR

Die Ozeane tauschen aber auch ganz langsam das Tiefenwasser aus. Hierbei sinkt in der Nordpolarregion und in der Südpolarregion kaltes Oberflächenwasser in die Tiefe und fließt in tieferen Meeresschichten zurück in Richtung Äquator. Dies können wir in einem kleinen [Experiment](#) nachstellen. Der Austausch des Tiefenwassers erfolgt aber nur sehr langsam. Eine Gesamtwälzung der Ozeane dauert etwa 1000 Jahre.

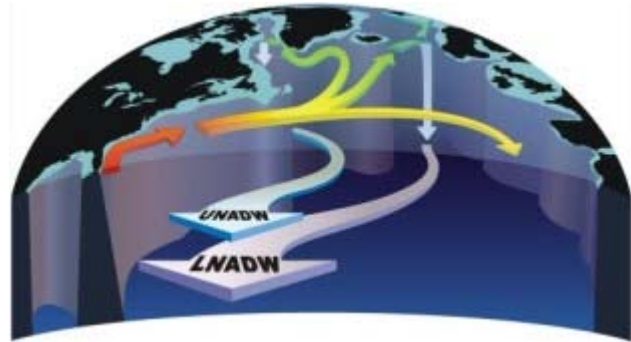


Bild 10: Tiefenwasser wird an zwei Orten im Nordatlantik gebildet, in der Labradorsee und in der Grönlandsee. Da das Wasser in der Grönlandsee kälter ist und tiefer absinkt, schichten sich die zurückfließenden Wassermassen in zwei Lagen übereinander. Quelle: V. Byfield / British National Oceanography Centre, Southampton

### Salzgehalt

Die Ozeane enthalten Salz. Dies hat eine große Bedeutung für die Ozeanströmung. Salziges Wasser ist zum einen schwerer als salzfreies Süßwasser. Durch den Salzgehalt ändert sich auch die Dichteanomalie des Wassers. Salzwasser mit einer Temperatur von 1°C ist dichter als Salzwasser von 4°C.

Salzfreies Wasser hingegen hat seine höchste Dichte bei 4°C. In der Nähe des Nordpols und des Südpols ist es so kalt, dass das Ozeanwasser zu frieren beginnt. Das Eis besteht jedoch nur aus Süßwasser, da das Salz nicht mit einfriert. Folglich ist das verbleibende flüssige Oberflächenwasser, auf dem das Eis schwimmt, salziger und dichter als tiefere Wasserschichten gleicher Temperatur es wären. Das Oberflächenwasser sinkt also nicht nur durch seine niedrigere Temperatur, sondern auch durch seinen Salzgehalt. Nach den griechischen Begriffen für Wärme (thermos) und Salz (hals) nennt man die Ozeanzirkulation darum auch „thermohaline Zirkulation“.