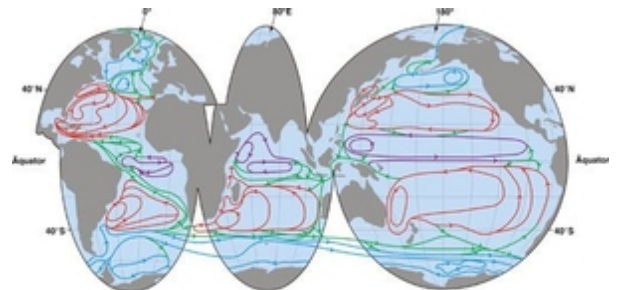


Meeresströmungen

- [Meeresströmungen bewegen!](#)
- [Segeln mit dem Strom](#)
- [Meeresströmungen messen](#)
- [Meeresströmungen sind berechenbar](#)
- [Meeresströmungen steuern das Wetter](#)
- [Küstenschutz](#)
- [Meeresströmungen und wie sie entstehen](#)
- [Vom Winde verweht](#)
- [Meeresströmungen und ihre äußeren Kräfte](#)
- [Strömungssystem – woraus besteht es?](#)



©AWI

Schematische Darstellung des Verlaufs der Meeresströmungen (nach: Schmitz, 1996)

Meeresströmungen bewegen!



Vom Flugzeug aus beobachtete Wirbel im Ozean vor der Küste Spitzbergens. Die Strömung im Wirbel wird sichtbar, da sich die Eisschollen an der Meeresoberfläche entlang der Stromlinien spiralförmig anordnen

Sie transportieren Wassermassen und mit ihnen alles, was in oder auf ihnen schwimmt, zum Beispiel Eisberge, Schiffe und im Wasser gelöste Substanzen (unter anderem Schadstoffe), aber auch gespeicherte Wärme. Seitdem Schiffsbeobachtungen weltweit erfasst und ausgewertet werden, ist bekannt, dass Meeresströmungen großräumige Systeme bilden, die sich zum Beispiel als subtropische oder subpolare Wirbel über ganze Ozeanbecken erstrecken. Der Verlauf der Meeresströmungen beeinflusst maßgeblich das Wettergeschehen und das Klima der Erde.

Segeln mit dem Strom

Seefahrer wussten es schon immer: Meeresströmungen verdrifteten ihre Schiffe. Sie verglichen den angesteuerten Ort mit dem tatsächlich erreichten und konnten so den Verlauf und die Stärke der Meeresströmung herleiten. Anfangs wurden die Informationen nur vereinzelt und regional ausgewertet und galten unter Seebären als Geheimnisse. Erst seit 1953 werden diese Daten systematisch gesammelt und international zwischen den hydrografischen Ämtern ausgetauscht. Sie stellen aus den Daten verständliche Strömungskarten her, die heute allgemein zugänglich sind.



Karte des Golfstroms, die Benjamin Franklin aus Schiffsversetzungen ableitete und 1770 veröffentlichte (aus: Peterson, Stramma und Kortum, 1996)

Meeresströmungen messen



Heutzutage wird die Geschwindigkeit und Richtung von Meeresströmungen mit Hilfe von Strömungsmessern ermittelt. Sie werden entweder am Meeresboden verankert oder vom Schiff aus eingesetzt. Um eine genaue Strömungsgeschwindigkeit berechnen



Elektromechanischer Strömungsmesser (Aanderaa.Instruments)

zu können, ist es notwendig, die Eigenbewegung des Schiffes genau zu kennen.

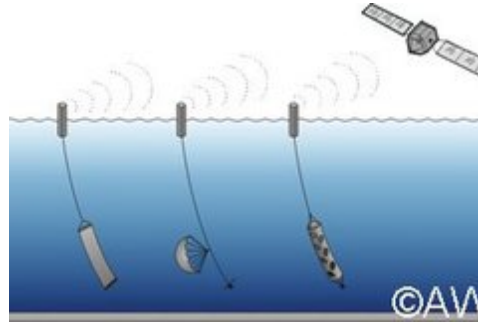
Und so funktioniert die Messung: Die Bewegung des Wassers wird über elektromechanische Geräte auf einen Rotor übertragen. Seine Umdrehungszahl wird pro Zeiteinheit gezählt und in Geschwindigkeit umgerechnet. Des Weiteren erfassen akustische Geräte über einen Laufzeitmesser die Veränderung der Schallausbreitung durch die Wasserbewegung entlang einer bestimmten Strecke. Die rück gesteuerten

Signale werden in einer Folge von Zeitfenstern empfangen und ergeben ein Strömungsprofil.

Meeresströmungen können auch mit so genannten Driftkörpern gemessen werden: Sie treiben wie eine Flaschenpost mit der Strömung und können per Satellitennavigation auf ihrem Weg geortet werden und Daten übertragen. Ebenso können Driftkörper Meeresströmungen in der Tiefe erfassen: Entweder werden sie mit Schallimpulsen geortet, oder sie verlassen zeitweise ihre Solltiefe und tauchen an der Meeresoberfläche auf, wo sie von Satelliten lokalisiert werden.



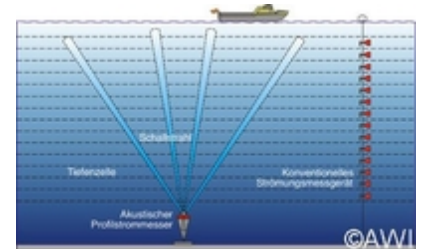
Driftkörper, der in 750 m Wassertiefe treibt und in regelmäßigen Zeitabständen an der Meeresoberfläche auftaucht, um geortet werden zu können



Schematische Darstellung eines Driftkörpers, der an der Meeresoberfläche treibt und durch ein Segel der Meeresströmung in der gewünschten Messtiefe folgt

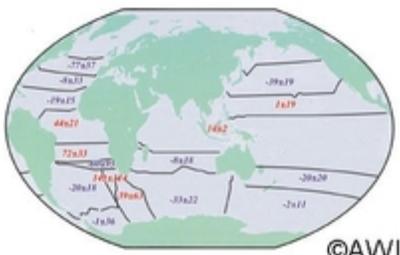
Meeresströmungen sind berechenbar

Die Stärke und der Verlauf von Strömungen sind durch die Kräfte, die auf den Wasserkörper wirken, und durch die Form der Ozeanbecken bestimmt. Sie sind mit Hilfe von Messungen und mit Atmosphärenmodellen berechenbar: Die Kräfte werden in mathematischen Gleichungen ausgedrückt und zu numerischen Modellen verbunden. Sind die antreibenden Kräfte bekannt, die auf den Ozean wirken, kann der zeitliche Verlauf der Meeresströmungen über weite Regionen kalkuliert werden. Die Koppelung von Modellen der Atmosphäre und des Ozeans ermöglicht es, die Geschwindigkeit und Richtung von Strömungen vorherzusagen.



Messung eines vertikalen Strömungsprofils: akustischer Profilströmungsmesser, ausgesendete Schallstrahlen (links) und eine verankerte Messkette mit elektromechanischen Strömungsmessern (rechts), (nach: de Gruyter, Bergmann & Schäfer, 1997)

Meeresströmungen steuern das Wetter



Meeresströmungen nehmen Wärme aus der Atmosphäre auf (rot) und geben sie in kälteren Regionen an die Atmosphäre wieder ab (blau) (nach: Macdonal & Wunsch, 1996)

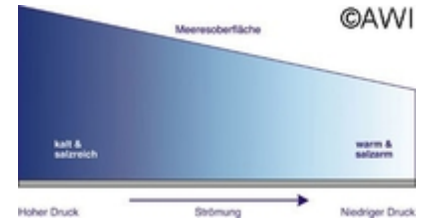
Das Wettergeschehen und das Klima der Erde werden wesentlich durch den Verlauf der Meeresströmungen beeinflusst: Sie transportieren riesige Wärmemengen aus den äquatorialen Bereichen in die kälteren Regionen. Bekannte Meeresströmungen sind der Humboldtstrom und der Golfstrom. Letztere sorgt zum Beispiel in Europa für gemäßigte Temperaturen.

Küstenschutz

Der Supergau: Ein Tanker schlägt Leck und Öl läuft ins offene Meer. Sind die vorherrschenden Strömungsverhältnisse bekannt, kann schnell abgeschätzt werden, welche Küstenregionen bedroht sind und der Schaden so gut es geht begrenzt werden.

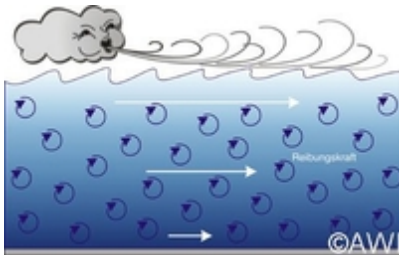
Meeresströmungen und wie sie entstehen

Der Druckunterschied macht es aus: Unter einer hohen Wassersäule herrscht ein höherer Druck als unter einer niedrigen. Auch die Dichte des Wassers spielt dabei eine Rolle: kaltes oder salzreicheres Wasser ist schwerer als warmes oder salzärmeres. Und weil Wasser von höherem Druck zu niedrigem fließt, entstehen Meeresströmungen. Die Druckkräfte, die an der Meeresoberfläche herrschen, wirken auf den gesamten Wasserkörper. Strömungen gibt es deshalb in der ganzen Wassersäule. Doch mit der Verteilung der Wassertemperatur und des Salzgehaltes können sich die Druckkräfte mit der Tiefe verändern. Die Folge: Geschwindigkeit und Richtung der Strömungen verändern sich und es entstehen so genannte Unterströme. Beispiel: Im westlichen Atlantik fließt ein kräftiger Unterstrom unter dem nordwärts gerichteten Golfstrom nach Süden.



Wasser fließt vom höheren zum niedrigeren Druck. Der Druckunterschied entsteht durch Unterschiede in der Meeresspiegellhöhe oder durch temperatur- oder salzgehaltsbedingte horizontale Dichteunterschiede

Vom Winde verweht



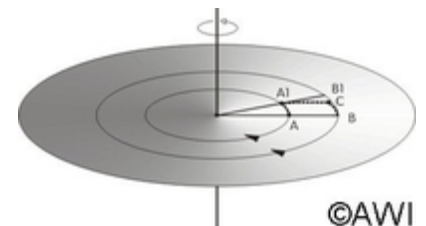
Durch die Reibungskraft wird die Energie des Windes auf das Meerwasser übertragen

Unterschiede in der Meeresspiegellhöhe werden unter anderem durch Wind hervorgerufen: Er drückt das Wasser an die Küsten oder lässt es verdunsten. Wind ist ein wesentlicher Faktor für die Entstehung von oberflächennahen Strömungen. Er überträgt seine Energie auf das Wasser, und es entstehen Wellen. Sie zerfallen in turbulente Bewegungen, die sich großflächig übertragen und das Oberflächenwasser in Bewegung setzen.

Winde unterliegen dem jahreszeitlichen Wechsel, der sich in den Strömungen ausdrückt. In den Strömungen entstehen Wirbel mit einem Durchmesser von zehn bis 100 Kilometern. Sie können sich verlagern und Meeresströmungen im Zeitraum von Tagen verändern. In den Polarmeeren sind die Wirbel durch die Verteilung der Eisschollen sichtbar.

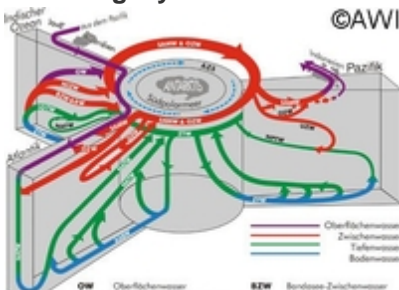
Meeresströmungen und ihre äußeren Kräfte

Gaspard Gustave de Corioles entdeckte sie im 17. Jh.: Die Corioliskraft. Sie ist eine so genannte Scheinkraft und wirkt auf alle beweglichen Körper der sich drehenden Erde: Sie lenkt auf der Nordhalbkugel eine Bewegung nach rechts und auf der Südhalbkugel eine nach links. Der Grund: Auf einem rotierenden Körper, wie der Erde, nimmt die Rotationsgeschwindigkeit mit dem Abstand von der Rotationsachse zu. Das heißt: Ein Teilchen, das sich mit konstanter Eigengeschwindigkeit von der Achse weg bewegt, erfährt eine Art Trägheit, die als Ablenkung beobachtet und der Corioliskraft zugeschrieben wird. Sie versetzt auch Meerwasser in Bewegung.



Corioliskraft

Strömungssystem - woraus besteht es?



Ein Strömungssystem setzt sich aus einer Vielzahl einzelner Strömungen zusammen. Es verbindet die weltweite Zirkulation der verschiedenen Ozeanbecken. Hervorgerufen wird sie durch das Absinken dichter Wassermassen in den Polar- und Subpolargebieten wie dem Europäischen Nordmeer oder dem Weddellmeer in der Antarktis. Das Wasser fließt dabei entweder am Kontinentalhang ab. Das absinkende Wasser breitet sich in den Ozeanbecken als kaltes Tiefen- oder Bodenwasser aus und vermischt sich mit den darüber liegenden wärmeren Wassermassen.

Tropischer Ozean		Temperierter Ozean	
SAW	Subantarktisches Mode Wasser	NATW	Nordatlantisches Tiefenwasser
OZW	Oberes Zwischenwasser	NOFW	Nordpazifisches Tiefenwasser
UZW	Unteres Zwischenwasser	IOFW	Indisches-Ozean-Tiefenwasser
NZW	Nordwestindisches Zwischenwasser	STW	Zirkumpolares Tiefenwasser
		AAW	Antarktisches Bodenwasser

Die globale thermohaline Zirkulation, die als umfassendes Strömungssystem die Ozeanbecken verbindet und den Einfluss der Ozeane auf das Klima bewirkt (nach: Schmitz, 1996)

Und so fließt das Meer: Der Antarktische Zirkumpolarstrom steht mit dem Atlantischen, dem Pazifischen und dem Indischen Ozean in Verbindung. Aus dem Pazifik fließt antarktisches Zwischenwasser durch die Drake Passage (Kaltwasserroute). Antarktisches Zwischen- und Oberflächenwasser fließt aus dem Pazifischen Ozean in den Indischen und dann um Südafrika herum in den Atlantik (Warmwasserroute).