

# Nord- und Ostsee: Gezeiten, Strömungen, Wasserschichtung

Ekkehard Mittelstaedt

Das Wasser des Meeres ist in ständiger Bewegung. Ursache ist in erster Linie die Energie der Sonne. Sie ist verantwortlich für

- die Erwärmung und Abkühlung des Meeres
- die atmosphärische Zirkulation – den Wind – und damit
- die Meeresströmungen, die von der Erddrehung und der Meer-/Landverteilung beeinflusst werden. Daneben sorgen die Anziehungskräfte von Mond und Sonne für die Gezeiten.

## Gezeiten und Gezeitenströme

Die Nordsee ist ein Gezeitenmeer, dessen Gezeiten überwiegend auf die des Atlantischen Ozeans und nur zu einem kleinen Teil auf die unmittelbare Einwirkung von Mond und Sonne zurückzuführen sind. Hoch- und Niedrigwasser wiederholen sich periodisch im halbtägigen Rhythmus alle 12 Stunden 24 Minuten.

Der Gezeitenhub nimmt mit Küstennähe zu. Er beträgt in der inneren Deut-

schen Bucht ca. 3,5 m. Die Linien gleicher Hochwasserzeit laufen an zwei Stellen in einem Punkt zusammen ❷. Im Mittelpunkt dieser Drehwelle (Amphidromie) ist der **Tidenhub** minimal. Die Gezeitenwelle wandert entgegen dem Uhrzeigersinn durch die Nordsee. So tritt z.B. 7 Stunden nach dem Durchgang des Mondes durch den Nullmeridian bei der holländischen Insel Terschelling Hochwasser ein. Fünf Stunden später hat das Hochwasser die Nordspitze von Sylt erreicht, nach weiteren 24 Minuten tritt es entlang der Phasenlinie 0 h auf; d.h. auf dieser Linie herrscht zur gleichen Zeit Hochwasser wie auf dem Nullmeridian.

Außer den Gezeiten haben Stürme über der Nordsee einen großen Einfluss auf die Wasserstände entlang der Küsten. In der Deutschen Bucht sind es

Nordseeküste bei Ebbe



besonders Stürme aus West bis Nordwest, die gefürchtete Sturmfluten erzeugen, die mit erheblichen Schäden verbunden sein können (► **Beitrag Müller, S. 78**).

Gezeiten (Tiden) und Gezeitenströme (Tideströme) sind zwei verschiedene Erscheinungen desselben Vorgangs. Maximale Geschwindigkeiten des Tidestroms im offenen Seegebiet betragen etwa 0,5 m/s. In unmittelbarer Küstennähe, insbesondere in **Flussästuaren**, wachsen sie auf 1-1,5 m/s an. Damit ist der Tidestrom in der südlichen und südöstlichen Nordsee im Allgemeinen deutlich stärker als die windbedingte Strömung (0,03-0,3 m/s).

In der Ostsee sind die Gezeiten unbedeutend. Schon an der nordöstlichen Küste der Nordsee sind die Gezeiten gering und schwächen sich beim Durchgang durch die engen Meeresstraßen der Beltsee und des Öresunds in die Ostsee noch weiter ab.

## Mittlere Nordsee-Zirkulation

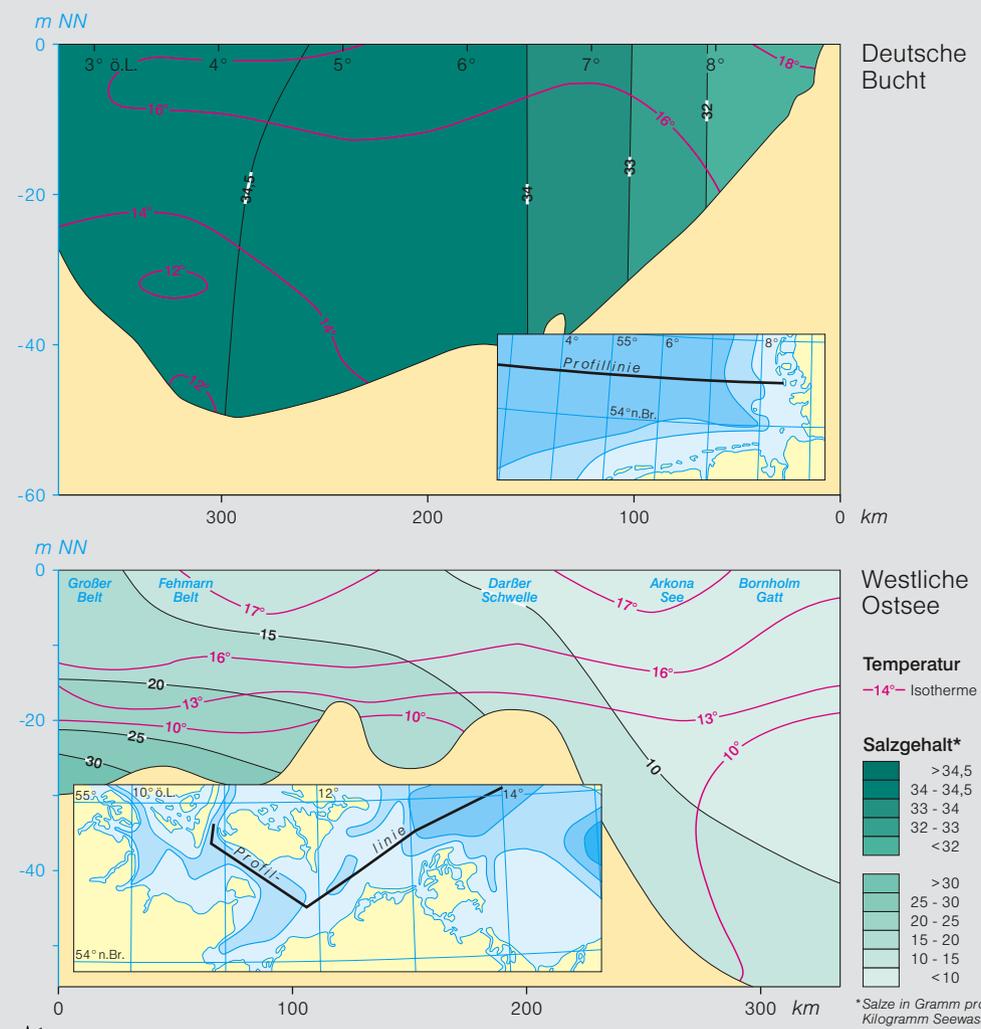
Die mittleren unperiodischen Strömungen in der Nordsee werden hauptsächlich vom Einstrom salzreicher atlantischer Wassermassen im Süden und Norden durch den Ärmelkanal sowie durch die mittleren Winde über See bestimmt. Die großräumige Wasserzirkulation entlang der Küsten ist entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn gerichtet ❸. Entsprechend überwiegen in der Deutschen Bucht die Strömungen in östliche und nördliche Richtung. Je nach den vor-

herrschenden Winden kann die Strömungsrichtung von der dargestellten mittleren Situation abweichen. Dabei unterscheidet sich die Strömung in der unteren Wasserschicht zeitweise fundamental von derjenigen an der Meeresoberfläche, je nachdem ob die aktuelle Windrichtung aufländig oder ablandig ist. In diesen Fällen wird in der Tiefe eine Gegenströmung als Ausgleich für die oberflächennahe Strömung erzwungen.

## Mittlere Zirkulation in der westlichen Ostsee

Infolge der weitgehenden Aussüßung und der damit verknüpften starken **Dhalin** Schichtung gleicht die Ostsee einem großen Fjord mit einer Folge von Tiefenbecken. In der Oberflächenschicht strömt das Ostseewasser aufgrund des festländischen Süßwasserzuflusses und ergiebiger Niederschläge nach Westen zur Nordsee hin. In der Unterschicht dringt als Ausgleich dichteres salz- und sauerstoffreiches Nordseewasser durch den Großen und Kleinen Belt sowie den Öresund in die Ostsee ein ❹. Dieser Prozess wird erheblich durch die jeweiligen Windverhältnisse modifiziert und hängt auch vom aktuellen Füllungsgrad der Ostsee ab. Nach einer niederschlagsarmen Hochdruck-Großwetterlage über Nordosteuropa und einem damit verbundenem langzeitigen Ausstrom des salzarmen Ostseewassers in das Kattegat dringt als Ausgleich in der Tiefe dichteres salzreiches

## 1 Temperatur und Salzgehalt des Meerwassers im August (Monatsmittel) Längsprofile



Nordseewasser ein. Wegen der räumlichen Enge der westlichen Ostsee erzeugt der Wind dort zusätzlich örtliche Strömungen durch Absenken der Wasserstände an den Lee-Küsten und eine Erhöhung der Wasserstände (Windstau) an den Luv-Küsten. In den engen Meerstrassen können lokal maximale Strömungsgeschwindigkeiten von 1-2 m/s auftreten.

### Temperatur- und Salzgehaltsschichtung

Die Gewässer der Nord- und Ostsee sind bezüglich der beiden Schlüsselparameter Temperatur und Salzgehalt in charakteristischer Weise vertikal geschichtet. Grundsätzlich ist die Wasserschichtung der **Schelfmeere**, zu denen Nord- und Ostsee gehören, ein Produkt aus:

- den Wassermassen des angrenzenden Nordatlantiks und
- des festländischen Abflusses
- dem regionalen Klima und Wetter über See sowie
- den Wasserbewegungen und den Vermischungen im Meer, die sich aus den o.g. Einflüssen ergeben

Im Sommer werden im Allgemeinen die höchsten Wassertemperaturen unmittelbar an der Küste erreicht; in einiger Entfernung sind die Temperaturen in den tieferen Wasserschichten 2-4 °C kühler als in der Oberflächenschicht. Der Salzgehalt der Deutschen Bucht ist dagegen praktisch ungeschichtet. Er verringert sich mit Annäherung an die Küste aufgrund von Süßwasserzuflüssen **1**.

Im Februar, wenn die Wassertemperatur der Nordsee nahezu ihr Minimum erreicht, ist die Salzgehaltsverteilung in der Tiefe mit den Verhältnissen im Sommer vergleichbar. Die Temperaturschichtung hat sich dagegen aufgelöst. Von der Wasseroberfläche bis zum Meeresboden sind die Temperaturen in diesem Monat konstant.

In der westlichen Ostsee existiert dagegen, abgesehen von den flachen küstennahen Seegebieten, ganzjährig eine Temperatur- und Salzgehaltsschichtung **1**. Sie verursacht eine ausgeprägte Zweiteilung der Wassersäule in eine warme, salzarme Ober- und eine kühle, salzreiche Unterschicht. Nach Osten hin wird der vertikale Salzgehaltsgradient infolge fortschreitender Vermischung

## 2 Deutsche Bucht und südliche Nordsee Gezeiten

### Mittlerer Springtidenhub



### Hochwasser und Monddurchgang



© Institut für Länderkunde, Leipzig 2002 Autor: E. Mittelstaedt im Text beschriebenes Beispiel Maßstab ca. 1: 7800000

schung des in der Tiefe eindringenden Nordseewassers mit dem darüber ausströmenden Ostseewasser schwächer. Östlich der Darßer Schwelle sinkt das salzreiche und damit schwerere Wasser der Unterschicht in die Tiefe der Arkonasee.

Im Februar ist die vertikale Salzgehaltverteilung entlang desselben

Schnitts kaum verändert, der Temperaturunterschied zwischen Wasseroberfläche und Meeresboden ist aber relativ zum Sommer geringer und beträgt nur 2-3 °C. Das Tiefenwasser ist in dieser Jahreszeit wärmer (3-4 °C) als das Oberflächenwasser (ca. 2 °C).

## 3

### Deutsche Bucht und westliche Ostsee Tiefenverteilung und mittlere Zirkulation

