

Erläuterungen und Begriffsbestimmungen aus der Gezeitenkunde

Entstehung der Gezeitenerscheinungen

Die Entstehung der irdischen Gezeiten ist durch kosmische Kraftfelder bedingt: Einmal wirkt auf alle Punkte der Erde die Anziehungskraft des Mondes, deren Wert im mond nächsten Punkt oder Zenit etwas größer und im mond fernsten Punkt der Erde oder Nadir etwas kleiner ist, als im Erdmittelpunkt. Die Richtung dieser Kräftegruppe weist in jedem Erdpunkt zum Mondzentrum hin. Zum anderen entstehen bei der Bewegung des Systems Erde-Mond um den innerhalb des Erdkörpers gelegenen, gemeinsamen Schwerpunkt Fliehkräfte, die an jedem Punkt der Erde denselben Betrag haben- Diese stimmt mit der Gravitationskraft des Mondes im Erdzentrum überein - und dieselbe Richtung - sie ist parallel der Verbindungslinie der Zentren von Erde und Mond - haben. Beim Zusammenwirken dieser beiden Kraftfelder entstehen die gezeitenerzeugenden Differenzkräfte, die nur einen winzigen Bruchteil der irdischen Schwerkraft ausmachen. Man kann sie in zwei Komponenten zerlegen, von denen die eine parallel zur Erdoberfläche -sog. Tangentialkraft -und die andere senkrecht dazu – die sogenannte Radialkraft - wirkt. Die tangentielle Schubkraft ist die Ursache der Gezeitenströme, die bei einem idealen Ozean, der die ganze Erde ausfüllt die Wassermassen in Richtung auf Zenit und Nadir in Bewegung setzen und dort einen Aufstau verursachen. Bei der Rotation der Erde dreht diese sich unter den Kraftfeldern hinweg, woraus der Tagesgang der Gezeiten resultiert.

Im idealen Ozean beträgt der Aufstau infolge der Mondwirkung maximal 27 Zentimeter, während derselbe Effekt durch die Sonne nur 12 Zentimeter erreicht. Infolge der Verteilung der Kontinente und der wechselnden Tiefen des Weltmeeres kommt es jedoch auf den flachen Schelfgebieten zu wesentlich größeren als Tidenhuben von 53 bzw. 24 Zentimetern, wie sie an Inseln im offenen Ozean annähernd beobachtet werden. So gibt es mehrere Küsten der Erde, wo der Tidenhub über 10 m erreicht, wobei dann meistens Eigenschwingungen von Buchten mit im Spiel sind. Selbständige Gezeiten merklicher Höhe erzeugen nur die größeren Meere, während die Nebenmeere Ebbe und Flut meistens über die Verbindungen mit den großen Becken beziehen, so dass man von Mitschwingungsgezeiten spricht. Die Gezeitenerscheinungen der Erde sind vielperiodischer Natur. Am stärksten macht sich in den europäischen Meeren das Wechselspiel der mondseitigen oder lunaren und der sonnenseitigen oder solaren gezeitenerzeugenden Differenzkräfte im Verlauf der Mondphasen bemerkbar. Von wenig Ausnahmen abgesehen folgt dem Neu- oder Vollmond, bei dem Erde, Mond und Sonne in einer Ebene stehen und damit ihre Wirkungen addieren, die Springzeit mit besonders großen Tidenhuben; den Mondvierteln, bei denen die Abweichung der Richtungen Erde - Mond und Erde -Sonne mit 90° den größten Wert erreicht, schließt sich die Nippzeit mit besonders kleinen Tidenhuben an. Ferner wird die Höhe der Gezeit durch den wechselnden Abstand Erde - Mond beeinflusst und erreicht ein relatives Maximum bei Erdnähe -Perigäum- und ein relatives Minimum bei Erdferne des Mondes -Apogäum-. Schließlich spielt die Stellung der beiden Gestirne Mond und Sonne zur Äquatorebene -Deklination - eine Rolle, so dass die Gezeitenerscheinungen eine Reihe von Einzelschwingungen darstellen, deren aus Beobachtungen und Analysen gewonnene Daten –harmonische Konstanten -vom Internationalen Hydrographischen Bureau in Monaco gesammelt und den schiffahrtstreibenden Nationen zur Verfügung gestellt werden.

Begriffsbestimmungen

Wasserstand ist der senkrechte Abstand der Wasseroberfläche von einer festen Nullmarke. Liegt die Wasseroberfläche oberhalb der Nullmarke, so wird der Wasserstand positiv gerechnet; liegt die Wasseroberfläche unterhalb der Nullmarke, so wird der Wasserstand negativ gerechnet.

Höhe der Gezeit ist ein Wasserstand, der auf das örtliche Seekartennull bezogen ist.

Kartennull (K.N.) oder **Seekartennull** ist die Nullfläche, auf welche die Tiefenangaben einer Seekarte bezogen sind. In Gezeitengebieten stimmt das Kartennull im allgemeinen nicht mit der Nullfläche der Landesvermessung überein, und der Höhenunterschied zwischen dieser Nullfläche und dem Seekartennull ist entlang der Küste im allgemeinen von Ort zu Ort verschieden.

Flut ist das Steigen des Wassers von einem Niedrigwasser bis zum folgenden Hochwasser.

Ebbe ist das Fallen des Wassers von einem Hochwasser bis zum folgenden Niedrigwasser.

Steigdauer (S.D.) oder **Flutdauer** ist der Zeitraum von einem Niedrigwasser bis zum folgenden Hochwasser.

Falldauer (F.D.) oder **Ebbdauer** ist der Zeitraum von einem Hochwasser bis zum folgenden Niedrigwasser.

Tide ist eine einzelne, im allgemeinen noch näher zu bezeichnende Gezeit, die sich aus einer Flut und der nachfolgenden Ebbe zusammensetzt, also von einem Niedrigwasser bis zum folgenden Niedrigwasser reicht.

Tidekurve ist die zeichnerische Darstellung einer bestimmten Tide, in der die Zeiten als Abszissen und die zugehörigen Wasserstände oder Höhen als Ordinaten aufgetragen sind.

Gezeitenkurve ist die zeichnerische Darstellung der Wasserstände oder Höhen der Gezeit während mehrerer aufeinanderfolgender Tiden.

Stillstand der Gezeit ist der Zeitraum im Verlauf einer Tide, während dessen sich der Wasserstand nicht merklich ändert.

Hochwasser (H.W.) ist der Eintritt des höchsten Wasserstandes einer Tide beim Übergang vom Steigen zum Fallen.

Hochwasserstand ist der Wasserstand beim Hochwasser.

Hochwasserhöhe (H.W.H.) ist die Höhe der Gezeit beim Hochwasser.

Hochwasserzeit (H.W.Z.) ist die Zeit, zu der das Hochwasser eintritt.

Niedrigwasser (N.W.) ist der Eintritt des niedrigsten Wasserstandes zwischen zwei aufeinanderfolgenden Tiden beim Übergang vom Fallen zum Steigen.

Niedrigwasserstand ist der Wasserstand beim Niedrigwasser.

Niedrigwasserhöhe (N.W.H.) ist die Höhe der Gezeit beim Niedrigwasser.

Niedrigwasserzeit (N.W.Z.) ist die Zeit, zu der das Niedrigwasser eintritt.

Tidenstieg (T.S.) ist der Betrag, um den das Wasser während der Flut steigt, also der Unterschied zwischen einem Hochwasserstand und dem vorhergehenden Niedrigwasserstand bzw. der Unterschied zwischen einer Hochwasserhöhe und der vorhergehenden Niedrigwasserhöhe.

Tidenfall (T.F.) ist der Betrag, um den das Wasser während der Ebbe fällt, also der Unterschied zwischen einem Hochwasserstand und dem folgenden Niedrigwasserstand bzw. der Unterschied zwischen einer Hochwasserhöhe und der folgenden Niedrigwasserhöhe.

Tidenhub (T.H.) ist der Unterschied zwischen Hoch- oder Niedrigwasserhöhe und der Höhe des mittleren Wasserstandes.

Hochwasser-Intervall (H.W.I.) ist der Zeitunterschied zwischen einem unteren oder oberen Durchgang des Mondes durch den Ortsmeridian und dem nächstfolgendem Hochwasser.

Niedrigwasser-Intervall (N.W.I.) ist der Zeitunterschied zwischen einem unteren oder oberen Durchgang des Mondes durch den Ortsmeridian und dem Niedrigwasser, das auf das zunächst folgende Hochwasser folgt. Das Niedrigwasser-Intervall ist also um die Falldauer größer als das Hochwasser-Intervall

Mittlerer ...der Bezeichnung eines Gezeitenwertes vorgesetzt, bedeutet den bestbekanntesten Mittelwert dieser Größe, der im allgemeinen aus einer längeren Beobachtungsreihe nach besonderen Berechnungen bestimmt ist.

Mittleres Hochwasser (M.H. W.) ist eine abgekürzte Bezeichnung für den aus einer hinreichend langen Beobachtungsreihe abgeleiteten mittleren Hochwasserstand oder die entsprechend abgeleitete mittlere Hochwasserhöhe (M,H.W.H.).

Mittleres Niedrigwasser (M.N.W.) ist eine abgekürzte Bezeichnung für den aus einer hinreichend langen Beobachtungsreihe abgeleiteten mittleren Niedrigwasserstand oder die entsprechend abgeleitete mittlere Niedrigwasserhöhe (M:N.W.H.).

Ungleichheit ist die astronomisch bedingte Abweichung eines einzelnen, d. h. zu einer einzelnen Tide gehörigen, Gezeitenwertes von dem entsprechenden Mittelwert. Man unterscheidet Ungleichheiten in der Zeit und Ungleichheiten in der Höhe.

Ungleichheit in Hoch- oder Niedrigwasserzeit (bei halbtägiger Gezeitenform) ist die astronomisch bedingte Abweichung eines einzelnen Hoch- oder Niedrigwasser-Intervalls vom mittleren Hoch- oder Niedrigwasser-Intervall.

Ungleichheit in Hoch- oder Niedrigwasserhöhe ist die astronomisch bedingte Abweichung einer einzelnen Hoch- oder Niedrigwasserhöhe von der mittleren Hoch- oder Niedrigwasserhöhe.

Halbmonatliche Ungleichheit (bei halbtägiger Gezeitenform) ist der Teil der gesamten Ungleichheit in Zeit oder Höhe, der von der Phase des Mondes abhängt, genauer: der mittlere zu jeder einzelnen Meridiandurchgangszeit des Mondes gehörige Wert der betreffenden

Ungleichheit. Dabei ist die Meridiandurchgangszeit des Mondes in wahrer Ortszeit (oder wahrer Greenwich-Zeit) auszudrücken und zwischen Vormittags- und Nachmittagsstunden nicht zu unterscheiden, also von den nach 11 h 59 min fallenden Meridiandurchgangszeiten der Betrag von 12 h 00 min abzuziehen. Die halbmonatliche Ungleichheit nimmt jeweils nach Ablauf eines halben synodischen Monats oder von 14,77 Tagen wieder den gleichen Wert an. Dem Voll- oder Neumond entspricht durchschnittlich die Meridiandurchgangszeit 0 h (oder 12 h), dem ersten oder letzten Viertel die Meridiandurchgangszeit 6 h (oder 18 h). -Bei eintägiger Gezeitenform hängt die halbmonatliche Ungleichheit von der Deklination des Mondes ab, ihre Periode beträgt 13,66 Tage (tropische Ungleichheit).

Springzeit (bei halbtägiger Gezeitenform) ist die Zeit, zu der die halbmonatliche Ungleichheit in Hochwasserhöhe ihren größten positiven Wert annimmt. Wenn die halbmonatliche Ungleichheit alle anderen Ungleichheiten übertrifft, was bei halbtägiger Gezeitenform mit Ausnahme weniger Gebiete auf der Erde der Fall ist, so treten also zur Springzeit durchschnittlich die höchsten Hochwasser ein. Bei eintägiger Gezeitenform ist dies kurz nach dem Eintritt der größten nördlichen oder südlichen Deklination des Mondes der Fall (tropische Tide).

Springverspätung (bei halbtägiger Gezeitenform) ist der Zeitunterschied zwischen dem Eintritt des Voll- oder Neumondes und der Springzeit. Bei eintägiger Gezeitenform ist die Springverspätung der Zeitunterschied zwischen dem Eintritt der größten nördlichen oder südlichen Deklination des Mondes und der Springzeit.

Springhochwasser (Sp.H.W.) ist das Hochwasser, das der Springzeit am nächsten liegt.

Mittleres Springhochwasser (M.Sp.H.W.) ist eine abgekürzte Bezeichnung für den mittleren Springhochwasserstand oder die mittlere Springhochwasserhöhe (M.Sp.H.W.H.).

Springtide ist die Tide, welche das Springhochwasser der Halbtagstiden enthält.

Springtidenhub (Sp.T.H.) ist der Hub der Springtide.

Mittlerer Springtidenhub (M.Sp.T.H.) ist der mittlere Tidenhub zur Springzeit.

Springniedrigwasser (Sp.N. W.) ist das Niedrigwasser, das die größte Erniedrigung durch die halb monatliche Ungleichheit aufweist.

Mittleres Springniedrigwasser (M.Sp.N. W.) ist eine abgekürzte Bezeichnung für den mittleren Springniedrigwasserstand oder die mittlere Springniedrigwasserhöhe (M.Sp.N.W.H.), die um den größten negativen Wert der halbmonatlichen Ungleichheit in Niedrigwasserhöhe unterhalb der mittleren Niedrigwasserhöhe liegt.

Nippzeit ist die Zeit, zu der die halbmonatliche Ungleichheit in Hochwasserhöhe ihren größten negativen Wert annimmt. Wenn die halbmonatliche Ungleichheit alle anderen Ungleichheiten übertrifft, was bei halbtägiger Gezeitenform mit Ausnahme weniger Gebiete auf der Erde der Fall ist, so treten also zur Nippzeit durchschnittlich die niedrigsten Hochwasser ein.

Nippverspätung ist bei halbtägiger Gezeitenform der Zeitunterschied zwischen dem Eintritt des ersten oder letzten Mondviertels und der Nippzeit, bei eintägiger Gezeitenform der Zeitunterschied zwischen dem Äquatordurchgang des Mondes und der Nippzeit.

Nipphochwasser (Np.H.W.) ist das Hochwasser, das der Nippzeit am nächsten liegt.

Mittleres Nipphochwasser (M.Np.H.W.) ist eine abgekürzte Bezeichnung für den mittleren Nipphochwasserstand oder die mittlere Nipphochwasserhöhe (M.Np.H.W.H.).

Nipptide ist die Tide, welche das Nipphochwasser der Halbtagstiden enthält.

Nipptidenhub (Np.T.H.) ist der Hub der Nipptide.

Mittlerer Nipptidenhub (M.Np,T.H.) ist der mittlere Tidenhub zur Nippzeit.

Nippniedrigwasser (Np.N.W.) ist das Niedrigwasser, das die größte Erhöhung durch die halbmonatliche Ungleichheit aufweist.

Mittleres Nippniedrigwasser (M.Np.N.W.) ist eine abgekürzte Bezeichnung für den mittleren Nippniedrigwasserstand oder die mittlere Nippniedrigwasserhöhe (M.Np.N.W.H.).

Tropische Tide ist die Tide, die das Springhochwasser der Eintagstiden enthält.

Äquatoriale Tide ist die Tide, die das Nipphochwasser der Eintagstiden enthält.

Mittzeit oder Zwischenzeit ist die etwa in der Mitte zwischen Spring- und Nippzeit oder zwischen Nipp- und Springzeit liegende Zeit.

Monatliche oder Parallaktische Ungleichheit ist der Teil der gesamten Ungleichheit; in Zeit oder Höhe, der von der Entfernung zwischen Erde und Mond abhängt, genauer: der mittlere zu jedem einzelnen Wert der Entfernung oder Horizontalparallaxe des Mondes gehörige Wert der betreffenden Ungleichheit. Bei genaueren Untersuchungen müssen die Werte der parallaktischen Ungleichheit auch noch getrennt für die verschiedenen Kulminationszeiten des Mondes bestimmt werden. Eine parallaktische Ungleichheit nimmt durchschnittlich nach Ablauf eines anomalistischen Monats oder von 27,55 Tagen wieder den gleichen Wert an. Die parallaktischen Ungleichheiten in Hoch- und Niedrigwasserhöhe haben eine Zunahme des Tidenhubs mit wachsender Annäherung des Mondes an die Erde zur Folge.

Deklinationstungleichheit ist der Teil der gesamten Ungleichheit in Zeit oder Höhe, der nur vom Betrag, also nicht vom Vorzeichen, der Monddeklination abhängt, genauer: der mittlere zu jedem einzelnen Grad des Deklinationsbetrages gehörige Wert der betreffenden Ungleichheit. Eine Deklinationsungleichheit nimmt jeweils nach Ablauf eines halben tropischen Monats oder von 13,66 Tagen wieder den gleichen Wert an. Die Deklinationsungleichheiten in Hoch- und Niedrigwasserhöhe haben bei halbtägigen Gezeiten eine Abnahme des Tidenhubs mit wachsender Deklination des Mondes zur Folge, bei eintägigen Gezeiten wirken sie entgegen gesetzt.

Tägliche Ungleichheit (bei halbtägiger Gezeitenform) ist die Verschiedenheit zwischen den Werten einer Ungleichheit in Zeit oder Höhe bei zwei aufeinanderfolgenden Hoch- oder Niedrigwassern, soweit sie von der Mond- (und Sonnen-) Deklination einschließlich der Vorzeichen abhängt. Im engeren Sinne versteht man unter täglicher Ungleichheit den zu jedem einzelnen Wert der Monddeklination gehörigen mittleren halben Unterschied zwischen den Höhen oder Intervallen je zweier aufeinanderfolgender Hoch- oder Niedrigwasser. Eine tägliche Ungleichheit nimmt jeweils nach Ablauf eines tropischen Monats oder von 27,32 Tagen wieder den gleichen Wert an.

Sie nimmt mit wachsender Deklination des Mondes zu und kehrt nach jedem Durchgang des Mondes durch den Äquator ihr Vorzeichen um.

Höheres Niedrigwasser (H.N.W.) ist das infolge der täglichen Ungleichheit höhere der beiden Niedrigwasser eines Tages.

Niedrigeres Niedrigwasser (N.N.W.) ist das infolge der täglichen Ungleichheit niedrigere der beiden Niedrigwasser eines Tages.

Gezeitentafeln sind nautische Veröffentlichungen mit den ausführlichen Vorhersagen der Gezeiten für Bezugsorte und Differenztabellen für Anschlussorte sowie Hilfstafeln.

Bezugsort ist ein Ort, für den in den Gezeitentafeln ausführlich berechnete Eintrittszeiten und Höhen der Hoch- und Niedrigwasser angegeben sind.

Anschlussort ist ein Ort, für den in den Gezeitentafeln keine ausführlichen Gezeitenvorausrechnungen, sondern Gezeitenunterschiede gegen einen Bezugsort angegeben sind.

Bezugszeit ist diejenige gesetzliche Zeit, auf die sich die Angaben über den Eintritt der Hoch- und Niedrigwasser in den Gezeitentafeln beziehen.

Gezeitenunterschiede (G.U.) sind die Verbesserungen, die man an den Hoch- und Niedrigwasserzeiten und -höhen eines Bezugsortes anzubringen hat, um die Hoch- und Niedrigwasserzeiten und -höhen für einen Anschlussort zu erhalten. In den Gezeitentafeln werden gewöhnlich angegeben:

Mittlere Hochwasser-Zeitunterschiede,
Mittlere Niedrigwasser-Zeitunterschiede,

ferner

Hochwasser-Höhenunterschiede zur Springzeit,
Hochwasser-Höhenunterschiede zur Nippzeit,
Niedrigwasser-Höhenunterschiede zur Springzeit,
Niedrigwasser-Höhenunterschiede zur Nippzeit,

oder

Höhenunterschiede des höheren Hochwassers,
Höhenunterschiede des niedrigeren Hochwassers,
Höhenunterschiede des höheren Niedrigwassers,
Höhenunterschiede des niedrigeren Niedrigwassers.

Harmonische Analyse der Gezeiten ist ein Verfahren zur Untersuchung der Gezeiten, nach dem diese in eine größere Anzahl streng periodischer harmonischer Teiltiden von der Form $A \cos U$ zerlegt werden.

Phase einer Tide drückt die Verzögerung aus, die die betreffende harmonische Teiltide der Gezeiten am Ort gegenüber dem entsprechenden harmonischen Ausdruck für die gezeiterzeugenden Kräfte auf dem Meridian von Greenwich aufweist, und enthält außerdem eine Verbesserung wegen geographischer Länge sowie wegen des Unterschiedes zwischen der gesetzlichen Zeit am Ort und der M.O.Z.

Amplitude einer Tide ist der Beiwert A in dem Ausdruck $A \cos U$ für die Form dieser Tide oder der Hub dieser Tide.

Mittlerer Wasserstand (A_0) ist der mittlere Stand des Wassers während eines längeren Zeitraums und wird berechnet als arithmetisches Mittel gleichabständiger, meist stündlicher Wasserstände über diesen Zeitraum.

Höhe des mittleren Wasserstandes (Z_0) ist der mittlere Wasserstand in bezug auf das örtliche Seekartennull.

Harmonische Gezeitenkonstanten eines Ortes sind die Höhe des mittleren Wasserstandes Z_0 sowie die Amplituden und die Phasen der einzelnen harmonischen Teiltiden, wie sie sich nach der harmonischen Analyse der Gezeiten an diesem Ort ergeben.

Halbtägige Tiden sind harmonische Teiltiden, deren Perioden nahezu gleich einem halben Tage sind. Die wichtigsten halbtägigen Tiden sind:

- die halbtägige Haupt-Mondtide M_2 ($n = 28,98^\circ$),
- die halbtägige Haupt-Sonnentide S_2 ($n = 30,00^\circ$),
- die größere halbtägige elliptische Mondtide N_2 ($n = 28,44^\circ$),
- die halbtägige Mond-Sonnen-Deklinationstide K_2 ($n = 30,08^\circ$),

wobei n die stündliche Änderung des Winkels U ist.

Eintägige Tiden sind harmonische Teiltiden, deren Perioden nahezu gleich einem Tage sind. Die wichtigsten eintägigen Tiden sind:

- die eintägige Mond-Sonnen-Deklinationstide K_1 ($n = 15,04^\circ$),
- die eintägige Haupt-Mondtide O_1 ($n = 13,94^\circ$),
- die eintägige Haupt-Sonnentide P_1 ($n = 14,96^\circ$).

Harmonisches Verfahren zur Berechnung der Gezeiten ist ein Verfahren, bei dem die Gezeiten durch Zusammensetzen aus einer Anzahl harmonischer Teiltiden berechnet werden. Als Grundlage dienen dabei die harmonischen Gezeitenkonstanten des Ortes und die Tageswerte der einzelnen Tiden.

Mittlerer Sonnentag ist die Zeitdauer von einem Durchgang der mittleren Sonne durch den unteren Meridian bis zum folgenden und wird in 24 mittlere Sonnenstunden geteilt. Die Periode der halbtägigen Sonnentide S_2 beträgt einen halben mittleren Sonnentag, ihre Winkelgeschwindigkeit ist gleich der doppelten Änderung des Stundenwinkels der mittleren Sonne in einer Stunde, also gleich 30° .

Mittlerer Mondtag ist die Zeitdauer von einem Durchgang des Mondes durch den unteren Meridian bis zum folgenden und beträgt rund 24 h 50 min mittlerer Sonnenzeit. Die Periode der halbtägigen Mondtide M_2 beträgt einen halben mittleren Mondtag oder rund 12 h 25 min, ihre Winkelgeschwindigkeit ist gleich der doppelten Änderung des Stundenwinkels des mittleren Mondes in einer Stunde und beträgt $28,98^\circ$.

Halbtägige Gezeiten sind, solche, bei denen im Laufe eines Tages (Mondtages) zwei Hochwasser und zwei Niedrigwasser eintreten.

Eintägige Gezeiten sind solche, bei denen im Laufe eines Tages (Sonnentages) ein Hochwasser und ein Niedrigwasser eintreten.

Gemischte Gezeiten sind solche, bei denen die beiden im Laufe eines Tages eintretenden Hoch- und Niedrigwasser sich in ihren Höhen oder ihren Intervallen stark voneinander unterscheiden.

Charakter der Gezeit oder **Gezeitenform** ist die Bezeichnung der Art und Weise, in der die einzelnen Tiden sowohl der Zeit als auch der Höhe nach aufeinanderfolgen.

Halbtägige Gezeitenform ist eine solche, bei der im Laufe eines jeden Tages (Mondtages) zwei Hochwasser und zwei Niedrigwasser eintreten und bei der sich die beiden Tiden sowohl in Zeit als auch in Höhe nur wenig voneinander unterscheiden. Bei halbtägiger Gezeitenform übertreffen die halbtägigen harmonischen Teiltiden die eintägigen Tiden erheblich; das Verhältnis der Amplituden $(H_{K1} + H_{O1}) : H_{M2}$ liegt zwischen 0 und 0,5.

Gemischte Gezeitenform ist eine solche, bei der im Laufe eines Tages im allgemeinen zwei Hochwasser und zwei Niedrigwasser eintreten, die sich jedoch in Zeit und Höhe merklich voneinander unterscheiden; zeitweise können auch eintägige Gezeiten auftreten. Bei gemischter Gezeitenform sind sowohl die halbtägigen als auch die eintägigen harmonischen Teiltiden von merklicher Bedeutung; das Verhältnis der Amplituden $(H_{K+} + H_o) : H_M$ liegt zwischen 0,5 und 4,0.

Eintägige Gezeitenform ist eine solche, bei der im Laufe eines Tages (Sonnentages) entweder stets oder doch in der Regel nur ein Hochwasser und ein Niedrigwasser eintreten. Bei eintägiger Gezeitenform übertreffen die eintägigen harmonischen Teiltiden die halbtägigen Tiden ganz erheblich; das Verhältnis der Amplituden $(H_{K1} + H_{O1}) : H_{M2}$ ist größer als 4,0.

Normalnull (NN) Die Angaben der Landkarten über die Höhen der Bodenerhebungen sind auf eine überall waagrecht verlaufende Fläche, eine sog. Niveaufläche, bezogen. In den verschiedenen Staaten sind diese Nullflächen zwar im allgemeinen nicht genau in der gleichen Höhe festgesetzt, doch weicht eine solche Nullfläche gewöhnlich nur wenig vom mittleren Wasserstand an der Küste des betreffenden Staates ab; eine Ausnahme bildet z.B. Belgien, wo die Nullfläche erheblich tiefer liegt. Die Fläche des mittleren Wasserstandes verläuft entlang der Küste im allgemeinen nicht genau waagrecht. – In Deutschland sind die Höhenangaben der Landesvermessung auf das sogenannte Normalnull (NN) bezogen, dessen Lage durch eine Anzahl Höhenfestpunkte in der Nähe von Potsdam festgesetzt ist. An der deutschen Nordseeküste weicht das Normalnull nur um geringe Beträge vom mittleren Wasserstand ab.

Seekartennull (SKN) Anders als die Landkarten verzeichnen die Seekarten von Gezeitengebieten nicht etwa den Abstand des Grundes von einer Niveaufläche oder der Fläche des mittleren Wasserstandes, sondern sie geben die Wassertiefen an, die bei einem besonders niedrigen Niedrigwasser noch verbleiben. Je größer der mittlere Tidenhub an einem Ort ist, um so tiefer liegt dieses Niedrigwasser unterhalb des mittleren Wasserstandes oder unterhalb des Landesvermessungsnulls an der Küste, z.B. bei Wilhelmshaven rund 2,7 m, bei Cuxhaven rund 2,1 m, bei List rund 1,5 m. Dieses besondere Niedrigwasser, auf das die Tiefenangaben der Seekarten bezogen sind, wird als Seekartennull (SKN) bezeichnet und ist im allgemeinen von Staat zu Staat verschieden ausgewählt. Die deutschen Seekarten von ausländischen Gewässern übernehmen jedoch das dort eingeführte Seekartennull, und in den übrigen Staaten wird bei der Herausgabe der Seekarten fast ausnahmslos in der gleichen Weise verfahren, so dass also deutsche und fremde Karten für das gleiche Gebiet auch die gleichen Tiefen angeben. Da die Genauigkeit der Lotungen mit wachsender Tiefe abnimmt, werden größere Wassertiefen nicht mehr auf ein Seekartennull bezogen; dieses spielt also nur im Bereich der Küsten eine Rolle. Je tiefer das Seekartennull an einem Ort festgesetzt ist, um so seltener fällt das Wasser unter das Seekartennull. Da bei den Festsetzungen des Seekartennulls jedoch nur die astronomischen Ursachen der Gezeiten berücksichtigt werden,

muss besonders in solchen Gebieten, wo auch die meteorologischen Umstände starken Einfluss auf die Wasserstände haben, stets mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass einzelne Niedrigwasser tiefer eintreten als das Seekartennull.

Schifffahrtspegel An verschiedenen Orten der deutschen Nordseeküste sind für die Zwecke der Schifffahrt besondere Pegel aufgestellt, deren Nullpunkt mit dem örtlichen Seekartennull übereinstimmt, so dass die abgelesenen Wasserstände als Höhen unmittelbar zu den Tiefenangaben der Seekarten hinzugefügt werden können. Diese Schifffahrtspegel werden in der Seekarte als Wasserstands-Signalstellen bezeichnet. Alle übrigen Pegel heißen Betriebs- oder in der Seekarte Schreibpegel; ihre Nullpunkte liegen gewöhnlich 5 m unter dem Normalnull, so dass die Anzeige eines Betriebspegels zu den Tiefenangaben der Seekarten nicht unmittelbar in Beziehung gesetzt werden darf. Nachfolgend sind kurz die für die Hoheitsgebiete der einzelnen Staaten gültigen Festsetzungen des Seekartennulls zusammengestellt.

Island: Seekartennull ist etwa gleich dem örtlichen mittleren Springniedrigwasser.

Russische Föderation: (Weißes Meer und Murmanküste: Seekartennull ist gleich dem örtlichen niedrigsten Niedrigwasser, das nach einem bestimmten Verfahren ermittelt wird.

Norwegen: Seekartennull ist etwa gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT), nur im südlichen Seegebiet wurde ein Seekartennull festgelegt, das etwa 2 – 3 dm tiefer als LAT liegt.

Schweden: Seekartennull ist in der Regel gleich dem mittleren Wasserstand.

Dänemark: Seekartennull westlich von Skagen ist gleich dem örtlichen mittleren Springniedrigwasser, östlich von Skagen gleich dem mittleren Wasserstand.

Grönland und Färöer: Seekartennull ist gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT).

Deutschland (Nordseeküste): Für das Seekartennull im Seegebiet vor der deutschen Nordseeküste einschließlich der Watten und Ästuare wird der örtliche niedrigste Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT) zugrunde gelegt. Im Tideflussbereich der Ems, Jade, Weser und Elbe ist das Seekartennull in Anlehnung an den niedrigsten Gezeitenwasserstand unter Berücksichtigung des Oberwassereinflusses stufenweise festgelegt.

Niederlande: Seekartennull an der Küste ist gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT). Diese Festsetzung gilt auch für die Wester und Ooster Schelde. Auf dem Nieuwe Rotterdamsche Waterweg beginnt an der Mündung ein festgesetztes Niedrigwasser (OLW, overeengekomen lage waterstand) als Seekartennull. Das OLW fällt linear zum LAT von Hoek van Holland ab und bildet einen allmählichen Übergang zu dem OLR (overeengekomen lage rivierstand) im weiter oberhalb gelegenen Teil von Lek und Waal. Dieser OLR wird durchschnittlich nur an etwa zwanzig Tagen im Jahr unterschritten.

Belgien: Seekartennull ist gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT).

Großbritannien, Nordirland und Irland: Seekartennull ist gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT).

Frankreich (Nord- und Westküste): ist gleich dem örtlichen niedrigsten Niedrigwasser, NGzW. Auf der Seine bis Rose sind die Tiefen auf eine waagerechte Bezugsfläche (Niveaufläche) bezogen, die mit dem gewöhnlichen Seekartennull bei Le Havre übereinstimmt.

Spanien: Seekartennull ist gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand; NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT).

Portugal: Seekartennull liegt etwa 0 – 2 dm unter dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT).

Italien: Seekartennull ist gleich dem örtlichen mittleren niedrigeren Springniedrigwasser (Lower Low Water Springs, LLWS).

Kroatien: Seekartennull ist gleich dem örtlichen mittleren niedrigeren Springniedrigwasser (Lower Low Water Springs, LLWS).

Lowest Astronomical Tide (LAT) In Deutschland und den Nordseestaaten ist das Seekartennull seit 2005 als örtlich „niedrigst möglicher Gezeitenwasserstand“ bzw. „Lowest Astronomical Tide (LAT)“ definiert. Die LAT liegt noch etwas tiefer als MSpNW und wird auch von extremen Springtiden kaum noch unterschritten, so dass die Tiefenangaben in den Seekarten zu größerer Sicherheit für die Schifffahrt führen. Ferner schließt das neue Seekartennull negative Werte in den Gezeitentafeln aus. Seine Abweichung vom Geoid ist allerdings vom örtlich variablen maximalen Tidenhub abhängig, so dass das Seekartennull keine generelle Niveaufläche darstellt. An der deutschen Nordseeküste ist es um gut einen halben Tidenhub niedriger als das Normalhöhennull (NHN), was z.B. in Cuxhaven 2,1 m ausmacht. An der Küste der Ostsee stimmen Normalhöhennull und Seekartennull überein. Früher war das Seekartennull auch in der deutschen Nordsee als das örtliche mittlere Springsniedrigwasser (MSpNW) definiert. Seit 2005 werden in allen Nordsee-Anrainerstaaten die Seekarten auf ein einheitlich definiertes Seekartennull umgestellt, eben das LAT, das als örtlich astronomisch niedrigst möglicher Gezeitenwasserstand berechnet wird. Eingeführt wurde LAT als neues SKN zur Vereinheitlichung der Tiefenangaben in weltweiten elektronischen Seekarten (ECDIS), zuerst in der Nordsee durch die „Nordseehydrografische Konferenz“. Diese Idee wurde von der IHO übernommen und als weltweite Empfehlung für alle Mitgliedsstaaten ausgesprochen. Alle Gewässer mit einem Tidenhub größer als 30 cm sollen ihr Seekartennull auf LAT beziehen. Für Gewässer mit einem Tidenhub kleiner als 30 cm gilt der Mittlere Wasserstand als SKN.

Der Einfluss des Windes und der Luftdruckschwankungen auf die Gezeiten

Der Wind und die Luftdruckschwankungen rufen im Meere Strömungen und Wasserstandsänderungen hervor, die zu den Gezeitenströmen und den Gezeiten hinzutreten, so dass die gesamte Wasserbewegung mehr oder minder von den bloßen Gezeitenerscheinungen abweicht. Wo diese Abweichungen in der Regel verhältnismäßig klein bleiben, spricht man kurz, wenn auch nicht ganz zutreffend, von einer Beeinflussung der Gezeiten und Gezeitenströme durch den Wind und die Luftdruckänderungen. Diese meist kurzfristig wechselnden Beeinflussungen können in langfristige Gezeitenvorausberechnungen, wie sie die Gezeitentafeln enthalten, nicht mit einbegriffen werden. Mit der Möglichkeit, dass die tatsächlichen in Eintrittszeiten und Höhen der Hoch- und Niedrigwasser von den voraus berechneten um kleinere und gelegentlich auch um größere Beträge abweichen, muss daher stets gerechnet werden. Die Abweichungen in der Höhe können an der Deutschen Nordseeküste ein ungewöhnliches Ausmaß erreichen. Als eine allgemeine Regel gilt hier, dass auflandige Winde, also Winde aus SW-licher bis N-licher Richtung eine Erhöhung der Wasserstände hervorrufen, Winde aus den entgegengesetzten Richtungen dagegen eine Erniedrigung. Die stärksten Erhöhungen (Sturmfluten) treten ein, wenn beim Durchzug eines Sturmtiefs durch die nördliche Nordsee der Wind von SW über West drehend, schließlich auf NW-liche Richtung umspringt. Die Erhöhungen der Hochwasser bei Sturmfluten können bis über 4 m betragen. Die stärksten Erniedrigungen der Hochwasser kommen bei anhaltenden starken SO-Winden vor und betragen bis zu etwa 3 m. Als Ergänzung zu den Gezeitentafeln gibt das Deutsche Hydrographische Institut zweimal täglich Vorhersagen der Beträge heraus, um die das

nächstfolgende Hochwasser an der deutschen Nordseeküste (einschließlich Emden, Bremen und Hamburg) unter Berücksichtigung auch der meteorologischen Verhältnisse vom mittleren Hochwasser abweichen wird. Diese Vorhersagen werden über den Rundfunk im Anschluss an die Morgen- bzw. Abendnachrichten verbreitet. Das Ausmaß der Sturmfluten nimmt Westlich der deutschen Nordseeküste nach der niederländischen, belgischen und südenglischen Küste hin ab. An der niederländisch-belgischen Küste gelten Erhöhungen der Hochwasser um 2,0 bis 2,5 m, bei Dover und bei Southend (Themse-Mündung) bereits Solche um 1,5 m als schwere Sturmfluten. Auch diese Sturmfluten treten beim Durchzug eines Sturmtiefs durch die Nordsee auf, wenn die Nordsee im Bereich Westlicher Winde liegt, also keineswegs überall bei auflandigen Winden. Die stärksten Erniedrigungen in der Südlichen Nordsee werden beobachtet, wenn ein kräftiges Tief Westlich von Irland liegt und über der Nordsee starke Südliche Winde herrschen, Oft bilden sich Schwingungen mit einer 36stündigen Periode aus, so dass z. B. auf eine Erhöhung der Wasserstände um 0,5 bis 1 m 18 Stunden später eine wesentlich geringere Erhöhung oder gar eine Erniedrigung folgt, weitere 18 Stunden später Wieder eine stärkere Erhöhung usw. Diese Schwingungen werden hauptsächlich durch Tiefdruckgebiete verursacht, deren Zentrum außerhalb der Nordsee liegt, und treten gewöhnlich vor oder nach einem Zustand beständiger Erhöhung oder Erniedrigung auf, der durch anhaltende starke Winde aus gleichbleibender Richtung hervorgerufen wird. Auch an der deutschen Nordseeküste sind diese Schwingungen bemerkbar, wenn ,auch in sehr viel geringerem Ausmaße.

Allgemein ist der Einfluss des Windes auf die Wasserstände am stärksten in Seichtwassergebieten, während er auf tieferem Wasser wahrscheinlich innerhalb mäßiger Grenzen bleibt.