

BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Gezeitentafeln

2021

Europäische Gewässer

Freiwillige Mitarbeit

Jeder Hinweis zur Vervollständigung oder Berichtigung der nautischen Veröffentlichungen dient der Sicherheit aller Seefahrer. Beiträge erbitten wir an das

**Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78, 20359 Hamburg
Postfach 30 12 20, 20305 Hamburg**

Telefon: +49 (0) 40 31 90 - 0 (Vermittlung)
Telefax: +49 (0) 40 31 90 - 50 00
E-Mail: gezeiten@bsh.de
Internet: www.bsh.de

Die Inhalte dieses Werkes sind rechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Verbreitung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen der Bundesrepublik Deutschland zulässig.

© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Hamburg und Rostock 2020
www.bsh.de

ISBN-Nr. 978-3-86987-999-4
ISSN-Nr. 0084-9774
BSH-Nr. 2115

Inhalt

1	Einleitung	4*
2	Übersichtskarten	5*
3	Erläuterungen und Begriffsbestimmungen aus der Gezeitenkunde	8*
	3.1 Entstehung der Gezeiten	8*
	3.2 Abkürzungen	8*
	3.3 Allgemeine Begriffe	10*
	3.4 Gezeitengrundwerte	11*
	3.5 Gezeitenformen und Partialtiden	12*
	3.6 Ungleichheiten in Höhe und Zeit	12*
	3.7 Berechnungsmethoden	13*
	3.8 Bezugsflächen	14*
4	Das Seekartennull in Gezeitengebieten	15*
5	Der meteorologische Einfluss auf den Wasserstand/Wasserstandsvorhersage	17*
6	Anleitung zum Gebrauch der Gezeitentafeln mit Beispielaufgaben	18*
	6.1 Ausführliche Gezeitenvorausberechnungen für Bezugsorte	18*
	6.2 Gezeitenunterschiede für Anschlussorte	20*
	6.3 Anwendung der Wasserstandsvorhersage des BSH	22*
	6.4 Abschätzung von Höhen und Zeiten zwischen Hoch- und Niedrigwasser	23*
	6.5 Abschätzung der Hoch- und Niedrigwasser mittels der Gezeitenkarten	28*
	6.6 Hinweise zu den Hilfstafeln 1 bis 6 (Teil IV)	29*
7	How to use the Tide Tables	30*
	7.1 Daily tide predictions	30*
	7.2 Tidal differences of subordinate stations	32*
	7.3 Finding the height of tide at any time between high and low water	34*
	7.4 Determination of high and low water using co-tidal and co-range charts	35*
Teil I: Ausführliche Vorausberechnungen für die europäischen Bezugsorte		1
Teil II: Gezeitenunterschiede für die europäischen Anschlussorte		167
Teil III: Mittlere Hoch- und Niedrigwasserwerte der deutschen Orte		195
Teil IV: Hilfstafeln und Flusspläne		201
Teil V: Gezeitenkarten		211
	Ortsverzeichnis	219

1 Einleitung

Diese Gezeitentafeln enthalten ausführliche Vorausberechnungen für 38 europäische Häfen (Teil I). Hinzu kommen Gezeitenunterschiede für ca. 730 weitere Orte in europäischen Gewässern (Teil II).

Die Höhen der Vorausberechnungen beziehen sich auf das örtliche Seekartennull. Die vorhandene Wassertiefe, bedingt durch die Gezeiten, erhält man durch die Addition der Tiefenangabe in der Seekarte und der Höhe der Gezeit im selben Gebiet.

Die langfristigen Gezeitenvorausberechnungen enthalten nicht den aktuellen Einfluss von Wind und Luftdruckschwankungen. Dafür gibt die mehrmals täglich erstellte Wasserstandsvorhersage des BSH die erwarteten Abweichungen des Wasserstandes vom mittleren Hoch- bzw. Niedrigwasser (Teil III) unter Berücksichtigung der aktuellen meteorologischen Bedingungen an.

Die Gezeitentafeln für das Jahr 2021 enthalten keine ausführlichen Vorausberechnungen mehr für den Bezugsort Ekaterininskaja. Die Aktualität der verfügbaren Datengrundlage für diesen Pegel ist nicht ausreichend. In diesem Zusammenhang wurden einige Anschlussorte im Teil II entfernt oder einem anderen Bezugsort zugeordnet.

Die Anleitung im Kapitel 6 wurde für diese Ausgabe grundlegend überarbeitet. Die Beispiele 7 und 8 wurden dabei durch graphische Methoden ersetzt.

Informationen zur digitalen Bereitstellung von Gezeitendaten finden Sie unter www.bsh.de/gezeiten

An die Benutzer der Gezeitentafeln ergeht die Bitte, Fehler oder Vorschläge zur Verbesserung dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie mitzuteilen, unter Tel +49 (0) 40 31 90 31 10 oder gezeiten@bsh.de

Die ausführlichen Vorausberechnungen für die deutschen Bezugsorte stammen vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Die zugrundeliegenden Wasserstandsbeobachtungen wurden durch die Pegelbetreiber zur Verfügung gestellt: Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter der WSV, LKN.SH, NLWKN, HPA, BSH/BMWi/PTJ (Fino 1+3). Die Vorausberechnungen für die ausländischen Bezugsorte wurden im internationalen Austausch von folgenden Ämtern zur Verfügung gestellt:

Frankreich:

Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM)
Brest
<http://www.shom.fr>

Vereinigtes Königreich und Irland:

The United Kingdom Hydrographic Office
Taunton Somerset
<http://www.admiralty.co.uk>

Niederlande:

Rijkswaterstaat
Lelystad
<http://www.rijkswaterstaat.nl>

Norwegen:

Kartverket
Stavanger
<http://www.kartverket.no>

Portugal:

Marinha Instituto Hidrográfico
Lissabon
<http://www.hidrografico.pt>

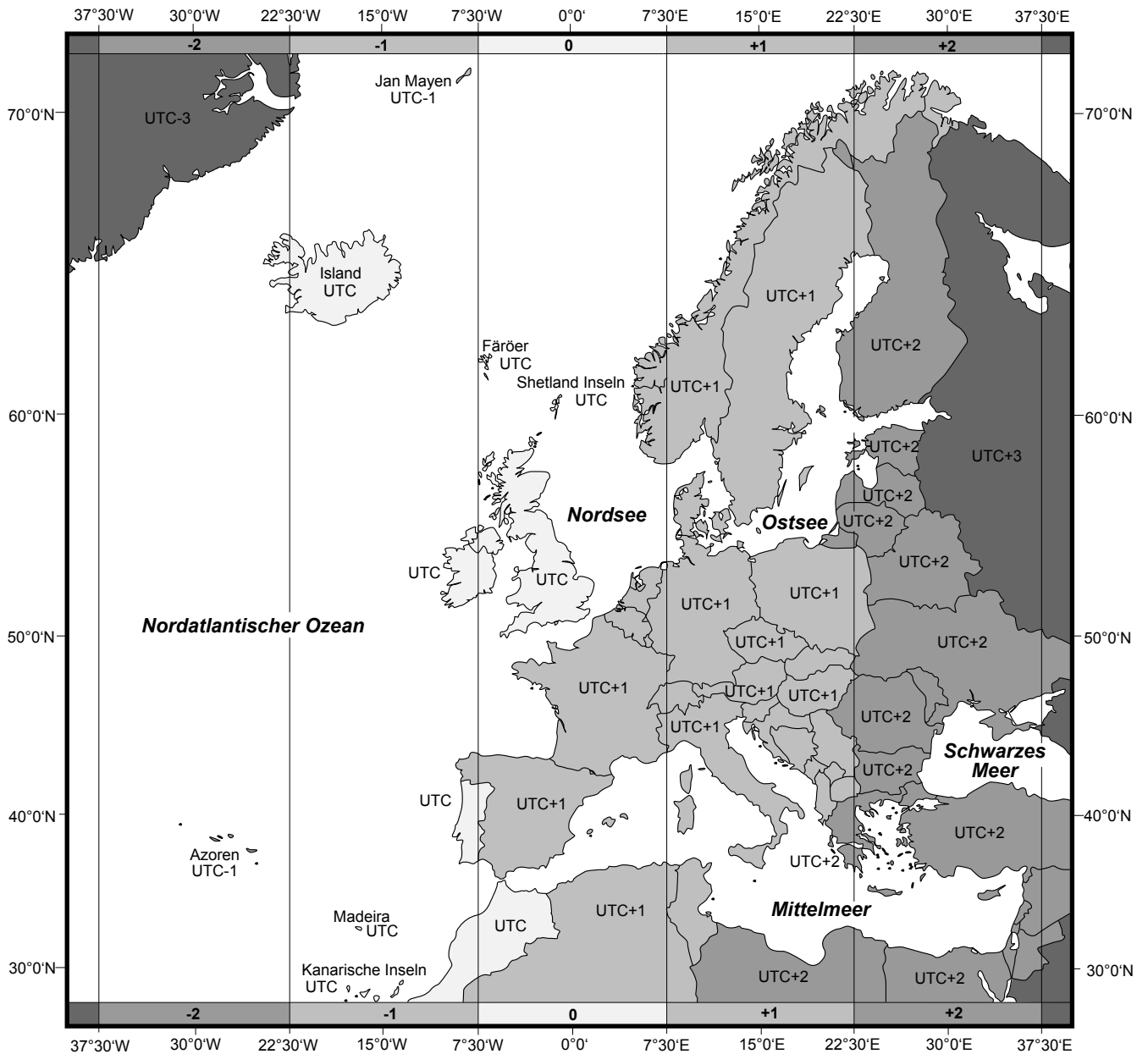
Spanien:

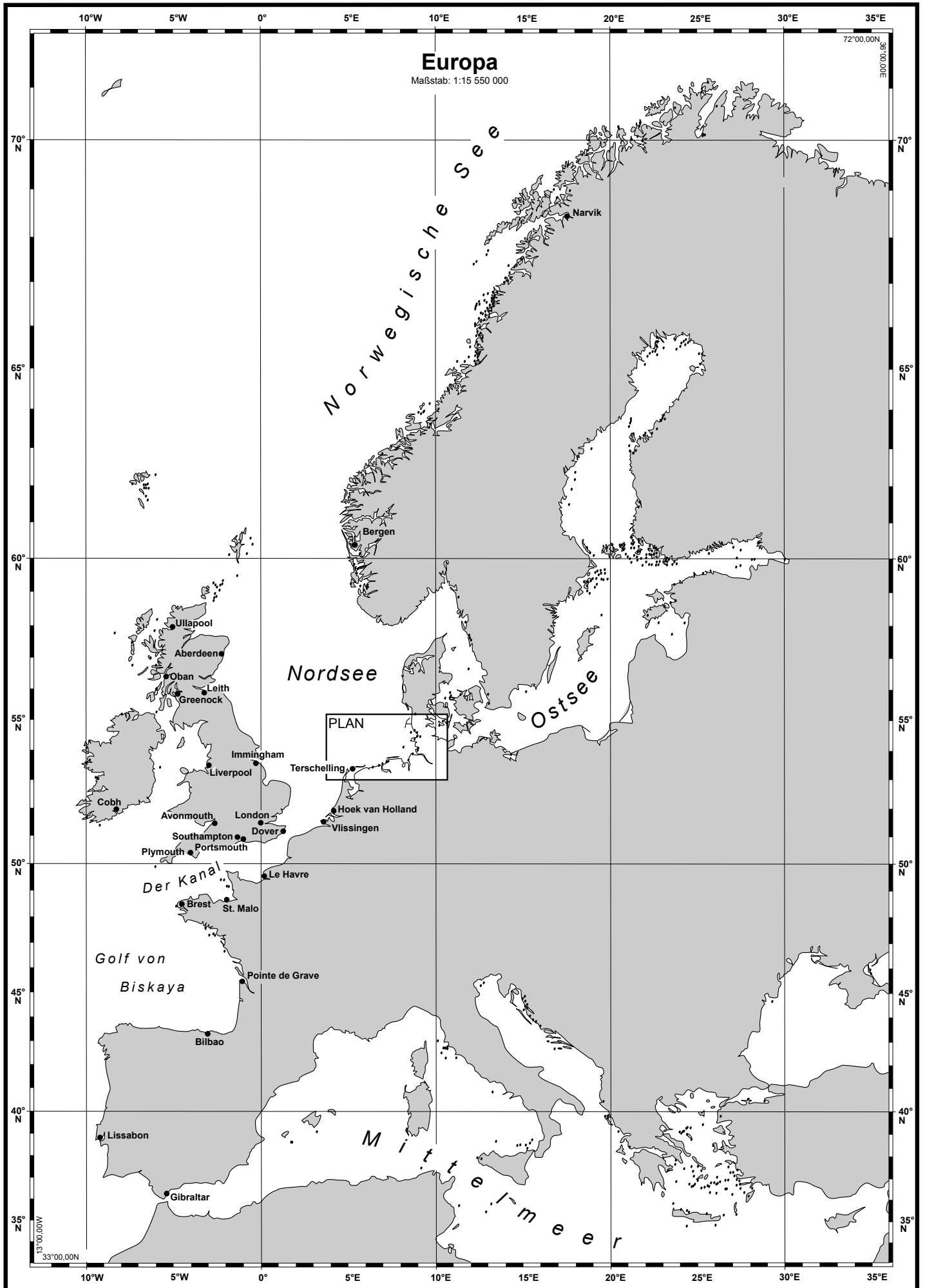
Ministerio de Defensa
Instituto Hidrográfico de la Marina
Cadiz
<http://www.puertos.es>

Der Austausch entspricht dem Beschluss der 5. Internationalen Hydrographischen Konferenz, demzufolge „im allgemeinen Interesse der Schifffahrt für einen wichtigen Handelshafen nur jene Gezeitenvorausberechnungen veröffentlicht werden sollen, die von der zuständigen Behörde des Landes herausgegeben sind, in dem der Hafen liegt“

2 Übersichtskarten

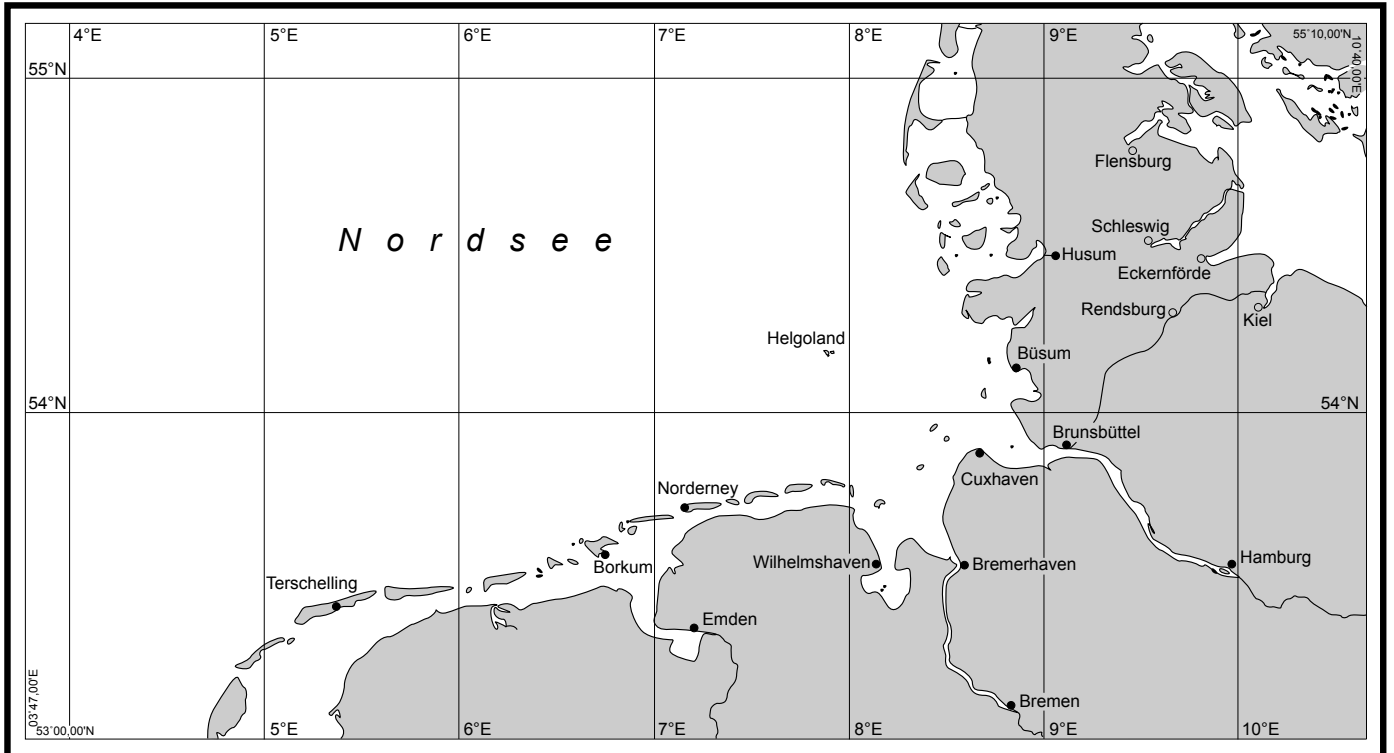
Karte der Zeitzonen





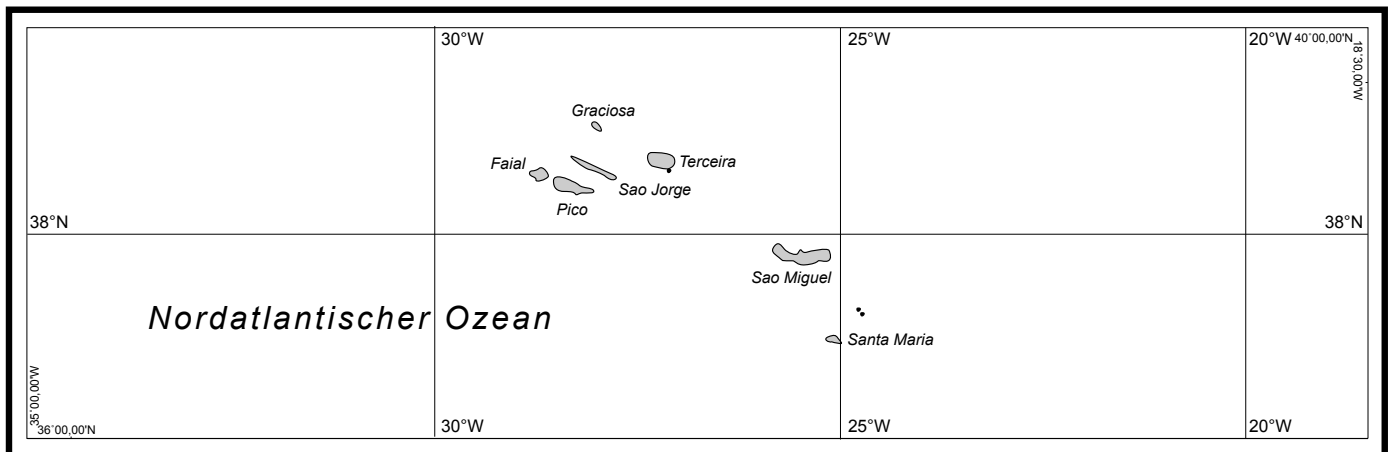
Deutsche Bucht

Maßstab: 1 : 2 550 000



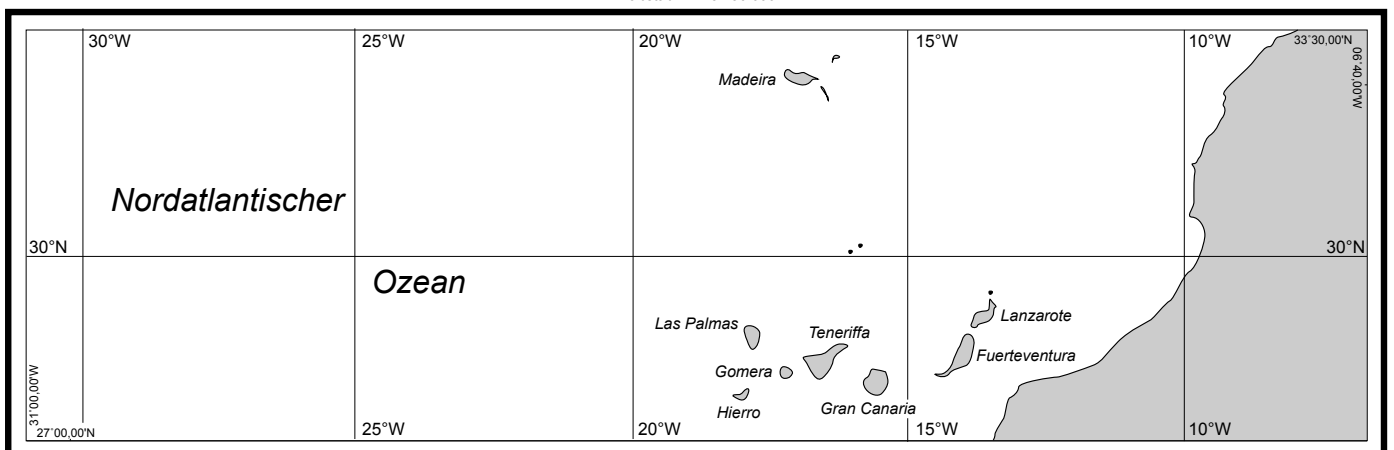
Azoren

Maßstab: 1 : 8 200 000



Kanarische Inseln

Maßstab: 1 : 13 250 000



3 Erläuterungen und Begriffsbestimmungen aus der Gezeitenkunde

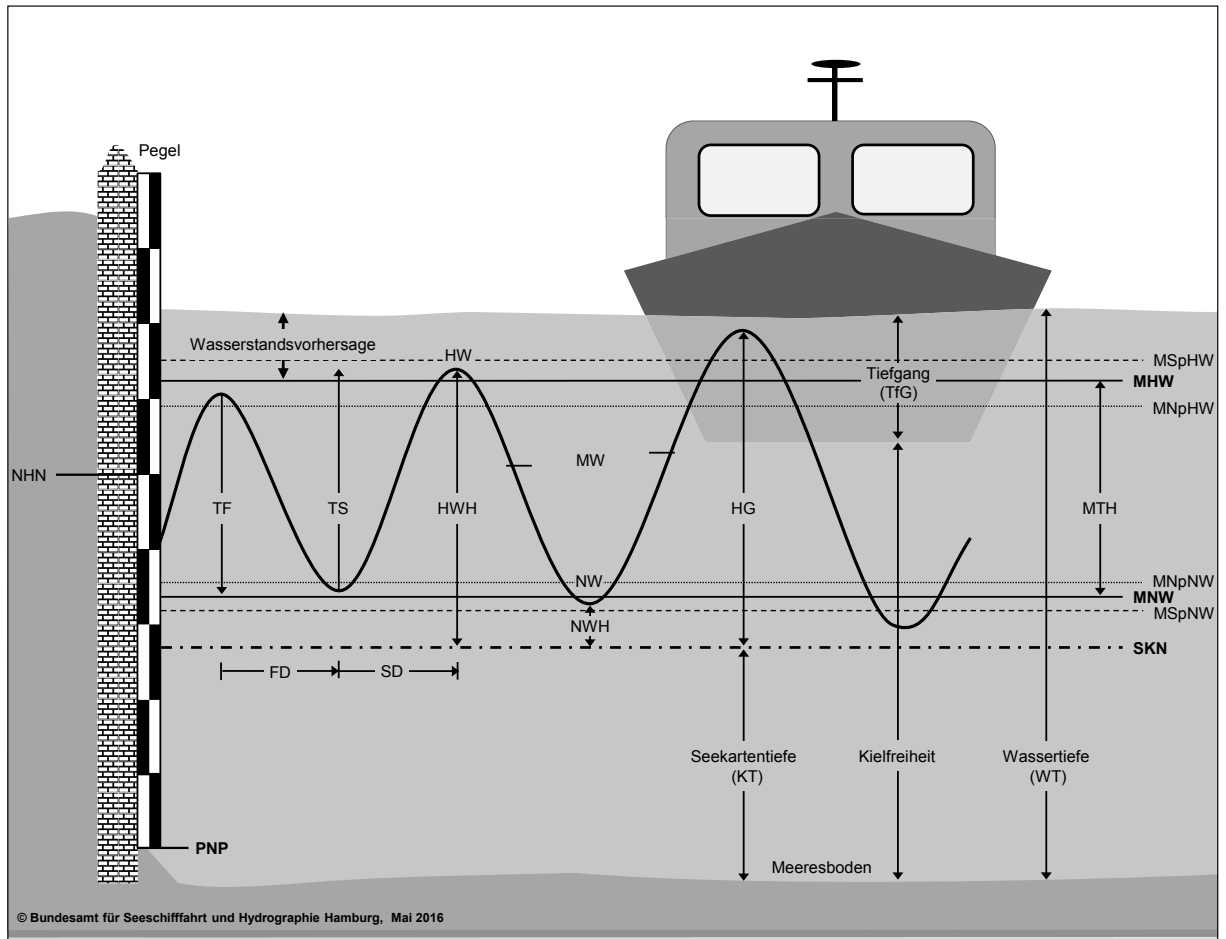
3.1 Entstehung der Gezeiten

Die Gezeiten werden durch die Anziehungskräfte von Mond und Sonne verursacht. Diese Anziehungskräfte führen dazu, dass Richtung und Betrag der Schwerkraft an jedem Ort der Erdoberfläche kleine gesetzmäßige Schwankungen aufweisen. Die Störungen der Schwerkraft entstehen dadurch, dass die einzelnen Punkte der Erdoberfläche sich in etwas anderen Richtungen und Entfernungen vom Mond befinden als der Erdmittelpunkt, so dass auch die Massenanziehung durch den Mond etwas verschieden ausfällt. Außerdem werden die Punkte der Erdoberfläche infolge der Erdumdrehung fortlaufend in andere Stellungen zum Mond gebracht. Gleichartige, aber nur etwa halb so große Störungen der Schwerkraft übt auch die Sonne aus. Da die Wassermassen der Meere bestrebt sind, sich mit ihrer Oberfläche stets senkrecht zur augenblicklichen Richtung der Schwerkraft einzustellen, geraten sie infolge der Schwerkraftstörungen in Schwingungen, bei denen die einzelnen Wasserteilchen langgestreckte, fast völlig waagerechte Bahnen um ihre mittleren Lagen beschreiben. Diese waagerechten Bewegungen werden Gezeitenströme genannt. Die Hebungen und Senkungen der Wasseroberfläche, die durch das Anhäufen und Abziehen der Wassermassen entstehen, heißen Gezeiten.

Die Art, in der sich die Gezeitenschwingungen der Ozeane ausbilden, hängt wesentlich auch von der Gestalt und der Tiefe der Ozeane ab. Die Gezeiten kleinerer Randmeere auf den Schelfen der Kontinente, wie z. B. die Gezeiten der Nordsee, werden fast ausschließlich durch das Mitschwingen mit den angrenzenden Ozeanen verursacht. Die Gezeiten an irgendeiner bestimmten Stelle brauchen daher keineswegs dem Verlauf der örtlichen Schwerkraftstörungen aufgrund der unmittelbaren Einwirkung der gezeitenerzeugenden Gestirne zu ähneln. Da aber diese Störungen überall nur von den scheinbaren Stellungen der gezeitenerzeugenden Gestirne zur Erde abhängen, können die Gezeiten und Gezeitenströme an jedem Ort unmittelbar zu den scheinbaren Bewegungen des Mondes und der Sonne in Beziehung gesetzt werden. Die besondere Form dieser Beziehungen für einen bestimmten Ort wird bisher am genauesten aus örtlichen Beobachtungen der Gezeiten und Gezeitenströme, also aus der Erfahrung, ermittelt.

3.2 Abkürzungen

FD	Falldauer
HAT	Highest Astronomical Tide (HGzW)
HDdU	Harmonische Darstellung der Ungleichheiten
HG	Höhe der Gezeit
HGzW	Höchster Gezeitenwasserstand (HAT)
HW	Hochwasser
HWH	Hochwasserhöhe
HWI	Hochwasserintervall
HWZ	Hochwasserzeit
LAT	Lowest Astronomical Tide (NGzW)
MEZ	Mitteuropäische Zeit
MESZ	Mitteuropäische Sommerzeit
MFD	Mittlere Falldauer
MHW	Mittleres Hochwasser
MNpFD	Mittlere Nippfalldauer
MNpHW	Mittleres Nipphochwasser
MNpNW	Mittleres Nippniedrigwasser
MNpSD	Mittlere Nippsteigdauer
MNW	Mittleres Niedrigwasser
MSD	Mittlere Steigdauer
MSpFD	Mittlere Springfalldauer
MSpHW	Mittleres Springhochwasser
MSpNW	Mittleres Springniedrigwasser
MSpSD	Mittlere Springsteigdauer
Mt	Mitt-
MTH	Mittlerer Tidenhub
MW	Mittelwasser
NGzW	Niedrigster Gezeitenwasserstand (LAT)
NHN	Normalhöhenull
Np	Nipp-
NpHW	Nipphochwasser
NpNW	Nippniedrigwasser
NpTH	Nipptidenhub
NW	Niedrigwasser
NWH	Niedrigwasserhöhe
NWI	Niedrigwasserintervall
NWZ	Niedrigwasserzeit
PNP	Pegelnullpunkt
SD	Steigdauer
SKN	Seekartennull
Sp	Spring-
SpHW	Springhochwasser
SpNW	Springniedrigwasser
SpTH	Springtidenhub
TF	Tidenfall
TH	Tidenhub
TS	Tidenstieg
UTC	Koordinierte Weltzeit (Universal Time Coordinated)



3.3 Allgemeine Begriffe

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 nur mittlere Gezeitenunterschiede gegen einen Bezugsort angegeben sind.

Gezeitenunterschiede sind die Verbesserungen, die man an die Zeiten und Höhen von Hoch- und Niedrigwasser eines Bezugsortes anzubringen hat, um die Zeiten und Höhen von Hoch- und Niedrigwassern für einen Anschlussort zu erhalten. In den Gezeitentafeln werden gewöhnlich angegeben:

- *Mittlere Hochwasser-Zeitunterschiede,*
- *Mittlere Niedrigwasser-Zeitunterschiede,*
- *Mittlere Hochwasser-Höhenunterschiede zur Springzeit,*
- *Mittlere Hochwasser-Höhenunterschiede zur Nippzeit,*
- *Mittlere Niedrigwasser-Höhenunterschiede zur Springzeit,*
- *Mittlere Niedrigwasser-Höhenunterschiede zur Nippzeit.*

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.

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

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

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.

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

Zeiten

Hochwasserzeit (HWZ) ist die Zeit, zu der das Hochwasser eintritt.

Hochwasserintervall (HWI) ist der Zeitunterschied zwischen einem unteren oder oberen Durchgang des Mondes durch den Nullmeridian und dem nächstfolgenden Hochwasser.

Niedrigwasserzeit (NWZ) ist die Zeit, zu der das Niedrigwasser eintritt.

Niedrigwasserintervall (NWI) ist der Zeitunterschied zwischen einem unteren oder oberen Durchgang des Mondes durch den Nullmeridian und dem Niedrigwasser, das auf das zunächst folgende Hochwasser folgt. Das Niedrigwasserintervall ist also um die Falldauer größer als das Hochwasserintervall.

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

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

Höhen

Wasserstand ist der senkrechte Abstand der Wasseroberfläche von einer festen Nullmarke. Liegt die Wasseroberfläche oberhalb der Nullmarke, so spricht man von positiven Wasserständen; liegt die Wasseroberfläche unterhalb der Nullmarke, so wird das als negativer Wasserstand bezeichnet.

Höhe der Gezeit (HG) ist ein Wasserstand (Gezeitenwasserstand), der auf das örtliche Seekartennull bezogen ist.

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

Hochwasserhöhe (HWH) ist die Höhe der Gezeit beim Hochwasser.

Hochwasserstand ist der Wasserstand beim Hochwasser.

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

Niedrigwasserhöhe (NWH) ist die Höhe der Gezeit beim Niedrigwasser.

Niedrigwasserstand ist der Wasserstand beim Niedrigwasser.

Mittelwasser (MW) ist der in der Mitte zwischen einem Hochwasserstand und dem vorhergehenden oder folgenden Niedrigwasserstand gelegene Wasserstand; er liegt im Allgemeinen bei der Ebbe und Flut einer Tide sowie auch von Tide zu Tide verschieden hoch.

Höhe des Mittelwassers (HMW) ist der Abstand des Mittelwassers vom Seekartennull oder das arithmetische Mittel aus einer Hochwasserhöhe und der vorhergehenden oder folgenden Niedrigwasserhöhe.

Tidenstieg (TS) ist der Betrag, um den das Wasser während der Flut steigt, also der Unterschied zwischen einem Niedrigwasserstand und dem folgenden Hochwasserstand oder der Unterschied zwischen einer Niedrigwasserhöhe und der folgenden Hochwasserhöhe.

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

Tidenhub (TH) ist das arithmetische Mittel aus dem Stieg und dem Fall einer Tide.

Höchster Gezeitenwasserstand (HGzW) (Highest Astronomical Tide, HAT) ist die Höhe des höchsten Hochwassers, das für einen Pegel allein auf der Grundlage der ermittelten, örtlich herrschenden Gezeitenbedingungen vorausberechnet werden kann.

Niedrigster Gezeitenwasserstand (NGzW) (Lowest Astronomical Tide, LAT) ist die Höhe des niedrigsten Niedrigwassers, das für einen Pegel allein auf der Grundlage der ermittelten, örtlich herrschenden Gezeitenbedingungen vorausberechnet werden kann.

3.4 Gezeitengrundwerte

Als Gezeitengrundwerte bezeichnet man Kenngrößen, die das mittlere Verhalten der Gezeit an einem (Pegel-)Ort beschreiben. Im Allgemeinen entspricht ein Gezeitengrundwert dem bestbekanntesten Mittelwert der jeweiligen Größe, der aus einer längeren Zeitreihe nach besonderen Vorschriften bestimmt wurde.

Die Gezeitengrundwerte für die deutschen Orte werden über die Analyse der halbmonatlichen Ungleichheit (halbtägige Gezeitenform) berechnet. Dafür werden in der Regel fünf Jahre an Wasserstandsbeobachtungen verwendet. Die folgenden Definitionen gelten im Speziellen für dieses Verfahren.

Zeiten

Mittleres Hochwasserintervall (MHWI) ist der konstante Wert, um den herum die einzelnen Hochwasserintervalle periodisch im Rahmen der halbmonatlichen Ungleichheit abweichen.

Mittleres Niedrigwasserintervall (MNWI) ist der konstante Wert, um den herum die Niedrigwasserintervalle der einzelnen Tiden periodisch im Rahmen der halbmonatlichen Ungleichheit abweichen.

Mittlere Tidendauer (MTD) ist bei halbtägiger Gezeitenform gleich der Länge des halben mittleren Mondtages, also 12h 25,24min.

Mittlere Steigdauer (MSD) ist die Differenz aus mittlerer Tidendauer und mittlerer Falldauer.

Mittlere Falldauer (MFD) ist die Differenz aus mittlerem Niedrigwasserintervall und mittlerem Hochwasserintervall.

Höhen

Mittleres Hochwasser (MHW), kurz für **mittlere Hochwasserhöhe**, ist der konstante Wert, um den herum die einzelnen Hochwasserhöhen periodisch im Rahmen der halbmonatlichen Ungleichheit abweichen.

Mittleres Niedrigwasser (MNW), kurz für **mittlere Niedrigwasserhöhe**, ist der konstante Wert, um den herum die einzelnen Niedrigwasserhöhen periodisch im Rahmen der halbmonatlichen Ungleichheit abweichen.

Mittlerer Tidenhub (MTH) ist die Differenz von mittlerem Hochwasser und mittlerem Niedrigwasser.

Mittleres Springhochwasser (MSPHW), kurz für mittlere Springhochwasserhöhe, ist der größte Wert der halbmonatlichen Ungleichheit in Hochwasserhöhe.

Mittleres Nipphochwasser (MNpHW), kurz für mittlere Nipphochwasserhöhe, ist der niedrigste Wert der halbmonatlichen Ungleichheit in Hochwasserhöhe.

Mittleres Springniedrigwasser (MSPNW), kurz für mittlere Springniedrigwasserhöhe, ist der niedrigste Wert der halbmonatlichen Ungleichheit in Niedrigwasserhöhe.

Mittleres Nippniedrigwasser (MNpNW), kurz für mittlere Nippniedrigwasserhöhe, ist der höchste Wert der halbmonatlichen Ungleichheit in Niedrigwasserhöhe.

Mittlerer Springtidenhub (MSPtH) ist gleich dem Unterschied zwischen der mittleren Springhochwasserhöhe und der mittleren Springniedrigwasserhöhe.

Mittlerer Nipptidenhub (MNptH) ist gleich dem Unterschied zwischen der mittleren Nipphochwasserhöhe und der mittleren Nippniedrigwasserhöhe.

3.5 Gezeitenformen und Partialtiden

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 (Mondtages) 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.

Partialtiden, auch (harmonische) **Teiltiden**, sind streng periodische Ausdrücke $A \cdot \cos(U)$, in die sich die Gezeiten nach dem harmonischen Verfahren zerlegen und aus denen sie sich auch wieder zusammensetzen lassen.

Astronomische Tide ist eine harmonische Teiltide der Gezeiten, die durch ein harmonisches Glied der gezeitenerzeugenden Kräfte mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit verursacht ist. Die Gezeiten tiefer Gewässer sind fast ausschließlich aus astronomischen Tiden zusammengesetzt.

Seichtwassertide ist eine harmonische Teiltide der Gezeiten, die in seichterem Wasser durch das Auftreten einer oder mehrerer astronomischer Tiden zusätzlich hervorgerufen wird. Die Winkelgeschwindigkeiten der Seichtwassertiden sind entweder ganzzahlige Vielfache der Winkelgeschwindigkeiten der astronomischen Tiden oder sie setzen sich mit ganzzahligen Beiwerten aus den Winkelgeschwindigkeiten mehrerer astronomischer Tiden zusammen. Die Winkelgeschwindigkeiten mancher Seichtwassertiden stimmen mit der Winkelgeschwindigkeit einer astronomischen Tide überein, so dass eine Trennung der betreffenden Tiden nicht möglich ist; doch kann gewöhnlich entschieden werden, ob eine bestimmte Tide vorwiegend als astronomische oder als Seichtwassertide anzusehen ist.

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

3.6 Ungleichheiten in Höhe und Zeit

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

Ungleichheit in Hoch- oder Niedrigwasserzeit ist die astronomisch bedingte Abweichung eines einzelnen Hoch- oder Niedrigwasserintervalls vom mittleren Hoch- oder Niedrigwasserintervall.

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

Halbmonatliche Ungleichheit ist der Teil der gesamten Ungleichheit in Zeit oder Höhe, der von der Phase des Mondes abhängt, genauer: der mittlere zu jeder einzelnen Meridiandurchgangs-

zeit des Mondes gehörige Wert der betreffenden Ungleichheit. Die Periode beträgt 14,77 Tage.

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 nach 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.

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 Transitzeiten des Mondes bestimmt werden. Eine parallaktische Ungleichheit nimmt durchschnittlich nach Ablauf eines anomalistischen Monats 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.

Deklinationsungleichheit ist der Teil der gesamten Ungleichheit in Zeit oder Höhe, der nur vom Betrag der Monddeklination abhängt, genauer: der mittlere zu jedem einzelnen Grad des Deklinationbetrages gehörige Wert der betreffenden Ungleichheit. Eine Deklinationsungleichheit nimmt jeweils nach Ablauf eines halben tropischen Monats oder nach 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.

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.

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.

Nippzeit (bei halbtägiger Gezeitenform) 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. Bei **eintägiger** Gezeitenform ist dies kurz nach dem Äquatordurchgang des Mondes der Fall.

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

3.7 Berechnungsmethoden

Nonharmonisches Verfahren zur Berechnung der Gezeiten (von halbtägiger Form) ist ein Verfahren, bei dem man die Hoch- und Niedrigwasserzeiten eines Ortes erhält, indem man zu den Meridiandurchgangszeiten des Mondes die mittleren Hoch- und Niedrigwasser-Intervalle sowie die Ungleichheiten in Hoch- und Niedrigwasserzeit hinzufügt; die Hoch- und Niedrigwasserhöhen, indem man zu den mittleren Hoch- und Niedrigwasserhöhen die Ungleichheiten der Hoch- und Niedrigwasserhöhe hinzufügt. Die vier Ungleichheiten in Zeit und Höhe werden ihrerseits aus je einer halbmonatlichen, parallaktischen, Deklinations- und täglichen Ungleichheit sowie gegebenenfalls auch noch weiteren Verbesserungen zusammengesetzt.

Harmonisches Verfahren zur Berechnung der Gezeiten ist ein Verfahren, bei dem die Gezeiten durch Zusammensetzen einer Anzahl harmonischer Teiltiden berechnet werden. Als

Grundlage dienen dabei die harmonischen Gezeitenkonstanten des Ortes. Diese werden mithilfe der harmonischen Analyse bestimmt.

Harmonische Analyse der Gezeiten ist ein Verfahren zur Untersuchung der Gezeiten, bei dem diese in eine größere Anzahl streng periodischer harmonischer Teiltiden von der Form $A \cdot \cos(U)$ zerlegt werden. Die Winkel U sind von der Gestalt $(P+T+i \cdot t)$, mit der Uhrzeit t und festen Werten P , T und i . Die verschiedenen Perioden i der einzelnen Tiden sowie die verschiedenen Werte T ergeben sich aus der Lehre von den Bewegungen des Mondes und der Sonne; sie sind für alle Orte der Erde die gleichen. Die Amplituden A und die Phasen P der einzelnen Tiden sind dagegen im Allgemeinen von Ort zu Ort verschieden und kennzeichnen den verschiedenartigen Verlauf der Gezeiten an den einzelnen Orten. Die harmonische Analyse der Gezeiten beruht auf einer gleichartigen Zerlegung der gezeitenerzeugenden Kräfte in harmonische Glieder.

Harmonische Darstellung der Ungleichheiten (HDdU) ist ein Verfahren zur Berechnung der Gezeiten, das dem nonharmonischen Verfahren ähnelt, bei dem jedoch die Ungleichheiten der Hoch- und Niedrigwasser in Zeit und Höhe ähnlich wie beim harmonischen Verfahren durch Zusammensetzen aus periodischen Gliedern berechnet werden.

Differenzenverfahren zur Berechnung der Gezeiten ist ein Verfahren, bei dem die Eintrittszeiten und Höhen der Hoch- und Niedrigwasser eines Ortes aus den bereits bekannten Eintrittszeiten und Höhen für einen anderen Ort durch Anbringen von Verbesserungen berechnet werden, die aus den Differenzen der mittleren Intervalle und Höhen an den beiden Orten bestehen.

Analyse der halbmonatlichen Ungleichheit ist das Verfahren zur Berechnung der Gezeitengrundwerte für die deutschen (Pegel-) Orte. Jedem Hochwasser oder Niedrigwasser wird die zugehörige Meridiandurchgangszeit des Mondes zugeordnet. Dabei ist die Meridiandurchgangszeit in UTC auszudrücken und zwischen Vormittags- und Nachmittagsstunden nicht zu unterscheiden, also von den nach 11:59 Uhr fallenden Meridiandurchgangszeiten der Betrag von 12 h abzuziehen. Dem Voll- oder Neumond entspricht durchschnittlich die Meridiandurchgangszeit 0 Uhr (oder 12 Uhr), dem ersten oder letzten Viertel die Meridiandurchgangszeit 6 Uhr (oder 18 Uhr). Die Gezeitenhöhen oder Gezeitenintervalle lassen sich als Funktion der zugeordneten Meridiandurchgangszeiten t be-

schreiben. Der gewählte funktionelle Zusammenhang ist

$$a_0 + \sum_{i=1}^4 a_i \cos(i\sigma t + \varphi_i)$$

mit der Winkelgeschwindigkeit σ des halben synodischen Monats sowie der zu bestimmenden Parameter a und φ .

3.8 Bezugsflächen

Seekartennull (SKN) ist die Nullfläche, auf die sich die Tiefenangaben in einer Seekarte und die Höhe der Gezeit in den Gezeitentafeln beziehen. Das Seekartennull wird gewöhnlich so tief festgelegt, dass die verfügbaren Wassertiefen nur ausnahmsweise bei einem besonders niedrigen Niedrigwasser unterschritten werden. Siehe auch Kapitel 4 (Das Seekartennull in Gezeitengebieten).

Pegelnulldpunkt (PNP) ist der Nullpunkt eines Pegels. Beim erstmaligen Aufstellen eines Pegels wird der Pegelnulldpunkt so festgelegt, dass keine negativen Wasserstände auftreten können und liegt in der Regel bei Pegeln im Nordseeküstengebiet und in den tidebeeinflussten Flüssen 5 m unter NHN.

Normalhöhenull (NHN) ist die Nullfläche, auf die sich die Höhenangaben in einer Landkarte beziehen.

Im 17. Jahrhundert wurde durch den Magistrat der Stadt Amsterdam ein Ausgangspunkt für die nationale Höhenmessung festgelegt, welcher der durchschnittlichen Sommer-Hochwasserlinie der Zuiderzee entsprach. Im Jahre 1818 wurde dieser Amsterdamer Pegel als Standard für das ganze Land festgelegt und später auch als Bezugspunkt in verschiedene Nachbarländer, unter anderem 1879 in Deutschland übernommen. Hierfür wurde ein Feinnivellement durchgeführt, wobei das Normalhöhenull vom Amsterdamer Pegel zur alten Berliner Sternwarte mit einer Genauigkeit von 1 dm übertragen wurde. Der heutige Höhenfestpunkt des deutschen Haupthöhennetzes ist in Wallenhorst bei Osnabrück zu finden.

4 Das Seekartennull in Gezeitengebieten

Die Tiefenangaben in Seekarten von Gezeitengebieten geben die Wassertiefen an, die bei einem besonders niedrigen Niedrigwasser noch verbleiben. Dieses besondere Niedrigwasser wird als **Seekartennull (SKN)** bezeichnet und ist im Allgemeinen von Staat zu Staat verschieden ausgewählt.

Je größer der mittlere Tidenhub an einem Ort ist, umso tiefer liegt dieses Niedrigwasser unterhalb des mittleren Wasserstandes und unterhalb des Landesvermessungsnulls an der Küste. In Deutschland bezieht sich die Landesvermessung auf das Normalhöhennull (NHN), welches an der deutschen Nordseeküste nur um geringe Beträge vom mittleren Wasserstand abweicht. Die Tafel 2 (Seekartennull und Tidenhübe deutscher Bezugsorte, Seite 207) zeigt die Lage des Seekartennulls relativ zum Normalhöhennull für einige Orte.

Da bei den Festsetzungen des Seekartennulls 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.

Nachfolgend sind kurz die gültigen Festsetzungen des Seekartennulls für die Hoheitsgebiete der einzelnen Staaten **Europas** zusammengestellt (Änderungen vorbehalten).

Deutschland: Für das Seekartennull im Seegebiet vor der deutschen **Nordseeküste** einschließlich der Watten wird der örtliche niedrigste Gezeitenwasserstand NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT) zugrunde gelegt. Für Deutschland ist der jeweilige NGzW das niedrigste Niedrigwasser, das aus örtlichen Gezeitenberechnungen über 19 Jahre ermittelt wird. Im Tideflussbereich der Ems, Weser und Elbe ist das Seekartennull in Anlehnung an den niedrigsten Gezeitenwasserstand unter Berücksichtigung des Oberwassereinflusses stufenweise festgelegt. Das Seekartennull in der **Ostsee** entspricht dem mittleren Wasserstand.

Island: Das Seekartennull ist etwa gleich dem örtlichen mittleren Springniedrigwasser.

Norwegen: Das 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 das LAT liegt.

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

Dänemark: Das Seekartennull westlich von Skagen ist etwa gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest, Astronomical Tide, LAT). Östlich von Skagen ist das Seekartennull gleich dem mittleren Wasserstand (MSL).

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

Niederlande: Das Seekartennull an der Küste ist gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT). Diese Festsetzung gilt auch für die Wester- und Oosterschelde. 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: Das Seekartennull ist gleich dem örtlichen niedrigsten Gezeitenwasserstand, NGzW (Lowest Astronomical Tide, LAT).

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

Frankreich (Nord- und Westküste): Das Seekartennull ist gleich dem örtlichen niedrigsten Niedrigwasser, NGzW. Auf der Seine bis Roue 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).

Schiffahrtspegel

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 „**Schiffahrtspegel**“ werden in der Seekarte als Wasserstands-Signalstellen, SS (Tide) oder SS (Wss-S) bezeichnet. Alle übrigen Pegel heißen Betriebs- oder in der Seekarte Schreibpegel; ihre Nullpunkte liegen gewöhnlich 5 m unter dem Normalhöhennull, so dass die Anzeige eines Betriebspegels zu den Tiefenangaben der Seekarten nicht unmittelbar in Beziehung gesetzt werden darf.

5 Der meteorologische Einfluss auf den Wasserstand / Wasserstandsvorhersage

Der Wind und die Luftdruckschwankungen rufen im Meer Strömungen und Wasserstandsänderungen hervor, die zu den Gezeitenströmen und den Gezeiten hinzutreten, so dass die gesamte Wasserbewegung mehr oder minder von den Gezeitenerscheinungen abweicht. Diese meist kurzfristig wechselnden Beeinflussungen können in langfristige Gezeitenvorausrechnungen, wie sie die Gezeitentafeln enthalten, nicht mit einbezogen werden. Mit der Möglichkeit, dass die tatsächlichen Eintrittszeiten und Höhen der Hoch- und Niedrigwasser von den vorausgerechneten um kleinere und gelegentlich auch um größere Beträge abweichen, muss daher stets gerechnet werden.

Bedingt durch astronomische und meteorologische Ursachen weichen die einzelnen Hoch- und Niedrigwasser gewöhnlich in der Höhe vom mittleren Hochwasser (MHW) bzw. Niedrigwasser (MNW) ab. Für meteorologische Einflüsse gilt allgemein, dass auflandige Winde eine Erhöhung der Wasserstände hervorrufen, Winde aus den entgegengesetzten Richtungen dagegen eine Erniedrigung.

Wasserstandsvorhersage des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

Für die Hoch- und Niedrigwasser wird die Abweichung, welche an der deutschen Nordseeküste, in Emden, Bremen und Hamburg zu erwarten ist, bis zu 6 Tage voraus und laufend aktualisiert bekannt gegeben (siehe hierzu Beispiel 6).

Bei Gefahr von außergewöhnlich hohen Hochwasserständen werden diese Vorhersagen als „Sturmflutwarnungen“ angekündigt.

Tägliche Bekanntmachungen:

- **Radio:**
Besteht die Gefahr einer Sturmflut, strahlen alle Rundfunksender für die betreffenden Gebiete Warnungen aus.
- **Telefon:**
BSH:
040 / 3190 3190
- **Internet-Adressen:**
BSH:
www.bsh.de/wasserstand-nordsee
Stadt Hamburg:
www.hamburg-port-authority.de
Land Schleswig-Holstein:
www.umweltdaten.landsh.de/public/hsi/hochwasser.html
Land Niedersachsen:
www.nlwkn.niedersachsen.de/aktuelles/warndienste_messwerte
Radio NDR:
www.ndr.de/nachrichten/wetter/wasserstand101.html
- **Fernsehen Teletext:**
Norddeutscher Rundfunk (NDR)
Hamburg, Schleswig-Holstein, Niedersachsen: Tafel 109 und 669

Weitere Informationen:

- **Gewässerkundliches Informationssystem**
Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes. Internet: www.pegelonline.wsv.de
- **Aktueller Seewetterbericht**
Deutscher Wetterdienst
Telefon: 069 / 80 62 61 16
Ansagedienst: 069 / 80 62 57 99
Internet: www.dwd.de

6 Anleitung zum Gebrauch der Gezeitentafeln mit Beispielaufgaben

6.1 Ausführliche Gezeitenvorausrechnungen für Bezugsorte

Teil I enthält die ausführlich vorausberechneten Eintrittszeiten und Höhen der Hoch- und Niedrigwasser an den sogenannten Bezugsorten. Eine Zusammenstellung dieser Bezugsorte befindet sich auf der zweiten Umschlagseite und am Anfang von Teil I. Die Lage der Bezugsorte ist in den Übersichtskarten auf den Seiten 6* und 7* eingetragen. Im Ortsverzeichnis am Ende dieses Bandes wird bei den Bezugsorten auf die Seitenzahlen im Teil I verwiesen.

Umrechnung der Zeit

Die Zeitzone, in der die Hoch- und Niedrigwasserzeiten ausgedrückt sind, ist am Fuß jeder Seite angegeben.

Wenn die Hoch- und Niedrigwasserzeiten in einer anderen Zeit verlangt werden, müssen sie umgerechnet werden.

⇒ **Beispiel 1**

Beispiel 1: Umrechnung der Zeit in eine andere Zeitzone

Wann und wie hoch tritt am 09. Februar 2021 mittags bei Lissabon das Hochwasser in der Zeitzonenzzeit UTC + 1 h 00 min ein?

	Nr.	Ort	HWZ	HWH
Vorausberechnungen Teil I, Seite 158	1978	Lissabon	13:51 Uhr	3,3m

Die entnommene Hochwasserzeit (HWZ) ist in der Zeitzone UTC ausgedrückt. Die Hochwasserzeit ist nun in die geforderte Zeitzone UTC + 1 h 00 min umzurechnen, dafür ist der Unterschied zwischen der verlangten Zeit und der Zeit aus Teil I für Lissabon zu bilden.

$$(UTC + 1 h 00 min) - (UTC + 0 h 00 min) = +1 h 00 min$$

Die entnommene Hochwasserzeit (HWZ) ist nun in die geforderte Zeitzone umzurechnen:

$$HWZ: 13:51 \text{ Uhr} + 1 h 00 \text{ min} = 14:51 \text{ Uhr}$$

Ergebnis:

Das gesuchte Hochwasser in Lissabon tritt um 14:51 Uhr (UTC + 1 h 00 min) mit einer Höhe von 3,3 m über Seekarten-null ein.

Berechnung der Wassertiefe

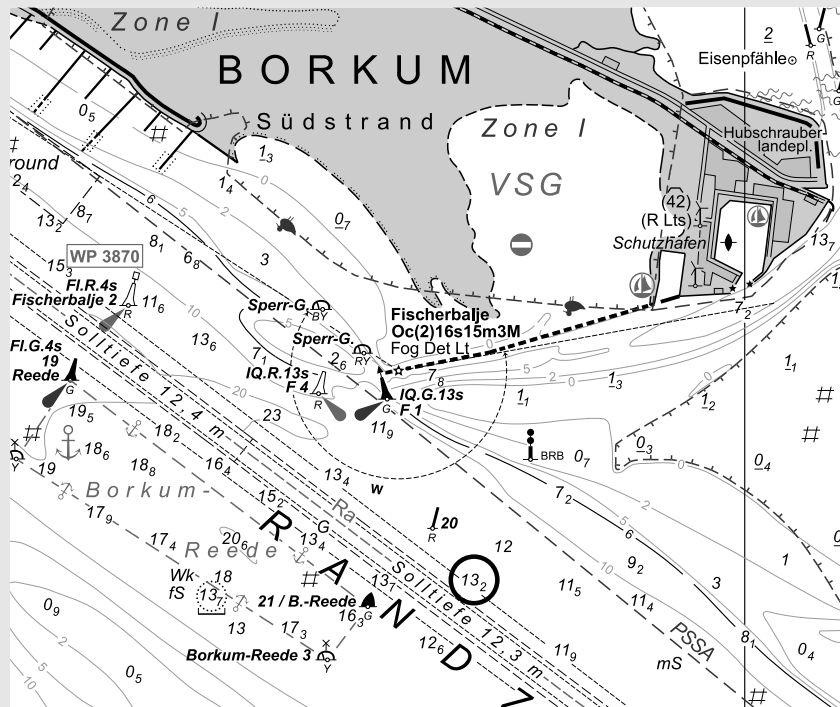
Die angegebenen Höhen der Hoch- und Niedrigwasser sind auf das Seekartennull an dem betreffenden Bezugsort bezogen. Die Höhe ist positiv, wenn die Wasseroberfläche oberhalb des Seekartennulls liegt; sie ist negativ, wenn die Wasseroberfläche unterhalb des Seekartennulls liegt. Um den vorausberechneten Abstand der Wasser-

oberfläche vom Grund zu erhalten, addiert man die vorausberechnete Höhe der Gezeit unter Berücksichtigung ihres Vorzeichens zu der Tiefe, die in der Seekarte angegeben ist (siehe auch Grafik auf Seite 9*).

⇒ **Beispiel 2**

Beispiel 2: Berechnung der gezeitenbedingten Wassertiefe

Wann und mit welcher Wassertiefe ist das Abend-Hochwasser am 21. Juli 2021 für das Fahrwasser bei Borkum, Fischerbalje (siehe Kreis in der Seekarte) zu erwarten?



	Nr.	Ort	HWZ	HWH
Vorausberechnungen Teil I, Seite 62	101	Borkum	20:30 Uhr	3,0 m
Tiefenangabe aus der Seekarte		Kreis		13,2 m
Ergebnisse		Fahrwasser	20:30	16,2 m

Die Höhenangaben aus den Gezeitentafeln und die Tiefenangaben in den Seekarten sind auf das Seekartennull (SKN) bezogen.

In der ermittelten Wassertiefe sind **keine** durch Wettereinflüsse bedingten Wasserstandserhöhungen oder -erniedrigungen enthalten, siehe hierfür Beispiel 6.

Ergebnis:

Die Wassertiefe im Fahrwasser bei Borkum am 21. Juli 2021 um 20:30 (UTC + 1 h 00 min) beträgt etwa 16,2 m.

6.2 Gezeitenunterschiede für Anschlussorte

Für die Bezugsorte lassen sich die Vorausberechnungen der Hoch- und Niedrigwasser direkt aus dem Teil I der Gezeitentafeln entnehmen. Für alle übrigen Orte muss man die Gezeiten mittels Gezeitenunterschiede gegen einen Bezugsort selbst ausrechnen.

Der Teil II führt die Namen sämtlicher Orte in geographischer Folge auf, für die Gezeitenunterschiede angegeben sind. Eine Gebietsübersicht befindet sich am Anfang des Teils II. Die Orte können auch mit Hilfe des alphabetischen Ortsverzeichnisses am Schluss des Bandes gesucht werden; das Verzeichnis verweist auf die Nummer, unter der die Orte im Teil II und III aufgeführt sind.

Auch bei günstiger Wahl der Bezugsorte sind die Gezeitenunterschiede für die angeschlossenen Orte in der Regel keine festen Größen, sondern mehr oder weniger veränderlich. Zur Bestimmung der Hoch- und Niedrigwasserzeiten genügt es jedoch gewöhnlich, mit den mittleren Zeitunterschieden zu rechnen. Die Veränderlichkeit der Höhenunterschiede muss dagegen im Allgemeinen berücksichtigt werden, weshalb Werte für Spring- und Nippzeiten angegeben werden.

Anwendung der Gezeitenunterschiede

Jeder Anschlussort im Teil II ist durch entsprechende Überschriften einem Bezugsort im Teil I zugeordnet. Addiert man die Gezeitenunterschiede eines Anschlussortes mit den angegebenen Vorzeichen zu den ausführlichen Vorausberechnungen für den zugehörigen Bezugsort, so erhält man die vorausberechneten Eintrittszeiten und Höhen des Hoch- und Niedrigwassers am Anschlussort.

Hierfür ist es erforderlich die Spring-, Mitt- oder Nippzeit zu bestimmen, welche folgendermaßen ermittelt werden kann:

- (1) Die einfachste Möglichkeit besteht darin, die Tafel 4 im Teil IV zu benutzen.
- (2) Durch den Vergleich der jeweiligen HW/NW-Höhen der Vorausberechnungen (Teil I) des Bezugsortes und seiner Gezeitengrundwerte (Teil II, grau unterlegte Zeile) lassen sich die Spring-, Mitt- oder Nippzeit bestimmen.

Etwaige Unterschiede in der Zeitzone und des Seekartennulls zwischen Bezugs- und Anschlussort sind bereits in den Gezeitenunterschieden inbegriffen. Man erhält also die Hoch- und Niedrigwasserzeiten für den Anschlussort ausgedrückt in der Zeitzone, wie sie im Teil II für den Anschlussort angegeben ist, ebenso die Höhen bezogen auf das Seekartennull am Anschlussort. Im Übrigen gelten bezüglich der Zeiten und Höhen die gleichen Bemerkungen wie zum Teil I.

⇒ Beispiel 3

Für manche Anschlussorte liegen nur teilweise auswertbare Beobachtungen vor, oder das Gebiet fällt bei Niedrigwasser trocken. Für solche Orte können die Gezeitenunterschiede nur unvollständig angegeben werden. Fehlende Daten sind gekennzeichnet. Diese Werte können mithilfe benachbarter Orte grob geschätzt werden. Es kann auch die Annahme konstanter Steigdauer (6 Std 12 Min) und Falldauer (6 Std 13 Min) oder die eines Nachbarortes verwendet werden. Hierbei ist jedoch grundsätzlich Vorsicht geboten, besonders in Flüssen.

Beispiel 3: Anwendung der Gezeitenunterschiede

Wann und wie hoch treten am 7. Februar 2021 bei Stadersand das Vormittagshochwasser und das folgende Niedrigwasser ein?

Die Spring-, Mitt- oder Nippzeit ist zu entnehmen aus Teil IV, Tafel 4, Seite 205.

Es ist laut Tafel 4 **Nippzeit**. Deshalb werden in der folgenden Tabelle bei den Gezeitenunterschieden die Höhenunterschiede bei Nippzeit aus Teil II eingetragen.

	Nr.	Ort	HWZ	HWH	NWZ	NWH
Vorausberechnungen Teil I, Seite 26	506	Cuxhaven	8:15 Uhr	3,4 m	15:09 Uhr	0,7 m
Unterschiede Teil II, Seite 175	709	Stadersand	+2 h 39 min	+0,2 m	+2 h 49 min	-0,2 m
Ergebnis	709	Stadersand	10:54 Uhr	3,6 m	17:58 Uhr	0,5 m

Die berechneten Hoch- und Niedrigwasserzeiten sind in der Zeitzone UTC +1 h 00 min angegeben, die Hoch- und Niedrigwasserhöhen beziehen sich auf Seekartennull (SKN).

Addiert man die Hoch- und Niedrigwasserhöhen (Höhe der Gezeit, HG) zur Seekartentiefe, so ergibt sich die Wassertiefe (siehe Grafik auf Seite 9* und Beispiel 2).

Verbesserung der Zeitunterschiede wegen halbmonatlicher Ungleichheit

Wenn es sich empfiehlt, auch die mittleren Zeitunterschiede noch wegen halbmonatlicher Ungleichheit zu verbessern, ist dies im Teil II durch eine Buchstabe-Zahl-Kombination hinter dem mittleren Zeitunterschied angezeigt. Der Buchstabe verweist auf die entsprechende Zeile im oberen Teil der Tafel 6, in die mit der vorausberechneten Hoch- bzw. Niedrigwasserzeit des Bezugsortes einzugehen ist. Die Zahl bezeichnet die Zeile im unteren Teil der Tafel 6, aus deren Spalte unter der

oben aufgesuchten Hoch- bzw. Niedrigwasserzeit die Verbesserung des Zeitunterschiedes wegen halbmonatlicher Ungleichheit zu entnehmen ist. In der Praxis reicht es dabei aus, mit der vollen oder halben Stunde der Hoch- bzw. Niedrigwasserzeit des Bezugsortes einzugehen und ohne Interpolation die Verbesserung des Zeitunterschiedes für den Anschlussort zu entnehmen.

⇒ **Beispiel 4**

Beispiel 4: Verbesserung der Zeitunterschiede

Wann und wie hoch treten am 23. April 2021 bei Dundee das Morgenhochwasser und das folgende Niedrigwasser ein?

Die Spring-, Mitt- oder Nippzeit ist zu entnehmen aus Teil IV, Tafel 4, Seite 205.

Es ist laut Tafel 4 **Nippzeit**. Deshalb werden in der folgenden Tabelle bei den Gezeitenunterschieden die Höhenunterschiede bei Nippzeit aus Teil II eingetragen.

Bei den Zeitunterschieden für Dundee wird auf A1 und H4 der Tafel 6 (Teil IV) verwiesen. Es ist mit der Hoch- bzw. Niedrigwasserzeit des Bezugsortes Aberdeen in die Tafel 6 einzugehen, Seite 206. Im oberen Teil von Tafel 6 liegt die Hochwasserzeit von Aberdeen (gerundet: 10:30 Uhr) in der Zeile A zwischen 10. und 11. Spalte. Im unteren Teil von Tafel 6 kann man in der Zeile 1 in der gleichen Spalte die Verbesserung ablesen (+ 0 07)

	Nr.	Ort	HWZ	HWH	NWZ	NWH
Vorausberechnungen Teil I, Seite 122	1252	Aberdeen	10:18 Uhr	3,5 m	16:37 Uhr	1,1 m
Unterschiede Teil II, Seite 184	1247	Dundee	+1 h 27 min A1	+1,0 m	+1 h 27 min H4	+0,5 m
Verbesserungen Teil IV, Tafel 6, Seite 206	1247	Dundee	+0 h 07 min A1		+0 h 06 min H4	
Ergebnis	1247	Dundee	11:52 Uhr	4,5 m	18:10 Uhr	1,6 m

Die für Dundee erhaltenen Eintrittszeiten sind nach Angaben im Teil II in der Zeitzone UTC angegeben und die Hoch- und Niedrigwasserhöhen sind auf Seekartennull bezogen.

Bestimmung der Gezeitengrundwerte von Anschlussorten

Analog zu den Vorausberechnungen lassen sich auch die Gezeitengrundwerte vom Bezugsort auf die Anschlussorte übertragen. ⇒ **Beispiel 5**

Beispiel 5: Bestimmung der Gezeitengrundwerte von Anschlussorten

Wie liegen bei Whitehaven das mittlere Spring-, Nipphochwasser (MSpHW, MNpHW) und das mittlere Spring-, Nippniedrigwasser (MSpNW, MNpNW) zum Seekartennull?

Die Höhenunterschiede des Anschlussortes sind an die Gezeitengrundwerte des Bezugsortes anzubringen. Somit erhält man die Gezeitengrundwerte des Anschlussortes zum Seekartennull.

	Nr.	Ort	MSpHW	MNpHW	MSpNW	MNpNW
Grundwerte Teil II, Seite 187	1509	Liverpool	9,4 m	7,5 m	1,1 m	3,2 m
Unterschiede Teil II, Seite 187	1496	Whitehaven	- 1,4 m	- 1,2 m	- 0,1 m	- 0,8 m
Ergebnis	1496	Whitehaven	8,0 m	6,3 m	1,0 m	2,4 m

6.3 Anwendung der Wasserstandsvorhersage des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

Wettereinflüsse bewirken Wasserstandserhöhungen oder -erniedrigungen gegenüber den Gezeitenvorausberechnungen. Dies wird als **Windstau** bezeichnet. Damit sich die Schifffahrt rechtzeitig darauf einstellen kann, wird die Wasserstandsvorhersage für die Nordseeküste und deren Flussgebiete durch das BSH 4-mal täglich an die Verkehrszentralen verbreitet und unter www.bsh.de veröffentlicht. Die Wasserstands-

vorhersagen beziehen sich auf das mittlere Hochwasser (MHW) bzw. Niedrigwasser (MNW). Die Werte des MHW und MNW für den jeweiligen Ort sind dem Teil III zu entnehmen.

⇒ **Beispiel 6**

Beispiel 6: Anwendung der Wasserstandsvorhersage

Das BSH gibt bekannt:

Am Montag werden das Nachmittag- bzw. Abend-Hochwasser an der ostfriesischen Küste und im Wesergebiet 1 bis 3 dm höher als das mittlere Hochwasser eintreten und im Elbegebiet und an der nordfriesischen Küste 3 bis 5 dm höher als das mittlere Hochwasser eintreten.

Wann und wie hoch wird am 18. Juni 2021 das Abend-Hochwasser bei Krautsand über Seekartennull eintreten?

	Nr.	Ort	HWZ	MHW (ü. SKN)
Vorausberechnung Teil I, Seite 27	506	Cuxhaven	18:24 Uhr	
Unterschiede Teil II, Seite 175	697	Krautsand	+2 h 08 min	
Mittlere HW und NW Teil III, Seite 197	697	Krautsand		3,51 m
Wasserstandsvorhersage		Revier Elbe		+0,3 bis 0,5 m
Ergebnisse	697	Krautsand	20:32 Uhr	3,81 bis 4,01 m

Ergebnis:

Es wird ein Wasserstand am Abend des 18. Juni 2021 bei Krautsand um 20:32 Uhr (UTC +1 h 00min) mit etwa 3,8 bis 4,0 m über Seekartennull erwartet.

6.4 Abschätzung von Höhen und Zeiten zwischen Hoch- und Niedrigwasser

Den ausführlichen Vorausberechnungen sind die mittleren Spring- und Nipptidenkurven der Bezugsorte beigegeben. Mittels dieser Kurven kann man die Höhe der Gezeit zu einer beliebigen Uhrzeit zwischen Hoch- und Niedrigwasser oder den Zeitpunkt, an dem eine vorgegebene Höhe eintritt, für Bezugsorte und deren Anschlussorte abschätzen. Für die praktische Schiffsführung bieten sich dazu die folgenden grafischen Methoden an.

Zunächst entnimmt man die Eintrittzeiten und Höhen des vorhergehenden und nachfolgenden Hoch- bzw. Niedrigwassers des Bezugortes zum gesuchten Datum. Daraus berechnet man die Steig- bzw. Falldauer zu diesem Termin.

Die Hochwasserhöhe zeichnet man in die Darstellung der Tidenkurven bei 0 Stunden ein. Die Niedrigwasserhöhe zeichnet man in Abstand der Steig- bzw. Falldauer ein, wobei in der Grafik ein Abstand von 1 cm einer Dauer von 1 Stunde entspricht. Die

beiden eingezeichneten Punkte werden in Anlehnung an die mittleren Tidenkurven verbunden.

An dieser aktuellen Tidenkurve kann man ablesen, welche Höhe zu einer vorgegebenen Zeit vor oder nach Hochwasser eintritt, oder zu welcher Zeit vor oder nach Hochwasser eine vorgegebene Höhe erreicht wird.

Die dabei erzielte Genauigkeit reicht aus, weil stets zusätzlich mit der Möglichkeit gerechnet werden muss, dass auf Grund von Wettereinflüssen die tatsächlichen Eintrittszeiten und Höhen der Hoch- und Niedrigwasser von den vorausberechneten um kleinere und gelegentlich auch um größere Beträge abweichen.

⇒ **Beispiele 7 und 8**

Beispiel 7: Eine Höhe zu einem bestimmten Zeitpunkt ermitteln

Wie hoch ist am 5. November 2021 um 16:15 Uhr der Wasserstand über SKN bei Bremerhaven, Alter Leuchtturm?

1. Schritt: Die Spring-, Mitt- oder Nippzeit ist zu entnehmen aus Teil IV, Tafel 4, Seite 205.
Es ist laut Tafel 4 **Springzeit**

2. Schritt: Die Vorausberechnungen des Bezugsortes ist zu entnehmen aus Teil I, Seite 43.

	Nr.	Ort	HWZ	HWH	NWZ	NWH
Vorausberechnungen	103	Bremerhaven	13:17 Uhr	4,8 m	19:51 Uhr	0,5 m

3. Schritt: Die Steig- (SD) bzw. Falldauer (FD) dieses Tages vom Bezugsort berechnen und die Zeit in ein Längenmaß (cm) umwandeln.

FD: $19:51 - 13:17 = 6\text{Std } 34\text{Min} \rightarrow 394\text{min} / 60 = 6,57 \text{ cm}$.

4. Schritt: Eine Spring- bzw. Nipptidenkurve dieses Tages für den Bezugsort in das Tidenkurvenblatt (siehe S. 25*) einzeichnen, dabei muss man sich an der Spring- bzw. Nippkurve orientieren:

Springkurve: HWH = 4,8 m NWH = 0,5 m FD = 6,57 cm.

5. Schritt: Jeweils vom HW- und NW-Zeitpunkt den Zeitunterschied zum gesuchten Zeitpunkt 16:15 Uhr berechnen und die Zeit in ein Längenmaß (cm) umwandeln.

Die Zeitunterschiede in die neue Tidenkurve einzeichnen und die gesuchte Höhe ablesen:

vom HW: $16:15 - 13:17 = 2\text{Std } 58\text{Min}$ einzeichnen: $\rightarrow 178\text{min} / 60 = 2,97\text{cm}$ ablesen: $\rightarrow 3,18\text{m}$

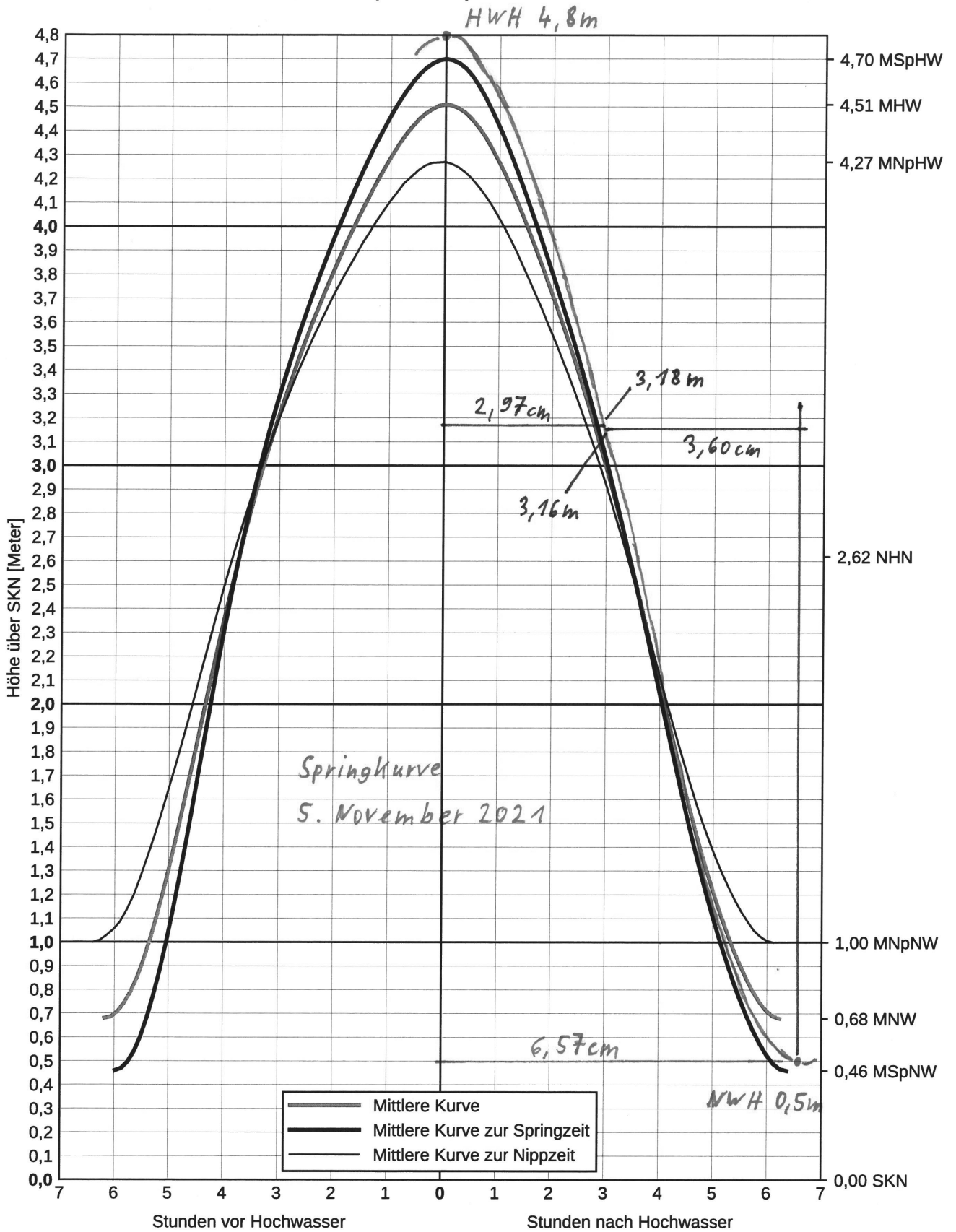
vom NW: $19:51 - 16:15 = 3\text{Std } 36\text{Min}$ einzeichnen: $\rightarrow 216\text{min} / 60 = 3,60\text{cm}$ ablesen: $\rightarrow 3,16\text{m}$

6. Schritt: Die zwei abgelesenen Werte mitteln und auf eine Stelle nach dem Komma runden:

$(3,18 + 3,16) / 2 = 3,17\text{m}$ runden: $\rightarrow 3,2\text{m}$

Es ist für den Bezugsort Bremerhaven, Alter Leuchtturm zum gesuchten Zeitpunkt 16:15 Uhr ein Wasserstand von 3,2 m über SKN zu erwarten.

Bremerhaven, Weser, Alter Leuchtturm



MSD: 6,18 h
MSpSD: 5,98 h
MNpSD: 6,40 h

MFD: 6,23 h
MSpFD: 6,37 h
MNpFD: 6,12 h

MHWI: 12 h 03 min
MNWI: 18 h 17 min

Beispiel 8: Eine Zeit zu einem bestimmten Höhe ermitteln

Um welche Uhrzeit ist nachmittags am 21. Februar 2021 ein Wasserstand von 2,7 m über SKN in Cuxhaven, Steubenhöft zu erwarten?

1. Schritt: Die Spring-, Mitt- oder Nippzeit ist zu entnehmen aus Teil IV, Tafel 4, Seite 205.
Es ist laut Tafel 4 **Nippzeit**

2. Schritt: Die Vorausberechnungen des Bezugsortes ist zu entnehmen aus Teil I, Seite 26.

	Nr.	Ort	NWZ	NWH	HWZ	HWH
Vorausberechnungen	506	Cuxhaven	13:15 Uhr	0,9 m	19:11 Uhr	3,2 m

3. Schritt: Die Steig- (SD) bzw. Falldauer (FD) dieses Tages vom Bezugsort berechnen und die Zeit in ein Längenmaß (cm) umwandeln.

SD: $19:11 - 13:15 = 5\text{Std } 56\text{Min} \rightarrow 356\text{min} / 60 = 5,93 \text{ cm}$.

4. Schritt: Eine Spring- bzw. Nipptidenkurve dieses Tages für den Bezugsort in das Tidenkurvenblatt (siehe S. 27*) einzeichnen, dabei muss man sich an der Spring- bzw. Nippkurve orientieren:

Nippkurve: NWH = 0,9 m HWH = 3,2 m SD = 5,93 cm.

5. Schritt: Den gesuchten Wasserstand von 2,7 m in die neue Tidenkurve vom Bezugsort einzeichnen.

6. Schritt: Die Zeit in cm an der neuen Nippkurve ablesen und zwar jeweils ausgehend vom HW- und NW-Zeitpunkt. Das Längenmaß (cm) in eine Zeit umrechnen.

vom NW ablesen: $3,76\text{cm} \rightarrow 3,76 * 60 = 226\text{min} \rightarrow 3\text{Std } 46\text{Min}$

vom HW ablesen: $2,19\text{cm} \rightarrow 2,19 * 60 = 131\text{min} \rightarrow 2\text{Std } 11\text{Min}$

7. Schritt: Uhrzeit für den gesuchten Wasserstand berechnen:

vom NW: $13:15 + 3\ 46 = 17:01$

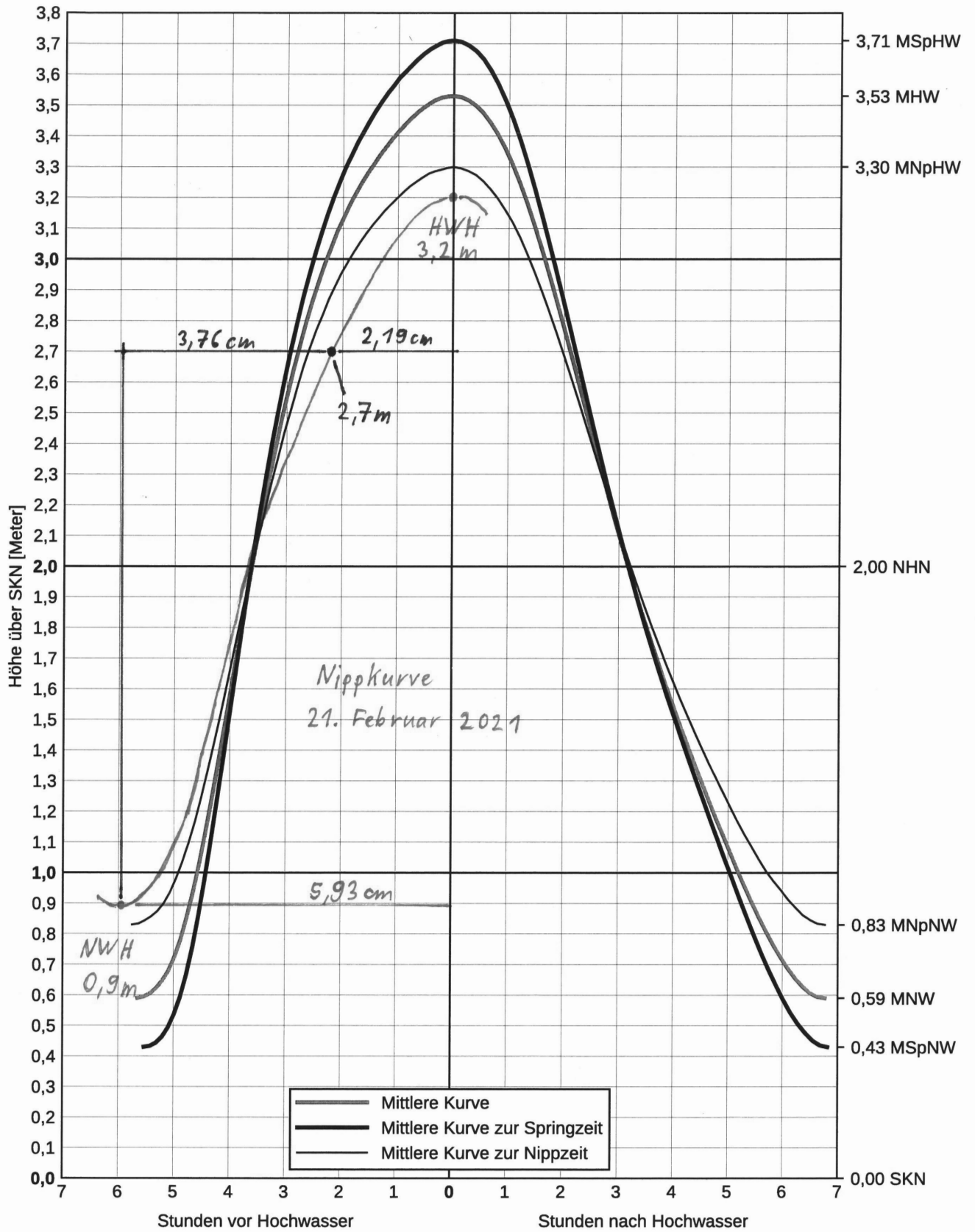
vom HW: $19:11 - 2\ 11 = 17:00$

8. Schritt: Die zwei abgelesenen Werte mitteln und auf Minuten runden:

$(17:01 + 17:00) / 2 = 17:00,5$ runden: $\rightarrow 17:01 \text{ Uhr}$

Für den Bezugsort Cuxhaven, Steubenhöft ist der Wasserstand von 2,7 m über SKN am 21. Februar 2021 etwa gegen 17:01 Uhr zu erwarten.

Cuxhaven, Steubenhöft, Elbe



MSD: 5,65 h
MSpSD: 5,53 h
MNpSD: 5,75 h

MFD: 6,77 h
MSpFD: 6,82 h
MNpFD: 6,77 h

MHWI: 11 h 54 min
MNWI: 18 h 40 min

6.5 Abschätzung der Hoch- und Niedrigwasser mittels der Gezeitenkarten

Mithilfe der Gezeitenkarten im Teil V können Eintrittszeiten und Tidenhöhe für Orte abgeschätzt werden, für die keine Vorausberechnungen verfügbar sind. Dies betrifft insbesondere Orte auf See.

Entnimmt man den Karten 1 oder 5 die Kartenwerte für zwei verschiedene Orte und bildet deren Differenz, so stellt diese Differenz den mittleren Hochwasserzeitunterschied der beiden Orte dar. Entsprechendes gilt für die Niedrigwasserzeitunterschiede der Karte 2. Bildet man die Differenz des Kartenwertes gegen den entsprechenden Tabellenwert eines Bezugsorts, so erhält man den mittleren Hoch- oder Niedrigwasserzeitunterschied des Ortes in See gegen den Bezugsort. Dabei sollte stets der nächstgelegene Bezugsort gewählt werden. Bei der Entnahme von Zeitunterschieden aus den Karten 1 und 2 ist zu beachten,

dass nicht die Linien 12 h 00 min und 0 h 00 min, sondern die Linien 12 h 25 min und 0 h 00 min zusammenfallen, da ja die Meridiandurchgänge des Mondes durchschnittlich im Abstand von 12 h 25 min aufeinanderfolgen.

Die Karten 3 und 6 enthalten die Linien gleichen mittleren Springtidenhubs. Nach diesen Mittelwerten lässt sich auch die Größe des Tidenhubs an einem bestimmten Tag abschätzen, am besten, indem man das Verhältnis des Tidenhubs zum mittleren Springtidenhub zunächst für den nächstgelegenen Bezugsort bildet und dann den Springtidenhub am Ort mit dieser Verhältniszahl vervielfältigt.

⇒ **Beispiel 9**

Beispiel 9:

Wann tritt am 29. April 2021 auf 54° 10' N, 8° 00' E morgens das Niedrigwasser und das darauf folgende Hochwasser ein und wie groß ist der Tidenstieg (TS)?

9.1 Abschätzen der Eintrittszeiten

Es sind die Karten „Linien gleichen mittleren Zeitunterschiedes gegen den Durchgang des Mondes durch den Nullmeridian“ zu verwenden.

Der nächstgelegene Bezugsort in Karte 1 und 2 in der Tabelle ist Helgoland. Es sind aus den jeweiligen Tabellen und den Karten die mittleren Zeitunterschiede zu entnehmen, Seite 212 und 213.

	Nr.	Ort	NW	HW
Unterschiede Teil V, Karte 2 und 1	509a	Helgoland	Tabelle 4h 55min	Tabelle 10h 35min
Unterschiede Teil V, Karte 2 und 1		54° 10' N 8° 00' E	Karte 2 5h 05min	Karte 1 10h 42min

Die Zeitunterschiede zwischen dem angegebenen Ort und Helgoland betragen:

NWZ: 5h 05min – 4h 55min = 0h 10min

HWZ: 10h 42min – 10h 35min = 0h 07min

Aus den ermittelten Zeitunterschieden und den Vorausberechnungen für Helgoland erhält man die Vorausberechnungen des Ortes:

	Nr.	Ort	NWZ	NWH	HWZ	HWH
Vorausberechnung Teil I, Seite 11	509a	Helgoland	7:54 Uhr	0,2m	13:24 Uhr	3,1m
Unterschiede		54° 10' N 8° 00' E	+0h 10min		+0h 07min	
Ergebnis		54° 10' N 8° 00' E	8:04 Uhr		13:31 Uhr	

9.2 Berechnungen des Tidenstiegs

Die Spring-, Mitt- oder Nippzeit ist zu entnehmen aus Teil IV Tafel 4, Seite 205.

Es ist laut Tafel 4 **Springzeit**. Deshalb ist die Karte 3 „Linien gleichen mittleren Springtidenhubs“ zu verwenden.

Es sind aus der jeweiligen Tabelle und der Karte der mittlere Springtidenhub (M_{SpTH}) zu entnehmen.

	Nr.	Ort	M _{SpTH}
Grundwert Teil V, Karte 3, Seite 214	509a	Helgoland	Tabelle 2,73m
Grundwert Teil V, Karte 3, Seite 214		54° 10' N 8° 00' E	Karte 3 2,8m

Der Tidenstieg (TS) am Vormittag den 29. April 2021 bei Helgoland beträgt:

TS: $3,1\text{ m} - 0,2\text{ m} = 2,9\text{ m}$

Das Verhältnis des Tidenstiegs zum mittleren Springtidenhub (Karte 3, Grundwert Tabelle) beträgt bei Helgoland:

$2,9\text{ m} / 2,73\text{ m} = 1,06$

Der Tidenstieg am Vormittag bei 54° 10' N 8° 00' E (Karte 3, Grundwert Karte) beträgt:

TS: $2,8\text{ m} \cdot 1,06 = 2,968\text{ m}$, runden: → 3,0 m

Ergebnis:

Das Niedrigwasser am Vormittag des 29. April 2021, das folgende Hochwasser und der Tidenstieg ist:

54° 10' N 8° 00' E **NWZ 8:04 Uhr (UTC + 1 h 00 min)**
 HWZ 13:31 Uhr (UTC + 1 h 00 min)
 TS 3,0m

6.6 Hinweise zu den Hilfstafeln 1 bis 6 (Teil IV)

Teil IV enthält verschiedene Tafeln, deren Inhalt und Zweck teilweise bereits in den Erläuterungen zu den Teilen I und II angegeben wurden. Ein Verzeichnis dieser Tafeln befindet sich am Anfang des Teils IV.

Tafel 1 enthält die Grundwerte der Gezeiten für die Bezugsorte, ferner Angaben über die Herkunft der ausführlichen Vorausberechnungen im Teil I sowie über die Verfahren, nach denen diese angefertigt wurden. Die Grundwerte stellen Mittelwerte der Gezeiten dar, nach denen die Verhältnisse an den einzelnen Tagen beurteilt werden können.

Tafel 2 dient zur Veranschaulichung der unterschiedlichen mittleren Springtidenhöhe bzw. Nipptidenhöhe an der deutschen Nordseeküste und deren Flussgebiete. Die Höhen sind auf das Normalhöhennull (NHN) bezogen. Des Weiteren ist das gültige Seekartennull der Bezugsorte eingetragen.

Tafel 3 gibt die Zeiten an, zu denen der Mond durch den Nullmeridian geht. Die Zeiten sind in UTC ausgedrückt. Sie werden hauptsächlich zur überschläglichen Berechnung der Gezeiten im freien Seegebiet mittels der Gezeitenkarten im Teil V der Gezeitentafeln gebraucht (vgl. die Erläuterung zu diesen Karten).

Tafel 4 ist der Kalender der Spring-, Mitt- und Nippzeiten. Unter Berücksichtigung der vorherrschenden Spring- und Nippverspätungen von ein bis zwei Tagen (insbesondere für die Deutsche Bucht) ist die Spring- und Nippzeit in Tafel 4 folgendermaßen definiert: Springzeit beginnt am Tag des Voll- bzw. Neumonds und dauert vier Tage. Nippzeit beginnt am Tag des Halbmonds und dauert vier Tage. Die Tage zwischen Spring- und Nippzeit sind die Mittzeit.

Tafel 5 gibt die Eintrittszeiten der vier Hauptmondphasen an.

Tafel 6 enthält die Verbesserungen wegen halbmonatlicher Ungleichheit, die an den mittleren Hoch- und Niedrigwasser-Zeitunterschieden gewisser Anschlussorte anzubringen sind (Beispiel 4). Ist der mittlere Hochwasser- oder Niedrigwasser-Zeitunterschied nicht konstant, ändert er sich in erster Näherung sinusförmig. Tafel 6 liefert für Phasenverschiebungen von 0 bis 11 Stunden und Amplituden von 10 Minuten bis 2 Stunden 20 Minuten Werte zur Verbesserung in Abhängigkeit von der Eintrittszeit des Hoch- und Niedrigwassers am Bezugsort.

7 How to use the Tide Tables

7.1 Daily tide predictions

Part I comprises daily predictions of the times and heights of high and low water at reference stations. The reference stations are listed on the inner cover page and at the beginning of Part I; the location of the reference stations is shown on the maps on page 6* and 7*. The numbers in the Index to Stations at the end of the book refer to Table II, page numbers behind reference stations refer to the daily predictions in Part I.

Conversion to a different time zone

The time used for the predictions at the individual reference stations is indicated at the bottom of each page.

The following example explains how the times of high and low water are converted to any other local or zonal time required.

⇒ Example 1

Example 1: Conversion to a different time zone

What is the time and height of the high about noon water at Lissabon on 9th February 2021 in the time zone UTC + 1 h 00 min?

	No.	Place	HW time	HW height
Prediction Part I, page 158	1978	Lissabon	13 51	3.3m

The HW time prediction is expressed in UTC. To obtain the HW time for Lissabon in the time zone UTC + 1 h 00 min as required, you have to determine the difference between the required HW time and the time shown in Part I:

$$(\text{UTC} + 1 \text{ h } 00 \text{ min}) - (\text{UTC} + 0 \text{ h } 00 \text{ min}) = +1 \text{ h } 00 \text{ min}$$

The HW time for Lissabon is computed as follows:

$$\text{HW time: } 13 \text{ } 51 + 1 \text{ h } 00 \text{ min} = 14 \text{ } 51$$

Result:

HW time 14 51 (UTC + 1 h 00 min) HW height 3.3m (Chart Datum)

The required high water occurs at 14.51 (UTC + 1 h 00min) with a height of 3.3 m above chart datum.

Calculation of the water depth

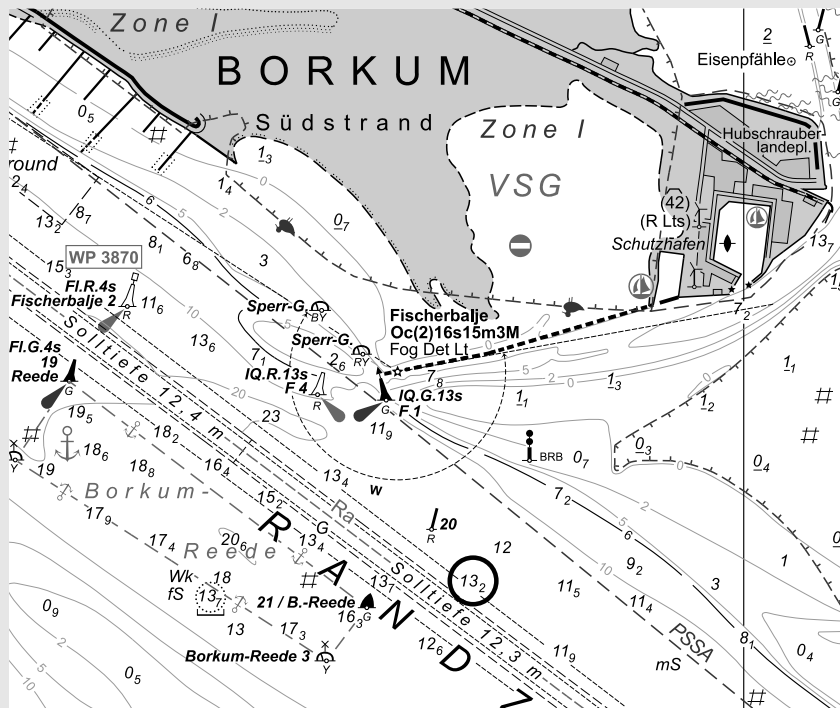
The predicted heights of high and low water refer to the chart datum at the reference stations. Heights above chart datum are considered positive, heights below chart datum negative. To obtain the actual

water depth, the predicted height of the tide should be added to the charted depth taking into account its sign (see figure on page 9*).

⇒ **Example 2**

Example 2: Calculation of water depth

At what time and with which height is the evening high water to be expected on 21st Juli 2021 for the fairway at Borkum, Fischerbalje (indicated by the circle)?



	No.	Place	HW time	HW height
Prediction Part I, page 62	101	Borkum	20 30	3.0 m
Depth indication from seachart		circle		13.2
Result		Fairway	20 30	16.2

The height and depth indications refer to chartdatum.

Any level elevation or reduction due to weather influences are not considered in the calculated water height. For this, see example 6.

Result:

On 21st Juli 2021 at 2030 (UTC + 1 h 00 min) the water depth in the fairway near Borkum is approx 16.2 m.

7.2 Tidal differences of subordinate stations

Part I of the tide tables contains complete, daily predictions of high and low water for the reference stations. The tide data for other stations are computed by using tidal differences to the predictions for the reference stations.

Part II contains a list of subordinate stations, for which tidal differences are given in geographical order. A listing by regions is shown at the beginning of Part II. The alphabetical index of stations at the end of this volume helps to locate a particular station. The numbers behind the station names listed in the index refer to the numbers of the stations in Part II and Part III.

Even with carefully selected reference stations, the tidal differences computed for the subordinate stations are not constant values but are more or less variable. To determine the times of high and low water, it is usually sufficient to use an average time difference. However, the variability of the height differences (spring and neap tides) has to be taken into account.

Application of tidal differences

Every subordinate station in Part II can be associated with its reference station by the corresponding header line. Adding the tidal differences of a subordinate station with the given sign to the appropriate reference station yield the predicted times and heights of the high and low waters at the subordinate station.

In this context it is necessary to determine spring, mean or neap time by applying one of the following methods:

- 1) The simplest method is to use table 4 in Part IV.
- 2) By comparison of the predicted high or low water heights of the reference Station (see Part I) with its tidal levels (see Part II, lines highlighted in grey).

Any differences in time zone and chart datum between the reference station and the subordinate station are already included in the tidal differences. Thus, one obtains high and low water times for the subordinate station in the time zone of the subordinate station given in Part II as well as the heights based on the chart datum at the subordinate station. For times and heights the remarks in Part I hold true.

⇒ Example 3

For some subordinate stations only limited observations are available or the area falls dry during low tide. For those stations the tidal differences can only be partially given. Missing data is marked. The according values can be estimated roughly by using those of the adjacent stations. Other methods are the assumption of a constant duration of rise (6 h 12 min) or duration of fall (6 h 13 min) or the durations at an adjacent station. However, in doing so, caution has to be exercised, especially in river areas.

Application of tidal differences

Example 3: Application of tidal differences

What are the times and heights of morning high water and of the following low water at Stadersand on 7th February 2021?

The times of spring, mean, and neap tides are given in part IV, Table 4, page 205.

According to Table 4, it is **neap tide**. Therefore, the neap tide values in the table of tidal differences (Part II) are used in the computation.

	No.	Place	HW time	HW height	LW time	LW height
Predictions Part I, page 26	506	Cuxhaven	08 15	3.4 m	15 09	0.7 m
Differences Part II, page 175	709	Stadersand	+2 h 39 min	+0.2 m	+2 h 49 min	-0.2 m
Result	709	Stadersand	10 54	3.6 m	17 58	0.5 m

The computed times of high and low water are expressed in UTC +1 h 00 min, the high and low water heights are referred to chart datum.

The water depth is obtained by adding these values to the charted depths (see graph on page 9* and example 2).

Correction of time differences for semi-monthly inequality

Where it is advisable to correct the tidal time difference for a subordinate station a letter/number combination is shown behind the time difference in Part II. The letter refers to the line in the upper part of Table 6, which has to be entered with the predicted time of high or low water at the reference station, rounded to the full or half hour (no interpolation). In the column so found, go down to the

line with the number equal to the number of the letter-number combination, found in the lower part of Table 6. There you will find the correction to be added to the time difference for calculating the time of high or low water at the subordinate station.

⇒ **Example 4**

Example 4: Correction of time differences

What are the times and heights of morning high water and of the following low water at Dundee on 23th April 2021?

The times of spring, mean, and neap tides are given in Part IV, Table 4, page 205.

According to Table 4, it is **neap tide**. Therefore, the neap tide values in the table of tidal differences (Part II) have to be used in the computation.

The time differences at Dundee refer to A1 and H4 in Table 5. Seek the HW and LW times at the reference station Aberdeen in Table 6, page 206.

	No.	Place	HW time	HW height	LW time	LW height
Predictions Part I, page 122	1252	Aberdeen	10 18	3.5 m	16 37	1.1 m
Differences Part II, page 184	1247	Dundee	+1 h 27 min A1	+1.0 m	+1 h 27 min H4	+0.5 m
Corrections Part IV, Table 6, page 206	1247	Dundee	+0 h 07 min A1		+0 h 06 min H4	
Result	1247	Dundee	11 52	4.5 m	18 10	1.6 m

The computed times of high and low water for Dundee are expressed in UTC according to Part II, the high and low water heights are referred to chart datum.

Finding mean tidal heights at subordinate stations

Mean tidal heights of reference stations can be transferred to subordinate stations by applying the corresponding tidal differences from Part III. ⇒ **Example 5**

Example 5: Mean tidal heights at subordinate stations

What are the heights of mean high water springs and neaps (MHWS, MHWN) and of mean low water springs and neaps (MLWS, MLWN) at Whitehaven relative to chart datum?

Apply the height differences for the subordinate station to the tidal constants of the reference station. In this way, you obtain the tidal constants for the subordinate station relative to chart datum

	No.	Place	MHWS	MHWN	MLWS	MLWN
Tidal Parameters Part II, page 187	1509	Liverpool	9.4 m	7.5 m	1.1 m	3.2 m
Differences Part II, page 187	1496	Whitehaven	- 1.4 m	- 1.2 m	- 0.1 m	- 0.8 m
Result	1496	Whitehaven	8.0 m	6.3 m	1.0 m	2.4 m

7.3 Finding the height of tide at any time between high and low water

A graph of the mean spring and neap tide curves at each reference station is shown on the page following the daily predictions of high and low water, which can be used to determine the height of tide at any time at the reference station or one of its subordinate stations. For that purpose, the duration of rise and fall of the relevant high water have to be determined from the predictions. Insert the predicted height of the high water at zero hour in the diagram. Enter the height of the predicted low water at a point corresponding to the rate of rise before the high water. Likewise, enter the height of the following low water at a point corresponding to the rate of fall after the high

water. Then draw a current tide curve through these points of high and low water in accordance with the given mean spring and neap tide curves. The heights of tide at any time of the day are easily read from the curve.

The accuracy of this method is adequate for practical navigation because there always is a possibility of meteorological conditions causing additional differences between predicted and actually occurring tides.

⇒ **Example 7 and 8 in German**
(page 24* with example figures)

7.4 Determination of high and low water using co-tidal and co-range charts

Times of high and low water as well as the tidal range can be estimated using the tidal charts in Part V. This applies especially for locations at sea.

The mean high water time difference between two positions is computed by taking the mean high water lunitidal intervals for the two positions from Chart 1 or 5 and calculating the difference. The same applies to the mean low water lunitidal intervals in Chart 2. The difference between the mean high or low water lunitidal intervals at a reference station and at a position at sea is the high or low water time difference for that place as relative to the reference station. The mean lunitidal intervals of reference stations are given in hours and minutes on the co-tidal charts. The closest reference station should be used

in each case. It should be kept in mind that it is the co-tidal lines 12 h 25 min and 0 h 00 min which overlap, not the co-tidal lines 12 h 00 min and 0 h 00 min, because the mean interval of the moon's transit (upper or lower) over the Greenwich meridian is 12 h 25 min.

Chart 3 and Chart 6 show mean spring co-range lines. Using these mean values, the range for a position at sea on a particular day can be estimated by multiplying the spring tidal range at the particular place with the quotient of the tidal range divided by the spring tidal range of the reference station.

⇒ **Example 6**

Example 6:

What are the times of low water and of the following high water at 54° 10' N, 8° 00' E on 29th April 2021 in the morning, and what is the tidal rise value (TS)?

6.1 Estimation of low and high water times

Use the Map “Linien gleichen mittleren Zeitunterschiedes gegen den Durchgang des Mondes durch den Nullmeridan” (charts showing lines of equal mean time difference against meridan transit of the moon) for this computation.

The closest reference station in the Table in maps 1 and 2 is Helgoland. Take the mean time differences from the relevant Table and charts, page 212, 213.

	No.	Place	LW	HW
Differences Part V, map 2 and 1	509a	Helgoland	Table 4h 55min	Table 10h 35min
Differences Part V, map 2 and 1		54° 10' N 8° 00' E	map 2 5h 05min	map 1 10h 42min

The time differences between the example location and Helgoland are:

LW time: 5 h 05 min – 4 h 55 min = 0 h 10 min

HW time: 10 h 42 min – 10 h 35 min = 0 h 07 min

The predictions for the example location are derived from the computed time differences and predictions for Helgoland:

	No.	Place	LW time	LW height	HW time	HW height
Predictions Part I, page 11	509a	Helgoland	07 54	0.2 m	13 24	3.1 m
Differences		54° 10' N 8° 00' E	+0h 10min		+0h 07min	
Result		54° 10' N 8° 00' E	08 04		13 31	

6.2 Estimation of tidal rise

The times of spring, mean, and neap tides are given in Part IV, Table 4, page 205.

According to Table 4, it is **spring tide**. Therefore, map 3 has to be used to extract the value of the mean spring tidal range (MSpTH).

Use the map “Linien gleichen mittleren Springtidenhubs” (maps showing lines of equal mean spring range.)

Take the mean spring range from the relevant Table and map.

	No.	Place	MSR
Tidal Parameters Part V, map 3, page 214	509a	Helgoland	Table 2.73m
Tidal Parameters Part V, map 3, page 214		54° 10' N 8° 00' E	Chart 3 2.8m

The tidal rise at Helgoland 29th April 2021 in the morning:

TS: 3.1 m – 0.2m = 2.9m

The ration of tidal rise and mean spring range at Helgoland (map 3) in the morning:

2.9m/2.73m = 1.06

The tidal rise at 54° 10' N 8° 00' E (map 3) in the morning:

TS: 2.8m · 1.06 = 2.968m, rounded to: → 3.0 m

The times of low and high water, and the tidal rise, in the morning of 29th April 2021 are:

54° 10' N 8° 00' E LW time 08 04 (UTC + 1 h 00 min)

HW time 13 31 (UTC + 1 h 00 min)

TS 3.0m

Teil I: Ausführliche Vorausrechnungen für die europäischen Bezugsorte

	Seite		Seite
Aberdeen	122	Husum, Schleuse	15
Avonmouth	142	Immingham	114
Bergen	6	Le Havre	82
Bilbao, Santurtzi	154	Leith	118
Borkum, Fischerbalje	60	Lissabon, Marinewerft	158
Bremen, Oslebshausen, Weser	45	Liverpool, Gladstone Dock	138
Bremerhaven, Weser, Alter Leuchtturm	40	London Bridge	110
Brest	90	Narvik	2
Brunsbüttel, Elbe, Mole 1	30	Norderney, Riffgat	55
Büsum, Schleuse	20	Oban	130
Cobh	146	Plymouth, Devonport	94
Cuxhaven, Elbe, Steubenhöft	25	Pointe de Grave, Port Bloc	150
Dover	106	Portsmouth	102
Emden, Ems, Große Seeschleuse	65	Saint-Malo	86
Gibraltar	162	Southampton	98
Greenock	134	Ullapool	126
Hamburg, St. Pauli	35	Vlissingen	78
Helgoland, Binnenhafen	10	West-Terschelling	70
Hoek van Holland	74	Wilhelmshaven, Alter Vorhafen	50