

**Probelektion**

# **ABC-Fernkurs**

## **Navigation zum SSS/SHS (gekürzte Fassung)**



© ABC Wassersport GmbH  
Nachdruck und Vervielfältigungen - auch auszugsweise –  
nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers

Probelektion  
**ABC - Paket**

**terrestrische Navigation**

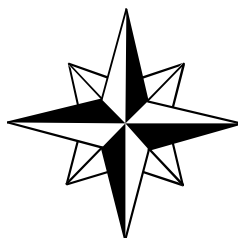
**zum**

**Sportseeschiffer-Schein**

**und**

**Sporthochseeschiffer-Schein**

**Stand Oktober 2008**



© ABC Wassersport GmbH  
Nachdruck und Vervielfältigungen - auch auszugsweise –  
nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers

Wichtige Hinweise zum Teil der terr. Navigation zum SSS / SHS:

Dieser Fernkurs besteht aus den Teilen:

Lektion 1	Gezeitennavigation nach A.T.T.
Lektion 2 bis 4	terrestrische Navigation
Lektion 5	Elektronische Navigation
Lektion 6	5 Kartenaufgaben und Lösungen

Am Ende der 1. Lektion (Gezeiten-Navigation) sind 5 Aufgaben praktischer Gezeitenberechnungen enthalten. Die Lösungen dieser Gezeitenberechnung werden ebenfalls mit dieser Lektion in einem separaten Umschlag mitgeliefert. Vergleichen Sie bitte Ihre Lösung mit der Musterlösung.

Für eine Gezeitenberechnung sollten Sie nicht länger als 20 Minuten benötigen.

In dieser Lektion sind von Ihnen Fragen als Hausaufgabe zu beantworten. Nach Beantwortung der Fragen des jeweiligen Kapitels „dürfen“ Sie sich die Musterantworten ansehen.

Mit der Lektion 6 erhalten Sie 5 komplette Kartenaufgaben für den SSS. In einem gesonderten Umschlag erhalten Sie auch die Musterlösungen dieser Kartenaufgaben. Sie sollten vorrangig versuchen, diese Kartenaufgaben zu lösen. Nachdem Sie eine Kartenaufgabe komplett gelöst haben, sollten Sie Ihre Lösung mit der Musterlösung vergleichen. Diese Kartenaufgaben sollten in einer Zeit von max. 2 Stunden gelöst werden!

Dieser Fernkurs beginnt nicht wieder bei "Adam und Eva". Ein gewisses Maß an nautischen Grundkenntnissen wird vorausgesetzt.

1. Dieser Fernkurs - terrestrische Navigation für den Sportseeschiffer bzw. Sporthochseeschiffer - ist so aufgebaut, dass nach Durcharbeiten eines Kapitels eine Hausaufgabe beantwortet werden muss. Erst nach vollständiger Beantwortung der Hausaufgabe sollte das folgende Kapitel bearbeitet werden.
2. Der Inhalt der einzelnen Kapitel ist so kurz gehalten, dass sich der Fernkürschüler auf das Wesentliche konzentrieren kann.

### **Schriftliche Prüfung**

Insgesamt dauert die schriftliche Prüfung zum SSS Teil „Navigation“ 120 Min. Sie besteht aus den Teilen:

1. Kartenaufgabe	Punkte ca. 22
2. Gezeitenberechnungen nach A.T.T.	Punkte ca. 9
3. Fragen zur elektronischen Navigation.	Punkte ca. 9 (gesamt 40)

Bei 26 erreichten Punkten und mehr ist die Prüfung bestanden. Bei 22 bis 25 ½ wird mündlich nachgeprüft und bei weniger als 22 Punkten ist die Prüfung nicht bestanden. Diese Punktwertung gilt für alle Teilprüfungen innerhalb des SSS.

#### Erlaubte Hilfsmittel zum Fach Theorie – Navigation SSS

1. Seekarte (für Sportseeschiffer und Sporthochseeschiffer)
  - English Channel 2656 Stand V von 2005
  - Wichtiger Hinweis: Markieren Sie alle Strommesspunkte von „A“ bis „V“ mit einem gelben oder roten Marker. Das erleichtert Ihnen das Auffinden dieser Stromangaben. (siehe Tabelle in der Seekarte)
2. Begleitheft zum Sportseeschiffer- Sporthochseeschiffer (Ausgabe 2007)
  - Aus dem Begleitheft werden die Werte der Deviation, Gezeitenberechnungen, Stromverhältnisse (Gezeitenatlas) sowie Leuchtfeuerbeschreibungen entnommen.
  - Wir empfehlen Ihnen entsprechende Markierungen anzubringen, die einen schnellen Zugriff auf das jeweilige Kapitel ermöglichen.
  - Außerdem sollten Sie sich einen Winkel aus starkem Karton etc. fertigen. Mit Hilfe des Winkels können Sie die Werte aus der richtigen Spalte und Zeile sicher ablesen.
3. INT 1
  - Die INT 1 dient als Nachschlagewerk während der Prüfung.
  - aktuelle Ausgabe: „Abgeschlossen 18. Februar 2005“
  - Aus der INT 1 benötigen Sie Abkürzungen, Begriffe, etc. aus der Seekarte
  - Machen Sie sich mit der Suche von Abkürzungen, Begriffen vertraut
4. Formelsammlung
  - Sie können sich eine kleine Formelsammlung erstellen und diese mit in die Prüfung nehmen. Sie muss mit Maschinenschrift erstellt sein. Eine handschriftliche Formelsammlung wird als „Spickzettel“ gewertet.
  - Für den SSS sind nur wenige Formeln notwendig.
5. Formblätter zur Gezeitenkunde
  - Am Ende der 1. Lektion (Gezeiten) sind solche Formblätter enthalten. Diese sind sehr hilfreich, um die einzelnen Rechenschritte der Reihe nach auszuführen.
  - Zur schriftlichen Prüfung können Sie diese uneingeschränkt benutzen !

6. Programmierbarer Taschenrechner
- Zur Ermittlung sämtlicher navigatorischer Berechnungen können Sie einen programmierbaren Taschenrechner benutzen.
  - Für den SHS ist ein programmierbarer Taschenrechner unbedingt erforderlich.
  - Auch für die Berechnungen in der Gezeitennavigation wird ein programmierbarer Taschenrechner dringend empfohlen. Um z.B. den Zeitunterschied der Gezeit (ZUG) und den Höhenunterschied der Gezeit (HUG) für den Anschlussort zu ermitteln, müssen Sie interpolieren bzw. extrapolieren. Die rechnerische Ermittlung ist eine große Zeitersparnis gegenüber der zeichnerischen Methode. Wenden Sie sich an das ABC-Team.
  - Falls Sie an einem solchen Taschenrechner interessiert sind, können Sie gerne beim ABC-Team rückfragen.
  - Es ist gute Seemannschaft, bei Ausfall eines technischen Hilfsmittels auf ein anderes Verfahren auszuweichen.

**Nicht erlaubt sind Notebooks, Handheld, Palm, etc.**

### **Reihenfolge der schriftlichen Navigations-Prüfung für den SSS**

Wir empfehlen Ihnen, die drei Teilprüfungen in der Reihenfolge:

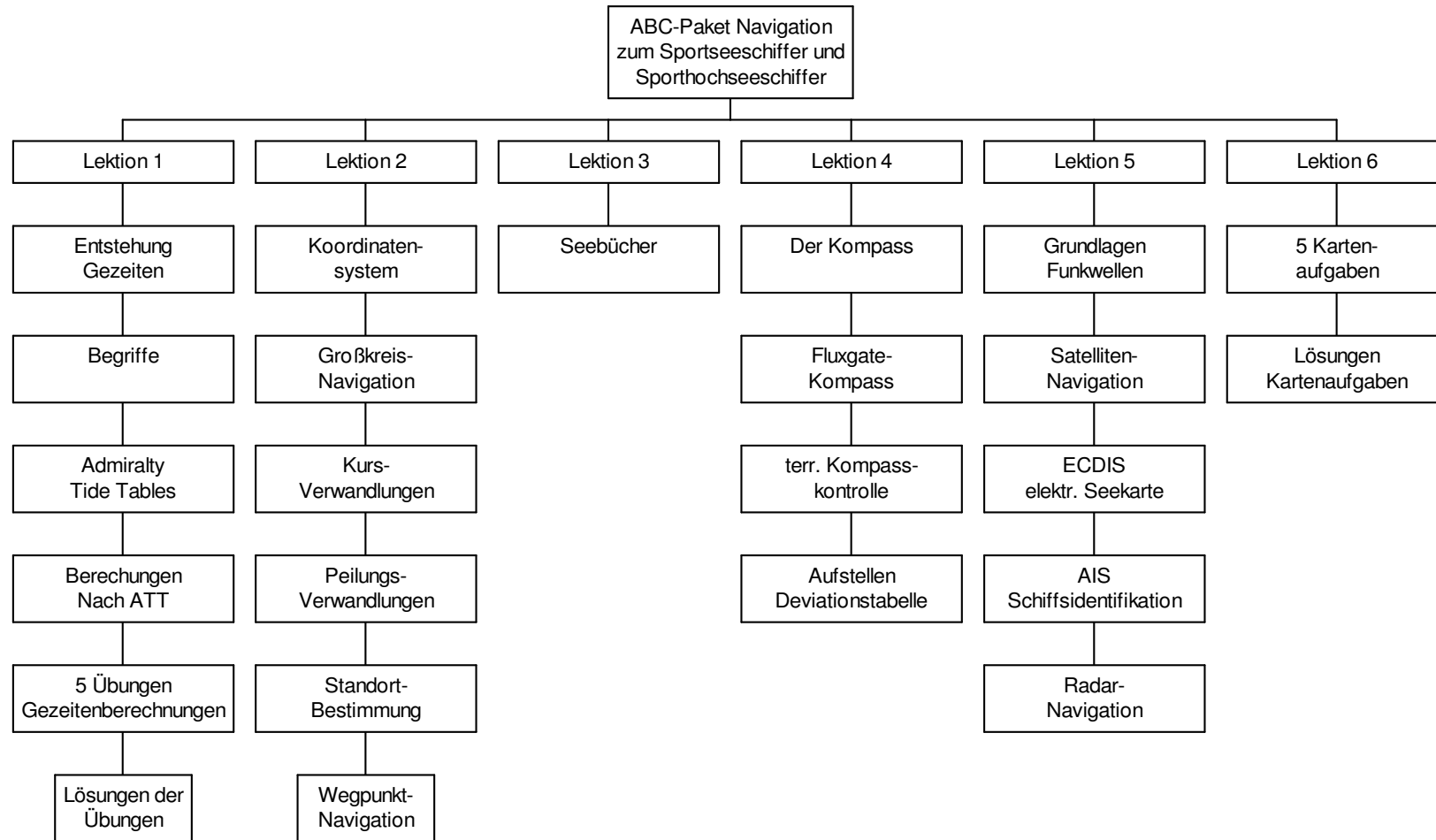
1. Gezeitenaufgabe
2. Fragen zur elektronischen Navigation
3. am Schluss die Kartenaufgabe zu lösen.

Das hat folgenden Vorteil: Für die komplette Lösung aller drei Teilaufgaben können Sie ca. 40 Punkte erzielen. Bei richtiger Lösung der Gezeitenaufgabe werden ca. 8-9 Punkte und ebenso viele für die richtige Beantwortung von ca. 5 Fragen der elektronischen Navigation vergeben. Bei richtiger Beantwortung dieser beiden Teile erhalten Sie demnach fast die Hälfte der Punktezahl.

Sollten Sie mit der Kartenaufgabe beginnen und damit aus zeitlichen Gründen nicht fertig werden, so bekommen Sie einen Punkteabzug aus der nicht beendeten Kartenaufgabe sowie der nicht gelösten Gezeitenaufgabe und elektronischen Navigation.

Haben Sie die Teile „Gezeiten“ und „Elektronische Navigation“ (fast) fehlerlos beantwortet, die Kartenaufgabe jedoch nicht vollständig gelöst, so fehlen Ihnen am Ende ev. 5-8 Punkte. Somit erreichen Sie zumindest die mündliche Prüfung. Hier haben Sie die Chance, sich noch zu verbessern.

Außerdem empfehlen wir Ihnen, sich je Prüfungstermin nur auf 2 Teilprüfungen optimal vorzubereiten. Viele Teilnehmer bereiten sich zu einem Prüfungstermin z.B. auf Schifffahrtsrecht und Wetterkunde und zum nächsten Termin auf Navigation und Seemannschaft vor.



Probelektion  
**ABC-Fernkurs**

**Navigation zum SSS/SHS**

**Lektion 1**

**Stand: Oktober 2008**



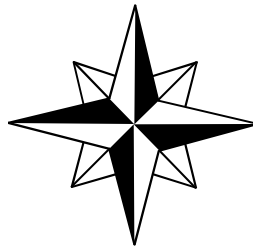
© ABC Wassersport GmbH  
Nachdruck und Vervielfältigungen - auch auszugsweise - nur mit  
ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers

Terrestrische  
Navigation  
zum SSS und SHS

Lektion 1

Gezeitenkunde

Stand: Oktober 2008



© ABC Wassersport GmbH  
Nachdruck und Vervielfältigungen - auch auszugsweise –  
nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers

Verfasser Siegmeyer Meyer (DSV geprüfter Segellehrer)

## Inhaltsverzeichnis (gekürzte Fassung)

1	Entstehung der Gezeiten .....	1-2
1.1	Ungleichheiten .....	1-5
1.2	Halbmonatige Ungleichheit.....	1-7
1.3	Monatliche und paralaktische Ungleichheit.....	1-8
1.4	Deklinationsgleichheit .....	1-8
1.5	Die tägliche Ungleichheit in der Höhe der Gezeit .....	1-9
1.6	Meteorologische Einflüsse.....	1-11
2	Begriffe in der Gezeitenkunde .....	2-12
2.1	Abkürzungen und Bezeichnungen .....	2-12
3	Admiralty Tide Table .....	3-19
3.1	Admiralty Tide Tables .....	3-19
3.2	Part I .....	3-20
3.2.1	Zeitangaben:.....	3-20
3.2.2	Höhenangaben über Kartennull .....	3-20
3.2.3	Höhenangaben über Höhenbezugsflächen .....	3-21
3.2.4	Tiefenangaben .....	3-21
3.2.5	Durchfahrtshöhen .....	3-21
3.2.6	Mondphasen .....	3-21
3.2.7	Mittlere Tidenkurve.....	3-21
3.3	Part II .....	3-22
3.3.1	Zeitunterschiede (ZUG).....	3-22
3.3.2	Höhenunterschiede (HUG).....	3-24
4	Übungen mit Admiralty Tide Tables.....	4-25
4.1	Admiralty Tide Tables (A.T.T.).....	4-25
4.2	Ermitteln Alter der Gezeit.....	4-26
4.3	Übung 1 - Bestimmung HWH, LWH am SecP .....	4-28

## 1 Entstehung der Gezeiten

Gezeiten treten auf, wenn periodisch veränderte Kräfte auf die Wassermassen der Erdoberfläche wirken:

- Massenanziehung durch
  - den Mond
  - die Sonne
- Zentrifugalkräfte durch
  - die Umlaufbewegung von Erde und Mond um den gemeinsamen Schwerpunkt
  - die Umlaufbewegung des Systems Erde / Mond um die Sonne

Erde und Mond bewegen sich um den gemeinsamen Schwerpunkt G. Dieser liegt ca.  $\frac{3}{4}$  des Erdradius vom Erdmittelpunkt entfernt auf der Verbindungsstrecke zwischen Erd- und Mondmittelpunkt, bedingt durch die Massenanteile beider Körper. Die Lage variiert etwas mit der wechselnden Entfernung des Mondes zur Erde.

Bei dieser Bewegung um den gemeinsamen Schwerpunkt beschreiben alle Punkte der Erde einen Kreis mit dem Radius  $\frac{3}{4} r$ . Sie unterliegt dabei der Zentrifugalkraft  $F_z$  und der Gravitationskraft des Mondes  $F_G$ .

An jedem Punkt der Erde ergibt sich aus beiden Kräften die Resultierende R. Im Erdmittelpunkt ist  $R = 0$ . R ist im Bildpunkt (BP) des Mondes und seinem Gegenpunkt parallel zu der Verbindungslinie der beiden Mittelpunkte gerichtet, also senkrecht zur Erdoberfläche (nach außen). Dabei überwiegt in BP  $F_G$ , im Gegenpunkt  $F_z$ .

Die Differenzkraft ist sehr klein; sie beträgt 0,115 p/t im BP in Richtung  $F_G$  und 0,110 p/t im Gegenpunkt in Richtung  $F_z$ , ebenso senkrecht zur Erdoberfläche, aber nach innen gerichtet, ist R auf allen Punkten eines Großkreises, dessen Ebene senkrecht steht auf der genannten Verbindungslinie.

In allen anderen Punkten der Erdoberfläche ist R - je nach Lage zwischen den eben genannten Punkten – geneigt zur Erdoberfläche. R lässt sich also zerlegen in eine vertikale und in eine horizontale Komponente.

Die Horizontalkomponente H bewegt die Wassermassen, verursacht also den Gezeitenstrom als primäre Erscheinung.

Durch den Gezeitenstrom werden die Gezeiten (Ebbe und Flut) als sekundäre Erscheinungen hervorgerufen (siehe Abb. 1 bzw. 2)

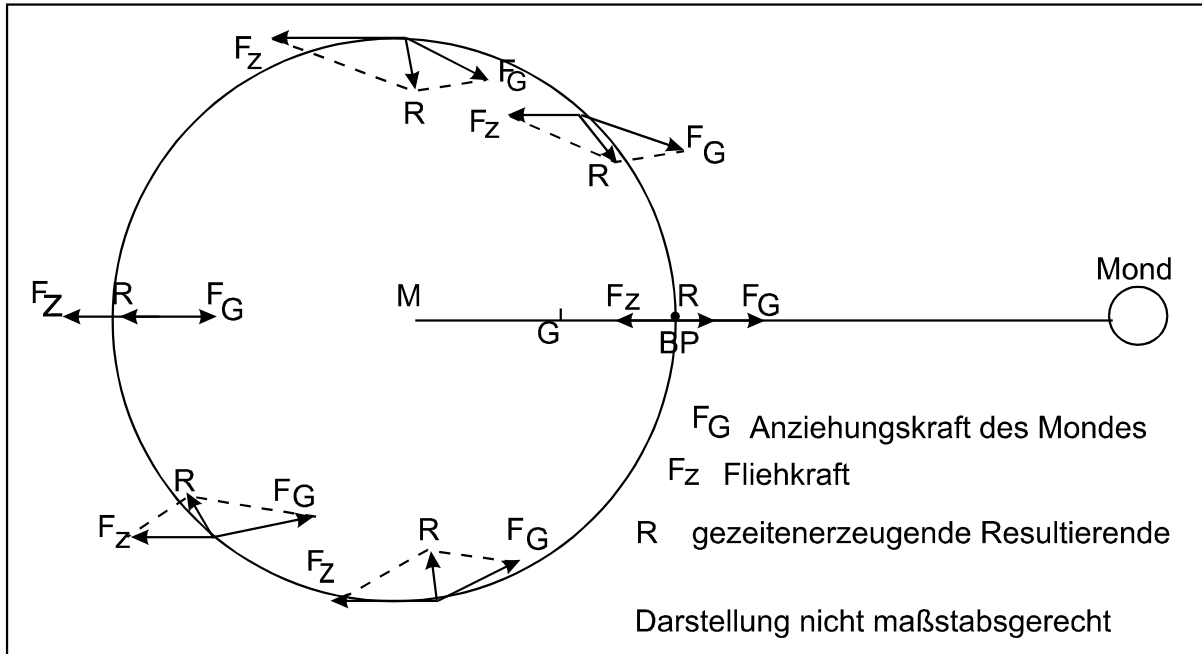


Abbildung 1 Die gezeitenerzeugenden Kräfte

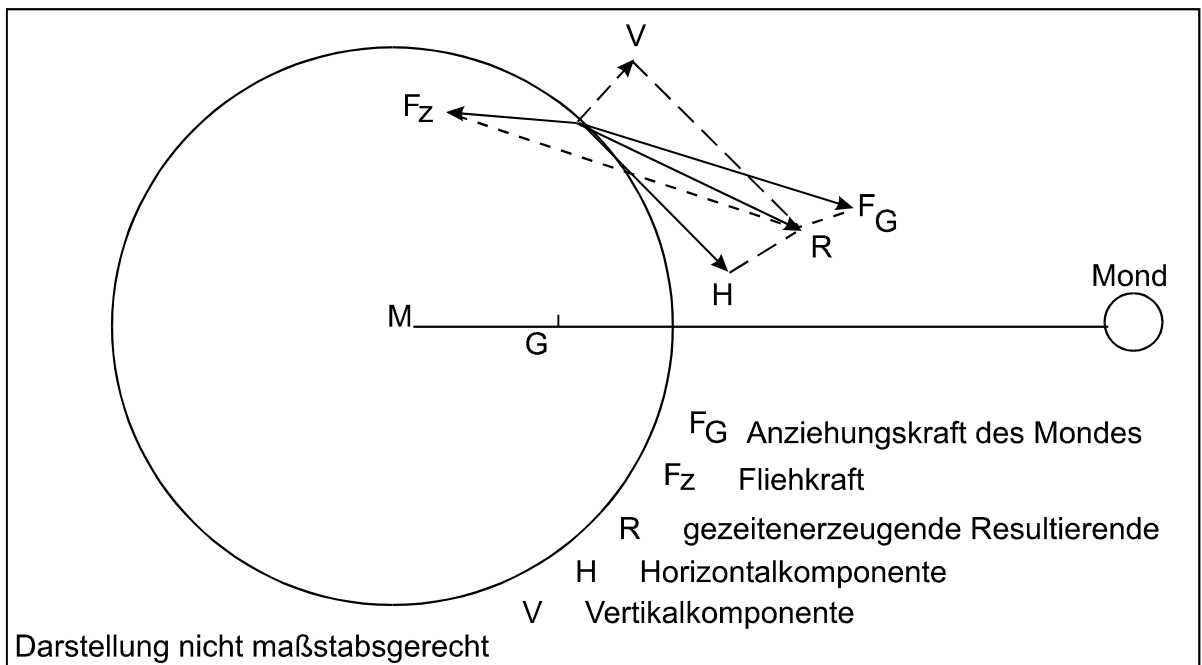


Abbildung 2 Die gezeitenerzeugende Horizontalkomponente an einem Ort der Erde

Die durch die Horizontalkomponente H zum Strömen gebrachten Wassermassen fließen auf der mondnahen Erdhälfte zum Bildpunkt des Mondes, auf der mondfernen Erdhälfte zum Gegenpunkt des Bildpunktes. Um Bild- und Gegenpunkt bildet sich je ein Wasserwulst, (Hochwasser), während auf dem Großkreis, der die mondnahe von der mondfernen Erdhälfte trennt, (Niedrigwasser) herrscht (Kreis mit der Zahl 6 in Abb. 4)

Diese HW und NW folgen nun theoretisch dem Mond auf seiner täglichen Bahn um die Erde, so dass (fast) alle Punkte der Erde im Verlauf eines Mondtages von 24h 50min Dauer 2 HW und 2 NW haben.

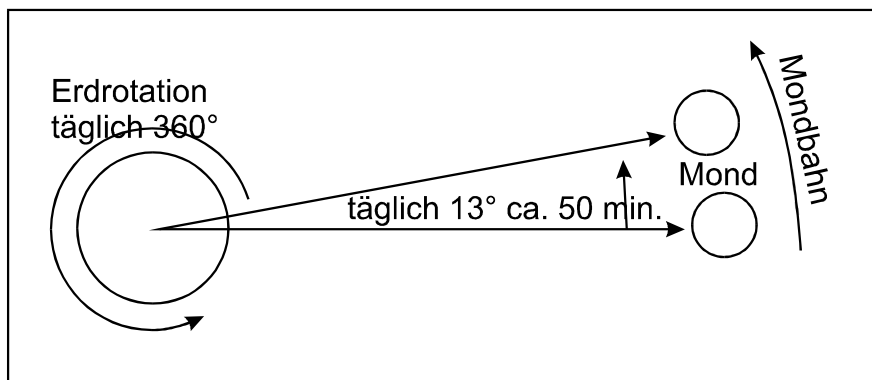


Abbildung Zeitunterschied zwischen Mond- und Sonnentag

Dieser Ablauf der Gezeitenerscheinung kann durch eine Reihe von regionalen Einflüssen so verändert werden, dass entweder

halb tägige Gezeitenform	2 HW, 2 NW im Mondtag oder eine
gemischte Gezeitenform	2 HW, 2 NW, die sich aber in Zeit und Höhe merklich unterscheiden, oder eine
eintägige Gezeitenform	1 HW, 1 NW

auftreten kann.

Solche Einflüsse sind:

- ständige Änderung der Stellung von Erde, Mond und Sonne zueinander,
- Wassermassen in ständig wechselnder Lage zu Sonne und Mond infolge Erdrotation,
- Ablenkung der Gezeitenströme infolge Erddrehung,
- die Einwirkung der gezeitenerzeugenden Kräfte auch auf tiefes Wasser,
- Gestalt und Größe der Meeresbecken (Eigenschwingung der Wassermassen),
- Küsten- und Bodenformen (Buchten, Schelfmeer),
- Beeinflussung von Nebenmeeren durch Ozeane (z.B. Nordsee)

Das Fließen des Wassers tritt, wie erwähnt, als **primäre Erscheinung** auf. Die Stromgeschwindigkeiten sind im freien Seeraum wesentlich geringer als in den Küstengebieten.

Der Küstenverlauf aber führt zu starken Veränderungen der ozeanischen Gezeitenwellen. Die Wassermassen werden an den Küsten aufgestaut. Es tritt jetzt die **sekundäre Erscheinung** ein, das Ansteigen des Wassers, das in trichterförmigen Buchten und Flussmündungen einen besonders großen Tidenhub hervorruft.

In den Gezeitentafeln sind teilweise Gebiete abgebildet (so z. B. von der Deutschen Bucht) mit Linien gleichen mittleren Springtidenhubs. So beträgt z.B. der mittlere Springtidenhub in der Straße von Dover 6 m, in der Deutschen Bucht in der Nähe von Helgoland nur 3 m und ca. 100 km NW-lich davon nur noch 1 m. Gleiche Angaben befinden sich in den Seehandbüchern des Englischen Kanals. Im Bristol Kanal ist der mittlere Springtidenhub 11 bis 12 m, während er vor dem Eingang des Bristol Kanals (in der irischen See) nur ca. 4 m beträgt. Ähnliches kann man auf der französischen Seite des Englischen Kanals bei St. Malo beobachten, wo ebenfalls ein mittlerer Springtidenhub von über 11 m eintritt, während im mittleren Bereich des Englischen Kanals zwischen Frankreich und England "nur" 5 m anzutreffen sind.

Das wie in einen Trichter einfließende Wasser wird also immer mehr eingeengt und führt im Inneren des Trichters bei Flut zu einem starken Heben und bei Ebbe zu einem starken Senken des Wasserspiegels. Dagegen beträgt der mittlere Springtidenhub in der mittleren Nordsee, wo keinerlei Stauerscheinungen auftreten können, nur ca. 0,5 bis 1 m.

### **1.1 Ungleichheiten**

Die Veränderungen bzw. Abweichungen der einzelnen Tidewerte von entsprechenden Mittelwerten heißen Ungleichheiten, wenn sie astronomisch bedingt sind, d. h. ihre Ursache in den unterschiedlichen Stellungen der beteiligten Himmelskörper zueinander haben.

Man unterscheidet Ungleichheiten in der Zeit und in der Höhe.

Die wichtigsten Ursachen sind die wechselnden Stellungen von Sonne, Erde und Mond zueinander (Mondalter, Mondphasen).

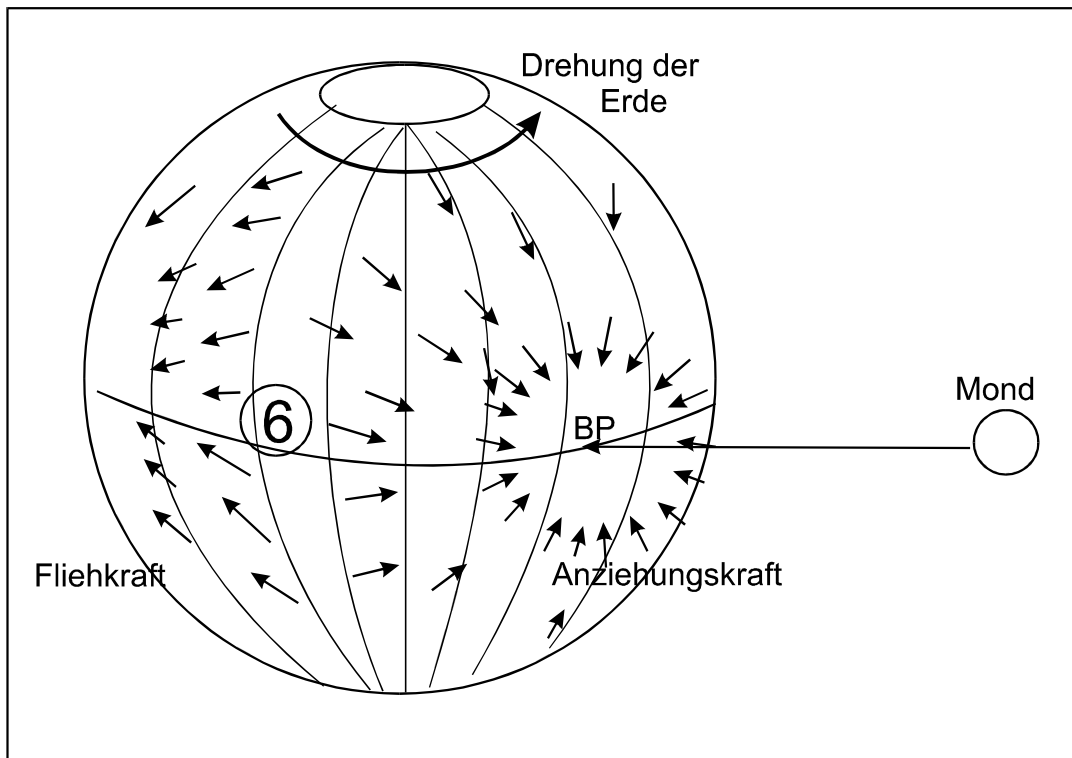


Abbildung Wasserberg am BP des Mondes und an dessen Gegenpunkt

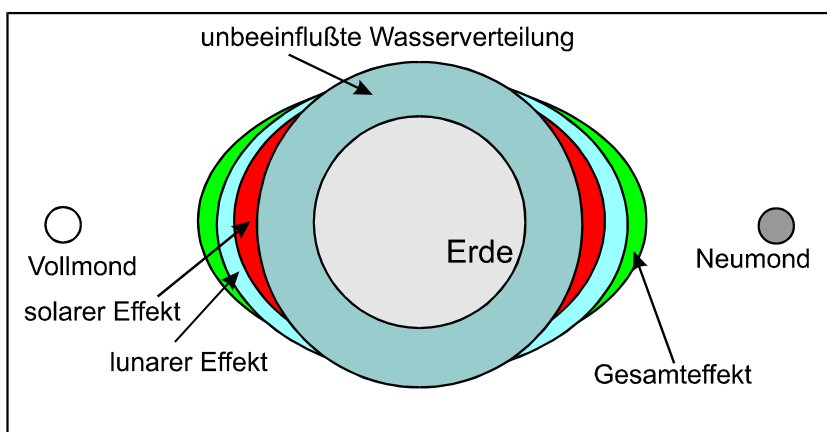


Abbildung Wasserverteilung zur Springzeit

## 1.2 Halbmonatige Ungleichheit

Im Verlauf eines synodischen Monats von ca. 29,5 Tagen (von Neumond bis Neumond) treten auf

- zweimal Springzeit (= besonders hohe HW, besonders niedrige NW und zwar bei Neumond und bei Vollmond, wenn also Sonne-Erde-Mond in einer Ebene stehen, so dass die Wirkung des Mondes durch die der Sonne verstärkt wird) und
- zweimal Nippzeit (= besonders niedrige HW und besonders hohe NW, und zwar bei EV und LV des Mondes, wenn Sonne-Erde-Mond im rechten Winkel zueinander stehen, so dass die Wirkung durch des Mondes durch die der Sonne teilweise aufgehoben wird)

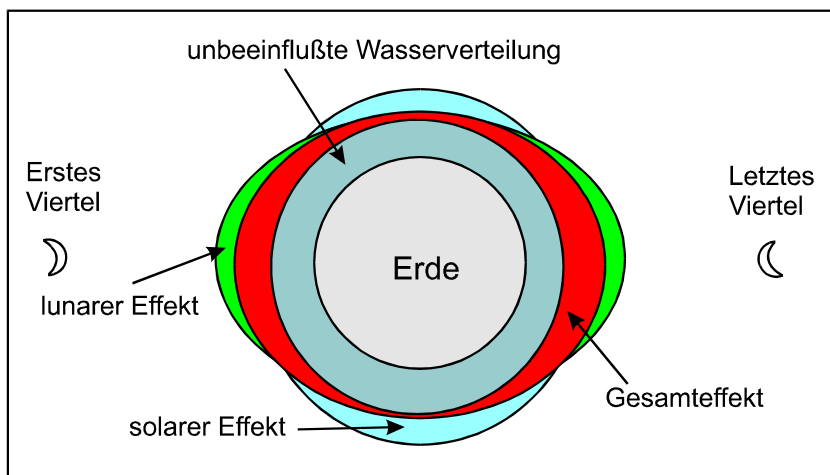


Abbildung Wasserverteilung zur Nippzeit

Der Einfluss der Sonne ist etwa halb so groß wie der des Mondes.  
Auf freier See bewirken im Durchschnitt:

der Mond		die Sonne	
HW	+ 35 cm	HW	+ 18 cm
NW	- 18 cm	NW	- 8 cm
TH	53 cm	TH	24 cm

Diese unterschiedlichen Gezeitenerscheinungen, Alter der Gezeit (AdG) genannt, treten aber nicht genau beim Eintritt der ursächlichen Mondphase auf, sondern (bei halbtägiger Gezeitenform) um einen örtlich charakteristischen Zeitunterschied, **die Springverspätung**, später. Wegen ihrer nur geringen Abweichung davon bleibt die Nippverspätung als eigenständige Rechengrundlage außer Betracht.

Das Alter der Gezeit hat Bedeutung, für

- die Wahl der mittleren Tidenkurve
- die Bestimmung der Höhenunterschiede (HUG)
- die Wahl der mittleren Gezeitenwerte unter den Tidenkurven (GT)
- die Bestimmung von Gezeitenstromstärken.

Neben den meist markanten Höhenunterschieden in Abhängigkeit der Mondphasen treten auch zeitliche Abweichungen auf: die gegenseitige Beeinflussung der Sonnen- und Mondkräfte verändert durch Verzögerung/Beschleunigung des Gezeitenstromes die Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser. Für manche Orte kann diese Abweichung so groß sein, dass sie berücksichtigt werden muss. Die Berichtigungswerte für die mittleren ZUG können, in Abhängigkeit von den Eintrittszeiten des Hochwassers bzw. Niedrigwassers am Bezugsort, der Tafel 5 in Teil III entnommen werden.

Während die halbmonatige Ungleichheit in der navigatorischen Praxis bedeutsam ist, sind weitere Ungleichheiten nur für die Meereswissenschaftler interessant.

### **1.3 Monatliche und paralaktische Ungleichheit**

Mit wechselndem Abstand des Mondes (von Perigäum-Erdnähe über Apogäum-Erdferne bis Perigäum = anomalistischer Monat) ändert sich:

- die Mondanziehungskraft
- die Lage des Systemschwerpunktes
- die Rotationsgeschwindigkeit von Erde/Mond um den gemeinsamen Systemschwerpunkt und damit die Fliehkraft, so dass als Folge auch die Stärke der Gezeitenerscheinungen schwanken muss.

### **1.4 Deklinationsgleichheit**

Steht der Mond außerhalb des Äquators, dann liegen sein Bildpunkt und dessen Gegenpunkt auf verschiedenen Erdhälften. Damit ist die Symmetrie an einem Punkt der Erdoberfläche (P und P' im oberen und unteren Bild der Abb. 7) gestört, so dass die beiden HW eines Tages in der Höhe stark von einander abweichen.

Die **tägliche Ungleichheit** hat dieselbe Ursache mit der Folge, dass Steigdauer (SD) und Falldauer (FD) eines Tages sich stark voneinander unterscheiden.

### 1.5 Die tägliche Ungleichheit in der Höhe der Gezeit

Es treten Unterschiede in der Höhe der täglichen HW und NW auf, die als tägliche Ungleichheit der Höhe der Gezeit bezeichnet werden. Ein Blick in die Gezeitentafel des beliebigen Ortes lässt das sofort erkennen. Fast jeder Tag hat ein höheres und ein etwas niedrigeres HW bzw. NW.

Wie die tägliche Ungleichheit entsteht, zeigt die Abb. 7.

Ursache ist die Deklination des Mondes, die im Laufe eines Monats sowohl nördlich als auch südlich sein kann. Im Bild oben steht der Mond bei der Kulmination nördlich des

Äquators. Folgerichtig liegt auch auf der Nordhalbkugel der Bildpunkt (BP) des Mondes, in dessen Bereich sich der durch die Anziehungskraft erzeugte Flutberg befindet. Auf der mondfernen Seite der Erde befindet sich im Gegenpunkt des Bildpunktes, also jetzt auf der Südhalbkugel, der überwiegend durch die Fliehkraft erzeugte zweite Flutberg.

Der um die Erde gezeichnete **lunarer Gezeiteneffekt** zeigt stark überhöht die durch die gezeitenerzeugenden Kräfte hervorgerufenen Deformationen einer ganz mit Wasser bedeckten Erdoberfläche. Da sich nun aber die Erde um die eigene Achse (N-S) dreht, (in der folgenden Abb. von links nach rechts) bleibt der dem Mond zugewandte Flutberg schwerpunktmäßig immer auf der Nordhalbkugel und der durch die Fliehkraft entstehende immer auf der Südhalbkugel.

Für den Punkt P auf der Erde ist damit das Hochwasser HW1 höher als das Hochwasser HW2, das der Ort „P“ einen halben Mondtag später erreicht, wenn sich der Punkt „P“ nach „P'“ verlagert hat. Die Linie P - P' - P bezeichnet den Weg, den der Ort „P“ beschreibt bei einer Umdrehung der Erde um ihre Achse. In „P“ ist der darüber liegende Flutberg wesentlich höher als in P'. Weil aber der Mond im Verlauf einer Erdumkehrung (24h) sich gleichsinnig um ca. 13° weiterbewegt, erreicht „P“ erst nach 12h 25 min (ein halber Mondtag) den Wasserberg bei P' und nach weiteren 12h 25 min den bei P.

Befindet sich der Mond südlich des Äquators (siehe Abb. 7 unten), so sind die Verhältnisse umgekehrt. Auf der Nordhalbkugel ist der dem Mond zugewandte Flutberg HW1 niedriger als Flutberg HW2 auf der mondfernen Erdhälfte. Steht der Mond hingegen auf oder nahe dem Äquator, dann herrschen symmetrische Verhältnisse: beide Flutberge HW1 und HW2, sind gleich groß (Abb. 7 in der Mitte).

Die infolge der Änderung der Deklination wechselnden Stellungen des Mondes zur Erde sind also als Ursache für die täglich unterschiedlichen (und wechselnden) Eintrittshöhen der Hoch- und Niedrigwasser erkennbar.

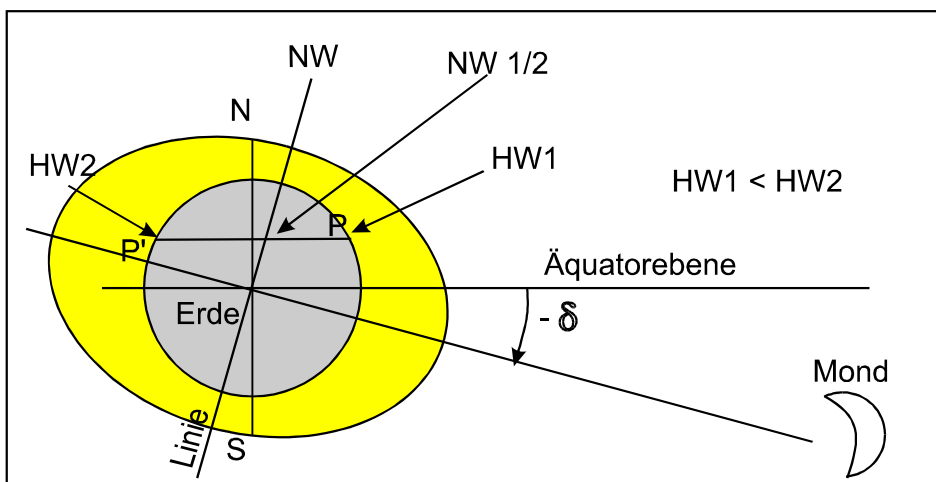
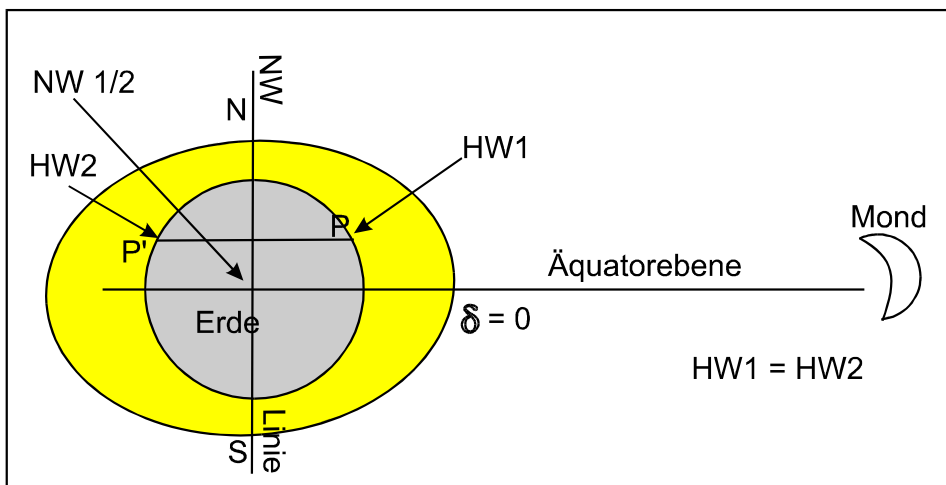
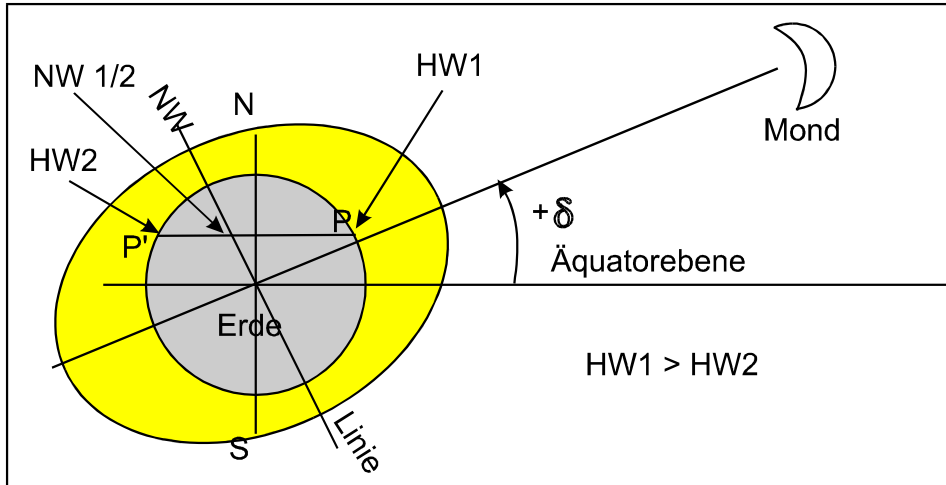


Abbildung Einfluss der Monddeklinaton auf die Gezeiten

## **1.6 Meteorologische Einflüsse**

Die Vorhersagen in Gezeitenunterlagen gründen sich ausschließlich auf berechenbare astronomische Ursachen. Wasserstandsschwankungen und Gezeitenstromänderungen (Richtung und Stärke) aufgrund meteorologischer Einflüsse können nicht vorhergesagt werden, weil sie zeitlich und örtlich zu unregelmäßig auftreten.

Meteorologische Einflüsse verursachen Abweichungen zwischen der in Gezeitenunterlagen vorhergesagten und der **aktuellen** Tide hauptsächlich durch starken und/oder lang anhaltenden Wind oder durch ungewöhnlich hohen oder niedrigen Luftdruck. Nach den einführenden Bemerkungen in den A.T.T. kann ein um ca. 34 hPa vom mittleren Luftdruck abweichender Luftdruck eine Differenz von ca. 0,3 m verursachen. Niedriger Luftdruck bewirkt höhere Höhen, hoher Luftdruck bewirkt niedrigere Höhen als die vorhergesagten Werte.

Näheres ergibt sich aus den entsprechenden Seehandbüchern. Dennoch kann man sagen, dass (großräumige) Luftdruckunterschiede unmittelbar nur einen relativ geringen Einfluss haben. Starker Wind aber kann zu erheblichen Abweichungen bei Eintrittszeiten und Höhen bei Gezeitenströmen führen. Die vom Wind verursachten Höhenabweichungen hängen von Windrichtung und -stärke und von den geographischen Gegebenheiten ab.

Auflandige Winde verursachen dabei in der Regel höhere Wasserstände, ablandige Winde dagegen niedrigere Wasserstände. Die Abweichungen der Höhe der Gezeit können an der deutschen Nordseeküste und auf den deutschen Seeschiffahrtsstraßen ein ungewöhnliches Ausmaß erreichen. So kann starker Wind aus W bis NW auf der Elbe zu 2 bis 3 m höheren Wasserständen führen, während E-Wind um 6 Bft. häufig zu deutlich niedrigeren Wasserständen führt.

**Grundsatz:** 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.

Ergänzend zu den Vorausberechnungen in den GT gibt das BSH zweimal täglich Vorhersagen heraus über die Beträge, um die das nächst folgende Hochwasser in den Häfen an der deutschen Nordseeküste unter Berücksichtigung auch der meteorologischen Verhältnisse vom mittleren Hochwasser abweichen wird. Für den deutschen Bezugsort ist das mittlere Hochwasser (MHW) in den Darstellungen der mittleren Tidenkurven in Teil I angegeben. Bei Gefahr außergewöhnlicher Abweichungen von MHW werden diese Vorhersagen als „Sturmflutwarnungen“ oder „Warnungen an die Schifffahrt“ angekündigt. (vgl. Nautischer Funkdienst Band I, Sprechfunk für Küstenschifffahrt und „Jachtfunkdienst Nord- und Ostsee“). Windeinfluss auf die Wasserstände ist am stärksten in Seichtwassergebieten, also vorwiegend in Küstennähe. Auf Tiefwasser bleibt er wahrscheinlich innerhalb mäßiger Grenzen.

Da es fast täglich Abweichungen zwischen den vorausberechneten und der akuten Tide gibt, ist es wenig sinnvoll und völlig praxisfremd, die Gezeitenberechnungen auf Zentimeter aufzumachen, sondern man rechnet in Dezimetern, wie dieses sowohl in GT als auch in den A.T.T. geschieht.

## 2 Begriffe in der Gezeitenkunde

### 2.1 Abkürzungen und Bezeichnungen

Die Begriffe zwischen den deutschen Gezeitentafeln und den englischen Admiralty Tide Tables (A.T.T.) weichen teilweise voneinander ab. Englische Schreibweisen der Abkürzungen entsprechen nicht den deutschen DIN 13312.

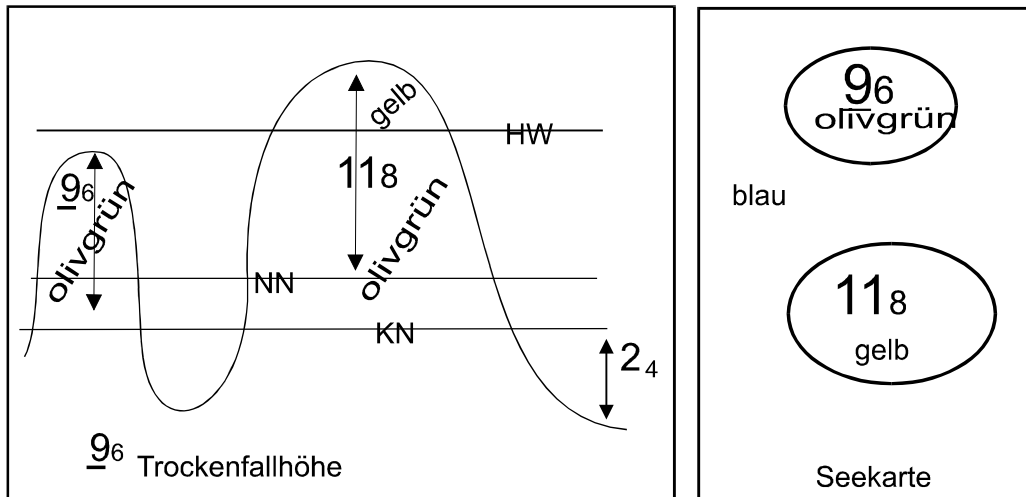
Siehe auch im Begleitheft Seite 8 deutsche und englische Abkürzungen

- **Flut** ist das Steigen des Wassers vom NW zum darauffolgenden HW
- **Ebbe** ist das Fallen des Wassers vom HW zum folgenden NW
- **Hochwasser** (HW) Eintritt des höchsten Wasserstandes
- **Niedrigwasser** (NW) Eintritt des niedrigsten Wasserstandes
- **Hochwasserzeit** (HWZ) Zeitpunkt des höchsten Wasserstandes
- **Niedrigwasserzeit** (NWZ) Zeitpunkt des niedrigsten Wasserstandes
- **Hochwasserhöhe** (HWH) Höhe (m) des höchsten Wasserstandes
- **Niedrigwasserhöhe** (NWH) Höhe (m) des niedrigsten Wasserstandes, negative NWH = unter Kartennull, sind Trockenfallhöhen, z.B.  $\underline{25}$  m in der Seekarte
- **Steigdauer** (SD) Zeit in h, vom NW bis zum folgenden HW, Dauer der Flut
- **Falldauer** (FD) Zeit in h, vom HW bis zum folgenden NW, Dauer der Ebbe
- **Tidenstieg** (TS) Höhenunterschied zwischen einer HWH und der vorhergehenden NWH
- **Tidenfall** (TF) Höhenunterschied zwischen einer HWH und der folgenden NWH
- **Tidenhub** (TH) ist das arithmetische Mittel aus TS und TF,  $TH = (TS + TF) / \frac{1}{2}$
- **Tide** Zeitraum von einem NW bis zum darauffolgenden NW
- **Zeitunterschied der Gezeit** (ZUG) Zeitunterschied zwischen Bezugsort (StP) und Anschlussort (SecP)
- **Höhenunterschied der Gezeit** (HUG) Höhenunterschied zwischen Bezugsort und Anschlussort

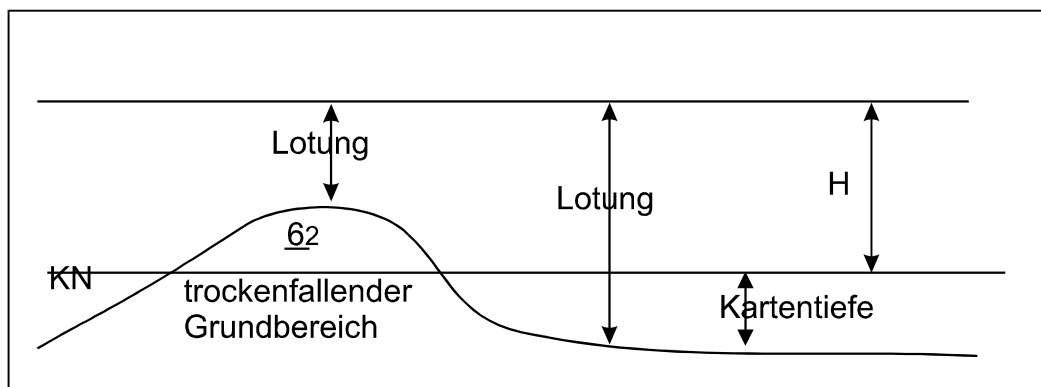
- **Höhe der Gezeit** (H) der auf das Kartennull bezogene jeweilige Wasserstand, kann positiv bzw. negativ sein. Die vorausberechneten Höhen im Part z.B. 1. Jan. 2005 Helgoland: HW 2:55 MEZ Höhe 3,2 m, NW 9:43 MEZ 0,6 m. Wir rechnen Wassertiefe (WT) = Kartentiefe (KT) + Höhe der Gezeit
- **Mittlere** ... einem Gezeitenwert vorgesetzt: es handelt sich um den bestbekanntesten Mittelwert, der auf einer längeren Beobachtungsreihe beruht, z.B. mittleres HW
- In den Gezeitentafeln werden gewöhnlich angegeben:
  - Mittlere Hochwasser-Zeitunterschiede
  - Mittlere Niedrigwasser-Zeitunterschiede
  - Hochwasser-Höhenunterschiede zur Springzeit
  - Hochwasser-Höhenunterschiede zur Nippzeit
  - Niedrigwasser-Höhenunterschiede zur Springzeit
  - Niedrigwasser-Höhenunterschiede zur Nippzeit
- **Tide Level** (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.
- **High of the Tide** (Höhe der Gezeit) ist ein Wasserstand (Gezeitenwasserstand = Tidal Height), der auf das örtliche Seekartennull bezogen ist.
- **Rising Tide** / Rise of Tide (Flut) ist das Steigen des Wassers von einem Niedrigwasser bis zum folgenden Hochwasser.
- **Falling Tide** / Fall of Tide (Ebbe) ist das Fallen des Wassers von einem Hochwasser bis zum folgenden Niedrigwasser.
- **Duration of Rise** (Steigdauer oder Flutdauer) ist der Zeitraum von einem Niedrigwasser bis zum folgenden Hochwasser.
- **Duration of Fall** (Falldauer oder Ebbedauer) ist der Zeitraum von einem Hochwasser bis zum folgenden Niedrigwasser.
- **Tide Curve** (Tidenkurve) ist die zeichnerische Darstellung einer bestimmten Tide.
- **High Water** (HW) ist der Eintritt des höchsten Wasserstandes einer Tide beim Übergang vom Steigen zum Fallen.
- **High Water Height** (HWH) ist die Höhe der Gezeit beim Hochwasser.
- **Low Water** (LW) ist der Eintritt des niedrigsten Wasserstandes zwischen zwei aufeinanderfolgenden Tiden beim Übergang vom Fallen zum Steigen.
- **Low Water Height** (LWH) ist die Höhe der Gezeit beim Niedrigwasser.

- **Range of the Rising Tide** (Tidenstieg) ist der Betrag, um den das Wasser während der Flut steigt, also der Unterschied zwischen einer Niedrigwasserhöhe und der folgenden Hochwasserhöhe.
- **Range of the Falling Tide** (Tidenfall) ist der Betrag, um den das Wasser während der Ebbe fällt, also der Unterschied zwischen einer Hochwasserhöhe und der folgenden Niedrigwasserhöhe.
- **Range of the Tide** (Tidenhub) ist das arithmetische Mittel aus dem Stieg und Fall einer Tide.
- **Ungleichheit** ist die astronomisch bedingte Abweichung eines einer einzelnen Tide zugehörigen Gezeitenwertes von dem entsprechenden Mittelwert. Man unterscheidet Ungleichheiten in Zeit und Höhe.
- **Halbmonatige Ungleichheit** ist eine Ungleichheit, die von der Mondphase abhängt. Ihre Periode ist der halbe synodische Monat von 14,765 Tagen, Schwankung  $\pm 1$  Tag (synodischer Monat ca. 29,5 Tage von Neumond bis Neumond).
- **Springs** (Springzeit) ist die Zeit, in der die halbmonatige Ungleichheit in der Hochwasserhöhe am größten ist. Die Springzeit ist mit Neumond und Vollmond verknüpft. Während der Springzeit treten die höchsten Hochwasser und die niedrigsten Niedrigwasser ein sowie die stärksten Gezeitenströme auf. Es ist der Zeitraum zwischen Neumond bzw. Vollmonde und der Springzeit.
- **Neaps** (Nippzeit) ist die Zeit, in der die halbmonatige Ungleichheit in der Hochwasserhöhe ebenfalls groß, aber negativ ist. Die Nippzeit ist mit den Mondphasen Erstes Viertel und Letztes Viertel verknüpft. Während der Nippzeit treten die niedrigsten Hochwasser und die höchsten Niedrigwasser ein sowie schwache Gezeitenströme auf.
- **Means** (Mittzeit) ist die in der Mitte zwischen Spring- und Nippzeit bzw. zwischen Nipp- und Springzeit liegende Zeit.
- **Springverspätung** ist der Zeitunterschied zwischen dem Eintritt der Mondphase Vollmond oder Neumond und der Springzeit. Siehe A.T.T. jeweils oberhalb der mittleren Tidenkurve. Springs occur .. Tage after New and Full Moon.
- **Standard Port** (Bezugsort) ist ein Ort, für den in den Gezeitentafeln ausführlich berechnete Eintrittszeiten und Höhen der Hoch- und Niedrigwasser angegeben sind.
- **Secondary Port (Anschlussort) ist ein Ort, für den in den Gezeitentafeln keine ausführlichen Gezeitenvorausberechnungen**, sondern nur Gezeitenunterschiede gegen einen Standard Port angegeben sind.

- **Differences and Seasonal Changes** sind die Verbesserungen, die man an die Hoch- und Niedrigwasserzeiten und -höhen eines Bezugsortes anbringen muss, um die Hoch- und Niedrigwasserzeiten und -höhen für einen Anschlussort zu erhalten.
- **Halbtägige Gezeiten** sind solche, bei denen im Laufe eines Mondtages zwei Hochwasser und zwei Niedrigwasser eintreten.
- **Eintägige Gezeiten** sind solche, bei denen im Laufe eines 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 (Steig-/Falldauer) stark voneinander unterscheiden.
- **Pegel** sind Messskalen, an denen Wasserstände abgelesen werden können. Stimmt der Pegelnullpunkt mit dem örtlichen Seekartennull überein, stellt der abgelesene Wasserstand die Höhe der Gezeit dar und kann unmittelbar an die Kartentiefe angebracht werden. Solche Pegel für die Zwecke der Schifffahrt heißen "Schifffahrtspegel" und sind durch ein Schild mit gleichlautender Aufschrift gekennzeichnet.  
Alle übrigen Pegel sind unbezeichnet und heißen Betriebspegel; ihr Nullpunkt liegt gewöhnlich 5 m unter dem Normalnull, so dass die Anzeige eines Betriebspegels nicht mit den Tiefenangaben einer Seekarte in Beziehung gesetzt werden darf. Nullpunkt eines Betriebspegels kann aber auch die Schwelle einer Dock- oder einer Schleuseneinfahrt sein.
- **Chart Datum** (CD) (Seekartennull = KN) ist ein ausgewähltes Niveau, auf das sich alle Tiefenangaben in einer Seekarte beziehen. In Gewässern, in denen keine oder nur geringe Gezeiten auftreten, stimmen Kartennull und mittlerer Wasserstand (nahezu) überein. In Gezeitengebieten hingegen ist das KN so festgesetzt, dass der aktuelle Wasserstand nicht oder doch nur selten darunter sinkt, so dass in der Regel die in der Karte angegebenen Wassertiefen auch bei Niedrigwasser verbleiben. Das CD liegt also an einem Ort bzw. in einem Gebiet um so tiefer, je größer dort der Tidenhub ist.
- **LAT** Ab Jan. 2005 gilt im Englischen Kanal und in der Deutschen Bucht ein einheitliches Seekartennull: LAT. „Lowest Astronomical Tide“ Dieses entspricht dem Niveau des niedrigstmöglichen Gezeitenwasserstands. Das LAT liegt im Bereich der Nordseeküste um etwa 0,50 m unterhalb des bisherigen MSpNW. Die Seegebiete werden bis 2012 neu vermessen. Die Seekarten werden nach und nach auf diese neue Bezugshöhe umgestellt. Benutzt man eine Seekarte mit Bezugshöhe MSpNW (MLWS), so ist das Kartennull um 0,5 m zu reduzieren.

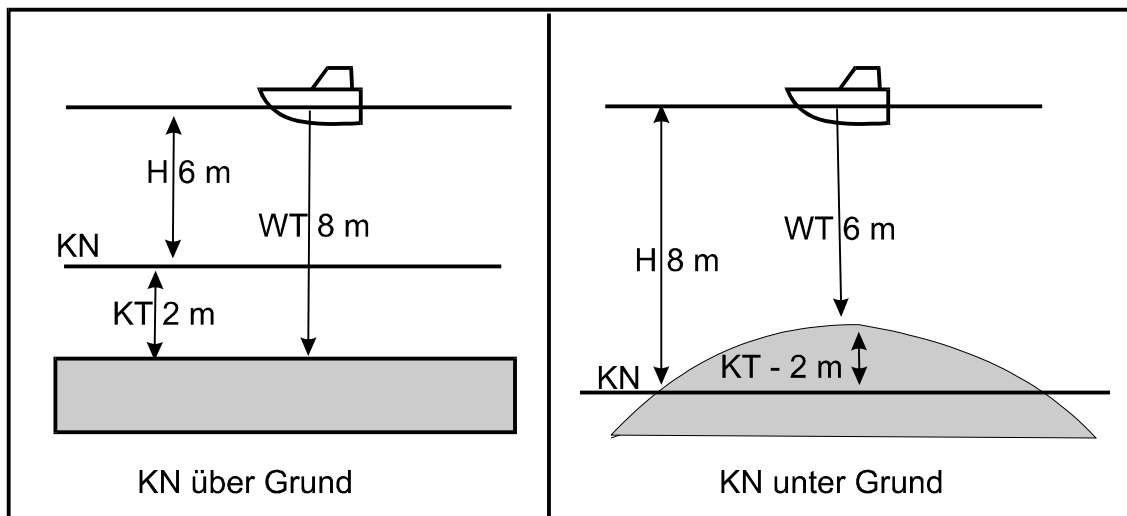


- Im Gezeitenrevier sind weite Flächen nicht ständig, sondern nur bei Hochwasser überflutet. Dieses Gebiet ist in deutschen Seekarten mit olivgrüner Farbe gekennzeichnet. Die Höhe liegt über KN und wird mit einer unterstrichenen Ziffer in der Seekarte angegeben, z. B. 26
- **Trockenfallen** wurde bewusst geplant. Das Unterwasserschiff muss dafür geeignet sein. Beim Aufsetzen kann der Propeller oder die Ruderanlage beschädigt werden. Man sollte nicht an Großschiffahrtswegen, in Naturschutzgebieten, in Seegatten sowie in Gebieten vor den Inseln zur See trockenfallen. Das Boot soll aufrecht stehen, sonst kann es bei auflaufendem Wasser voll laufen.



- **Festkommen** ist nicht in unserem Sinne geplant. Bei einer Wattfahrt ist es von Vorteil, bei auflaufendem Wasser die Fahrt zu planen.

- **Höhe der Gezeit** und Wassertiefe. Nur mit der Kartentiefe können wir uns in einem Tidengewässer orientieren. Bei einer Lotung müssen wir den veränderlichen Gezeitenanteil (also die Höhe der Gezeit) aus der Lotung herausrechnen. So erhalten wir das KN und können dieses mit der Tiefenangabe in der Seekarte vergleichen.



- Linkes Bild:  $WT = H + KT$ ,  $H = WT - KT$
- Rechtes Bild  $WT = H - KT$ ,  $H = WT + KT$  (Trockenfallhöhe)
- **Höhenangaben** über KN: Die Höhenangaben über KN für trockenfallende Gebiete sind in Meter und Dezimeter angegeben. Die Meterzahl ist unterstrichen.
- **Tiefenangaben:** Die Tiefen sind
  - von 0,1 bis 20,9 in Metern und Dezimetern
  - von 21 bis 31 in Metern und ½ Meter
  - größere Tiefen in vollen Metern angegeben.
- **Durchfahrtshöhen** können sich auf eine höher liegende Bezugsfläche beziehen als andere Höhen. Sie sind
  - von 0,1 bis 10 in Metern und Dezimetern
  - darüber in vollen Metern angegeben
  - (Die Höhen sind in der Seekarte unter Bemerkungen nachzulesen)

## Durchfahrtshöhen unter geschlossenen Brücken

- Eine Durchfahrt ist bei einer bestimmten Höhe der Gezeit nicht mehr möglich
- Durchfahrtshöhen werden in der Seekarte wie folgt dargestellt: zwischen 2 waagerechten Strichen

24 siehe auch Karte 1/ INT 1, Seite 32

- 24 bedeutet: Durchfahrtshöhe in m über z.B. mittlerem HW (lt. ev. Hinweis im ShB)
- Seite 32 Karte 1 ist die Durchfahrtshöhe über „HAT“ angegeben, das bedeutet „Höchstmöglicher Gezeitenwasserstand“ (Highest Astronomical Tide)
- Im Seehandbuch wird meistens ausdrücklich gesagt, auf welchen Wasserstand sich die Durchfahrtshöhe bezieht. Fehlt diese Angabe und steht dort nur „Durchfahrtshöhe“, dann gilt „über mittlerem HW“
- in einem tidenfreien Revier (Ostsee, Mittelmeer) liegt die Durchfahrtshöhe über dem mittlerem Wasserstand
- in einem Tidenrevier muss die MHWH abhängig vom Alter der Gezeit ermittelt werden
- so gibt es ein MHWH zur Springzeit und zur Nippzeit
- siehe auch ATT z.B. Helgoland MHWS = 2,7 m und MHWN = 2,4 m
- das bedeutet: zur Springzeit gilt für den Standard Port Helgoland eine MHWH von 2,7 m, zur Nippzeit 2,4 m
- nun sind wir aber nicht immer an einem Standard Port.
- sind wir in der Nähe von Emden (Nr.1475), so müssen wir den Höhenunterschied der Gezeit (HUG) berücksichtigen
- der HUG für Emden beträgt zur Springzeit + 0,9 m und zur Nippzeit + 0,8 m
- Ermittlung MHWH für Emden:
  - **SpZ** = MHWS (StP) + HUG MHWS (SecP) 2,7 m + 0,9 m = 3,6 m
  - **NpZ** = MHWN (StP) + HUG MHWN (SecP) 2,4 m + 0,8 m = 3,2 m
  - zur Mittzeit muss immer zwischen SpZ und NpZ gemittelt werden

Beispiel für Emden zur Mittzeit (1475):

StP Helgoland	MHWS	2,7 m	
	MHWN	2,4 m	
		<u>5,1 m</u>	gemittelt = 2,6 m

HUG Emden	MHWS	+ 0,9 m	
	MHWN	+ 0,8 m	
		<u>1,7 m</u>	gemittelt = <u>0,9 m</u>

Die MHWH beträgt zur Mittzeit in Emden 3,5 m

Beim Auf- oder Abrunden ist es sinnvoll, so zu runden, dass wir auf der sicheren Seite sind. Im obigen Beispiel HUG Emden = 1,7 m. Der Mittelwert wäre 0,85 m. In diesem Fall habe ich auf 0,9 m gerundet, damit liegt die ermittelte HWH um 0,5 m höher. Damit ist der Raum zwischen MHW und Unterkante Brücke geringer. Somit haben wir eine zusätzliche Sicherheit.

### **3 Admiralty Tide Table**

#### **3.1 Admiralty Tide Tables**

In diesem Kapitel will ich Ihnen einen Überblick verschaffen, wie mit den A.T.T. zu verfahren ist. Im folgenden Kapitel werden einige Beispiel-Berechnungen erläutert. Im Zuge der internationalen Arbeitsteilung auf dem Gebiet der nautischen Veröffentlichungen und aus Gründen der Einsparungen gibt das BSH nautische Publikationen nicht mehr im bisherigen Umfang heraus. Betroffen sind davon:

- Seekarten
- Leuchtfeuerverzeichnisse
- Seehandbücher, sowie
- Gezeitentafeln

Das bedeutet, dass sowohl Berufsschifffahrt als auch die Sportschifffahrt auf andere nautische, vorwiegend britische Publikationen ausweichen müssen. Damit wird das deutsche in sich geschlossene Berichtigungssystem für nautische Publikationen durchbrochen. Ein Benutzer mit deutschen Seekarten und britischen Leuchtfeuerverzeichnissen muss zwei Berichtigungssysteme anwenden (NfS und NTM):

- Berichtigung der deutschen Publikationen nach den NfS
- sowie Berichtigung der britischen Publikationen nach den Notices to Mariners (NTM)

Die A.T.T. decken ab 1998 mit 4 Bänden weltweit alle Küstenbereiche ab:

- Volume 1: United Kingdom and Ireland (including European Channel Ports)
- Volume 2: Europe (excluding United Kingdom and Ireland), Mediterranean Sea and Atlantic Oceans
- Volume 3: Indian Ocean and South China (including Tidal Stream Tables)
- Volume 4: Pacific Ocean (including Tidal Stream Tables)

### **3.2 Part I**

Enthält Gezeitenvorhersagen Höhen und Zeiten der HW + LW am StP. Der Part I ähnelt den deutschen GT. Für jeden Bezugsort (StP) ist eine mittlere Tidenkurve abgebildet, die von den Tidenkurven der deutschen GT abweicht. Der Part I enthält bei den täglichen Vorausberechnungen die Symbole ○ ● der Eintrittsdaten für Vollmond und Neumond. Aus diesen Angaben ermitteln wir die SpV für den jeweiligen StP.

Die Einordnung von Häfen als StP bzw. als SecP entspricht nicht den deutschen GT, so ist Hamburg in den GT ein Bezugsort (BO) in den A.T.T. hingegen ein Anschlussort (SecP). Außerdem können SecP in den A.T.T. einem anderen StP zugeordnet sein als in den GT.

Der Benutzer von Gezeitentafeln muss, wenn er die Wahl hat, immer auf die Tafel zurückgreifen, wo der entsprechende Hafen als StP ausgewiesen ist. Dieses sind die wesentlich genaueren Vorausberechnungen.

Die Angaben für Anschlussorte werden vom deutschen hydrographischen Dienst jahresweise, vom britischen hydrographischen Dienst aber monatsweise gemittelt, was sowohl bei den Zeiten als auch bei den Höhen zu Abweichungen führen kann.

#### **3.2.1 Zeitangaben:**

Zeitangaben erfolgen grundsätzlich in der gesetzlichen Zeit des jeweiligen Landes im Winter. Britische Häfen = Time Zone UT (gilt für das ganze Jahr). Westeuropäische = Time Zone – 0100. Die Time Zonen sind nach „Areas and Time Zones“ gegliedert. So bedeutet z.B. für Cuxhaven „Time Zone –0100“ nicht, dass die Zeiten der LW und HW eine Stunde vor UT/GMT eintreten, sondern das ist nur die Einteilung nach den Areas.

In den Gezeiten- und Kartenaufgaben muss oft zwischen UT, MEZ bzw. MESZ unterschieden werden. Das ist abhängig von der Bordzeit. Bezieht sich die Bordzeit auf MEZ und es sind Uhrzeiten von HW / LW aus britischen Häfen gefragt, so muss von MEZ eine Stunde subtrahiert werden, um auf UT zu kommen. Zum besseren Überblick über die Zeitsystem empfehle ich Ihnen z. B. auf die Seekarte folgenden Hinweis zu schreiben: UT = 12 Uhr, MEZ = 13 Uhr und MESZ = 14 Uhr. So haben Sie einen schnellen Überblick, ob addiert oder subtrahiert werden muss.

#### **3.2.2 Höhenangaben über Kartennull**

Die Höhenangaben über Kartennull für trockenfallende Gebiete sind in Metern und Dezimetern angegeben. Die Meterzahl ist unterstrichen.

### 3.2.3 Höhenangaben über Höhenbezugsflächen

Höhen über Höhenbezugsflächen sind in vollen Metern angegeben.

Die Höhen von Felsen und Inseln sind von 0,1 bis 5,0 in Metern und Dezimetern, darüber in vollen Metern angegeben.

### 3.2.4 Tiefenangaben

Die Tiefen sind von 0,1 bis 20,9 in Metern und Dezimetern, von 21 bis 31 in Metern und halben Metern, größere Tiefen in vollen Metern angegeben. Der geographische Ort einer Tiefenzahl ist die Mitte der Zahl. (Hierzu siehe auch INT „Einleitung“)

### 3.2.5 Durchfahrtshöhen

Durchfahrtshöhen können sich auf eine höher liegende Bezugsfläche beziehen als andere Höhen. Siehe Bemerkungen in der Seekarte. Durchfahrtshöhen von 0,1 bis 10,0 in Metern und Dezimetern, darüber in vollen Metern.

### 3.2.6 Mondphasen

Das Eintreten von Neumond (NM) und Vollmond (VM) ist im Part I der A.T.T. gekennzeichnet. Beispiel: Dover

- Neumond am 10.01.2005
- SpV für Dover = 2 days after New and Full Moon (Siehe oberhalb der mittleren Tidenkurve)
- so ist am 12. Januar 2005 um 12.00 Uhr Mitte (AdG) Mitte Springzeit
- wir rechnen 2 Tage vorher und 2 Tage nachher
- SpZ vom 10.01. ab 12.00 Uhr bis 14.01. 2005 bis 12.00 Uhr
- Erstes (EV) und Letztes Viertel (LV) sind nicht in den A.T.T. enthalten
- Die SpZ und NpZ beträgt immer 4 Tage, wobei die MtZ immer 3 Tage dauert.

### 3.2.7 Mittlere Tidenkurve

Immer wenn wir mit der mittleren Tidenkurve arbeiten, müssen wir das Alter der Gezeit berücksichtigen.

Ermitteln Zeitpunkt einer bestimmten Höhe der Gezeit

- wir markieren auf der LWH-Skala und auf der HWH-Skala die LWH und HWH
- liegt das LW bzw. das HW außerhalb der LW- bzw. HW-Skala, so ist die Skala im gleichen Maßstab zu erweitern.
- LWH und HWH verbinden wir mit einer Geraden
- mit der Höhe der Gezeit gehen wir von oben (HW-Skala) in die Tidenkurve ein, bis zur Verbindungslinie, dann waagrecht nach rechts bis zur Spring- oder Nipptidenkurve und bilden ein Lot auf die Zeitskala
- auf der Zeitskala lesen wir den ZUGHW vor (-) oder nach (+) HW ab

Ermitteln Höhe der Gezeit für einen bestimmten Zeitpunkt

- wir markieren wieder LWH und HWH
- verbinden beide Markierungen mit einer Geraden
- Eingang: mit dem ZUG<sub>HW</sub> von der Zeitscala (von unten)
- Senkrecht nach oben bis zur Spring- / Nipptidenkurve
- waagrecht zur Verbindungslinie und ein Lot auf die Höhe der Gezeit bilden
- Ablesen der Höhe der Gezeit (H)

Wenn wir mit dem Factor die Höhe der Gezeit ermitteln, so ersparen wir uns das Markieren von LWH und HWH sowie das Zeichnen der Verbindungslinie. Die Formel zur Berechnung der Höhe der Gezeit finden wir im Begleitheft.

### 3.3 Part II

Enthält Zeit- und Höhenunterschiede für die Gezeitenvorhersagen am SecP (Secondary Port). Wie auch bei den GT, werden die SecP einem StP zugeordnet.

#### 3.3.1 Zeitunterschiede (ZUG)

Die für den SecP angegebenen Höhen- und Zeitunterschiede sind für HW und LW jeweils die größten und kleinsten Unterschiede, die unter normalen Wetterbedingungen zu erwarten sind. Durch Interpolation wird der Zeitunterschied (ZUG) ermittelt, der an den StP anzubringen ist. Interpolation = Zwischenwertbestimmung. Die Eintrittszeiten am StP bestimmen das jeweilige Wertepaar. Eine Extrapolation zwischen den Wertepaaren ist nicht möglich, das wäre auch grundsätzlich falsch.

$$\text{ZUG}(\text{min}) = \text{ZUG}_1 + (\text{ZUG}_2 - \text{ZUG}_1) \times \frac{T(h) - T_1(h)}{T_2(h) - T_1(h)}$$

ZUG = gesuchter Zeitunterschied der Gezeit am SecP in min

Zug<sub>1</sub> = Zeitunterschied beim Zeitpunkt T<sub>1</sub> (= die 1. Zeitangabe des Wertepaares am StP)

Zug<sub>2</sub> = Zeitunterschied beim Zeitpunkt T<sub>2</sub> (= die 2. Zeitangabe des Wertepaares am StP)

T<sub>1</sub> = 1. Zeitangabe am StP (siehe Kopfzeile vor der aktuellen Zeit T)

T<sub>2</sub> = 2. Zeitangabe am StP (siehe Kopfzeile nach der aktuellen Zeit T)

T = aktuelle Zeit am StP, für den ZUG für den SecP gesucht wird

Die Berechnung des ZUG empfehlen wir mit einem programmierten Taschenrechner zu ermitteln. Die zeichnerische Lösung (siehe Begleitheft) ist umständlich und sehr zeitintensiv.

In den Kopfzeilen der StP sind die Wertepaare der Zeitangaben für HW und für LW angegeben. Siehe Helgoland Nr. (1431). In der Zeile für Hörnum (1423) sind die Zeitunterschiede (ZUG) enthalten.

		Time Differences			
		High Water		Low Water	
1431 Helgoland		0100 and 1300	0600 and 1800	0100 and 1300	0800 and 2000
1423 Hörnum		+ 0223	+ 0218	+ 0131	+ 0137

Beispiel: es wird der ZUG für die aktuelle Zeit am StP um 02:20 MEZ für HW gesucht.

Die aktuelle Zeit (T) liegt zwischen dem Wertepaar 01:00 und 06:00 Uhr. Wäre die aktuelle Zeit 01:00 Uhr so lautet der ZUG + 2 h 23 min.

Wäre die aktuelle Zeit (T) 06:00 Uhr, so würde der ZUG + 2 h 18 min lauten. Die aktuelle Zeit ist aber 02:20 Uhr. So müssen wir zwischen 01:00 und 06:00 Uhr interpolieren. Ergebnis = 2 h 22 min.

Die aktuelle HWZ am StP kann nur zwischen den Wertepaaren 01:00 und 06:00 Uhr bzw. 06:00 und 13:00 Uhr bzw. 13:00 und 18:00 Uhr oder 18:00 und 01:00 liegen. So ist nur eine Interpolation möglich.

Aktuelle Zeit	Innerhalb Wertepaar HW
10:30	06:00 und 13:00
19:40	18:00 und 01:00
16:10	13:00 und 18:00

Beim LW ist ebenso zu verfahren. Achten Sie darauf, dass Sie die Spalten für HW und LW nicht vertauschen. Dieser Fehler wird häufig gemacht. „Der „Kandidat“ bekommt Null Punkte!

### 3.3.2 Höhenunterschiede (HUG)

Bei der Bestimmung der HUG für den SecP geht man davon aus, dass die tatsächlichen Eintrittshöhen (HWH + LWH) am StP sich zu den mittleren HW- und LW-Werten am StP wie die gesuchten Höhenunterschiede für den SecP verhalten. Die Höhenunterschiede werden abhängig vom Alter der Gezeit am StP angebracht. Durch Inter- bzw. Extrapolation wird der jeweils entsprechende Wert ermittelt. Siehe Kopfzeilen 1431 Helgoland.

		Height Differences (in Meters)			
		MHWS	MHWN	MLWN	MLWS
1431 Helgoland		2,7	2,4	0,4	0,0
1423 Hörnum	HUG	- 0,5	- 0,4	- 0,2	0,0

HUG zur HW Zeit

$$\text{HUG} = \text{HUG MHWN} + (\text{HUG MHWS} - \text{HUG MHWN}) \times \frac{\text{HWH} - \text{MHWN}}{\text{MHWS} - \text{MHWN}}$$

HUG zur LW Zeit

$$\text{HUG} = \text{HUG MLWN} + (\text{HUG MLWS} - \text{HUG MLWN}) \times \frac{\text{LWH} - \text{MLWN}}{\text{MLWS} - \text{MLWN}}$$

Zur Bestimmung des Höhenunterschiedes müssen wir zuerst feststellen, ob Seasonal Changes für den StP und oder für den SecP zu beachten ist. Falls ein SC für den StP vorhanden ist, muss dieser von den Eintrittshöhen algebraisch subtrahiert werden. Mit der korrigierten Höhe wird dann der HUG ermittelt.

Beispiel: Die HWH am StP wäre 2,5 m. Welcher HUG für HW ist anzubringen? Wäre die HWH am StP = 2,7 m, würde der HUG = - 0,5 m lauten. Wäre die HWH am StP = 2,4 m, wäre der HUG = -0,4 m. Da die HWH am StP aber 2,5 m beträgt, muss zwischen MHWS = 2,7 m und MHWN = 2,4 m interpoliert werden. Ergebnis = - 0,4 m.

Um den HUG am SecP zu ermitteln, wird für das HW immer zwischen MHWS und MHWN inter- oder auch extrapoliert. Für das LW wird zwischen MLWN und MLWS inter- bzw. extrapoliert. Eine Extrapolation wäre in dem obigen Beispiel, wenn die HWH am StP mehr als 2,7 m bzw. weniger als 2,4 m betragen würde.

Zur Ermittlung von ZUG und HUG empfehlen wir Ihnen einen programmierten Taschenrechner zu benutzen. Wenden Sie sich bitte an das ABC-Team oder direkt an den Autor eMail (Segel.Meyer@t-online.de).

Berichtigt werden diese noch mit den sogenannten "Seasonal Changes in Mean Level". Die SC sind jahreszeitlich abhängige Ungleichheiten. Für den StP sind diese SC algebraisch zu subtrahieren. Für einen SecP müssen wir algebraisch addieren. Die SC sind immer unten auf jeder Doppelseite enthalten.

Die SC entfallen, wenn SC "negligible" angegeben ist.

Siehe Part II StP Cuxhaven (1438) SC z.B. im Monat Mai  $-0,1$  m. Der SecP Großer Vogelsand (1437) müsste im Mai mit  $-0,2$  m korrigiert werden. (Siehe Zeile 1421a – 1437a). Mit den korrigierten LWH bzw. HWH des StP wird der HUG ermittelt. Siehe auch Formular A.T.T. zur Berechnung der Höhen und Zeiten für den SecP.

## **4 Übungen mit Admiralty Tide Tables**

### **4.1 Admiralty Tide Tables (A.T.T.)**

Für den Sportseeschiffer- sowie den Spothochseeschifferschein muss die Gezeitenaufgabe nach den A.T.T. gelöst werden. Im Begleitheft sind auch keine Angaben aus den deutschen Gezeitentafeln (GT) vorhanden.

## 4.2 Ermitteln Alter der Gezeit

Die Mondphasen Neu- und Vollmond sind im Part I eines jeden StP angegeben. Die jeweilige Springverspätung befindet sich in der Überschrift zu den mittleren Tidenkurven (Mean- Spring- and Neap Curves), gerundet auf volle Tage.

**Beispiel:** wie lautet das Alter der Gezeit am **17.06.2005** für den StP Helgoland?

- Wir suchen den nächstgelegenen NM/VM (NM am 06.06. VM am 22.06.2005)
- der nächstgelegene NM/VM ist am 22.06.2005. Man geht davon aus, dass um 12.00 Uhr die Mitte der Mondphase liegt. Das ist ausreichend genau genug.
- für Helgoland haben wir mit einer SpV von 3 Tagen zu rechnen (Springs occurs 3 days after New and Full Moon, siehe oberhalb der Tidenkurve)
- wir verschieben den NM um 3 Tage auf den 25.06.2005
- das bedeutet: wir haben in Helgoland am 25.06.2005 um 12.00 Uhr mittags die Mitte der Springzeit
- SpZ und NpZ dauern in den A.T.T. immer jeweils 4 Tage, die MtZ dauert immer 3 Tage
- zur SpZ bzw. NpZ rechnen wir 2 Tage vorher und 2 Tage nachher jeweils 12.00 Uhr (das ist für unsere Rechnung ausreichend genau genug)

○ ●							●	—	→	●			
Datum	16	<b>17</b>	18	19	20	21	<b>22</b>	23	24	<b>25</b>	26	27	28
AdG	NpZ			MtZ			SpZ						

- Springzeit vom 23.06. bis 27.06.2005 jeweils 12.00 Uhr
- Mittzeit vom 20.06. bis 23.06.2005 jeweils 12.00 Uhr
- Nippzeit vom 16.06. bis 20.06.2005 jeweils 12.00 Uhr

Um das AdG zu ermitteln, rechnen wir mit 4 Tagen SpZ bzw. NpZ sowie 3 Tage MtZ. In einem Mond-Monat ergibt das 28 Tage. Da ein synodischer Monat, das ist die Zeit von Neumond bis zum nächsten Neumond, aber  $29 \frac{1}{2}$  Tage dauert, gibt es geringe Abweichungen. Daher müssen wir immer vom nächstgelegenen NM/VM ausgehen. Unsere AdG-Berechnung wird umso genauer, je näher der nächste NM/VM liegt und umso ungenauer, je weiter der nächste NM/VM liegt.

Für die Ermittlung des AdG finden Sie am Ende dieser Lektion eine Seite mit 4 Datumsleisten und einen „Rechenschieber“ mit SpZ, NpZ und MtZ (Siehe unten). Diesen Rechenschieber schneiden Sie bitte aus.

...	01	02	03	04	05	...	26	27	28	29	30	01	02	03	...
-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

SpZ	MtZ	NpZ	MtZ
-----	-----	-----	-----

Beispiel: welches AdG herrscht am 17.06.2005 für Helgoland?

- nächstgelegener NM/VM ist der VM am 22.06.2005
- Springverspätung Helgoland 3 Tage (siehe Tidenkurve)
- nun halten wir den Rechenschieber mit der Mitte der SpZ (siehe Punkt) an den 22. an und verschieben ihn um 3 Tage nach rechts.
- am 25. ist nun die Mitte der SpZ
- NpZ ist vom 16.06. bis 20.06. jeweils 12:00 Uhr

### 4.3 Übung 1 - Bestimmung HWH, LWH am SecP

Wann (nach UTC) treten am 19.04.2005 die H.W. und L.W. mit deren Höhen in der Nähe von Goury auf?

StP: Cherbourg    1600    Time/Height required    Height  
 SecP: Goury    1602    Date    19.04.2005    Time Zone    MEZ  
 Date   24.04.2005    SpV    2 Tage    Status    Neaps

	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW	
Standard Port	5.19	12.09	4,7	2,5	2,2
SC StP (-)			- (-0,1)	- (-0,1)	
StP corrected			4,8	2,6	
Differences	-0.53	- 1.15	+ 1,6	+ 1,0	
SC SecP (+)			+ (-0,1)	+ (-0,1)	
Secondary Port MEZ	04.26	10.54	6,3	3,5	2,8
Time on Board UTC	03.26	09.54			

	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW	
Standard Port	18.04		4,9		2,4
SC StP (-)			- (-0,1)		
StP corrected			5,0		
Differences	- 0.51		+ 1,6		
SC SecP (+)			+ (-0,1)		
Secondary Port MEZ	17.13		6,5		2,9
Time on Board UTC	16.13				

- Schritt 1 suche im Geographical Index den SecP Goury = 1602  
 suche im PART 2 die Nr. 1602 Standard Port ist: Cherbourg
- 2 entnehme am 19.04.2005 die HWH, LWH und Zeiten von Cherbourg
- 3 Cherbourg hat die Nr. 1600, für die Nr. 1581b bis 1602 sind für den Monat April - 0,1 m Seasonal Changes angegeben. Diese Korrektur gilt für die HWH und LWH. Die SC für den StP ist immer algebraisch zu subtrahieren! Mit der korrigierten HWH / LWH am StP wird der HUG ermittelt.
- 4 zur Berechnung der ZUG müssen wir bei den A.T.T. zwischen den Wertepaaren interpolieren:
- |       |      |       |        |        |
|-------|------|-------|--------|--------|
| 1. HW | T1 = | 03.00 | ZUG1 = | - 1.00 |
|       | T2 = | 10.00 | ZUG2 = | - 0.40 |
|       | T =  | 05.19 | ZUG =  | - 0.53 |
|       |      |       |        |        |
| 1. LW | T1 = | 10.00 | ZUG1 = | - 1.20 |
|       | T2 = | 16.00 | ZUG2 = | - 1.05 |
|       | T =  | 12.09 | ZUG =  | -1.15  |
|       |      |       |        |        |
| 2. HW | T1 = | 15.00 | ZUG1 = | - 1.00 |
|       | T2 = | 22.00 | ZUG2 = | - 0.40 |
|       | T =  | 18.04 | ZUG =  | - 0.51 |
- 5 zur Ermittlung des HUG müssen wir für das HW zwischen MHWS/MHWN bzw. für das LW zwischen MLWN/MLWS interpolieren. Liegt das aktuelle HW / LW außerhalb, dann müssen wir extrapolieren.  
 Siehe: Height Differences: Cherbourg

StP	MHWS	MHWN	MLWN	MLWS
	6,4	5,0	2,5	1,1
SecP HUG	1,7	1,6	1,0	0,3

1. HW	MHWS	StP =	6,4	HUG SecP =	+ 1,7
	MHWN	StP =	5,0	HUG SecP =	+ 1,6
	HWH	StP =	4,8	HUG =	+ 1,6 m

1. LW	MLWN	StP =	2,5	HUG SecP =	+ 1,0
	MLWS	StP =	1,1	HUG SecP =	+ 0,3
	LWH	StP =	2,6	HUG =	+ 1,0 m

2. HW	MHWS	StP =	6,4	HUG SecP =	+ 1,7
	MHWN	StP =	5,0	HUG SecP =	+ 1,6
	HWH	StP =	5,0	HUG =	+ 1,6 m

- 6 die ermittelten ZUG und HUG des SecP werden an die Werte des StP angebracht
- 7 für den SecP Goury Nr. 1602 müssen wir noch die SC berücksichtigen, diese wird im Gegensatz zum StP algebraisch addiert
- 8 die Addition der Zeiten und Höhen ergeben die Ergebnisse des SecP

Sie haben folgende Möglichkeiten den ZUG bzw. HUG zu ermitteln:

- Zeichnerisch, das ist sehr zeitaufwendig. Beispiele sind im Begeleitheft enthalten.
- Rechnerisch, hierzu benötigen Sie einen Taschenrechner mit den vier Grundrechenarten. Diese Methode ist aber eine sehr unzuverlässige. Sie müssen dabei unbedingt auf die Tastenfolge und das Setzen der Klammern achten. Vergessen Sie z.B. eine Klammer einzugeben, ist das Ergebnis falsch! Wir raten Ihnen von dieser Lösung ab.
- Als sicherste und bequemste Möglichkeit ist die Berechnung mit einem programmierbaren Taschenrechner. (wie bereits erwähnt) Dazu brauchen Sie kein Computerfreak zu sein. Ich (der Autor) habe mir die wenigen Formeln in BASIC programmiert und im Rechner gespeichert. Nach dem Aufrufen des Programms, verlangt der Rechner die Eingaben. Nach Eingabe aller Werte wird das Ergebnis "ausgespuckt". Sofern Sie dem Rechner die richtigen Eingabewerte geben, diese können wir zur Kontrolle unmittelbar ablesen, ist das Ergebnis auch korrekt. Ein programmierbarer Rechner ist zur Prüfung zugelassen. Falls Sie daran interessiert sind, wenden Sie sich bitte an das ABC-Team. Ein Notebook, Handheld, usw. sind nicht zur Prüfung zugelassen.