

Die Gezeitenscheibe

Richard Schorpp

1 INHALTVERZEICHNIS

1	Inhaltverzeichnis	2
2	Vorwort.....	3
3	Geschichte	3
4	Rechenscheibe für die Tidenzeit.....	4
4.1	Tagesscheibe	4
4.2	Monatsscheibe	4
4.3	Innere Scheibe	5
4.3.1	Jahresskala	5
4.3.2	Mondphasen.....	6
4.3.3	Tidenzeiten	7
4.3.4	Gezeitenkoeffiziente	9
5	Bedienung.....	10

2 VORWORT

Die folgenden Aufführungen setzen voraus, dass der Leser schon mit der Entstehung der Gezeiten vertraut ist.

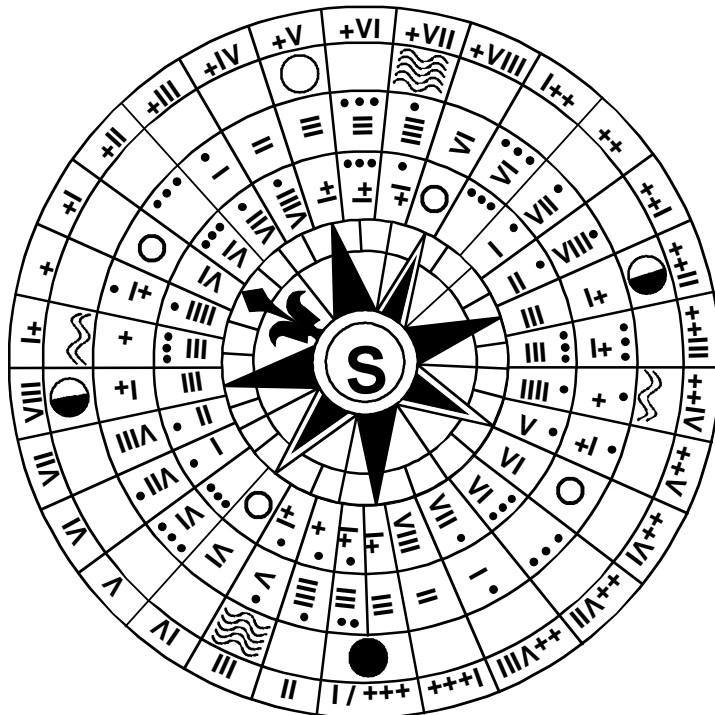
Zahlreiche Abhandlungen stehen im Internet für den Einsteiger zur Verfügung.

3 GESCHICHTE

Im Jahre 1548 fasste der Kartograph Guillaume Brouscon in Le Conquet (Finistère) Gezeitenscheiben in einem Buch zusammen, das gut in der Hosentasche passte.

Es wurde jahrelang durch die bretonischen Matrosen benutzt, um die Flutzeit für die Einfahrt in die Häfen der Region zu bestimmen.

Für Le Conquet sah die Scheibe so aus (nachgezeichnet):



Bevor man die Gezeiten ablesen konnte, musste das *Alter des Mondes* (Anzahl Tage seit Neumond) am jeweiligen Tag TT.MM.JJ (09.08.03) berechnet werden.

Folgender Algorithmus war im 16. Jahrhundert unter den Matrosen bekannt:

1. mit JJ-1 und MM+12 rechnen, wenn MM<3
2. Rest von (JJ+5) / 19 behalten (8)
3. Rest (8) mit 11 multiplizieren (88)
4. Mehrfache von 30 abziehen bis Resultat $X < 30$ ($88-30=58-30=28$)
Der Neumond findet X Tage vor dem 31.03 ($31.03.03 - 28 = 3.03.03$) statt
5. das Mondalter $A = X + TT + (MM-3)$ ($=28+9+(8-3)=42$)
6. Mehrfache von 30 abziehen bis Resultat $A < 30$ ($42-30=12= +II$)

Die Genauigkeit der Berechnung beträgt +/- 1 Tag

Die Stunden der Gezeiten können im Sektor **+II** abgelesen werden.

Im Innenkreis sind die Zeiten für die Ebbe und im Aussenkreis diejenige für die Flut mittels

• = ¼ Stunde, I = 1 Stunde und + = 10 Stunden dargestellt.

Wir finden für die Flut **•••** = 0:45 oder 12:45 und für die Ebbe **VI•••** = 6:45 oder 18:45

4 RECHENSCHLEIBE FÜR DIE TIDENZEIT

Gezeiten und Mondalter sind also fest miteinander verknüpft.

Ist das Mondalter in der Art einer Rechenscheibe berechenbar, kann die Scheibe von Guillaume Brousson darin integriert werden.

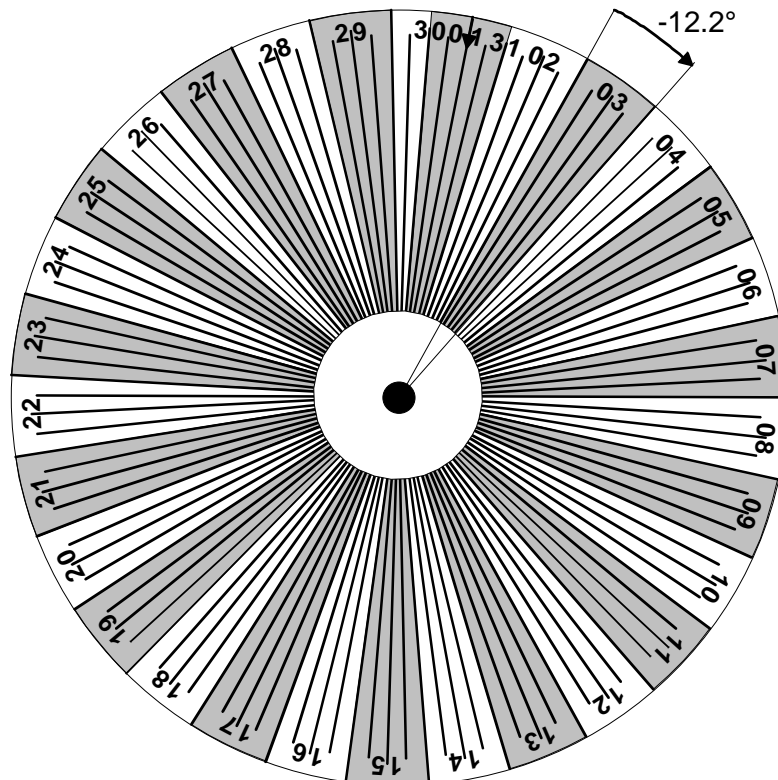
Eine Rechenscheibe für das Mondalter wird in der Folge entworfen.

4.1 Tagesscheibe

Ein Mondzyklus von 29.530588 Tage kann in einem Kreis(360°) dargestellt werden.

Ein Tag entspricht dann

$$\frac{360}{29.530588} = 12.19075^\circ$$



Der Tag wurde in Sektoren von 6 Stunden unterteilt.

Wir stellen fest, dass es am 30. jedem Monat eine Ueberlappung mit dem 1sten erfolgt.

Es kann also sein, dass ein Vollmond im gleichen Monat am 30. zur späten Stunde und am 1sten zu frühen Stunde (oder am 1sten und am 30. oder am 2. und am 31.) stattfindet.

Ein Pfeil zeigt den 1. Tag im Monat.

Diese Scheibe wird die unterste des Rechners sein.

4.2 Monatsscheibe

Es gibt Monate mit 30 Tagen und solche mit 31 Tagen.

Der Mondzyklus ist kürzer als der Monat um:

$29.530588 - 30 = -0.469$ Tag oder $-0.469 \cdot 12.19075 = -5.7^\circ$ für Monate à 30 Tage.

$29.530588 - 31 = -1.469$ Tag oder $-1.469 \cdot 12.19075 = -17.9^\circ$ für Monate à 31 Tage.

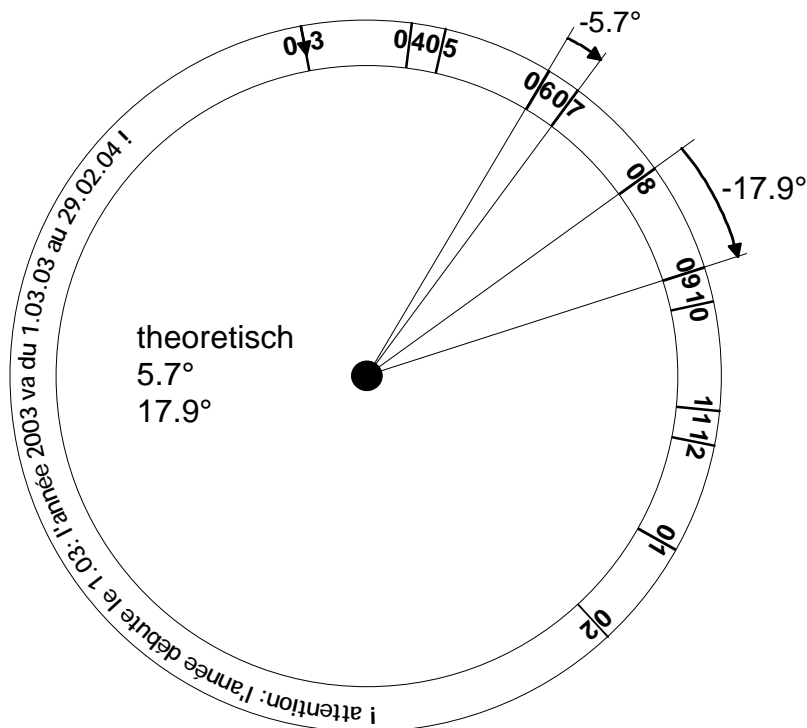
Der Monat Februar mit 29 Tage (Schaltjahr) oder 28 Tage (Normaljahr) wird in der Jahresscheibe berücksichtigt.

Dieser Kompromiss hat einen Nachteil:

Das Jahr dauert dann vom 1. März bis zum 28. bzw. 29. Februar.

Die Daten vom 1. Januar bis zum 28. bzw. 29. Februar werden dem Vorjahr angerechnet.

Diese Regelung war im 16. Jahrhundert weit verbreitet. (siehe 3 Geschichte)



Ein Pfeil zeigt den Monat März als Start des Jahres.
Diese Monatsischiibe kommt auf die Tagesschiibe zu liegen.

4.3 Innere Scheibe

Die dritte Scheibe des Rechners enthält die:

- Jahre
- Mondphasen
- Tidenzeiten
- Gezeitenkoeffiziente

Diese Informationen sind miteinander verknüpft, wie wir sehen werden.

4.3.1 Jahresskala

Ein Jahr dauert 365.2422 Tage und ein Mondzyklus 29.530588 Tage

Das Verhältnis

$$\frac{365.2422}{29.530588} = 12.366051 \cong \frac{235}{19} = 12.368421$$

Nach 19 Jahren oder 235 Mondzyklen findet der Vollmond (oder Leermond) am gleichen Tag des Jahres aber nicht um die gleiche Zeit statt.

Tatsächlich entsteht einen Fehler, der sich zum Fehler unseres Kalenders addiert:

19 Jahre (15 Normaljahre + 4 Schaltjahre): $15 \cdot 365 + 4 \cdot 366 = 6939$ Tage

235 Monde: $235 \cdot 29.530588 = 6939.688$ Tage

Fehler: 0,688 Tage oder 16.5 Stunden

12 Mondzyklen dauern $12 \cdot 29.530588 = 354.36705$ Tage.

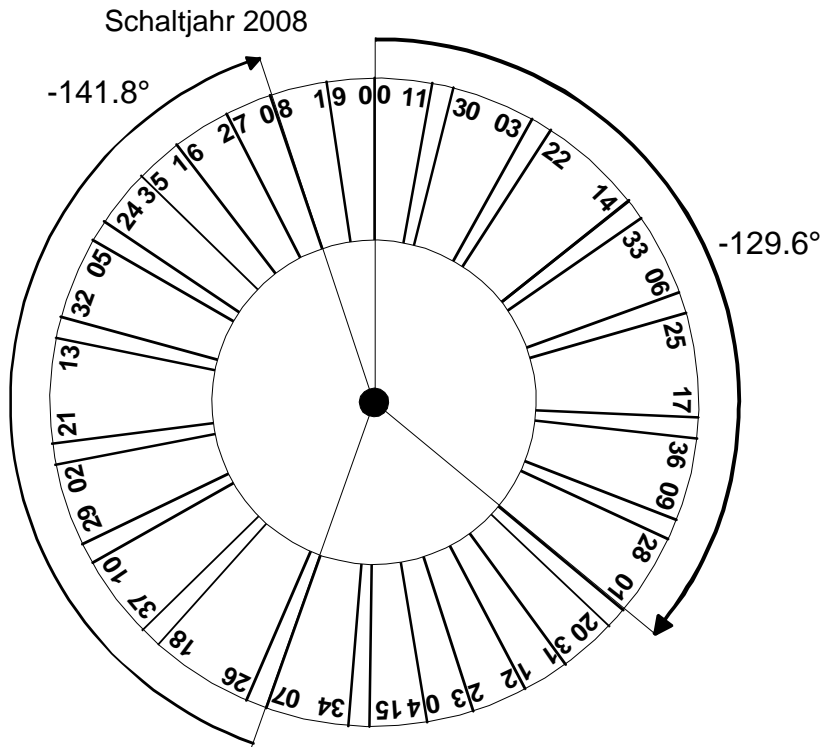
In einem Normaljahr gibt es eine Differenz von $354.36705 - 365 = -10.633$ Tage

In einem Schaltjahr ist die Differenz $354.36705 - 366 = -11.633$ Tage

Jedes Jahr ist der Vollmond verschoben um:

$-10.633 \cdot 12.19075 = -129.624^\circ$ für ein Normaljahr und

$-11.633 \cdot 12.19075 = -141.778^\circ$ für ein Schaltjahr.

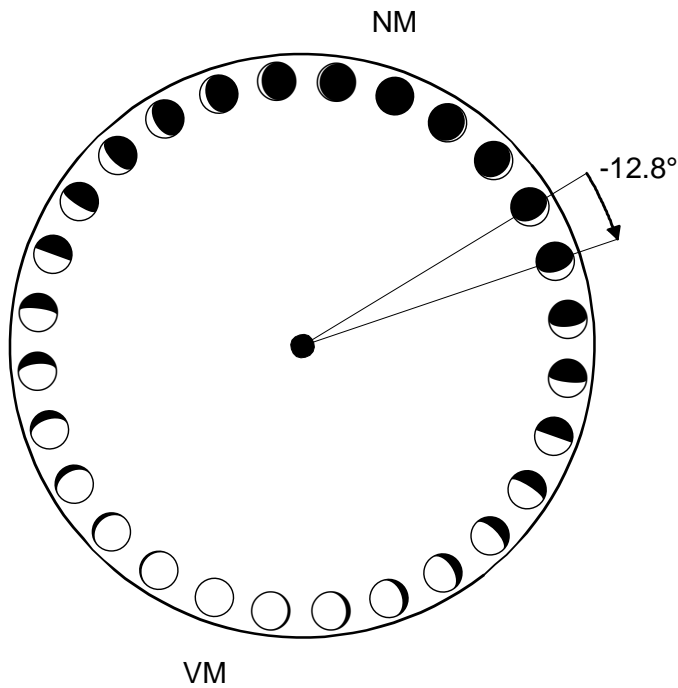


4.3.2 Mondphasen

Aus Gründen der Symmetrie zwischen zunehmendem und abnehmendem Mond gibt es je 14 Symbole (total 28 Symbole).

Der Winkel zwischen den Symbolen ist:

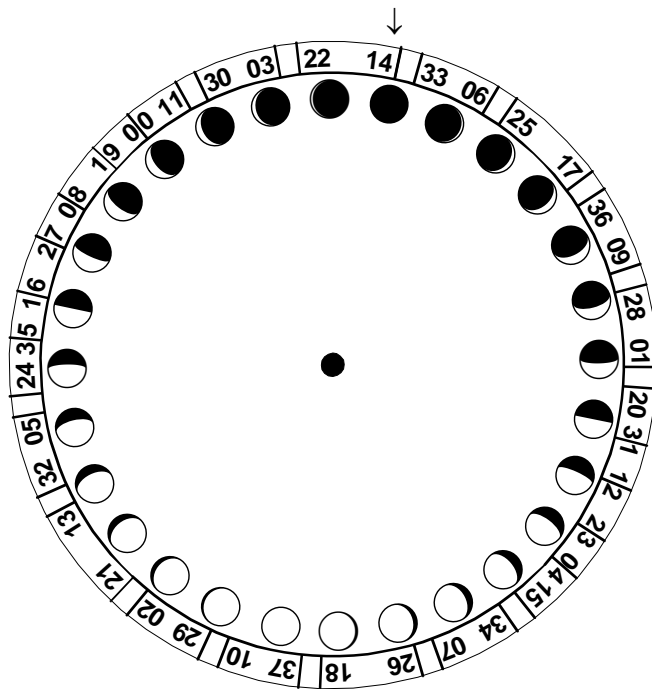
$$\frac{360}{28} = 12.85^\circ$$



Der 1 März ist der Startpunkt der Rechenscheibe. Dann treffen beide Pfeile zusammen.(Vgl. 5 Bedienung).

Im Jahre 2014 findet der Neumond an diesem Datum um 08:00 statt.

Der Neumond ist also gegenüber 14 zu stellen.



Diese Einstellung hängt nicht vom Standort ab.

4.3.3 Tidenzeiten

Ein Mondzyklus dauert 29.530588 Tage oder 708.73411 Stunden

Die Scheingeschwindigkeit ist dann:

$$\frac{360^\circ}{708.73411} = 0.5079478^\circ / Std$$

Die Erde dreht sich mit einer Geschwindigkeit von:

$$\frac{360}{24} = 15^\circ / std$$

In einem Tag dreht die Erde um 360° um ihre Achse. Während dieser Zeit hat sich der Mond um die Erde um x° so verschoben, dass er erst nach eine Erddrehung von $360+x^\circ$ am gleichen Ort sichtbar ist. Die vergangene Zeit ist in Erde und Mond gleich d.h.

Zeit (Erde) = Zeit (Mond)

$$\frac{360 + x}{15} = \frac{x}{0.5079478}$$

$$x = 12.618^\circ$$

oder

$$\frac{12.618^\circ}{15^\circ / Std} = 0.8412 Std \quad \text{oder} \quad 50 Min 28 s$$

Jeden Tag ist der Mond nach 24.8412 Std (mit einer Verspätung von 50Min28s) wieder am gleichen Ort (Im Atlantik beim Äquator, wo die Gezeiten entstehen).

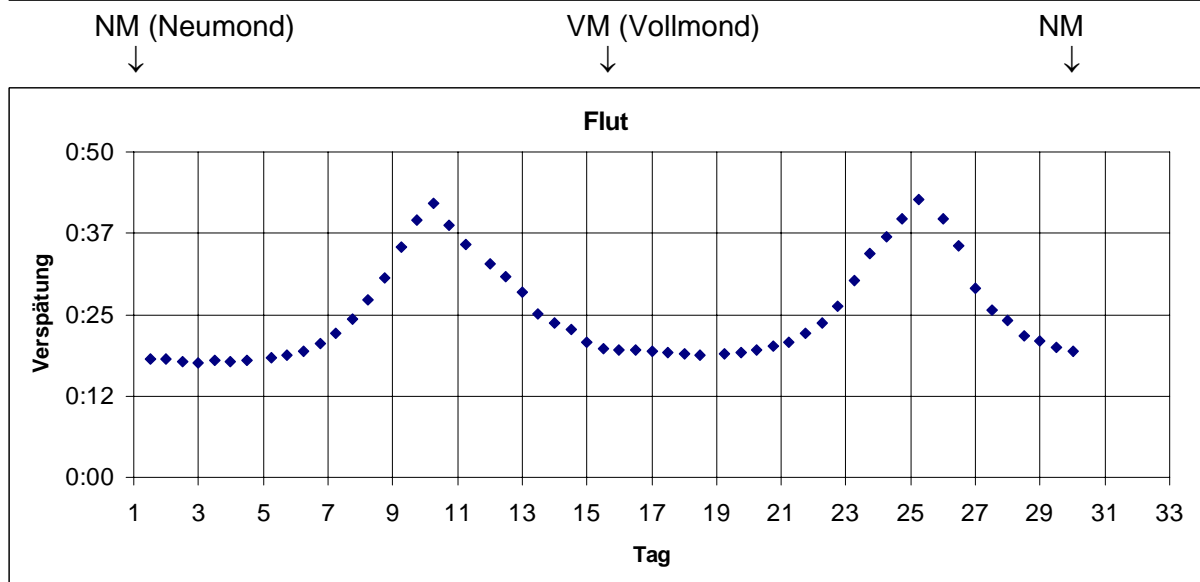
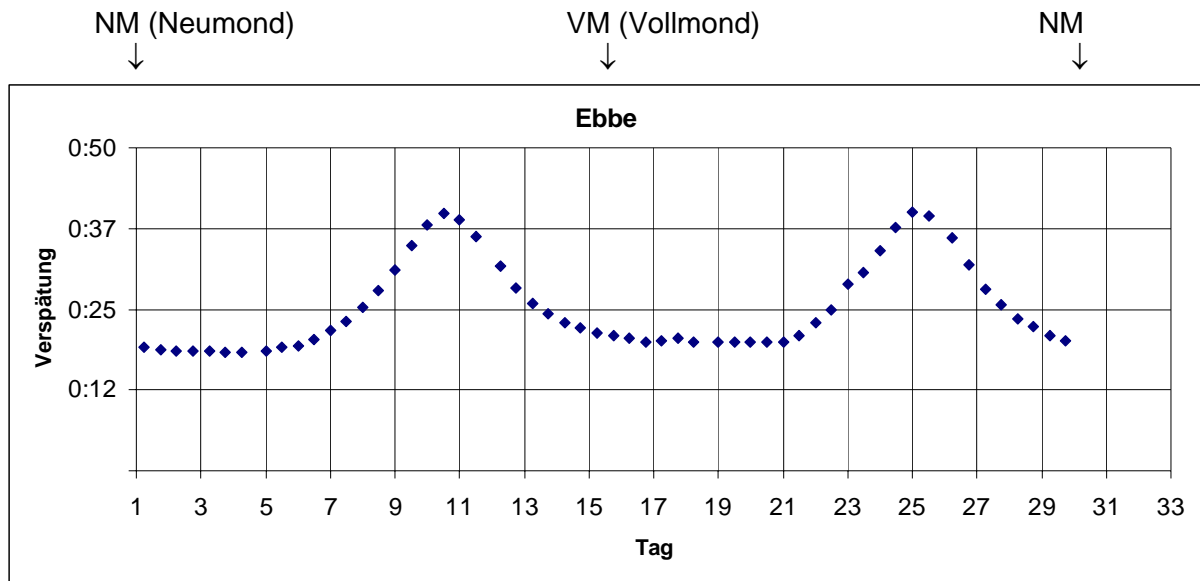
Diese Verspätung ist auch bei den Gezeiten festzustellen.

Die Flut entsteht aber zweimal am Tag. Das Wasser auf der Erde wird nicht nur Richtung Mond angezogen sondern die Flut entsteht auch auf der gegenüberliegenden Erdseite (Antipode).

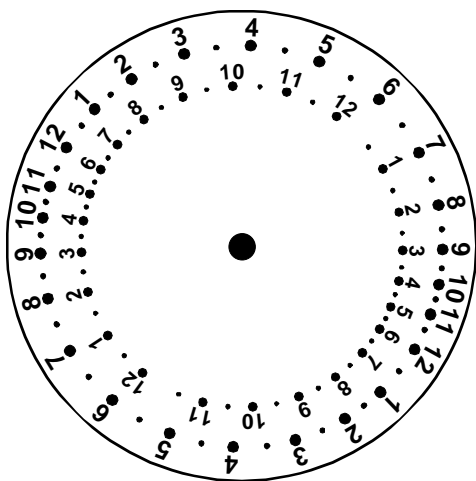
Die Verspätung zwischen zwei Fluten ist also zu halbieren (25Min14s).

Die Tidenzeiten für jeden Tag des Mondzyklus werden über ein ganzes Jahr gemittelt, um den Einfluss der Sonnendeklination (Sonnenhöhe gegenüber dem Äquator $\pm 23^\circ 26'$) zu eliminieren.

Diese durchschnittliche Verspätung der Gezeiten variiert jeden Tag wie die folgende Graphik für den Standort Le Conquet / Brest zeigt:

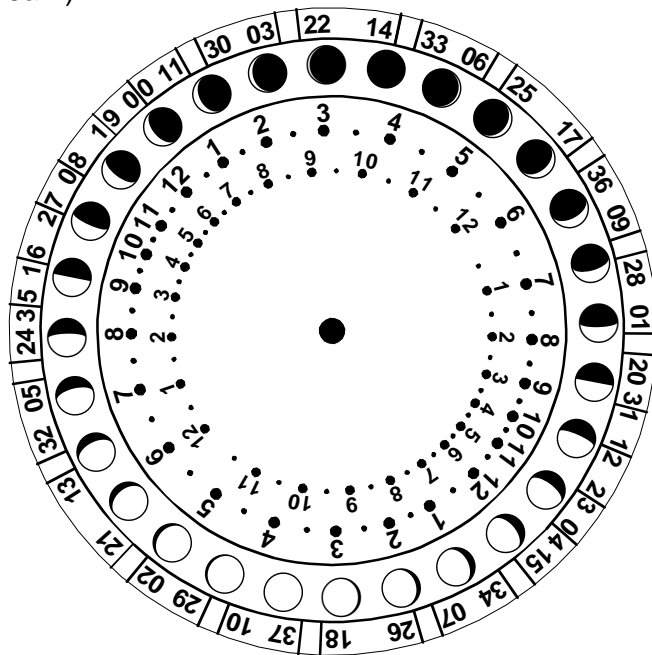


Der Zeitabstand zwischen den Gezeiten ist demnach beim Neumond und Leermond kleiner, beim ersten und letzten Viertelmond grösser als 25 Min. Die Skala für die Tidenzeiten sieht dann wie folgt aus:



Die Winkelstellung der Tidenzeiten ist an den Mondphasen fest gebunden und hängt von der geographischen Lage.

Für le Conquet und Brest findet die Flut bei Neumond ca. um 03:50 statt (Mittelwert über ein Jahr).



4.3.4 Gezeitenkoeffiziente

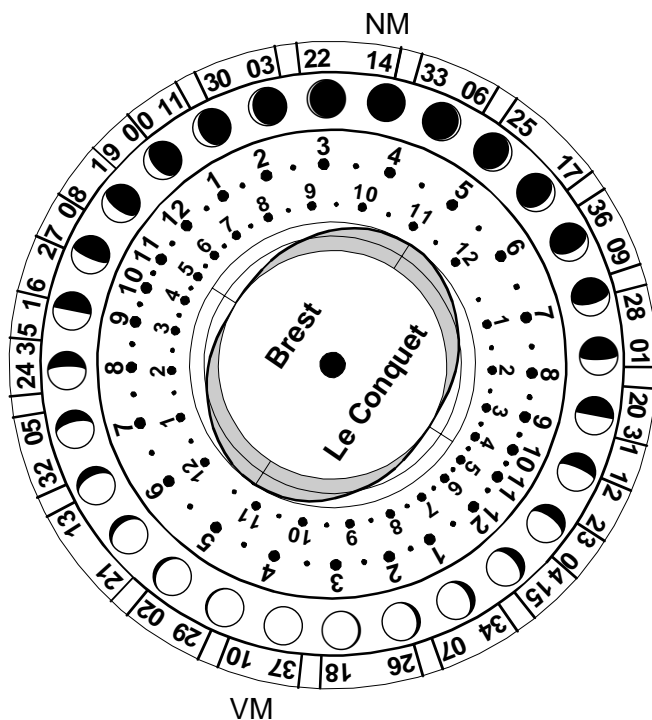
Die Gezeitenkoeffiziente schwanken zwischen 20 (Nippflut) und 120 (Springflut). Die Ursachen liegen in der variablen Sonnendeklination, der variablen Distanz Sonne-Erde, der variablen Distanz Mond-Erde usw. Der Durchschnittskoeffizient für Springfluten beträgt 95 und für Nippfluten 45.

Die Springfluten finden eine bestimmte Zeit nach Vollmond bzw. Leermond statt.

Diese Zeit ist von der geographischen Lage abhängig.

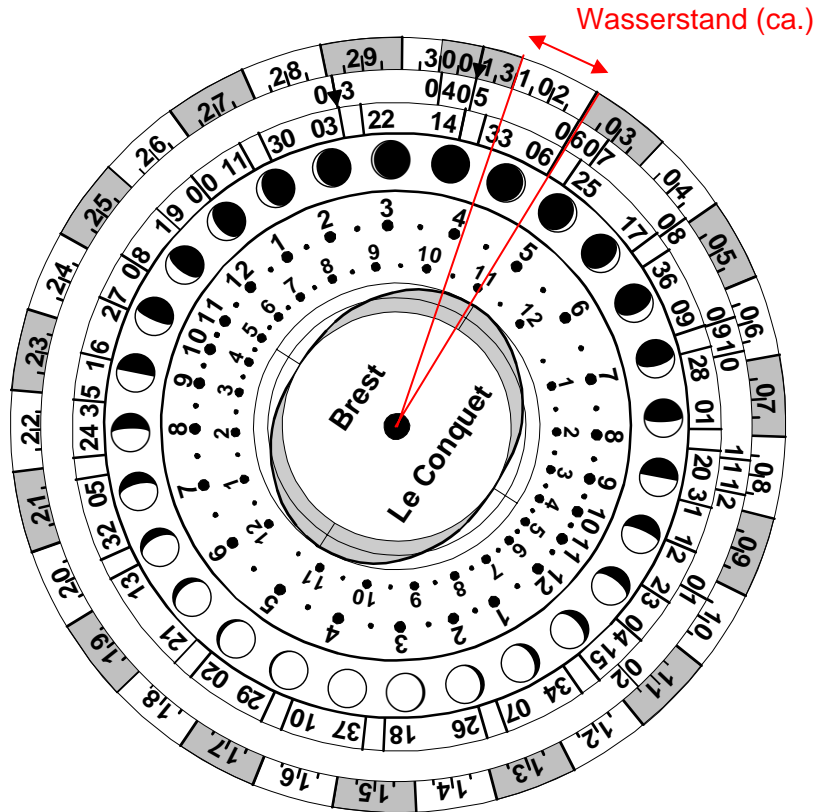
Für Le Conquet und Brest beträgt die Verzögerung ca 36 Stunden (Reisezeit der Flutwelle vom Äquator nach Brest).

Da der Einfluss der Sonnendeklination (der Jahreszeiten) eliminiert wurde (s.4.3.3), ist die Kurve ohne Skala dargestellt.



5 BEDIENUNG

Alle 3 Scheiben über einander sehen so aus:



Wann finden die Flut und die Ebbe am 2.5.03 in Le Conquet oder Brest?

Die Schritte:

1. Monatspfeil (mittlere Scheibe) zeigt auf das Jahr 03 der innere Scheibe
2. Tagespfeil (äussere Scheibe) zeigt auf den Monat 05 der mittlere Scheibe
3. Im Sektor 02 (äussere Tagesscheibe) Richtung Zentrum der innere Scheibe kann man lesen:
Mond: kurz nach Neumond
Hochwasserstand mit Flut um 04:20 UT
Niedrigwasserstand mit Ebbe um 10:40 UT
Koeffizient hoch
4. In Le Conquet und Brest: im Winter 1 Stunde und im Sommer 2 Stunden dazu rechnen
5. Nächste Flut oder Ebbe: nach 12:25
6. Für die Jahre nach 2037: 38 abziehen

Achtung:

Das Jahr geht vom 1. März bis zum 28.(29.) Februar.

Zum Beispiel am 07.02.03 muss der Monatspfeil auf das Jahr 02 zeigen.