

NauticTools2

Kompendium

Navigation, Astronavigation und Gezeiten
Verfahren, Formeln, Beispiele

Markus Eisenbart

www.nautictools.de

NauticTools2 Kompendium
Ausgabe November 2026, zur App-Version 1.12

© 2026 Markus Eisenbart
webmaster@nautictools.de · www.nautictools.de

Die Gezeitenberechnungen sind Näherungen. Tidenkurven sind nachgezeichnet und keine Originalkurven des UKHO oder des BSH.

Inhalt

Vorwort 4

Teil I · Terrestrische Navigation

1 Zeitarten 6
2 Missweisung 10
3 Stromberechnung 14
4 Kursbeschickung 19
5 Feuer in der Kimm 25
6 Höhenwinkel 29
7 Distanz, Fahrt und Zeit 33
8 Relingslog 37
9 Grenzkursberechnung 41
10 Peilungsbeschickung 45
11 Radarplotting 49
12 Besteckrechnung 55
13 Großkreisnavigation 60

Teil II · Astronavigation

14 Meridianfigur 66
15 Sternkarte 70
16 Auf- und Untergänge 74
17 Ephemeridenberechnung 79
18 Sextantenbeschickung 83
19 Berechnete Höhe und Azimut 87
20 Indexberichtigung 91
21 T Sonne 95
22 Mittagsbreite 99
23 Mittagsbesteck 103
24 Kompasskontrolle 109
25 Ort aus 2 oder 3 Höhen 113
26 Sight Reduction 120

Teil III · Gezeiten

27 Mondphasen 128
28 Alter der Gezeit 132
29 Wassertiefe 137
30 Gezeiten BSH 141
31 Gezeiten ATT 149
32 Simplified Harmonic Method 158

Teil IV · Daten weitergeben

33 Datenpakete 165

Anhang

Abkürzungen 169
Stichwortverzeichnis 170

Vorwort

In den 90er-Jahren lernte ich am Bodensee in der Jolle segeln. Damals nahm mich ein Freund auf einen Nachttörn über den See mit, in einer kleinen Kieljacht. Auf diesem Törn erklärte er mir, wie man seine Position mit einer Kreuzpeilung bestimmt.

Das hat mich fasziniert, und diese Faszination für die Navigation ist bis heute geblieben. Nach und nach habe ich alle Segelscheine gemacht. Den SHS habe ich nur gemacht, um zu lernen, wie die Astronavigation funktioniert. Für mich ist sie immer noch die Königsklasse der Navigation.

Als ich nicht mehr für die Scheine lernen musste, fing ich an, privat ein kleines Programm zu schreiben, um das erworbene Wissen auch am PC anwenden zu können. Als meine Freunde sahen, was daraus geworden war, drängten sie mich, das Programm im Internet anzubieten.

Im Jahr 2000 habe ich die erste Version von NauticTools ins Internet gestellt, und die Reaktionen und Rückmeldungen der Nutzer haben mich sehr gefreut.

Beruflich bedingt fehlte mir dann die Zeit, NauticTools weiter zu pflegen. Zum Download stand es zwar bis zuletzt bereit, aber es war auf Windows XP ausgerichtet und ließ sich unter neueren Windows-Versionen kaum noch benutzen.

Ich habe es immer bedauert, dass NauticTools in der Versenkung verschwinden sollte. Deshalb habe ich mich Anfang 2026 entschlossen, das Programm komplett neu zu schreiben. Was dabei herausgekommen ist, hat mich selbst überrascht: Durch die neuen Möglichkeiten der Programmierung ist es in meinen Augen ein vollständiges und modernes Programm geworden. Aus den 18 Werkzeugen des alten NauticTools sind über 30 geworden, und sie decken fast alles ab, was man in der Navigation berechnen kann.

Am 11. September 2026 habe ich NauticTools2 im Microsoft Store veröffentlicht und wenig später auch bei Google Play. Auch diesmal war die Zustimmung groß. Es gibt noch viele Nutzer, die das alte NauticTools kennen und sich freuen, dass es etwas Neues gibt. Außerdem habe ich interessante neue Kontakte geknüpft, die mich unterstützen.

Dieses Kompendium erklärt jedes Werkzeug der App. Neben Formeln und Beispielen enthält es auch wertvolles Hintergrundwissen zum jeweiligen Navigationsverfahren.

Ich hoffe, ihr habt mit diesem Kompendium und natürlich mit NauticTools2 genauso viel Freude bei der Anwendung wie ich bei der Programmierung.

Markus Eisenbart
Kirchlengern, im November 2026

TEIL I

Terrestrische Navigation

Kurse, Peilungen, Strom und Koppelnavigation: alles, was sich mit Karte, Kompass und Log rechnen lässt.

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

1 Zeitarten

Zeitarten an Bord – von UTC bis zur wahren Ortszeit

An Bord laufen mehrere Uhren nebeneinander: **UTC** für Funk, Wetter und Astronavigation, die **Bordzeit** für den Wachplan, die **gesetzliche Zeit** des nächsten Hafens. Dazu kommen die Zeiten, die sich aus der eigenen Länge ergeben. NauticTools2 berechnet alle aus einem einzigen UTC-Zeitpunkt und der Länge.

UTC | Zonenzeit | Länge in Zeit | Mittlere Ortszeit | Wahre Ortszeit | Zeitgleichung



Abbildung 1.1 Zeitarten in der Android-Version: UTC und Länge eingeben, alle Zeitarten erscheinen untereinander.

1.1 Welche Zeitarten gibt es?

- **UTC** (Koordinierte Weltzeit) – die gemeinsame Bezugszeit, früher GMT genannt. Nautisches Jahrbuch, Funkverkehr und Wetterberichte rechnen in UTC.
- **Zonenzeit** – die Erde ist in 24 Zonen von je 15° Länge eingeteilt, mit jeweils einer Stunde Unterschied. Die Zonenzeit ist die Standardzeit der Zone, in der man sich gerade befindet.
- **Gesetzliche Zeit** – die Zeit, die ein Land offiziell festlegt, einschließlich Sommerzeit. Sie ist eine politische Entscheidung und lässt sich nicht aus der Position ableiten.
- **Bordzeit** – die Zeit, nach der an Bord gelebt wird. Der Schiffsführer legt sie fest und stellt sie auf langen Reisen schrittweise um.

- **Länge in Zeit** – die geografische Länge in Stunden und Minuten ausgedrückt.
- **Mittlere Ortszeit (MOZ)** – die Zeit des eigenen Meridians, bezogen auf eine gleichmäßig laufende, gedachte „mittlere Sonne“.
- **Wahre Ortszeit (WOZ)** – die Zeit, die eine Sonnenuhr am eigenen Ort anzeigt. Um 12 Uhr WOZ steht die Sonne genau im Süden (bzw. im Norden).
- **Zeitgleichung** – der Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Ortszeit.

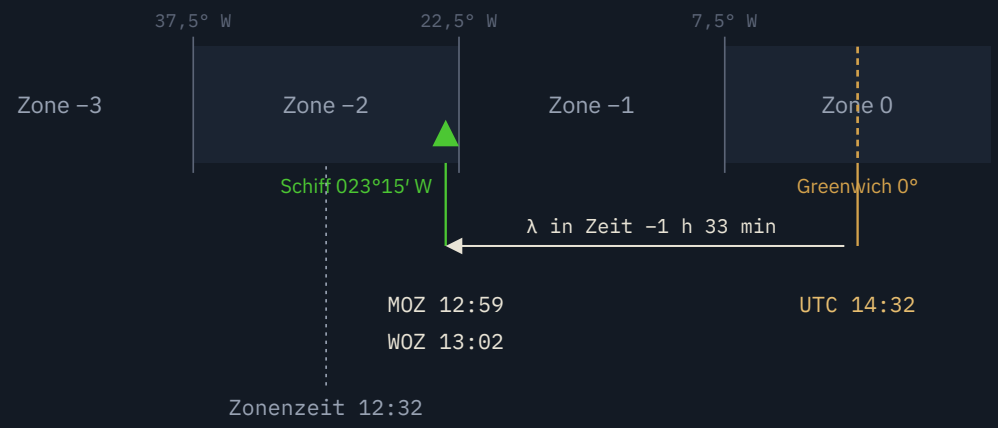


Abbildung 1.2 Zeitzonen von je 15°: Das Schiff steht in Zone −2. Seine mittlere Ortszeit liegt 1 h 33 min hinter UTC, die Zonenzeit genau 2 Stunden.

1.2 Wann braucht man das?

- **Astronavigation:** Gestirnsörter im Nautischen Jahrbuch sind nach UTC tabelliert. Wer die Uhrzeit einer Beobachtung in Bordzeit notiert, muss sie zuerst in UTC umrechnen.
- **Mittagsbreite planen:** Die Sonne kulminiert um 12 Uhr wahrer Ortszeit. Über Zeitgleichung und Länge in Zeit ergibt sich, wann das in UTC und Bordzeit ist.
- **Lange Überfahrten:** Beim Segeln nach Westen oder Osten wandert man durch die Zonen. Die Bordzeit wird dann stundenweise umgestellt, meist nachts, damit sich Tageslicht und Wachplan nicht verschieben.
- **Funk, Wetter und Hafen:** Wetterberichte und Navigationswarnungen kommen in UTC, Hafenbüro und Schleuse richten sich nach der gesetzlichen Zeit.

1.3 Formeln und Rechenweg

> `MOZ = UTC + λ in Zeit` · `WOZ = MOZ + Zgl`

Länge Ost wird positiv, Länge West negativ gerechnet. Die einzelnen Schritte, wie sie auch der Rechenweg in NauticTools2 zeigt:

1. **Zonennummer**
   Länge durch 15°, auf die nächste ganze Zahl gerundet: `Zone = λ / 15°`

2. **Zonenzeit**
   `ZZ = UTC + Zonennummer` (in Stunden)
3. **Länge in Zeit**
   15° entsprechen einer Stunde, also `1° = 4 min` und `1′ = 4 s`.
4. **Mittlere Ortszeit**
   `MOZ = UTC + λ in Zeit`
5. **Zeitgleichung**
   Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Sonne, als Zeit ausgedrückt. NauticTools2 berechnet sie für den genauen Zeitpunkt aus der Sonnenposition.
6. **Wahre Ortszeit**
   `WOZ = MOZ + Zeitgleichung`
7. **Gesetzliche Zeit und Bordzeit**
   `UTC + eingegebener Versatz`, zum Beispiel +2 h für die mitteleuropäische Sommerzeit.

1.4 Beispiel, Schritt für Schritt

Ein Schiff steht am 10.09.2026 um 14:32 UTC auf 023°15,0′ W. Die gesetzliche Zeit am Zielhafen ist UTC+2, an Bord wird UTC−1 gefahren. Welche Zeiten gelten gerade?

```
Zonennummer = −23,25° / 15° = −1,55 → Zone −2
Zonenzeit = 14:32 − 2 h = 12:32
Länge in Zeit = 23° · 4 min + 15′ · 4 s = 92 min + 60 s = −1 h 33 min
Mittlere Ortszeit = 14:32 − 1:33 = 12:59:00
Zeitgleichung ≈ +3,1 min (am 10. September)
Wahre Ortszeit = 12:59:00 + 3 min 03 s = 13:02:03
Gesetzliche Zeit = 14:32 + 2 h = 16:32
Bordzeit = 14:32 − 1 h = 13:32
```

1.5 Worauf man achten sollte

- **Vorzeichen:** Östlich von Greenwich ist die Ortszeit später als UTC, westlich früher. Ein Merksatz: Steht man im Osten, hat man die Sonne früher gesehen – die Uhr ist schon weiter.
- **Datum:** Bei großen Längen oder kurz vor bzw. nach Mitternacht wechselt mit der Uhrzeit auch das Datum. NauticTools2 zeigt deshalb zu jeder Zeit das Datum mit an.
- **Zeitgleichung mit Vorzeichen:** Manche Lehrbücher definieren die Zeitgleichung umgekehrt (mittlere minus wahre Zeit). Hier gilt: wahre Ortszeit = mittlere Ortszeit + Zeitgleichung.
- **Gesetzliche Zeit nicht schätzen:** Viele Länder weichen von „ihrer“ Zone ab, etwa Spanien oder Frankreich, und die Sommerzeit kommt dazu. Den Versatz deshalb nachschlagen und eintragen.

1.6 So geht es in NauticTools2

1. **UTC eingeben**
   Datum und Uhrzeit in UTC. Kurzschreibweisen wie `100926` für das Datum oder `1432` für die Uhrzeit werden automatisch ergänzt.
2. **Länge eingeben**
   Grad, Minuten und Ost/West. Liegt eine GPS-Position vor, ist die Länge schon vorbelegt.
3. **Versätze eintragen (optional)**
   Gesetzliche Zeit und Bordzeit als Versatz zu UTC, zum Beispiel `+2:00` oder `-1:30`. Bleiben die Felder leer, rechnet NauticTools2 nur die Zeiten aus der Länge.
4. **Berechnen**
   Alle Zeitarten erscheinen untereinander, darunter der Rechenweg. Eingaben lassen sich speichern, laden und als Rechenprotokoll drucken.

1.7 Häufige Fragen

Wie rechnet man die Länge in Zeit um?
15° Länge entsprechen einer Stunde. Also 1° = 4 Minuten und 1′ = 4 Sekunden. 023°15′ W sind 92 Minuten plus 60 Sekunden, also 1 h 33 min.

Was ist der Unterschied zwischen Zonenzeit und gesetzlicher Zeit?
Die Zonenzeit folgt allein aus der Länge. Die gesetzliche Zeit bestimmt jedes Land selbst, oft abweichend von der Zone und mit Sommerzeit. Auf See gilt die Zonenzeit, im Hafen die gesetzliche Zeit.

Warum geht die Sonnenuhr anders als die Ortszeit?
Die Erde läuft auf einer elliptischen Bahn, und ihre Achse ist geneigt. Dadurch wandert die wahre Sonne ungleichmäßig über den Himmel. Die Zeitgleichung gleicht das aus. Im Februar geht die Sonnenuhr rund 14 Minuten nach, Anfang November rund 16 Minuten vor.

1.8 Siehe auch

- **T Sonne** (Kapitel 21) – wann die Sonne den Meridian passiert
- **Ephemeridenberechnung** (Kapitel 17) – Gestirnsörter für einen UTC-Zeitpunkt
- **Mittagsbreite** (Kapitel 22) – Breite aus der Kulminationshöhe der Sonne

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

2 Missweisung

Missweisung berechnen – wohin zeigt die Kompassnadel wirklich?

Eine Kompassnadel zeigt nicht zum geografischen Nordpol, sondern nach **missweisend Nord**. Der Winkel dazwischen ist die **Missweisung**, auch magnetische Deklination genannt. Sie hängt vom Ort ab und ändert sich mit den Jahren. NauticTools2 berechnet sie für jede Position und jedes Datum von 1900 bis 2030.

`Position` `Datum` `Missweisung Ost/West` `Jährliche Änderung` `IGRF-Modell`

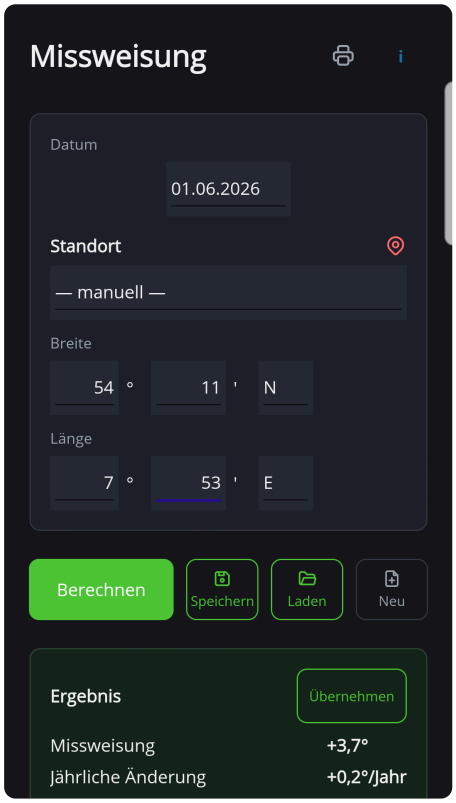


Abbildung 2.1 Missweisung in der Android-Version: Datum und Position eingeben, Missweisung und jährliche Änderung erscheinen sofort.

2.1 Was ist die Missweisung?

Die Erde hat zwei „Nordrichtungen“: **rechtweisend Nord** zeigt zum geografischen Nordpol, auf den sich Seekarte und Längengrade beziehen. **Missweisend Nord** ist die Richtung, in die eine ungestörte Kompassnadel zeigt – sie richtet sich nach den Feldlinien des Erdmagnetfelds.

Der Winkel zwischen beiden ist die Missweisung (Mw). Zeigt die Nadel östlich von rechtweisend Nord, ist die Missweisung **Ost** und wird positiv gerechnet, zeigt sie westlich davon, ist sie **West** und negativ.

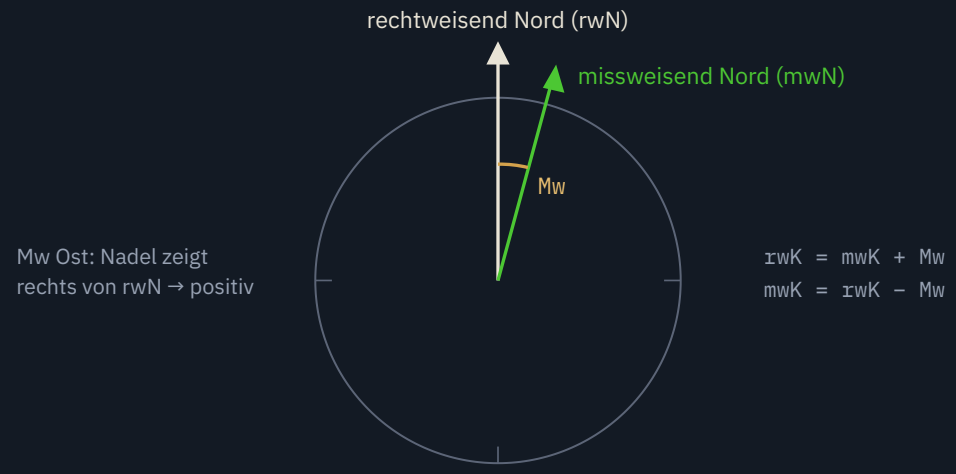


Abbildung 2.2 Missweisung Ost: Die Kompassnadel zeigt etwas rechts von rechtweisend Nord. Der Winkel ist zur Verdeutlichung übertrieben gezeichnet.

2.2 Wann braucht man das?

- **Kurs und Peilung umrechnen:** Jeder Kurs aus der Seekarte ist rechtweisend, jeder Kompasskurs missweisend (plus Ablenkung). Ohne die Missweisung lässt sich ein Kartenkurs nicht in einen Steuerkurs umrechnen.
- **Alte Seekarten und Lehrbeispiele:** Die Missweisung auf der Karte gilt für ein bestimmtes Jahr. Mit NauticTools2 lässt sie sich für das heutige Datum – oder das Jahr einer alten Aufgabe – genau bestimmen.
- **Kompass kontrollieren:** Um die Ablenkung eines Steuerkompasses zu ermitteln, muss die Missweisung am aktuellen Ort bekannt sein.

2.3 Berechnung und Kartenangabe

NauticTools2 berechnet die Missweisung mit dem **IGRF** (International Geomagnetic Reference Field), dem offiziellen Referenzmodell des Erdmagnetfelds. Es wird von der internationalen Fachorganisation IAGA alle fünf Jahre neu herausgegeben und beschreibt das Feld als Kugelfunktionsreihe – eine Handrechnung gibt es dafür nicht. Das Modell in der App deckt die Jahre 1900 bis 2030 ab.

Ohne Rechner wird die Missweisung aus der Seekarte fortgeschrieben. Dort steht ein Wert mit Jahr und jährlicher Änderung:

```
Mw aktuell = Mw Karte + jährliche Änderung · Jahre
```

1. **Kartenangabe ablesen**
   Missweisung, Bezugsjahr und jährliche Änderung aus der Kompassrose der Seekarte.
2. **Jahre zählen**
   Anzahl der Jahre vom Bezugsjahr bis heute.

3. **Fortschreiben**
   Jährliche Änderung mal Jahre zur Kartenangabe addieren – Vorzeichen beachten: Ost positiv, West negativ.

2.4 Beispiel

Wie groß ist die Missweisung auf Helgoland (54°11′ N, 007°53′ O) am 1. Juni 2026?

```
Missweisung = +3,7° (3,7° Ost)
Jährliche Änderung = +0,2° pro Jahr (rund 10′ nach Ost)
```

Eine alte Seekarte gibt für Helgoland an: Mw 1,6° W (1990), jährliche Änderung 6′ E. Was ergibt die Fortschreibung für 2026 – und was sagt das Modell?

```
Fortschreibung = −1,6° + 36 · 6′ = −1,6° + 3,6° = +2,0°
IGRF für 2026 = +3,7°
Unterschied ≈ 1,7°
```

Das zweite Beispiel zeigt, warum alte Kartenangaben mit Vorsicht zu genießen sind: Die jährliche Änderung ist selbst nicht konstant. Bei Helgoland hat sie sich seit 1990 von 6′ auf rund 10′ pro Jahr beschleunigt.

2.5 Worauf man achten sollte

- **Vorzeichen:** Ost positiv, West negativ – das gilt in NauticTools2 für alle Werkzeuge. Ein Vertauschen ist einer der häufigsten Fehler in der Kursbeschickung.
- **Örtliche Störungen:** In manchen Seegebieten weicht die Missweisung durch Erzvorkommen im Meeresboden deutlich vom Modell ab. Solche Gebiete sind in der Seekarte als „Magnetische Störung“ eingetragen.
- **Missweisung ist nicht Ablenkung:** Die Missweisung kommt vom Erdmagnetfeld, die Ablenkung vom eigenen Schiff (Motor, Stahl, Elektronik). Beide zusammen ergeben die Fehlweisung des Kompasses.
- **Modellgrenzen:** Das IGRF ist eine sehr gute Näherung, ersetzt aber nicht die Angaben amtlicher Seekarten in Gebieten mit bekannten Anomalien.

2.6 So geht es in NauticTools2

1. **Datum wählen**
   Vorbelegt ist das heutige Datum. Für alte Aufgaben einfach das Jahr der Aufgabe eintragen.
2. **Position eingeben**
   Breite und Länge von Hand, aus einem gespeicherten Wegpunkt oder – wenn vorhanden – aus der GPS-Position. Eine eingegebene Position lässt sich direkt als Wegpunkt speichern.
3. **Berechnen**
   NauticTools2 zeigt die Missweisung und ihre jährliche Änderung.

4. **Als Referenzwert übernehmen**
   Mit „Übernehmen“ wird der Wert zur Vorgabe für alle anderen Werkzeuge, etwa Kursbeschickung und Peilungsbeschickung.

2.7 Häufige Fragen

Ist Missweisung dasselbe wie Deklination oder Variation?
Ja. „Magnetische Deklination“ ist der Begriff aus der Geophysik, im Englischen sagt man in der Navigation meist „variation“. Gemeint ist immer derselbe Winkel. Nicht verwechseln mit der Deklination eines Gestirns in der Astronavigation.

Wie genau ist die Berechnung?
Für offene Seegebiete liegt das IGRF meist innerhalb eines halben Grades am tatsächlichen Wert – das ist etwa so genau, wie sich ein Bootskompass ablesen lässt.

Warum ändert sich die Missweisung?
Das Erdmagnetfeld entsteht durch Strömungen im flüssigen Erdkern und verändert sich ständig. Der magnetische Nordpol wandert dabei um Dutzende Kilometer pro Jahr.

2.8 Siehe auch

- **Kursbeschickung** (Kapitel 4) – vom Kartenkurs zum Steuerkurs und zurück
- **Peilungsbeschickung** (Kapitel 10) – Kompasspeilung in rechtweisende Peilung umrechnen
- **Kompasskontrolle** (Kapitel 24) – Fehlweisung und Ablenkung mit der Sonne bestimmen

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

3 Stromberechnung

Stromdreieck berechnen – wohin versetzt mich der Strom?

Ein Schiff, das durchs Wasser einen Kurs steuert, wird vom Strom zusätzlich versetzt. Der Weg über Grund ergibt sich aus **Weg durchs Wasser** plus **Strom** – zeichnerisch das **Stromdreieck**. NauticTools2 löst alle drei klassischen Aufgaben, zeichnet das Dreieck und zeigt den Rechenweg.

KdW · FdW | KüG · FüG | StR · StG | Beschickung Strom | Zeichnung

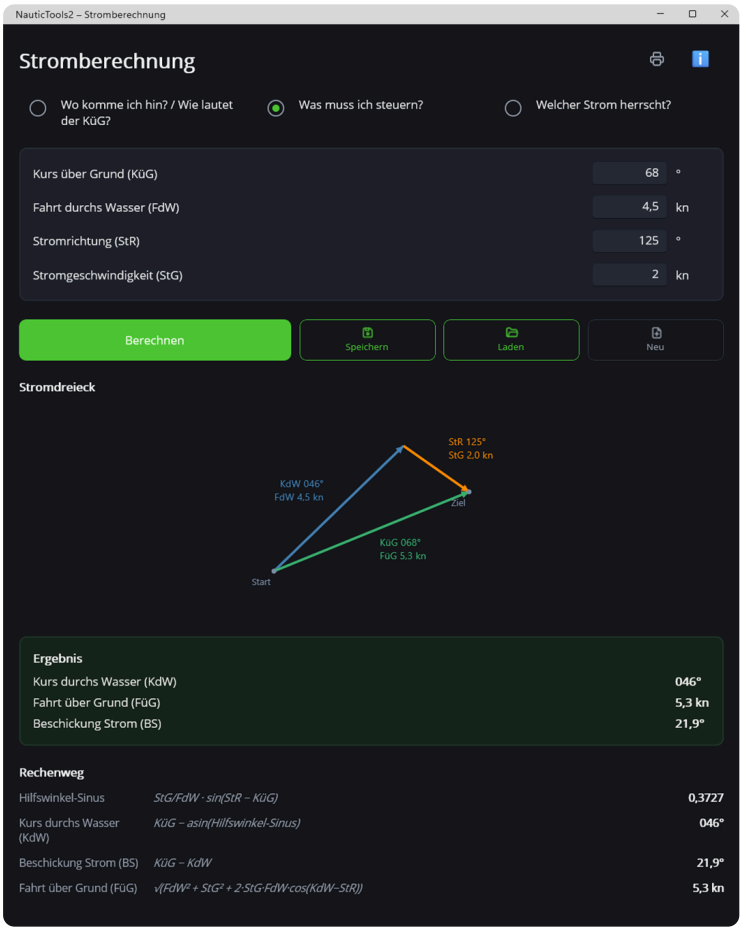


Abbildung 3.1 Stromberechnung in der Windows-Version: Aufgabe wählen, vier Größen eingeben – Dreieck, Ergebnis und Rechenweg.

3.1 Was ist das Stromdreieck?

Sechs Größen beschreiben die Fahrt im Strom: Kurs und Fahrt durchs Wasser (**KdW, FdW**), Stromrichtung und -geschwindigkeit (**StR, StG**) sowie Kurs und Fahrt über Grund (**KüG, FüG**). Als Pfeile hintereinandergelegt bilden sie ein Dreieck: Weg durchs Wasser plus Strom ergibt den Weg über Grund. Sind vier der sechs Größen bekannt, folgen die beiden anderen.

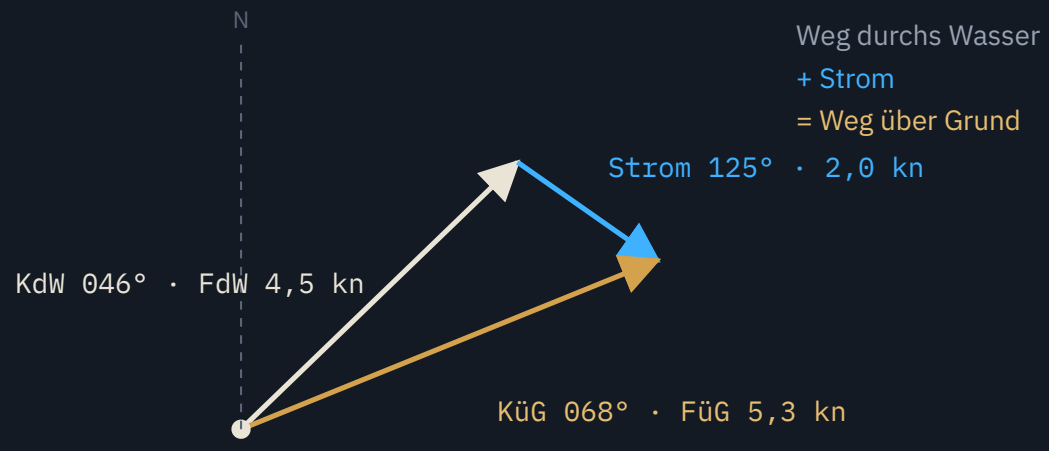


Abbildung 3.2 Das Stromdreieck des Beispiels unten: Wer 046° mit 4,5 kn durchs Wasser steuert, macht bei 2 kn Strom nach 125° über Grund 068° mit 5,3 kn.

3.2 Die drei Aufgaben

- **Wo komme ich hin?** Bekannt KdW, FdW, StR, StG – gesucht KüG und FüG.
- **Was muss ich steuern?** Bekannt KüG, FdW, StR, StG – gesucht der zu steuernde Kurs KdW und die FüG.
- **Welcher Strom herrscht?** Bekannt KdW, FdW, KüG, FüG (zum Beispiel per GPS) – gesucht StR und StG.

Alle drei Aufgaben liefern zusätzlich die **Beschickung Strom (BS)**, den Winkel zwischen KdW und KüG, der in die Kursbeschickung eingeht.

3.3 Wann braucht man das?

- **Kurs absetzen in Gezeitengewässern:** Welchen Kurs muss ich steuern, um bei Strom die Ansteuerungstonne zu erreichen?
- **Koppeln:** Wo stehe ich nach einer Stunde, wenn der Strom mich seitlich versetzt?
- **Strom bestimmen:** Mit GPS (KüG, FüG) und Logge und Kompass (KdW, FdW) lässt sich der tatsächliche Strom ermitteln – zum Vergleich mit Stromatlas oder Gezeitentafel.

3.4 Formeln und Rechenweg

NauticTools2 rechnet mit den Nord- und Ost-Anteilen der Pfeile. Für „Wo komme ich hin?“:

> `N = FdW · cos KdW + StG · cos StR  ·  O = FdW · sin KdW + StG · sin StR`

1. **Kurs über Grund**
   `KüG = arctan(O / N)`, im richtigen Quadranten.
2. **Fahrt über Grund**
   `FüG = √(N² + O²)`

3. **Beschickung Strom**
   `BS = KüG − KdW`

Was muss ich steuern? Hier hilft der Hilfswinkel α zwischen KdW und KüG: `sin α = StG · sin(StR − KüG) / FdW`, dann `KdW = KüG − α` und `FüG = FdW · cos α + StG · cos(StR − KüG)`. Ist der Strom stärker als die eigene Fahrt, kann es keine Lösung geben – das Ziel ist dann gegen den Strom nicht erreichbar.

3.5 Beispiele, Schritt für Schritt

Was muss ich steuern? Ein Kurs von 068° über Grund soll erreicht werden. Die Logge zeigt 4,5 kn, der Strom setzt mit 2 kn nach 125°.

```
StR − KüG = 125° − 068° = 57°
sin α = 2 · sin 57° / 4,5 = 0,373 → α = 21,9°
KdW = 068° − 21,9° ≈ 046°
FüG = 4,5 · cos 21,9° + 2 · cos 57° = 4,18 + 1,09 ≈ 5,3 kn
```

Wo komme ich hin? Gesteuert werden 046° mit 4,5 kn, der Strom setzt mit 2 kn nach 125°.

```
N = 4,5 · cos 46° + 2 · cos 125° = 3,13 − 1,15 = 1,98
O = 4,5 · sin 46° + 2 · sin 125° = 3,24 + 1,64 = 4,88
KüG = arctan(4,88 / 1,98) ≈ 068°, FüG = √(1,98² + 4,88²) ≈ 5,3 kn
```

3.6 Worauf man achten sollte

- **Stromrichtung ist „wohin“:** Anders als beim Wind gibt die Stromrichtung an, *wohin* der Strom setzt. Ein Strom „nach 125°“ kommt aus Nordwest.
- **Strom ändert sich:** In Gezeitengewässern drehen Richtung und Stärke stündlich. Für längere Strecken das Dreieck Stunde für Stunde rechnen oder einen Mittelwert bilden.
- **Abdrift zuerst:** Die Windabdrift gehört in die Kursbeschickung zwischen rwK und KdW. Das Stromdreieck beginnt beim Kurs durchs Wasser.
- **Fahrt durchs Wasser, nicht über Grund:** Die Logge misst die Fahrt durchs Wasser – genau die gehört ins Dreieck.

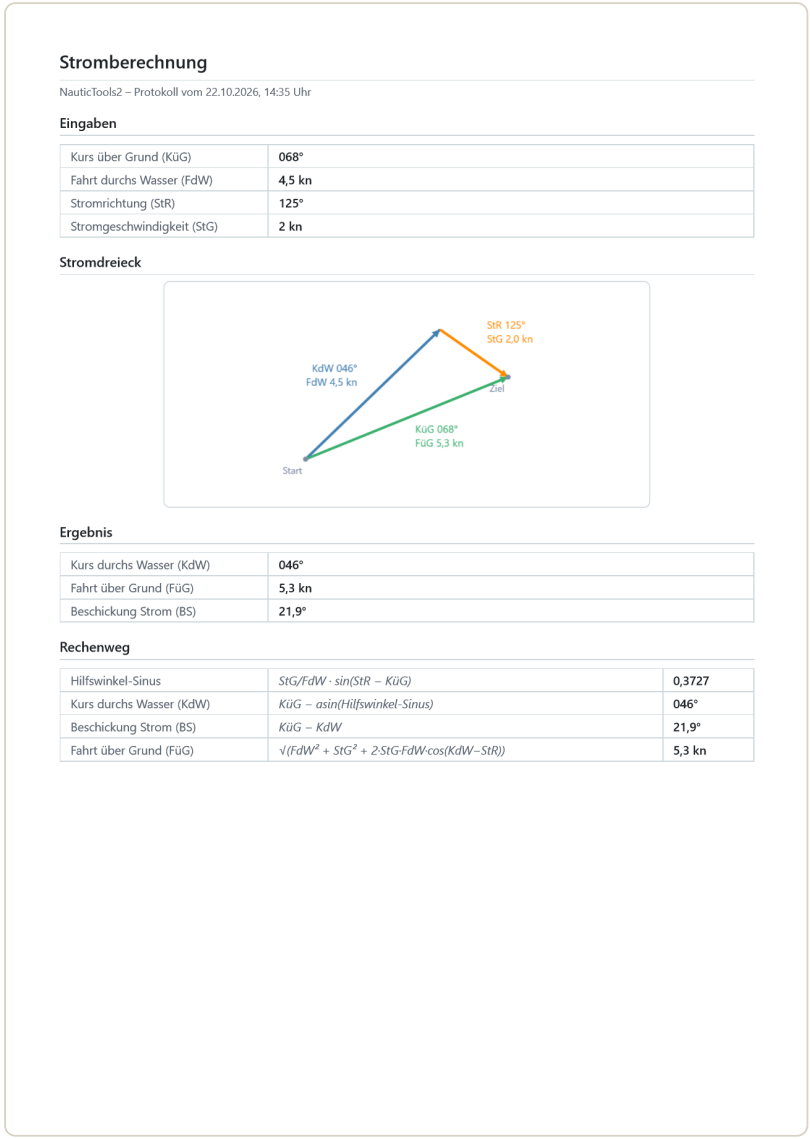
3.7 So geht es in NauticTools2

1. **Aufgabe wählen**
   Wo komme ich hin, was muss ich steuern oder welcher Strom herrscht.
2. **Vier Größen eingeben**
   Die jeweils bekannten Kurse und Fahrten.

3. **Berechnen**
   Das Dreieck wird gezeichnet, Ergebnis und Rechenweg erscheinen. Ist die Kursbeschickung geöffnet, übernimmt sie Beschickung und Kurs automatisch.

3.8 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Stromberechnung lässt sich als übersichtliches Protokoll drucken oder als PDF speichern – mit Eingaben, Stromdreieck, Ergebnis und dem vollständigen Rechenweg.



Stromberechnung

NauticTools2 – Protokoll vom 22.10.2026, 14:35 Uhr

Eingaben

Kurs über Grund (KüG)	068°
Fahrt durchs Wasser (FdW)	4,5 kn
Stromrichtung (StR)	125°
Stromgeschwindigkeit (StG)	2 kn

Stromdreieck

Ergebnis

Kurs durchs Wasser (KdW)	046°
Fahrt über Grund (FüG)	5,3 kn
Beschickung Strom (BS)	21,9°

Rechenweg

Hilfswinkel-Sinus	*StG/FdW · sin(StR − KüG)*	0,3727
Kurs durchs Wasser (KdW)	*KüG − asin(Hilfswinkel-Sinus)*	046°
Beschickung Strom (BS)	*KüG − KdW*	21,9°
Fahrt über Grund (FüG)	*√(FdW² + StG² + 2·StG·FdW·cos(KdW−StR))*	5,3 kn

Abbildung 3.3 Das Druckprotokoll des Beispiels KüG 068°, FdW 4,5 kn, Strom 125°/2 kn.

3.9 Häufige Fragen

Was ist der Unterschied zwischen Strom und Abdrift?

Der Strom bewegt das ganze Wasser samt Schiff, die Abdrift entsteht durch Wind, der das Schiff durchs Wasser seitlich schiebt. Deshalb gehört die Abdrift in die Kursbeschickung und der Strom ins Stromdreieck.

Woher bekomme ich Stromrichtung und -stärke?
Aus dem Stromatlas, den Gezeitenstromangaben der Seekarte oder der Gezeitentafel – oder nachträglich aus GPS und Logge mit der dritten Aufgabe.

Warum ist die Fahrt über Grund manchmal größer als die Fahrt durchs Wasser?
Wenn der Strom eine Komponente in Fahrtrichtung hat, schiebt er mit. Bei Gegenstrom ist die Fahrt über Grund kleiner.

3.10 Siehe auch

- **Kursbeschickung** (Kapitel 4) – vom Kompasskurs bis zum Kurs über Grund
- **Besteckrechnung** (Kapitel 12) – Koppelort aus Kurs und Distanz
- **Distanz, Fahrt und Zeit** (Kapitel 7) – Ankunftszeit mit der Fahrt über Grund

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

4 Kursbeschickung

Kursbeschickung – vom Kompasskurs zum Kurs über Grund

Der Kurs, den der Rudergänger am Kompass steuert, ist nicht der Kurs, den das Schiff über Grund läuft. Dazwischen liegen **Ablenkung**, **Missweisung**, **Wind** und **Strom**. Die Kursbeschickung rechnet diese Kette in beide Richtungen durch – NauticTools2 von jedem der fünf Kurswerte aus.

`MgK` `mwK` `rwK` `KdW` `KüG` `Steuertafel` `Kreiselkompass`

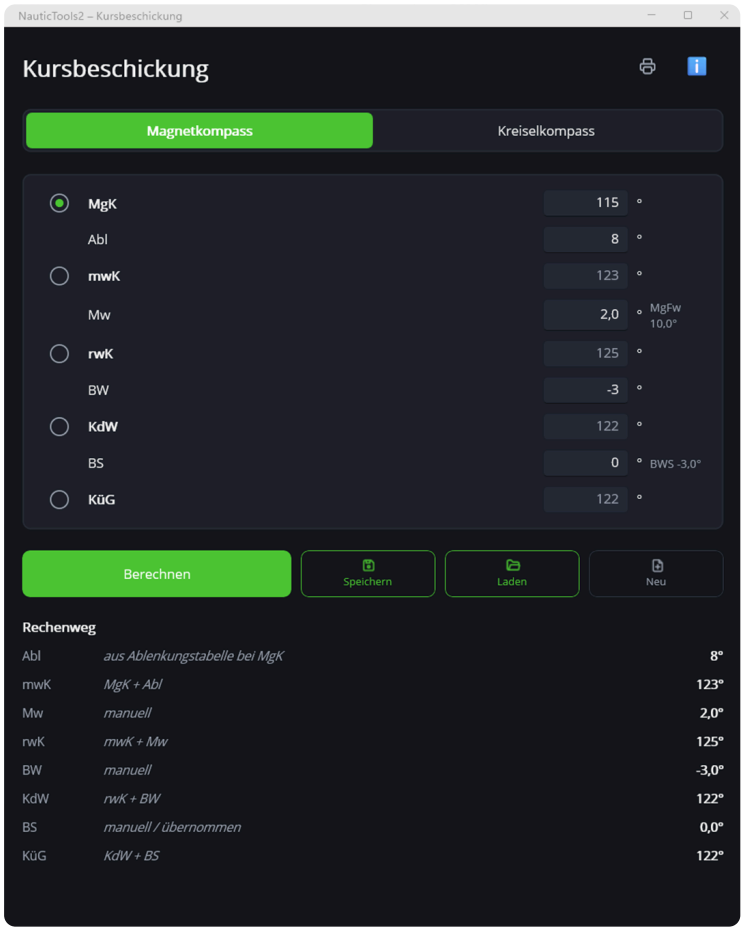


Abbildung 4.1 Kursbeschickung in der Windows-Version: bekannten Kurs wählen, Beschickungen eintragen, die ganze Kette erscheint mit Rechenweg.

4.1 Die Kurskette

Jeder Schritt der Kette hat seinen eigenen Kurs und seine eigene Beschickung:

- **MgK** – Magnetkompasskurs: der Kurs, der am Kompass anliegt.
- **Abl** – Ablenkung: Fehler des Kompasses durch das eigene Schiff (Motor, Stahl, Elektronik). Sie hängt vom Kurs ab und steht in der Ablenkungstabelle.

- **mwK** – missweisender Kurs: bezogen auf missweisend Nord.
- **Mw** – Missweisung: Abweichung des magnetischen vom geografischen Nordpol.
- **rwK** – rechtweisender Kurs: bezogen auf rechtweisend Nord – der Kurs in der Seekarte.
- **BW** – Beschickung für Wind: die Abdrift durch Winddruck.
- **KdW** – Kurs durchs Wasser.
- **BS** – Beschickung für Strom: der Winkel, um den der Strom das Schiff versetzt.
- **KüG** – Kurs über Grund: der Weg, den das Schiff tatsächlich über den Meeresboden zurücklegt.

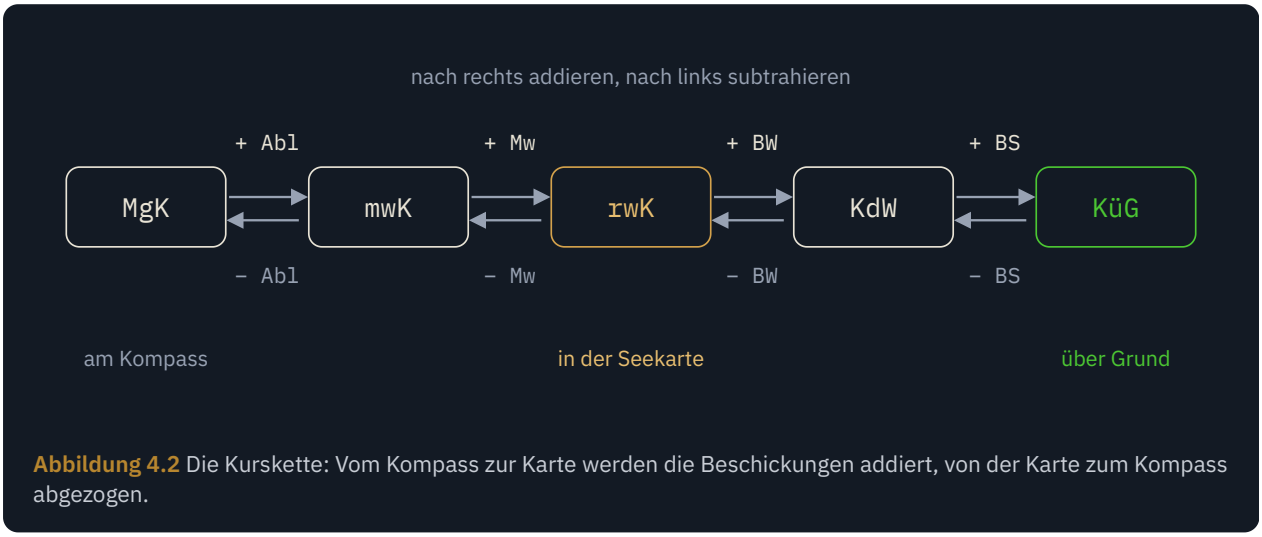


Abbildung 4.2 Die Kurskette: Vom Kompass zur Karte werden die Beschickungen addiert, von der Karte zum Kompass abgezogen.

4.2 Wann braucht man das?

- **Kurs absetzen:** In der Seekarte wird ein Kurs über Grund gezeichnet. Der Rudergänger braucht aber einen Kompasskurs – die Kette wird von rechts nach links gerechnet.
- **Koppeln:** Aus dem gesteuerten Kompasskurs ergibt sich der Kurs über Grund, mit dem der Koppelort in die Karte eingetragen wird – die Kette wird von links nach rechts gerechnet.
- **Kurs kontrollieren:** Weicht der tatsächliche Kurs über Grund vom geplanten ab, lässt sich mit der Kette eingrenzen, ob Strom, Abdrift oder Kompass die Ursache sind.

4.3 Formeln und Rechenweg

> `MgK + Abl + Mw + BW + BS = KüG`

Vorzeichen: Ablenkung und Missweisung Ost sind positiv, West negativ. Abdrift und Stromversetzung nach Steuerbord sind positiv, nach Backbord negativ.

1. **Ablenkung**
   `mwK = MgK + Abl` – die Ablenkung aus der Ablenkungstabelle beim gesteuerten MgK.
2. **Missweisung**
   `rwK = mwK + Mw`

3. **Wind**
   `KdW = rwK + BW` – Wind von Backbord: BW positiv, Wind von Steuerbord: BW negativ.
4. **Strom**
   `KüG = KdW + BS` – BS kommt aus der Stromberechnung (Stromdreieck).

Rückrechnung und Steuertafel: Wer vom KüG zum MgK rechnet, subtrahiert die Beschickungen. Beim letzten Schritt fehlt aber die Ablenkung, denn sie hängt vom MgK ab, der ja gesucht ist. Abhilfe schafft die **Steuertafel**: Sie ist nach dem mwK geordnet und liefert die passende Ablenkung. NauticTools2 leitet sie automatisch aus der Ablenkungstabelle ab.

4.4 Beispiele, Schritt für Schritt

Sie steuern am Kompass 115°. Die Ablenkung beträgt +8°, die Missweisung 2° E, die Windabdrift −3°, Strom gibt es keinen. Welchen Kurs über Grund haben Sie?

```
mwK = 115° + 8° = 123°
rwK = 123° + 2° = 125°
KdW = 125° − 3° = 122°
KüG = 122° + 0° = 122°
```

Bei sonst gleichen Vorgaben soll der Kurs über Grund 110° betragen. Welchen Kurs müssen Sie steuern? Die Steuertafel liefert beim mwK 111° eine Ablenkung von +9°.

```
KdW = 110° − 0° = 110°
rwK = 110° − (−3°) = 113°
mwK = 113° − 2° = 111°
MgK = 111° − 9° = 102°
```

4.5 Mit dem Kreiselkompass

Auf Schiffen mit Kreiselkompass entfallen Ablenkung und Missweisung. An ihre Stelle treten der feste Kreiselfehler **KrA** und die **Fahrtfehlerberichtigung Ff**:

```
KrK + KrA + Ff = rwK
```

Den Fahrtfehler berechnet NauticTools2 auf Wunsch selbst aus Breite und Fahrt: `sin Ff = −v · cos KrK / (902,46 · cos ϕ)`. Ab dem rwK geht es wie gewohnt bis zum KüG weiter.

Sie steuern KrK 000° mit 20 kn auf 54° N. KrA beträgt +0,5°, die Abdrift +2°, die Strombeschickung –3°.

```
Ff = arcsin(–20 · cos 0° / (902,46 · cos 54°)) = –2,2°
rwK = 000° + 0,5° – 2,2° = 358°
KdW = 358° + 2° = 000°
KüG = 000° – 3° = 357°
```

4.6 Worauf man achten sollte

- **Vorzeichen konsequent:** Fast alle Fehler in der Kursbeschickung sind Vorzeichenfehler. Ost und Steuerbord sind positiv – bei jeder Beschickung.
- **Ablenkung beim richtigen Kurs:** Die Ablenkungstabelle gilt für den MgK. Wer beim rwK oder mwK nachschlägt, liegt je nach Tabelle um mehrere Grad daneben.
- **Ganze Grad:** Gesteuert wird in ganzen Grad. NauticTools2 rundet alle Kurse und die Ablenkung aus der Tabelle entsprechend.
- **Über 360°:** Ergibt die Rechnung mehr als 360° oder weniger als 0°, wird 360° abgezogen bzw. addiert.

4.7 So geht es in NauticTools2

1. **Bekannten Kurs wählen**
   Links festlegen, welcher der fünf Kurse bekannt ist – NauticTools2 rechnet von dort in beide Richtungen.
2. **Beschickungen eintragen**
   Ablenkung und Missweisung werden automatisch vorbelegt: die Ablenkung aus der aktiven Ablenkungstabelle, die Missweisung aus den Einstellungen. Ein eigener Wert hat Vorrang.
3. **Strom übernehmen**
   Ist die Stromberechnung geöffnet, übernimmt die Kursbeschickung deren Ergebnis live, ohne Knopfdruck.
4. **Kreiselkompass**
   Mit dem Umschalter oben wird statt mit dem Magnetkompass mit KrK, KrA und Ff gerechnet.

4.8 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Beschickung lässt sich als übersichtliches Protokoll drucken oder als PDF speichern – mit der ganzen Kurskette von MgK bis KüG und dem Rechenweg jedes Schritts, einschließlich der Ablenkung aus der Ablenkungstabelle.



Kursbeschickung

NauticTools2 – Protokoll vom 22.10.2026, 14:07 Uhr

Kurskette

MgK (bekannt)	115°
+ Abl	8°
mwK	123°
+ Mw	2,0°
rwK	125°
+ BW	-3°
KdW	122°
+ BS	0°
KüG	122°

Rechenweg

Abl	*aus Ablenkungstabelle bei MgK*	8°
mwK	*MgK + Abl*	123°
Mw	*manuell*	2,0°
rwK	*mwK + Mw*	125°
BW	*manuell*	-3,0°
KdW	*rwK + BW*	122°
BS	*manuell / übernommen*	0,0°
KüG	*KdW + BS*	122°

Abbildung 4.3 Das Druckprotokoll einer Kursbeschickung von MgK 115° bis KüG 122°.

4.9 Häufige Fragen

Was ist der Unterschied zwischen Ablenkung und Missweisung?

Die Missweisung kommt vom Erdmagnetfeld und hängt vom Ort ab. Die Ablenkung kommt vom eigenen Schiff und hängt vom Kurs ab. Zusammen ergeben sie die Fehlweisung: `Fw = Abl + Mw`.

Woher kommt die Beschickung für Strom?

Aus dem Stromdreieck: Aus Kurs und Fahrt durchs Wasser sowie Stromrichtung und -stärke ergibt sich der Kurs über Grund. Der Winkel zwischen KdW und KüG ist die Strombeschickung.

Wie bestimme ich die Ablenkung meines Kompasses?

Durch Vergleich mit einer bekannten rechtweisenden Richtung, etwa einer Deckpeilung oder dem Azimut der Sonne. Das Ergebnis wird für alle Kurse in einer Ablenkungstabelle festgehalten.

4.10 Siehe auch

- **Stromberechnung** (Kapitel 3) – das Stromdreieck und die Strombeschickung
- **Missweisung** (Kapitel 2) – aktuelle Missweisung für Ort und Datum
- **Peilungsbeschickung** (Kapitel 10) – dieselbe Kette für Peilungen
- **Kompasskontrolle** (Kapitel 24) – Ablenkung mit der Sonne bestimmen

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

5 Feuer in der Kimm

Feuer in der Kimm – wie weit ist das Leuchtfeuer entfernt?

Taucht bei der Annäherung an die Küste ein Leuchtfeuer zum ersten Mal über dem Horizont auf, steht es **in der Kimm**. In genau diesem Moment lässt sich der Abstand zum Feuer allein aus der eigenen **Augeshöhe** und der **Feuerhöhe** berechnen – ohne Radar, ohne zweite Peilung.

Augeshöhe | Feuerhöhe | Kimmentfernung | Abstand in sm | Rechenweg



Abbildung 5.1 Feuer in der Kimm in der Android-Version: Augeshöhe und Feuerhöhe eingeben, Abstand, Kimmentfernung und Rechenweg erscheinen sofort.

5.1 Was bedeutet „Feuer in der Kimm“?

Die **Kimm** ist der sichtbare Horizont auf See. Weil die Erde gekrümmt ist, verschwindet ein entferntes Leuchtfeuer hinter dieser Linie. Fährt man darauf zu, erscheint das Licht irgendwann zum ersten Mal knapp über der Kimm – das Feuer „taucht auf“. Fährt man weg, „kimmt“ es: Es sinkt hinter den Horizont und ist verschwunden.

Der Abstand in diesem Augenblick setzt sich aus zwei Teilstrecken zusammen, die sich genau in der Kimm treffen: der Strecke vom eigenen Auge bis zur Kimm und der Strecke von der Kimm bis zum Feuer.

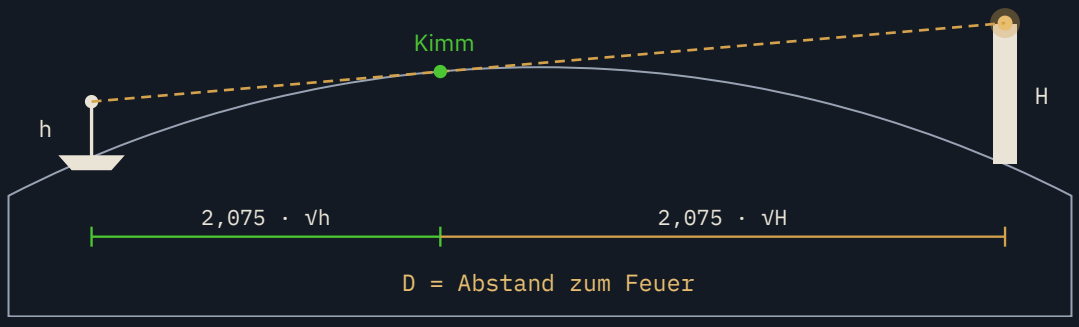


Abbildung 5.2 Die Erdkrümmung ist stark übertrieben gezeichnet. h = Augeshöhe, H = Feuerhöhe.

5.2 Wann braucht man das?

- **Ort bestimmen bei Nacht:** Peilt man das Feuer im Moment des Auftauchens, hat man Peilung und Abstand zu einem bekannten Punkt – das ergibt einen Schiffsort, auch ohne zweites Objekt.
- **Landfall planen:** Vorab abschätzen, wann und in welcher Entfernung ein Feuer bei der Ansteuerung sichtbar werden sollte. Bleibt es länger aus als erwartet, stimmt der Koppelort vermutlich nicht.

5.3 Formel und Rechenweg

```
D = 2,075 · ( √h + √H )
```

- **D** – Abstand zum Feuer in Seemeilen (sm)
- **h** – Augeshöhe in Metern: die Höhe des eigenen Auges über der Wasseroberfläche
- **H** – Feuerhöhe in Metern, aus der Seekarte oder dem Leuchtfeuerverzeichnis

Gerechnet wird in drei Schritten, genau so zeigt es auch der Rechenweg in NauticTools2:

1. **Kimmentfernung**
   Wie weit reicht der eigene Horizont? `2,075 · √h`
2. **Reichweite des Feuers**
   Aus welcher Entfernung ist das Feuer über der Kimm zu sehen? `2,075 · √H`
3. **Feuer in der Kimm**
   Beide Teilstrecken zusammenzählen: `D = Kimmentfernung + Reichweite des Feuers`

Warum 2,075? Rein geometrisch ergäbe sich ein Faktor von etwa 1,93. Die Lichtstrahlen werden in der Atmosphäre aber leicht zur Erde hin gekrümmt (*terrestrische Refraktion*), dadurch reicht der Blick etwas weiter. In manchen Lehrbüchern steht deshalb auch gerundet 2,08 oder 2,1 – das Ergebnis ändert sich dadurch nur wenig.

5.4 Beispiel, Schritt für Schritt

Aus 5 m Augeshöhe taucht ein Leuchtfeuer mit 62 m Feuerhöhe in der Kimm auf. Wie weit ist das Feuer entfernt?

```
Kimmentfernung = 2,075 · √5 = 2,075 · 2,236 ≈ 4,64 sm
Reichweite des Feuers = 2,075 · √62 = 2,075 · 7,874 ≈ 16,34 sm
Feuer in der Kimm = 4,64 + 16,34 ≈ 20,98 sm
```

Wie weit ist die Kimm entfernt, wenn die Augeshöhe 3 m beträgt?

```
Kimmentfernung = 2,075 · √3 = 2,075 · 1,732 ≈ 3,59 sm
```

5.5 Worauf man achten sollte

- **Tragweite:** Die Rechnung gilt nur, wenn das Feuer hell genug ist. Ist seine Tragweite (in der Seekarte in sm angegeben) kleiner als der berechnete Abstand, wird das Feuer erst innerhalb dieser Tragweite sichtbar – es taucht dann nicht in der Kimm auf.
- **Lichtschein:** Bei starken Feuern sieht man oft schon vorher den Widerschein am Himmel oder in den Wolken. Gemeint ist aber der Moment, in dem das Licht selbst über der Kimm erscheint.
- **Augeshöhe ehrlich schätzen:** Auf einer Segelyacht sind es im Cockpit meist 2 bis 3 m. Wer zum Peilen aufsteht oder aufs Kajütdach geht, sieht weiter.
- **Näherungswert:** Die Refraktion schwankt mit dem Wetter. Das Ergebnis ist deshalb ein guter Anhalt, aber keine exakte Entfernung.

5.6 So geht es in NauticTools2

1. **Höhen eingeben**
   Augeshöhe und Feuerhöhe in Metern eintragen.
2. **Berechnen**
   NauticTools2 zeigt den Abstand zum Feuer und die Kimmentfernung, darunter den vollständigen Rechenweg mit allen drei Schritten.
3. **Speichern und drucken**
   Eingaben lassen sich unter einem eigenen Namen speichern und später wieder laden, das Ergebnis lässt sich als Rechenprotokoll drucken – praktisch für Übungsaufgaben.

5.7 Häufige Fragen

Wie berechnet man nur die Kimmentfernung?
Mit 2,075 · √Augeshöhe. Bei 2 m Augeshöhe sind das etwa 2,9 sm, bei 10 m etwa 6,6 sm.

Was ist der Unterschied zwischen Tragweite und Sichtweite?
Die Tragweite hängt von der Lichtstärke ab und steht in der Seekarte. Die geografische Sichtweite – das, was hier berechnet wird – hängt nur von den Höhen und der Erdkrümmung ab. Sichtbar ist das Feuer erst, wenn man innerhalb beider Entfernungen ist.

Und wenn das Feuer schon deutlich über der Kimm steht?
Dann hilft die Formel nicht mehr weiter. Der Abstand lässt sich dann zum Beispiel über den **Höhenwinkel** (Kapitel 6) bestimmen: mit dem Sextanten den Winkel zwischen Wasserlinie und Feuer messen.

5.8 Siehe auch

- **Höhenwinkel** (Kapitel 6) – Abstand zu einem Objekt bekannter Höhe aus dem Sextantenwinkel
- **Peilungsbeschickung** (Kapitel 10) – die Peilung zum Feuer in eine rechtweisende Peilung umrechnen
- **Distanz, Fahrt und Zeit** (Kapitel 7) – wann ist das Feuer bei der aktuellen Fahrt erreicht?

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

6 Höhenwinkel

Abstand nach Höhenwinkel – mit dem Sextanten Entfernungen messen

Misst man mit dem Sextanten den **Höhenwinkel** eines Objekts, dessen Höhe bekannt ist – etwa eines Leuchtturms, Kirchturms oder Bergs –, lässt sich daraus der **Abstand** berechnen. Zusammen mit einer Peilung ergibt das einen Schiffsort.

`Höhenwinkel` `Objekthöhe` `Fußpunkt sichtbar / verdeckt` `Augeshöhe` `Abstand in sm`

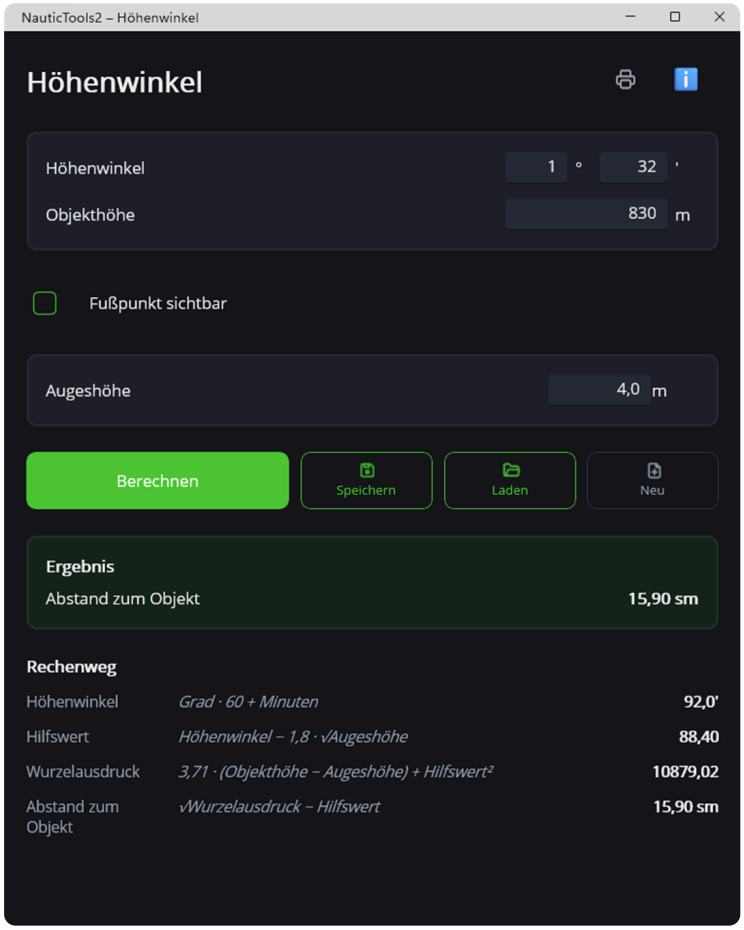


Abbildung 6.1 Höhenwinkel in der Windows-Version: Winkel, Objekthöhe und gegebenenfalls Augeshöhe eingeben, Abstand und Rechenweg erscheinen sofort.

6.1 Was ist der Höhenwinkel?

Der Höhenwinkel ist der senkrechte Winkel, unter dem man ein Objekt sieht – gemessen vom Fußpunkt bis zur Spitze. Je näher man dem Objekt kommt, desto größer wird der Winkel. Weil die Höhe bekannt ist, folgt aus dem Winkel der Abstand.

Zwei Fälle sind zu unterscheiden:

- **Fußpunkt sichtbar:** Man sieht das Objekt bis zur Wasserlinie. Der Winkel wird von der Wasserlinie bis zur Spitze gemessen.
- **Fußpunkt verdeckt:** Das Objekt ist so weit entfernt, dass sein unterer Teil hinter der Kimm liegt – typisch bei Bergen. Gemessen wird dann von der Kimm bis zur Spitze, und die Augeshöhe geht mit ein.

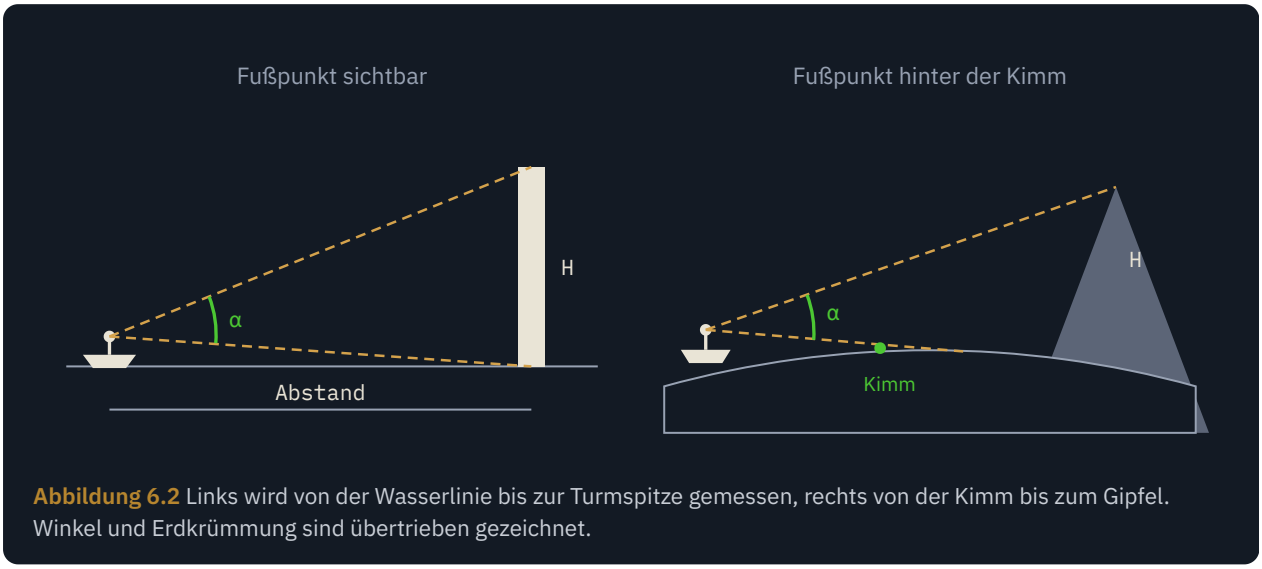


Abbildung 6.2 Links wird von der Wasserlinie bis zur Turmspitze gemessen, rechts von der Kimm bis zum Gipfel. Winkel und Erdkrümmung sind übertrieben gezeichnet.

6.2 Wann braucht man das?

- **Ort aus Peilung und Abstand:** Peilung und Höhenwinkel zu demselben Objekt ergeben einen Schiffsort – ohne Radar und ohne zweites Objekt.
- **Abstand halten:** Vor einer Küste mit Untiefen lässt sich ein Mindestabstand vorgeben. Über den Höhenwinkel eines Leuchtturms prüft man laufend, ob man weit genug entfernt bleibt (in der englischen Literatur „vertical danger angle“).
- **Ansteuerung bei Tag:** Bergspitzen tauchen lange vor der Küste auf. Ihr Höhenwinkel gibt schon aus großer Entfernung einen Anhalt für den Abstand.

6.3 Formeln und Rechenweg

Fußpunkt sichtbar

```
Abstand = 13/7 · H / α
```

- **Abstand** in Seemeilen
- **H** – Objekthöhe in Metern
- **α** – Höhenwinkel in Bogenminuten (1° = 60′)

Warum 13/7? Für kleine Winkel ist der Abstand gleich Höhe geteilt durch den Winkel im Bogenmaß. Eine Bogenminute ist 1/3438 Radiant, eine Seemeile hat 1852 m. 3438 / 1852 ergibt 1,857 – und das ist fast genau 13/7.

Fußpunkt hinter der Kimm

Hier geht die Augeshöhe h mit ein, weil der Winkel über der Kimm gemessen wird:

1. **Hilfswert**
   Höhenwinkel minus Kimmtiefe: `Hw = α − 1,8 · √h`
2. **Wurzelausdruck**
   `W = 3,71 · (H − h) + Hw²`
3. **Abstand**
   `Abstand = √W − Hw`

6.4 Beispiele, Schritt für Schritt

Der Höhenwinkel eines 47 m hohen Turms, dessen Fuß man sieht, beträgt 42′. Wie weit ist der Turm entfernt?

```
Abstand = 13/7 · 47 / 42 = 1,857 · 1,119 ≈ 2,08 sm
```

Aus 4 m Augeshöhe misst man den Höhenwinkel eines 830 m hohen Bergs, dessen Fuß hinter der Kimm liegt, mit 1°32,0′. Wie weit ist der Berg entfernt?

```
Höhenwinkel = 1 · 60′ + 32′ = 92,0′
Hilfswert = 92,0 − 1,8 · √4 = 92,0 − 3,6 = 88,4
Wurzelausdr. = 3,71 · (830 − 4) + 88,4² = 3064,5 + 7814,6 = 10879,0
Abstand = √10879,0 − 88,4 = 104,30 − 88,4 ≈ 15,90 sm
```

6.5 Worauf man achten sollte

- **Indexberichtigung:** Den abgelesenen Sextantenwinkel immer zuerst um den Indexfehler berichtigen. Bei kleinen Winkeln macht schon eine Bogenminute viel aus.
- **Passende Höhe:** Die Objekthöhe muss zum gemessenen Winkel passen. Misst man von der Wasserlinie aus, zählt die Höhe der Spitze über dem Wasser, nicht über dem Erdboden. Bei Leuchtfeuern steht in der Seekarte die Feuerhöhe, nicht die Höhe des Turms.
- **Gezeiten:** Seekartenhöhen beziehen sich auf einen hohen Wasserstand. Bei Niedrigwasser ist das Objekt etwas höher als angegeben – bei kleinen Abständen wird das spürbar.
- **Großer Winkel, kurzer Abstand:** Die einfache Formel gilt für kleine Winkel. Bei wenigen Kabellängen Abstand und großen Winkeln wird sie ungenauer.

6.6 So geht es in NauticTools2

1. **Höhenwinkel eingeben**
   Grad und Minuten, bereits um die Indexberichtigung beschickt.
2. **Objekthöhe eingeben**
   In Metern, aus der Seekarte oder dem Leuchtfeuerverzeichnis.

3. **Fußpunkt wählen**
   Ist der Fußpunkt verdeckt, das Häkchen entfernen und die Augeshöhe eintragen – sie ist aus den Einstellungen vorbelegt.
4. **Berechnen**
   NauticTools2 zeigt den Abstand und den vollständigen Rechenweg. Eingaben lassen sich speichern, laden und drucken.

6.7 Häufige Fragen

Woher kommt der Faktor 13/7?
Aus der Umrechnung von Bogenminuten in Bogenmaß und von Metern in Seemeilen: 3438 / 1852 ≈ 1,857 ≈ 13/7.

Spielen Kimmtiefe und Refraktion eine Rolle?
Bei sichtbarem Fußpunkt praktisch nicht, weil beide Enden des Winkels am Objekt liegen. Bei verdecktem Fußpunkt wird gegen die Kimm gemessen – deshalb steckt die Kimmtiefe (1,8 · √h) in der erweiterten Formel.

Geht das auch ohne Sextant?
Grob ja, etwa mit einem Fernglas mit Strichplatte. Für brauchbare Abstände ist der Sextant aber deutlich genauer.

6.8 Siehe auch

- **Feuer in der Kimm** (Kapitel 5) – Abstand zu einem Feuer, das gerade über der Kimm auftaucht
- **Indexberichtigung** (Kapitel 20) – den Indexfehler des Sextanten bestimmen
- **Peilungsbeschickung** (Kapitel 10) – die Peilung zum Objekt in eine rechtweisende Peilung umrechnen

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

7 Distanz, Fahrt und Zeit

Distanz, Fahrt und Zeit – der Dreisatz der Navigation

Wie weit kommt man in zwei Stunden? Wie schnell war man wirklich? Wann ist man da? Alle drei Fragen beantwortet dieselbe Beziehung: **Distanz = Fahrt · Zeit**. Sind zwei Größen bekannt, folgt die dritte – NauticTools2 rechnet dazu die voraussichtliche **Ankunftszeit (ETA)** aus.

`Distanz in sm` `Fahrt in kn` `Zeit in hh:mm` `ETA` `Dauer aus Start und Ende`

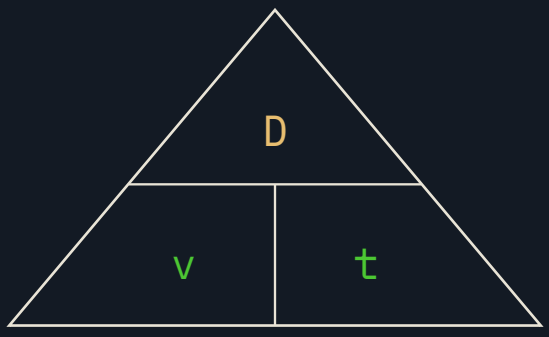


Abbildung 7.1 Distanz, Fahrt und Zeit in der Android-Version: gesuchte Größe wählen, zwei Werte eingeben – mit Fahrzeit und Ankunftszeit.

7.1 Die drei Größen

- **Distanz** – die Strecke in Seemeilen (1 sm = 1852 m).
- **Fahrt** – die Geschwindigkeit in Knoten. Ein Knoten ist eine Seemeile pro Stunde, also rund 0,51 m/s.
- **Zeit** – die Fahrzeit in Stunden und Minuten.

D = Distanz (sm)
v = Fahrt (kn)
t = Zeit (h)



D = v · t
v = D / t
t = D / v

Abbildung 7.2 Das Merkdreieck: Die gesuchte Größe abdecken – was übrig bleibt, ist die Formel. Nebeneinander heißt malnehmen, übereinander teilen.

7.2 Wann braucht man das?

- **Ankunft planen:** Wann ist man am Ziel, an der Schleuse oder an der Barre, die nur bei ausreichendem Wasserstand passiert werden kann?
- **Koppeln:** Wie weit ist man seit dem letzten Ort gekommen? Die Distanz wird in der Seekarte vom letzten Ort aus abgetragen.
- **Fahrt bestimmen:** Aus zwei Schiffsorten und der Zeit dazwischen ergibt sich die tatsächliche Fahrt über Grund – ein guter Vergleich zur Logge.

7.3 Formeln und Rechenweg

> `Distanz = Fahrt · Zeit`

1. **Distanz gesucht**
   `D = v · t`
2. **Fahrt gesucht**
   `v = D / t`
3. **Zeit gesucht**
   `t = D / v`, dazu auf Wunsch `ETA = Abfahrt + t`

Sechs-Minuten-Regel: Sechs Minuten sind ein Zehntel einer Stunde. In sechs Minuten legt man also ein Zehntel der Fahrt in Seemeilen zurück – bei 7 kn sind das 0,7 sm. Praktisch zum Koppeln im Kopf und beim Radarplot.

7.4 Beispiele, Schritt für Schritt

Man läuft seit 2 Stunden 15 Minuten mit 5,3 kn. Wie weit ist man gekommen?

```
t = 2 h 15 min = 2 + 15/60 = 2,25 h
D = 5,3 kn · 2,25 h ≈ 11,93 sm
```

Eine Yacht legt in 3 Stunden 45 Minuten 17,4 sm zurück. Wie groß ist ihre Fahrt?

```
t = 3 h 45 min = 3,75 h
v = 17,4 sm / 3,75 h = 4,64 kn
```

Das Ziel ist noch 17,8 sm entfernt, die Fahrt beträgt 6 kn. Wie lange dauert es, und wann ist man da, wenn man am 07.07.2026 um 18:05 Uhr startet?

```
t = 17,8 sm / 6 kn = 2,967 h = 2 h 58 min
ETA = 07.07.2026 18:05 + 2:58 = 07.07.2026 21:03
```

7.5 Worauf man achten sollte

- **Minuten sind keine Dezimalstellen:** 2 h 15 min sind 2,25 h, nicht 2,15 h. Dieser Fehler ist der häufigste beim Dreisatz. In NauticTools2 wird die Zeit deshalb direkt als hh:mm eingegeben.
- **Fahrt durchs Wasser oder über Grund?** Die Logge misst die Fahrt durchs Wasser. Für Ankunftszeiten zählt aber die Fahrt über Grund – bei Gegenstrom kann der Unterschied erheblich sein.
- **Über Mitternacht:** Geht eine Fahrt über Mitternacht, wechselt das Datum. NauticTools2 zeigt die ETA deshalb immer mit Datum.

7.6 So geht es in NauticTools2

1. **Gesuchte Größe wählen**
   Distanz, Fahrt oder Zeit – die beiden anderen werden zu Eingabefeldern.
2. **Werte eingeben**
   Die Zeit als hh:mm, zum Beispiel `2:15`. Der Doppelpunkt darf fehlen: `215` wird ebenso erkannt. Auch lange Überfahrten wie `101:23` sind möglich.
3. **ETA berechnen**
   Ist die Zeit gesucht, ergibt sich aus Abfahrtsdatum und -zeit die Ankunftszeit. Vorbelegt ist der aktuelle Zeitpunkt.
4. **Dauer aus Start und Ende**
   Ist Distanz oder Fahrt gesucht, lässt sich die Zeit auch aus Start- und Endzeitpunkt berechnen – praktisch bei Fahrten über Mitternacht.

7.7 Häufige Fragen

Wie rechnet man Knoten in km/h um?
Mit 1,852 malnehmen: 6 kn sind rund 11,1 km/h. Umgekehrt km/h durch 1,852 teilen.

Was ist die Sechs-Minuten-Regel?
In sechs Minuten legt man ein Zehntel der Fahrt in Seemeilen zurück. Bei 5 kn sind es 0,5 sm, bei 12 kn 1,2 sm.

Wie bestimme ich meine tatsächliche Fahrt?
Zwei Schiffsorte bestimmen, die Distanz dazwischen in der Seekarte messen und durch die vergangene Zeit teilen. Das ergibt die Fahrt über Grund.

7.8 Siehe auch

- **Relingslog** (Kapitel 8) – die Fahrt ohne Logge messen
- **Stromberechnung** (Kapitel 3) – Fahrt über Grund bei Strom
- **Besteckrechnung** (Kapitel 12) – Zielort aus Kurs und Distanz

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

8 Relingslog

Relingslog – die Fahrt messen ohne Logge

Die Logge ist ausgefallen oder zeigt offensichtlich Unsinn? Mit einem **Schwimmkörper**, der bekannten **Bootslänge** und einer **Stoppuhr** lässt sich die Fahrt durchs Wasser trotzdem bestimmen – so, wie es Seeleute seit Jahrhunderten machen.

`Länge in m` `Zeit in s` `Meridiantertien` `Fahrt in kn`



Abbildung 8.1 Relingslog in der Android-Version: Länge und gestoppte Zeit eingeben, die Fahrt erscheint sofort.

8.1 Wie funktioniert das Relingslog?

Ein Gegenstand, der im Wasser treibt, bleibt gegenüber dem Wasser praktisch an Ort und Stelle. Das Boot fährt an ihm vorbei. Lässt man ihn am Bug zu Wasser und stoppt die Zeit, bis er das Heck erreicht hat, weiß man, wie lange das Boot für seine eigene Länge gebraucht hat – und daraus folgt die Fahrt durchs Wasser.



Abbildung 8.2 Der Schwimmkörper treibt auf der Stelle, das Boot fährt an ihm vorbei: Zeit vom Bug bis zum Heck stoppen.

8.2 Wann braucht man das?

- **Logge ausgefallen:** Bewuchs auf dem Loggeber, ein verklemmtes Schaufelrad oder ein Elektrikproblem – ohne Fahrt durchs Wasser fehlt eine wichtige Größe fürs Koppeln.
- **Logge überprüfen:** Zeigt die Logge zu viel oder zu wenig? Ein paar Messungen mit dem Relingslog geben einen unabhängigen Vergleich.
- **Kleine Boote ohne Logge:** Auf Jollen und Beibooten gibt es oft gar keine Logge.

8.3 Formel und Rechenweg

```
Fahrt (kn) = L / 0,5144 / t
```

- **L** – gemessene Strecke in Metern, meist die Bootslänge oder eine markierte Strecke an der Reling
- **t** – gestoppte Zeit in Sekunden

1. **Meridiantertien**
   Strecke in Meridiantertien umrechnen: `L / 0,5144 m`
2. **Fahrt**
   Meridiantertien durch die Zeit teilen: `Fahrt = Meridiantertien / t`

Was ist eine Meridiantertie? Die Strecke, die ein Schiff mit 1 kn in einer Sekunde zurücklegt: der 3600. Teil einer Seemeile, 1852 m / 3600 = 0,5144 m. Wer die Strecke in Meridiantertien misst, bekommt die Fahrt in Knoten direkt als „Meridiantertien pro Sekunde“. **Faustformel:** Fahrt ≈ 2 · L / t – rund 3 % zu hoch, für den Überschlag aber genau genug.

8.4 Beispiel, Schritt für Schritt

Ein Schwimmkörper braucht 5,2 Sekunden, um an der 12 m langen Bordwand entlang achteraus zu treiben. Wie schnell fährt das Boot?

```
Meridiantertien = 12 m / 0,5144 m = 23,3
Fahrt = 23,3 / 5,2 s ≈ 4,49 kn
Faustformel = 2 · 12 / 5,2 ≈ 4,6 kn
```

8.5 Worauf man achten sollte

- **Fahrt durchs Wasser:** Das Relingslog misst die Fahrt gegenüber dem Wasser, nicht über Grund. Strom wird nicht erfasst.
- **Lange Strecke, mehrere Messungen:** Bei kurzen Booten und hoher Fahrt dauert eine Messung nur wenige Sekunden – eine Zehntelsekunde Reaktionszeit macht dann schon mehrere Prozent aus. Besser zwei Personen an Bug und Heck und den Mittelwert aus mehreren Messungen nehmen.
- **Nichts über Bord werfen, was nicht ins Meer gehört:** Ein Stück Holz oder ein Schwimmkörper an einer dünnen Leine, die man wieder einholt, ist ideal.
- **Windanfällige Gegenstände meiden:** Ein leichter Gegenstand, der auf dem Wasser vom Wind geschoben wird, verfälscht das Ergebnis. Er sollte möglichst tief im Wasser liegen.

8.6 So geht es in NauticTools2

1. **Länge eingeben**
   Die gemessene Strecke in Metern.
2. **Zeit eingeben**
   Die gestoppte Zeit in Sekunden, gern mit Nachkommastelle.
3. **Berechnen**
   NauticTools2 zeigt die Fahrt in Knoten und die Meridiantertien als Zwischenschritt. Messungen lassen sich speichern und drucken.

8.7 Häufige Fragen

Woher kommt der Begriff Knoten?

Früher maß man die Fahrt mit dem Logscheit: einem Brettchen an einer Leine mit Knoten in regelmäßigen Abständen. Gezählt wurde, wie viele Knoten in einer festen Zeit über das Heck liefen – daher die Einheit Knoten.

Wie genau ist das Relingslog?

Mit sauberer Messung und mehreren Durchgängen auf etwa 5 bis 10 Prozent – für das Koppeln und zur Kontrolle der Logge reicht das.

Was, wenn ich keine Stoppuhr habe?
Jedes Handy hat eine. Zur Not geht auch Zählen („einundzwanzig, zweiundzwanzig …“), allerdings deutlich ungenauer.

8.8 Siehe auch

- **Distanz, Fahrt und Zeit** (Kapitel 7) – mit der gemessenen Fahrt Distanz und Ankunftszeit berechnen
- **Stromberechnung** (Kapitel 3) – von der Fahrt durchs Wasser zur Fahrt über Grund

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

9 Grenzkursberechnung

Grenzkurs berechnen – welchen Kurs kann das andere Fahrzeug haben?

Nachts sieht man von einem anderen Fahrzeug oft nur seine Lichter. Aus der Kombination der sichtbaren **Positionslichter** und der eigenen **rechtweisenden Peilung** zum Fahrzeug ergibt sich ein fester Sektor möglicher Kurse. NauticTools2 berechnet die beiden **Grenzkurse** und zeigt den Sektor als Grafik.

`Positionslichter` `Seitenlicht · Hecklicht` `rwP zum Gegner` `Kurssektor` `Grafik` `Schieberegler`

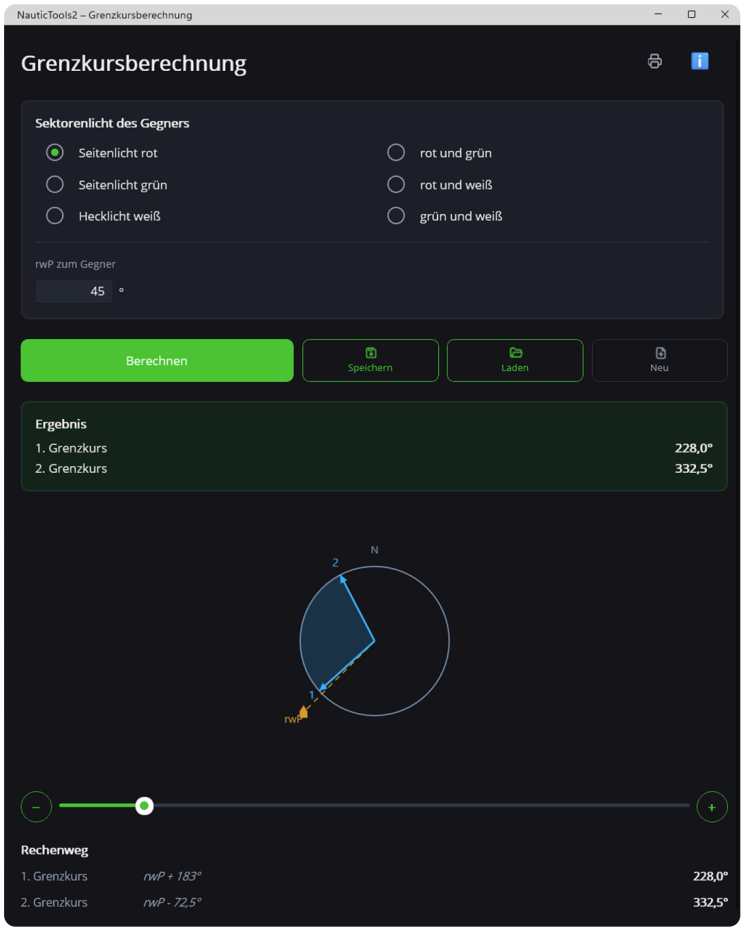


Abbildung 9.1 Eigene Peilung (gestrichelt) und der mögliche Kurssektor des anderen Fahrzeugs; der Regler darunter verschiebt die eigene Position.

9.1 Was ist ein Grenzkurs?

Jedes Positionslicht leuchtet nur in einem genormten Sektor: die Seitenlichter je 112,5° vom Bug aus nach Steuerbord (grün) und Backbord (rot), das Hecklicht 135° nach achtern. Welche Lichter man sieht, verrät also, aus welcher Richtung man das andere Fahrzeug betrachtet. Zusammen mit der eigenen Peilung ergibt sich daraus ein Bereich möglicher Kurse – begrenzt von den beiden **Grenzkursen**.

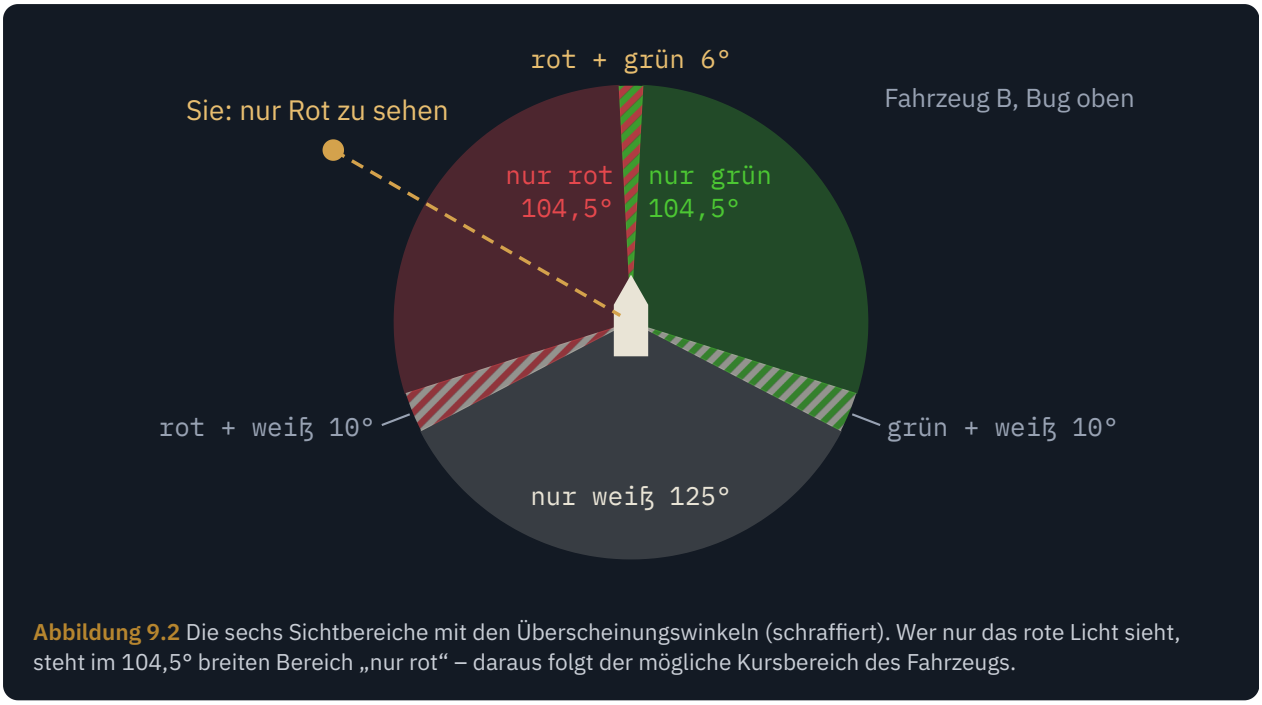


Abbildung 9.2 Die sechs Sichtbereiche mit den Überscheinungswinkeln (schraffiert). Wer nur das rote Licht sieht, steht im 104,5° breiten Bereich „nur rot“ – daraus folgt der mögliche Kursbereich des Fahrzeugs.

9.2 Die sechs Sichtkombinationen

Aus der Überlappung der Sektoren ergeben sich sechs Kombinationen mit jeweils fester Sektorbreite:

- rot und grün – 6° (das Fahrzeug kommt genau auf einen zu)
- nur grün – 104,5°
- grün und weiß – 10°
- nur weiß – 125°
- rot und weiß – 10°
- nur rot – 104,5°

Die Überscheinungswinkel stammen aus den KVR (Anlage I, Abschnitt 9): Nach voraus darf jedes Seitenlicht bis zu 3° auf die andere Seite hinüberscheinen – zusammen 6° rot und grün. Achtern dürfen Seitenlicht und Hecklicht je bis zu 5° überlappen – zusammen 10°. Für „nur rot“ bleiben so 112,5° − 3° − 5° = 104,5°, für „nur weiß“ 135° − 2 · 5° = 125°. Es sind Höchstwerte; damit deckt die Rechnung den ungünstigsten Fall ab.

9.3 Wann braucht man das?

- **Lage beurteilen bei Nacht:** Kommt das Fahrzeug entgegen, kreuzt es oder fährt es voraus? Der Kurssektor gibt die Antwort.
- **Ausweichpflicht klären:** Nach den Kollisionsverhütungsregeln hängt die Ausweichpflicht davon ab, wie sich die Kurse kreuzen.
- **Segelfahrzeuge eingrenzen:** Bei einem segelnden Gegner lässt sich der Sektor mit der Windrichtung weiter einengen.

9.4 Rechenweg

```
Grenzkurs = rwP + 180° − Sektorgrenze
```

1. **Gegenpeilung**
   Die Peilung vom anderen Fahrzeug zu einem selbst: `rwP + 180°`.
2. **Sektorgrenzen**
   Aus den sichtbaren Lichtern folgt, in welchem Bereich der Seitenpeilung (vom Gegner aus gesehen) man steht – etwa beim roten Licht an Backbord voraus.
3. **Grenzkurse**
   Gegenpeilung minus die beiden Sektorgrenzen ergibt die beiden Grenzkurse. Der wahre Kurs liegt dazwischen.

NauticTools2 fasst Gegenpeilung und Sektorgrenze zu einem festen Wert je Sichtkombination zusammen – bei „nur rot“ etwa 180° + 3° = 183° und 180° − 252,5° = −72,5°. Ergebnisse unter 0° oder über 360° werden um 360° korrigiert. So steht es auch im Rechenweg der App:

Sichtbar	1. Grenzkurs	2. Grenzkurs	bei rwP 045°
nur rot	`rwP + 183°`	`rwP − 72,5°`	`228,0° / 332,5°`
nur grün	`rwP − 183°`	`rwP + 72,5°`	`222,0° / 117,5°`
nur weiß	`rwP − 62,5°`	`rwP + 62,5°`	`342,5° / 107,5°`
rot und grün	`rwP + 177°`	`rwP + 183°`	`222,0° / 228,0°`
rot und weiß	`rwP − 72,5°`	`rwP − 62,5°`	`332,5° / 342,5°`
grün und weiß	`rwP + 72,5°`	`rwP + 62,5°`	`117,5° / 107,5°`

9.5 Beispiel

Ein Fahrzeug wird rw 045° gepeilt, zu sehen ist nur sein rotes Seitenlicht. In welchem Kursbereich kann es sich befinden?

```
Gegenpeilung = 045° + 180° = 225°
1. Grenzkurs = 228,0°
2. Grenzkurs = 332,5° (Sektorbreite 104,5°)
```

9.6 Worauf man achten sollte

- **Rechtweisende Peilung:** Die Peilung muss rechtweisend sein – eine Kompass- oder Radarseitenpeilung vorher mit der Peilungsbeschickung umrechnen.
- **Übergänge sind unscharf:** An den Sektorgrenzen überlappen sich die Lichter um einige Grad. Daher die schmalen Sektoren „rot und weiß“ und „grün und weiß“.
- **Weitere Lichter beachten:** Topplichter, Arbeitslichter oder Sonderlichter liefern zusätzliche Hinweise auf Art und Kurs des Fahrzeugs.

9.7 So geht es in NauticTools2

1. **Sichtbare Lichter wählen**
   Die Kombination auswählen, die beim anderen Fahrzeug zu sehen ist.
2. **Peilung eintragen**
   Die rechtweisende Peilung (rwP) zum anderen Fahrzeug eingeben.
3. **Berechnen**
   NauticTools2 nennt den 1. und 2. Grenzkurs und zeichnet den Sektor.
4. **Eigene Position verschieben**
   Mit dem Schieberegler unter der Grafik wandert die eigene Position um das andere Fahrzeug herum – die Peilung läuft von 0° bis 360°. Grenzkurse und Grafik rechnen beim Ziehen sofort mit. So lässt sich gut nachvollziehen, wie sich der Kurssektor mit der Peilung dreht.

9.8 Häufige Fragen

Warum sieht man manchmal rot und grün gleichzeitig?
Dann blickt man fast genau auf den Bug des anderen Fahrzeugs – es kommt direkt auf einen zu. Der mögliche Kurssektor ist nur 6° breit.

Was bedeutet nur weiß?
Man sieht das Hecklicht, steht also achteraus des anderen Fahrzeugs. Es fährt mehr oder weniger von einem weg – bei eigener höherer Fahrt ist man der Überholer.

Gilt das auch für Motorfahrzeuge?
Ja, Seitenlichter und Hecklicht sind für alle Maschinen- und Segelfahrzeuge gleich genormt. Maschinenfahrzeuge führen zusätzlich ein oder zwei Topplichter.

9.9 Siehe auch

- **Peilungsbeschickung** (Kapitel 10) – von der Seitenpeilung bis zur rechtweisenden Peilung
- **Radarplotting** (Kapitel 11) – Kurs und Fahrt des anderen Fahrzeugs aus Radarortungen
- **Kursbeschickung** (Kapitel 4) – MgK, mwK, rwK, KdW und KüG

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

10 Peilungsbeschickung

Peilungsbeschickung – von der Kompasspeilung zur Standlinie

Eine Peilung lässt sich erst in die Seekarte eintragen, wenn sie **rechtweisend** ist. Was man am Kompass, am Radar oder mit dem Handpeilkompass abliest, muss dafür um **Ablenkung** und **Missweisung** beschickt werden. NauticTools2 rechnet die Kette in beide Richtungen – für Steuerkompass, Radar, Handkompass und Kreisel.

`SP / RaSP` `MgP` `mwP` `rwP` `Handkompass` `Kreiselkompass`

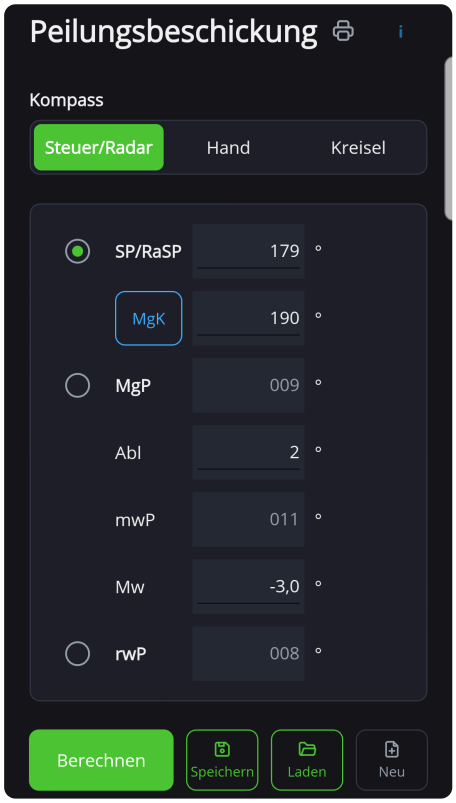
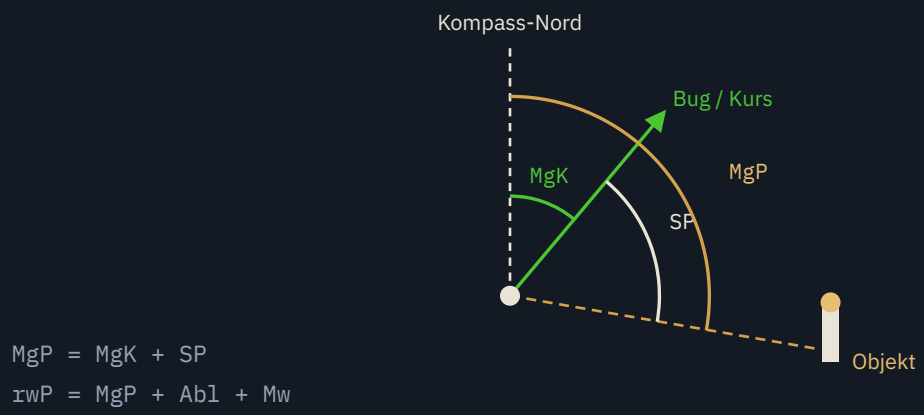


Abbildung 10.1 Peilungsbeschickung in der Android-Version: Kompassart wählen, bekannte Peilung und Kurs eingeben, die ganze Kette erscheint.

10.1 Die Peilungskette

- **SP / RaSP** – Seitenpeilung: Winkel vom eigenen Bug zum Objekt, im Uhrzeigersinn. Am Radar heißt sie Radarseitenpeilung.
- **MgK** – der gesteuerte Magnetkompasskurs. Er wird gebraucht, um aus der Seitenpeilung eine Peilung zu machen und um die Ablenkung nachzuschlagen.
- **MgP** – Magnetkompasspeilung: die Peilung am Steuerkompass.
- **Abl** – Ablenkung beim gesteuerten Kurs.
- **mwP** – missweisende Peilung.

- **Mw** – Missweisung.
- **rwP** – rechtweisende Peilung: die Linie, die in die Seekarte eingezeichnet wird.




```
MgP = MgK + SP
rwP = MgP + Abl + Mw
```

Abbildung 10.2 Die Seitenpeilung wird vom Bug aus gemessen, die Kompasspeilung von Kompass-Nord. Kurs plus Seitenpeilung ergibt die Kompasspeilung.

10.2 Wann braucht man das?

- **Standlinien:** Kreuzpeilungen, Peilung und Abstand oder eine Versegelungspeilung – jede Peilung muss rechtweisend sein, bevor sie in die Karte kommt.
- **Radar:** Am Radar liest man in der Regel die Seitenpeilung ab. Erst mit dem Kurs wird daraus eine Peilung.
- **Peilungen vorausplanen:** Aus der Karte lässt sich ablesen, unter welcher rechtweisenden Peilung ein Leuchtturm beim Kursänderungspunkt steht. Rückwärts gerechnet weiß man, was am Kompass oder am Radar zu sehen sein muss.

10.3 Formeln und Rechenweg

> `rwP = MgK + SP + Abl + Mw`

1. **Seitenpeilung zur Kompasspeilung**
   `MgP = MgK + SP` – über 360° werden 360° abgezogen.
2. **Ablenkung**
   `mwP = MgP + Abl` – die Ablenkung beim *gesteuerten Kurs*, nicht bei der Peilung.
3. **Missweisung**
   `rwP = mwP + Mw`

Die häufigste Falle: Die Ablenkung hängt vom Kurs des Schiffes ab, nicht von der Peilrichtung. Wer bei Kurs 190° einen Turm in 090° peilt, braucht die Ablenkung für 190°. Für den Rückweg (von rwP zu MgP und SP) gilt dieselbe Kette mit umgekehrten Vorzeichen.

10.4 Beispiele, Schritt für Schritt

Eine Yacht steuert am Kompass 190°. Ein Kirchturm wird unter der Seitenpeilung 179° gepeilt. Die Ablenkung beträgt +2°, die Missweisung −3°. Wie lautet die rechtweisende Peilung?

```
MgP = 190° + 179° = 369° − 360° = 009°
mwP = 009° + 2° = 011°
rwP = 011° − 3° = 008°
```

Auf Kurs MgK 090° soll der Kurs geändert werden, sobald ein Leuchtturm rechtweisend in 220° peilt. Ablenkung +10°, Missweisung −3°. Was muss am Kompass und am Radar zu sehen sein?

```
mwP = 220° − (−3°) = 223°
MgP = 223° − 10° = 213°
SP = 213° − 090° = 123°
```

10.5 Handpeilkompass und Kreiselkompass

Handpeilkompass: Ein Handkompass wird an Deck weit weg von Eisen und Elektrik benutzt und hat in der Regel keine Ablenkung. Die Kette verkürzt sich auf `rwP = MgP + Mw` – ohne Kurs und ohne Ablenkung.

Kreiselkompass: Hier entfallen Ablenkung und Missweisung. Es gilt `rwP = KrP + KrA + Ff` mit dem Kreiselfehler KrA und der Fahrtfehlerberichtigung Ff. Umgekehrt bestimmt man mit einer Kontrollpeilung den Kreiselfehler:

Eine Deckpeilung hat laut Karte rwP 001°. Am Kreisel peilt man sie in 359°, der Kreisel korrigiert den Fahrtfehler selbst (Ff = 0°). Wie groß ist der Kreiselfehler?

```
KrA = rwP − KrP − Ff = 001° − 359° − 0° = +2,0° (östlich)
```

10.6 Worauf man achten sollte

- **Ablenkung beim Kurs:** siehe oben – der wichtigste Punkt der ganzen Peilungsbeschickung.
- **Gleichzeitig peilen und Kurs ablesen:** Bei einer Seitenpeilung zählt der Kurs im Moment der Peilung. Giert das Schiff, wandert die Peilung mit.
- **Vorzeichen:** Ost positiv, West negativ – bei Ablenkung, Missweisung und Kreiselfehler.
- **Handkompass richtig benutzen:** Abseits von Wanten, Motor und Lautsprechern peilen, sonst hat auch der Handkompass eine Ablenkung.

10.7 So geht es in NauticTools2

1. **Kompass wählen**
   Oben zwischen Steuerkompass/Radar, Handkompass und Kreisel umschalten.

2. **Bekannte Peilung wählen**
   Links festlegen, ob SP, MgP oder rwP bekannt ist. Der Kurs lässt sich als MgK oder rwK eingeben – bei rwK holt NauticTools2 die Ablenkung aus der Steuertafel.
3. **Ablenkung und Missweisung**
   Beide werden automatisch vorbelegt: aus der aktiven Ablenkungstabelle und den Einstellungen. Ein eigener Wert hat Vorrang.
4. **Berechnen**
   Die ganze Kette erscheint mit Rechenweg und lässt sich speichern und drucken.

10.8 Häufige Fragen

Was ist der Unterschied zwischen Seitenpeilung und Peilung?
Die Seitenpeilung wird vom eigenen Bug aus gemessen und ändert sich, wenn das Schiff dreht. Die Peilung wird von Nord aus gemessen und bleibt gleich, egal wohin der Bug zeigt.

Warum hat der Handkompass keine Ablenkung?
Weil man ihn an einer Stelle benutzt, an der Eisen und Elektrik weit genug weg sind. Am festen Platz des Steuerkompasses wirken dagegen immer Motor und Bordelektrik.

Was bedeutet RaSP?
Radarseitenpeilung: die Seitenpeilung, wie sie am Radar abgelesen wird. Rechnerisch ist sie dasselbe wie die Seitenpeilung.

10.9 Siehe auch

- **Kursbeschickung** (Kapitel 4) – dieselbe Kette für Kurse
- **Missweisung** (Kapitel 2) – aktuelle Missweisung für Ort und Datum
- **Höhenwinkel** (Kapitel 6) – Abstand zum gepeilten Objekt
- **Kompasskontrolle** (Kapitel 24) – Ablenkung mit der Sonne bestimmen

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

11 Radarplotting

Radarplotting – wie dicht kommt das andere Fahrzeug heran?

Zwei Radarortungen genügen, um die entscheidenden Fragen zu beantworten: Wie dicht kommt das andere Fahrzeug heran (**CPA**), wann (**TCPA**), und welchen **Kurs** und welche **Fahrt** hat es wirklich? NauticTools2 rechnet die Konstruktion der Radarspinne exakt nach und zeigt sie als Grafik – bis zum Ausweichmanöver.

`North up / Head up` `CPA / TCPA` `Relativbewegung` `Vektordreieck` `zweites Fahrzeug` `Ausweichmanöver`

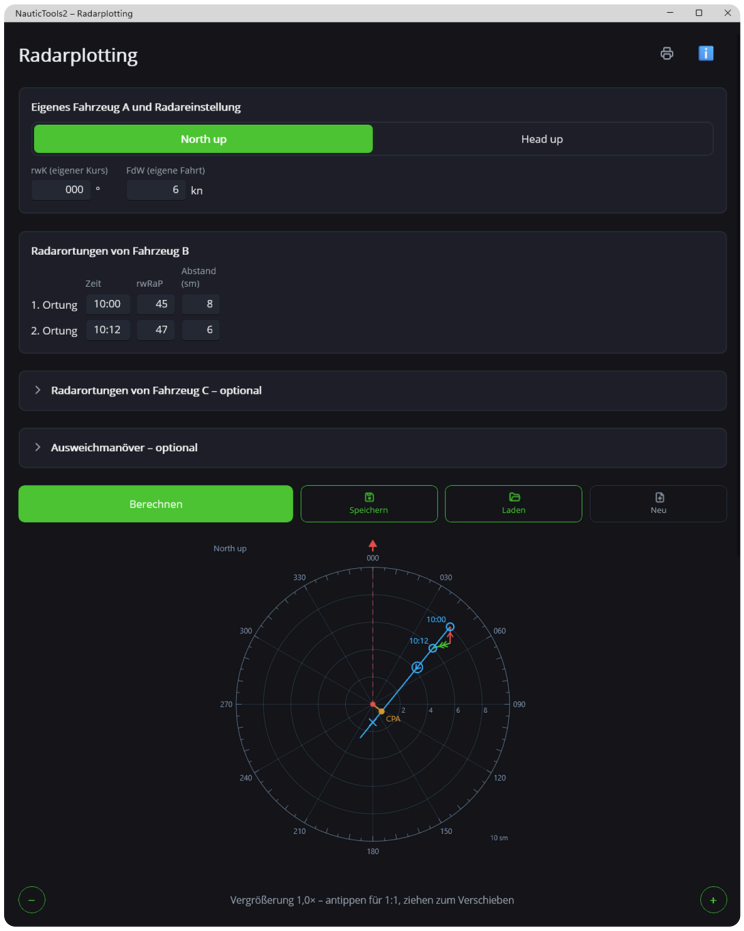


Abbildung 11.1 Radarplotting in der Windows-Version: zwei Ortungen eingeben – Radarspinne mit Relativlinie, CPA und Vektordreieck.

11.1 Was wird beim Radarplotting bestimmt?

Auf dem Radarschirm steht das eigene Schiff immer in der Mitte. Bewegt sich ein Echo von einer Ortung zur nächsten, ist das nicht seine wahre Bewegung, sondern die **Relativbewegung** – die Bewegung des anderen Fahrzeugs *gegenüber dem eigenen*. Verlängert man die Linie durch die beiden Echos, sieht man, wie das Fahrzeug am eigenen Schiff vorbeizieht.

- **CPA** – dichteste Annäherung: der kleinste Abstand zur Relativlinie, also das Lot von der Mitte.
- **TCPA** – der Zeitpunkt, zu dem dieser Punkt erreicht wird.
- **KB, vB** – tatsächlicher Kurs und tatsächliche Fahrt des anderen Fahrzeugs aus dem Vektordreieck.

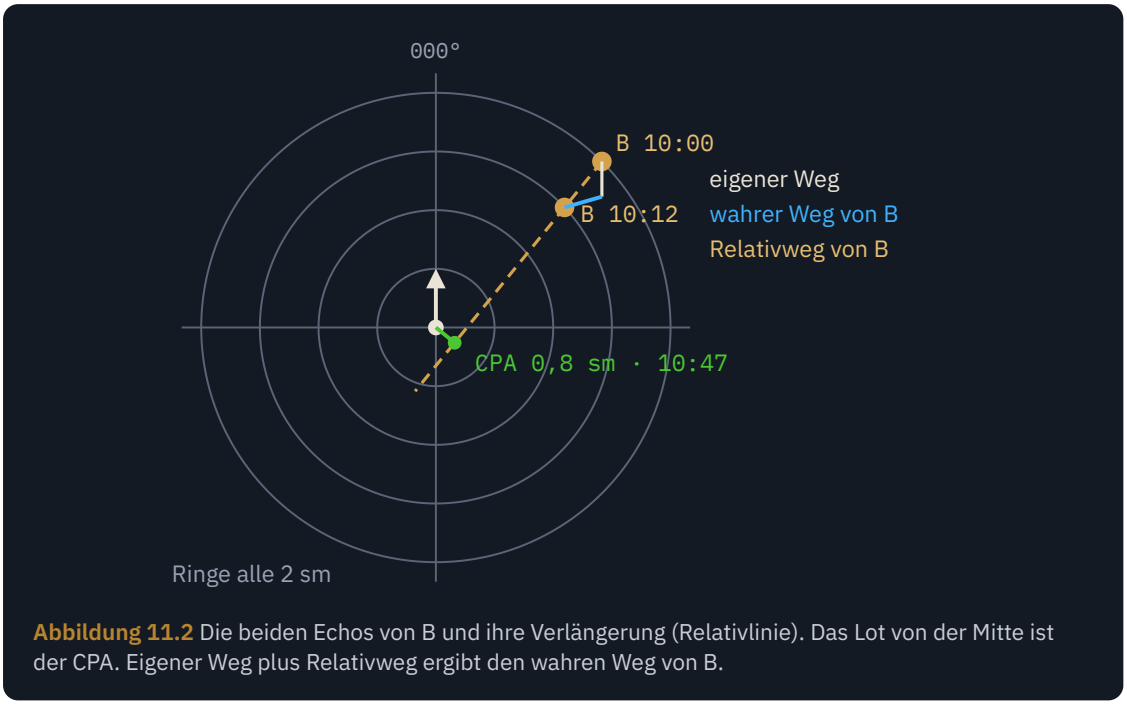


Abbildung 11.2 Die beiden Echos von B und ihre Verlängerung (Relativlinie). Das Lot von der Mitte ist der CPA. Eigener Weg plus Relativweg ergibt den wahren Weg von B.

11.2 Wann braucht man das?

- **Kollisionsverhütung bei verminderter Sicht:** Nach Regel 19 KVR muss man bei Nebel feststellen, ob eine Nahbereichslage entsteht – genau das liefert der CPA.
- **Kurs und Fahrt des anderen einschätzen:** Fährt es auf Gegenkurs, überholt es, kreuzt es? Das Vektordreieck zeigt den wahren Kurs.
- **Ausweichmanöver planen:** Welcher Kurs oder welche Fahrt ergibt einen sicheren Passierabstand?
- **Feste Objekte erkennen:** Ergibt sich für das Echo eine wahre Fahrt von 0 kn, ist es ein festes Objekt – eine Tonne, ein Ankerlieger oder eine Insel.

11.3 Rechenweg

```
wahrer Weg von B = eigener Weg + Relativweg
```

1. **Ortungen eintragen**
   Peilung und Abstand der beiden Ortungen, bei Head up zuerst mit dem Kurs in rechtweisende Peilungen umrechnen.
2. **Relativbewegung**
   Richtung und Länge von der 1. zur 2. Ortung ergeben den relativen Kurs KBr; Länge geteilt durch die Zeit die relative Fahrt vBr.

3. **CPA und TCPA**
   Lot von der Mitte auf die Relativlinie ergibt den CPA. Die Strecke bis zum Lotfußpunkt geteilt durch vBr ergibt die Zeit bis zum CPA.
4. **Vektordreieck**
   Den eigenen Weg im Ortungsintervall an die 1. Ortung antragen. Vom Anfang dieses Wegs zur 2. Ortung verläuft der wahre Weg von B – Richtung = KB, Länge durch Zeit = vB.

11.4 Beispiel

Sie fahren rwK 000° mit 6 kn, Radar auf North up. Um 10:00 orten Sie Fahrzeug B in rwRaP 045°, 8,0 sm. Um 10:12 steht B in 047°, 6,0 sm. Wie dicht kommt B heran, wann, und welchen Kurs und welche Fahrt hat B?

```
Relativ: KBr = 219°, vBr = 10,1 kn
CPA: 0,8 sm um 10:47 in rwP 129°
Tatsächlich: KB = 254°, vB = 6,6 kn
Kurslinie: B kreuzt um 10:54 1,3 sm hinter dem Heck
```

Mit 0,8 sm dringt B in den Nahbereich ein. Bei verminderter Sicht ist nach Regel 19 KVR rechtzeitig zu manövrieren:

Um 10:18 soll der Kurs so geändert werden, dass B mit 2 sm passiert. Welcher Kurs ist zu steuern?

```
Ort von B 10:18: 5,0 sm in 049°
Neuer Kurs: 070° (70° nach Steuerbord), CPA 2,0 sm um 10:40
Alternativ: bei Kurs 000° müsste die Fahrt auf 0,2 kn sinken – praktisch
aufstoppen
```

11.5 Worauf man achten sollte

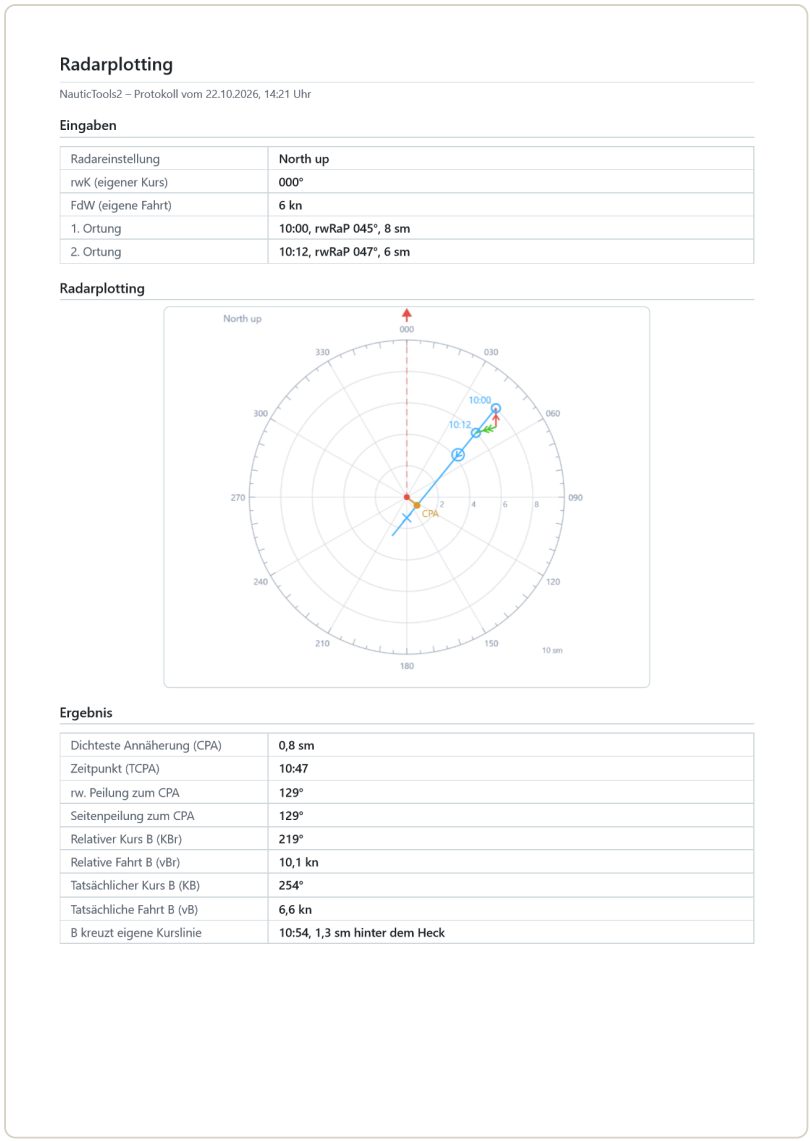
- **Erste und letzte Ortung nehmen:** Bei mehr als zwei Ortungen ergibt der größte Abstand dazwischen das genaueste Ergebnis.
- **Kurs und Fahrt beibehalten:** Die Auswertung gilt nur, solange beide Fahrzeuge Kurs und Fahrt beibehalten. Neue Ortungen bestätigen das – oder zeigen, dass der andere manövriert hat.
- **Durchs Wasser oder über Grund:** Mit Kurs und Fahrt durchs Wasser ergibt sich der Kurs des anderen durchs Wasser. Das ist für die Kollisionsverhütung das Richtige.
- **Gezeichnet und gerechnet:** NauticTools2 rechnet die Konstruktion exakt. Eine von Hand gezeichnete Lösung weicht deshalb um einige Zehntel Seemeilen, Grad oder Minuten ab – das liegt an der Zeichengenauigkeit.

11.6 So geht es in NauticTools2

1. **Radarbild wählen**
   North up (rechtweisende Radarpeilung) oder Head up (Radarseitenpeilung). Die Radarspinne richtet sich danach aus – wie im Prüfungsbogen.
2. **Eigenes Schiff**
   Rechtweisender Kurs und Fahrt durchs Wasser.
3. **Ortungen**
   Uhrzeit, Peilung und Abstand für beide Ortungen – Uhrzeiten kurz als 1537 möglich. Ein zweites Fahrzeug C lässt sich in einem eigenen Block erfassen.
4. **Ausweichmanöver**
   Optional ab einem Zeitpunkt: Kurs für einen geforderten CPA (Steuerbord nach Regel 19, bei Bedarf Backbord), Fahrt für einen geforderten CPA oder ein vorgegebenes Manöver. Alles erscheint in der Grafik in Magenta.

11.7 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Auch das Radarplotting lässt sich als Protokoll drucken oder als PDF speichern – mit Eingaben, der Plotting-Grafik und allen Ergebnissen von CPA und TCPA bis zu Kurs und Fahrt des anderen Fahrzeugs.



Radarplotting

NauticTools2 – Protokoll vom 22.10.2026, 14:21 Uhr

Eingaben

Radareinstellung	North up
rwK (eigener Kurs)	000°
FdW (eigene Fahrt)	6 kn
1. Ortung	10:00, rwRaP 045°, 8 sm
2. Ortung	10:12, rwRaP 047°, 6 sm

Radarplotting

Ergebnis

Dichteste Annäherung (CPA)	0,8 sm
Zeitpunkt (TCPA)	10:47
rw. Peilung zum CPA	129°
Seitenpeilung zum CPA	129°
Relativer Kurs B (KBr)	219°
Relative Fahrt B (vBr)	10,1 kn
Tatsächlicher Kurs B (KB)	254°
Tatsächliche Fahrt B (vB)	6,6 kn
B kreuzt eigene Kurslinie	10:54, 1,3 sm hinter dem Heck

Abbildung 11.3 Das Druckprotokoll eines Radarplottings mit zwei Ortungen, North up.

11.8 Häufige Fragen

Woran erkenne ich eine Kollisionsgefahr?

Bleibt die Peilung bei abnehmendem Abstand stehend, läuft die Relativlinie durch die Mitte – der CPA ist null. Schon ein kleiner CPA bedeutet eine Nahbereichslage.

Was bedeuten die Pfeile in der Radarspinne?

Nach DIN 13312: einfacher Pfeil = eigene Bewegung, Doppelpfeil = tatsächliche Bewegung des anderen Fahrzeugs, Pfeil im Kreis = relative Bewegung.

Kann ich zwei Fahrzeuge gleichzeitig auswerten?

Ja. Das zweite Fahrzeug C bekommt eine eigene Farbe und einen eigenen Ergebnisblock. Beim Ausweichmanöver zeigt NauticTools2 auch, welcher CPA sich für das jeweils andere Fahrzeug einstellt.

11.9 Siehe auch

- **Peilungsbeschickung** (Kapitel 10) – Radarseitenpeilung in rechtweisende Peilung umrechnen
- **Grenzkursberechnung** (Kapitel 9) – Kurssektor eines Fahrzeugs aus seinen Lichtern
- **Distanz, Fahrt und Zeit** (Kapitel 7) – Sechs-Minuten-Regel und Fahrt aus Ortungen

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

12 Besteckrechnung

Besteckrechnung – Koppeln mit dem Taschenrechner

Wo bin ich nach 124 Seemeilen auf Kurs 309°? Welchen Kurs und welche Distanz hat die Strecke zwischen zwei Orten? Die **Besteckrechnung** beantwortet beides rechnerisch statt mit Zirkel und Kurslineal – nach der **Mittelbreite** oder der genaueren **vergrößerten Breite**.

`Zielort gesucht` `Kurs und Distanz gesucht` `Mittelbreite` `vergrößerte Breite` `Wegpunkte`

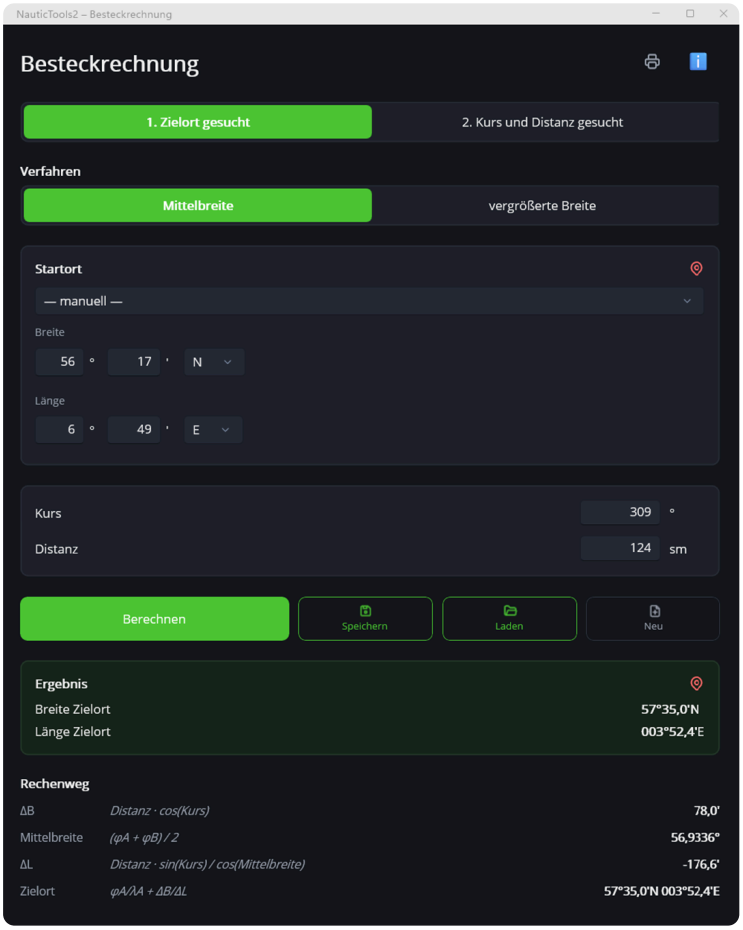


Abbildung 12.1 Besteckrechnung in der Windows-Version: Aufgabe und Verfahren wählen, Startort, Kurs und Distanz eingeben – Zielort mit Rechenweg.

12.1 Was ist eine Besteckrechnung?

„Besteck“ ist das alte Wort für den Schiffsort. Die Besteckrechnung ist die rechnerische **Koppelnavigation**: Sie zerlegt den gefahrenen Weg in einen Nord-Süd-Anteil (die **Breitenänderung Δφ**) und einen Ost-West-Anteil (die **Abweitung**). Die Abweitung wird dann in eine **Längenänderung Δλ** umgerechnet – und zwar abhängig von der Breite, weil die Längengrade zu den Polen hin zusammenlaufen.

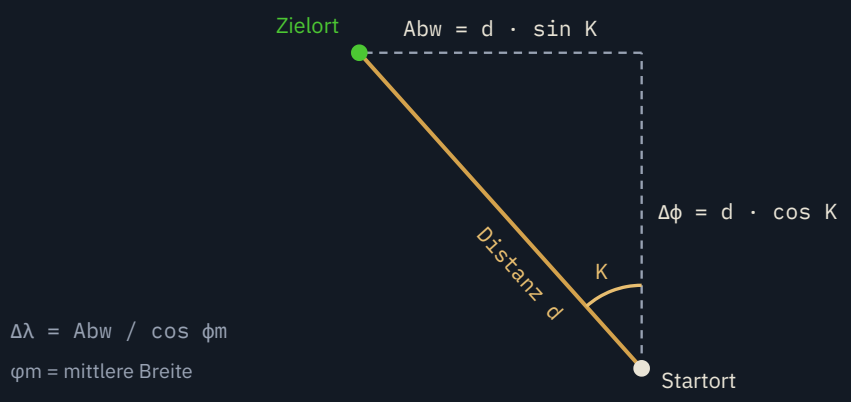


Abbildung 12.2 Das Kursdreieck: Die Distanz zerfällt in Breitenänderung und Abweitung. Die Abweitung wird über die mittlere Breite in eine Längenänderung umgerechnet.

12.2 Wann braucht man das?

- **Koppelort ohne Seekarte im passenden Maßstab:** Auf Übersegler-Karten oder ganz ohne Karte liefert die Rechnung den Ort genauer als die Konstruktion.
- **Törnplanung:** Kurs und Distanz zwischen zwei Häfen oder Wegpunkten, zum Beispiel für die Abschätzung der Reisedauer.
- **Kontrolle:** Ein in der Karte gekoppelter Ort lässt sich rechnerisch gegenprüfen.

12.3 Formeln und Rechenweg

Zielort gesucht (Mittelbreite)

> $\Delta\varphi = d \cdot \cos K \quad \cdot \quad \Delta\lambda = d \cdot \sin K \,/\, \cos \varphi m$

1. **Breitenänderung**
   $\Delta\phi = d \cdot \cos K$ (in Bogenminuten, 1′ = 1 sm)
2. **Zielbreite und mittlere Breite**
   $\phi B = \phi A + \Delta\phi$, $\phi m = (\phi A + \phi B) / 2$
3. **Abweitung**
   $Abw = d \cdot \sin K$
4. **Längenänderung**
   $\Delta\lambda = Abw / \cos \phi m$, dann $\lambda B = \lambda A + \Delta\lambda$

Kurs und Distanz gesucht

Umgekehrt: $Abw = \Delta\lambda \cdot \cos \phi m$, $K = \arctan(Abw / \Delta\phi)$ (im richtigen Quadranten), $d = \sqrt{(\Delta\phi^2 + Abw^2)}$.

Vergrößerte Breite: Statt mit der mittleren Breite wird mit der *vergrößerten Breitendifferenz* Δφv gerechnet, die der Mercator-Projektion der Seekarte entspricht: `Δλ = Δφv · tan K`. Das Verfahren ist auch über große Distanzen und in hohen Breiten genau. Die Mittelbreite wird über etwa 600 sm oder jenseits von 60° Breite ungenau – NauticTools2 weist darauf hin.

12.4 Beispiele, Schritt für Schritt

Von 56°17′ N 006°49′ O fährt man auf Kurs 309° 124 sm. Wo steht man danach? (Mittelbreite)

```
Δφ = 124 · cos 309° = +78,0′ = 1°18,0′ N → φB = 57°35,0′ N
φm = 56°56′
Abw = 124 · sin 309° = −96,4 sm (West)
Δλ = −96,4 / cos 56°56′ = −176,6′ = 2°56,6′ W → λB ≈ 003°52,4′ O
```

Auf der Fahrt von Kap Lizard (49°58′ N 005°12′ W) nach Lissabon steht man am Kap Finisterre (42°53′ N 009°16′ W). Welchen Kurs und welche Distanz hat man zurückgelegt? (Mittelbreite)

```
Δφ = −7°05′ = −425′, Δλ = −4°04′ = −244′, φm = 46°25,5′
Abw = −244 · cos 46°25,5′ = −168,3 sm
K = 180° + arctan(168,3 / 425) = 201,6°
d = √(425² + 168,3²) = 457,1 sm
```

12.5 Worauf man achten sollte

- **Loxodrome, nicht kürzester Weg:** Die Besteckrechnung gilt für konstanten Kurs. Über große Distanzen ist der Großkreis kürzer.
- **Vorzeichen:** Nord und Ost positiv, Süd und West negativ. Der Kurs bestimmt die Richtung von Δφ und Abweitung.
- **180. Längengrad:** Wer ihn überquert, wechselt von Ost nach West oder umgekehrt – die Längenänderung dabei sorgfältig über 180° hinweg zählen.
- **Kurs über Grund:** Für einen Koppelort zählen Kurs und Distanz über Grund – Strom und Abdrift vorher berücksichtigen.

12.6 So geht es in NauticTools2

1. **Aufgabe wählen**
   Zielort gesucht oder Kurs und Distanz gesucht – oben in der Leiste.
2. **Verfahren wählen**
   Mittelbreite oder vergrößerte Breite.
3. **Orte eingeben**
   Breite und Länge von Hand oder aus gespeicherten Wegpunkten. Ein berechneter Zielort lässt sich direkt als neuer Wegpunkt speichern.

4. **Berechnen**
   Ergebnis mit vollständigem Rechenweg, speichern und drucken möglich.

12.7 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Berechnung lässt sich als übersichtliches Protokoll drucken oder als PDF speichern – mit Verfahren, Eingaben, Zielort und dem vollständigen Rechenweg. Praktisch für das Logbuch, im Unterricht und zum Abheften.



Besteckrechnung

NauticTools2 – Protokoll vom 22.10.2026, 14:10 Uhr

Eingaben

Verfahren	Mittelbreite
Startort	56°17,0'N 006°49,0'E
Kurs	309°
Distanz	124 sm

Ergebnis

Breite Zielort	57°35,0'N
Länge Zielort	003°52,4'E

Rechenweg

ΔB	*Distanz · cos(Kurs)*	78,0'
Mittelbreite	*(φA + φB) / 2*	56,9336°
ΔL	*Distanz · sin(Kurs) / cos(Mittelbreite)*	-176,6'
Zielort	*φA/λA + ΔB/ΔL*	57°35,0'N 003°52,4'E

Abbildung 12.3 Das Druckprotokoll einer Besteckrechnung nach Mittelbreite: Kurs 309°, Distanz 124 sm.

12.8 Häufige Fragen

Warum ist eine Seemeile gleich einer Bogenminute?

Die Seemeile ist so definiert: Eine Bogenminute auf einem Meridian entspricht ziemlich genau 1852 m. Deshalb lässt sich eine Breitenänderung direkt in Seemeilen ablesen – eine Längenänderung dagegen nur am Äquator.

Was ist der Unterschied zur Großkreisnavigation?
Die Besteckrechnung rechnet mit konstantem Kurs (Loxodrome), die Großkreisnavigation mit dem kürzesten Weg auf der Kugel, bei dem sich der Kurs ständig ändert.

Wie genau ist die Mittelbreite?
Für Distanzen bis einige hundert Seemeilen in mittleren Breiten praktisch genau. Darüber hinaus besser die vergrößerte Breite verwenden.

12.9 Siehe auch

- **Großkreisnavigation** (Kapitel 13) – der kürzeste Weg über große Distanzen
- **Kursbeschickung** (Kapitel 4) – vom Kompasskurs zum Kurs über Grund
- **Distanz, Fahrt und Zeit** (Kapitel 7) – Distanz aus Fahrt und Zeit

TEIL I · TERRESTRISCHE NAVIGATION

13 Großkreisnavigation

Großkreisnavigation – der kürzeste Weg über den Ozean

Auf der Seekarte ist die gerade Linie zwischen zwei Häfen nicht der kürzeste Weg. Kürzer ist der **Großkreis** (Orthodrome) – auf langen Ost-West-Strecken in höheren Breiten oft um Dutzende Seemeilen. NauticTools2 berechnet Distanz, **Anfangs- und Endkurs**, den **Scheitelpunkt** und die Wegpunkte, mit denen sich die Route absegeln lässt.

`Großkreisdistanz` `Anfangs- und Endkurs` `Scheitelpunkt` `Meridianschnittpunkte` `Vergleich Loxodrome`

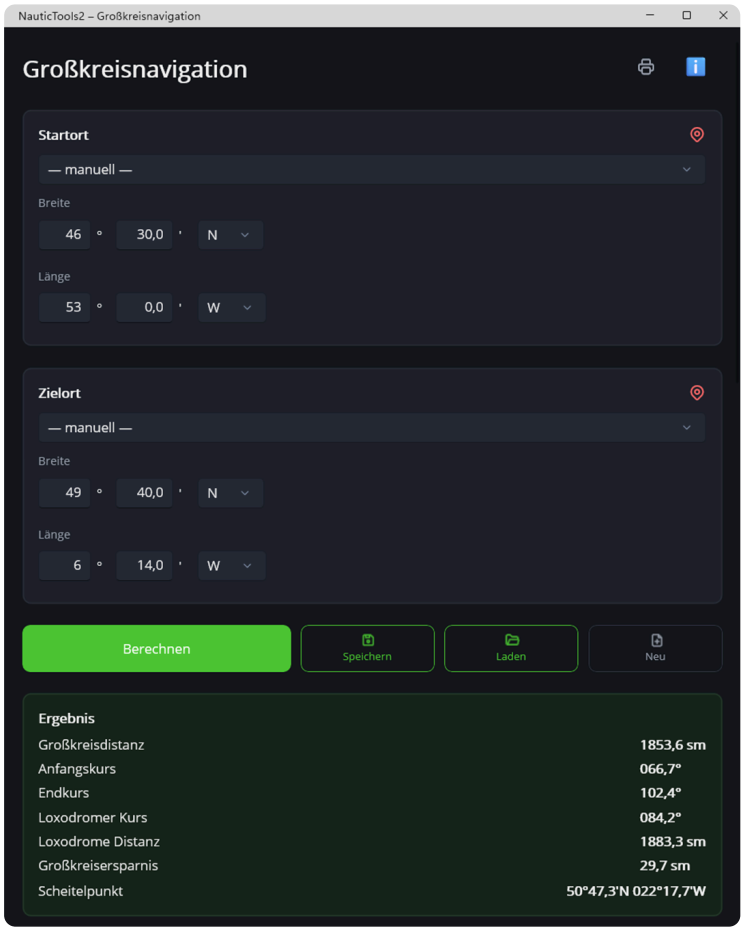


Abbildung 13.1 Großkreisnavigation in der Windows-Version: Start- und Zielort eingeben – Distanz, Kurse, Scheitelpunkt und Meridianschnittpunkte.

13.1 Was ist ein Großkreis?

Ein Großkreis ist jeder Kreis auf der Erdkugel, dessen Mittelpunkt im Erdmittelpunkt liegt – zum Beispiel der Äquator oder jeder Meridian. Der Bogen eines Großkreises zwischen zwei Orten ist ihre **kürzeste Verbindung**. Sein Nachteil: Er schneidet die Meridiane unter immer anderen Winkeln, der Kurs ändert sich also ständig.

Die **Loxodrome** dagegen hält einen konstanten Kurs. Auf der Mercator-Seekarte ist sie eine gerade Linie, auf der Kugel aber ein Umweg. Der Großkreis erscheint auf der Seekarte als zum Pol hin gewölbte Kurve.

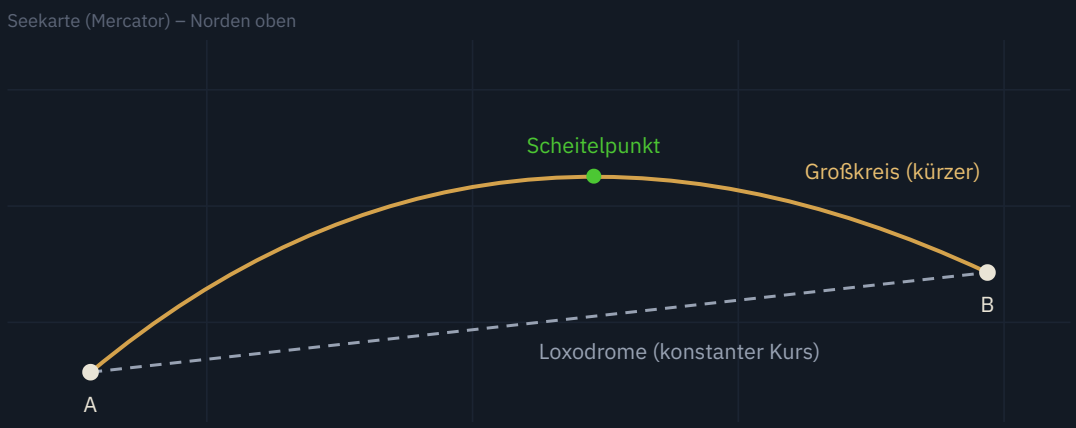


Abbildung 13.2 Auf der Seekarte ist die Loxodrome gerade, der Großkreis wölbt sich polwärts. Am Scheitelpunkt erreicht er seine höchste Breite.

13.2 Wann braucht man das?

- **Ozeanüberquerungen:** Auf langen Strecken spart der Großkreis Zeit und Proviant – über den Nordatlantik leicht 30 sm und mehr.
- **Route planen:** Der Großkreis wird in mehrere Loxodrome-Teilstücke zerlegt. Jedes wird mit konstantem Kurs gesegelt, zusammen folgen sie dem Großkreis.
- **Grenzen kennen:** Der Scheitelpunkt zeigt, wie weit polwärts die Route führt – wichtig bei Eisgrenzen oder Sturmgebieten.

13.3 Formeln und Rechenweg

$$\cos d = \sin \varphi A \cdot \sin \varphi B + \cos \varphi A \cdot \cos \varphi B \cdot \cos \Delta\lambda$$

1. **Großkreisdistanz**
   Den Winkel d aus der Formel oben bestimmen, `Distanz = d (in Grad) · 60 sm`.
2. **Anfangskurs**
   $\tan \alpha = \sin \Delta\lambda \,/\, (\cos \phi A \cdot \tan \phi B - \sin \phi A \cdot \cos \Delta\lambda)$, in den richtigen Quadranten bringen.
3. **Endkurs**
   Den Anfangskurs von B nach A berechnen und 180° addieren.
4. **Scheitelpunkt**
   $\cos \phi S = \sin \alpha \cdot \cos \phi A$ – die höchste Breite des Großkreises. Seine Länge ergibt sich aus dem Längenunterschied zum Startort.
5. **Meridianschnittpunkte**
   Die Breite des Großkreises bei jedem ganzen Längengrad zwischen Start und Ziel, dazu Kurs und Distanz der Teilstücke.

13.4 Beispiel

Von einem Punkt südlich Kap Race (46°30,0′ N 053°00,0′ W) zu einem Punkt südlich der Scilly-Inseln (49°40,0′ N 006°14,0′ W): Wie lang ist der Großkreis, welche Kurse hat er, und wo liegt der Scheitelpunkt?

```
Großkreisdistanz = 1853,6 sm
Anfangskurs = 066,7°, Endkurs = 102,4°
Scheitelpunkt = 50°47,3′ N 022°17,7′ W
Loxodrome = Kurs 084,2°, 1883,3 sm → Ersparnis 29,7 sm
```

13.5 Worauf man achten sollte

- **Kurs ändert sich ständig:** Den Anfangskurs nur bis zum nächsten Wegpunkt steuern, dann den neuen Kurs übernehmen.
- **Nicht immer lohnend:** In niedrigen Breiten und auf Nord-Süd-Strecken ist die Ersparnis klein. Auf einem reinen Meridian oder dem Äquator sind Großkreis und Loxodrome identisch.
- **Wetter und Strom zählen mehr:** Auf Segelyachten entscheiden Windsysteme und Strömungen oft mehr über die Route als die reine Distanz.
- **Hohe Breiten:** Der Scheitelpunkt kann weit polwärts liegen. Notfalls eine zusammengesetzte Route mit einer Grenzbreite planen.

13.6 So geht es in NauticTools2

1. **Start- und Zielort**
   Von Hand oder aus gespeicherten Wegpunkten. Jede eingegebene Position lässt sich direkt als Wegpunkt speichern.
2. **Berechnen**
   Distanz, Anfangs- und Endkurs, Scheitelpunkt und der Vergleich mit der Loxodrome erscheinen mit Rechenweg.
3. **Meridianschnittpunkte**
   Die Tabelle zeigt für jeden ganzen Längengrad die Breite sowie Kurs und Distanz zum nächsten Punkt. Die ganze Route lässt sich mit einem Klick als Wegpunkte speichern.

13.7 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Berechnung lässt sich als übersichtliches Protokoll drucken oder als PDF speichern – mit Eingaben, Ergebnis, vollständigem Rechenweg und hier sogar allen Meridianschnittpunkten. Praktisch für die Törnvorbereitung, im Unterricht und zum Abheften.



Großkreisnavigation

NauticTools2 – Protokoll vom 22.10.2026, 14:00 Uhr

Eingaben

Startort	46°30,0'N 053°00,0'W
Zielort	49°40,0'N 006°14,0'W

Ergebnis

Großkreisdistanz	1853,6 sm
Anfangskurs	066,7°
Endkurs	102,4°
Loxodromer Kurs	084,2°
Loxodrome Distanz	1883,3 sm
Großkreisersparnis	29,7 sm
Scheitelpunkt	50°47,3'N 022°17,7'W

Rechenweg

ΔB	*φB − φA*	3,1667°
ΔL	*λB − λA*	46,7667°
Loxodrome	*vergrößerte Breite, zum Vergleich*	084,2° / 1883,3 sm
Großkreisdistanz	*Zentriwinkel A↔B · 60*	1853,6 sm
Anfangskurs	*aus φA/λA, φB/λB*	066,7°
Endkurs	*umgekehrter Kurs B→A + 180°*	102,4°
Ersparnis	*Loxodrome − Großkreis*	29,7 sm
Scheitelpunkt	*Clairaut, aus ungerundetem Anfangskurs*	50°47,3'N 022°17,7'W

Meridianschnittpunkte

053°00,0'W	46°30,0'N	052°00,0'W	46°47,4'N	051°00,0'W	47°04,2'N	050°00,0'W	47°20,2'N
049°00,0'W	47°35,6'N	048°00,0'W	47°50,3'N	047°00,0'W	48°04,3'N	046°00,0'W	48°17,7'N
045°00,0'W	48°30,5'N	044°00,0'W	48°42,6'N	043°00,0'W	48°54,2'N	042°00,0'W	49°05,1'N
041°00,0'W	49°15,5'N	040°00,0'W	49°25,2'N	039°00,0'W	49°34,4'N	038°00,0'W	49°43,0'N
037°00,0'W	49°51,0'N	036°00,0'W	49°58,5'N	035°00,0'W	50°05,4'N	034°00,0'W	50°11,8'N
033°00,0'W	50°17,7'N	032°00,0'W	50°23,0'N	031°00,0'W	50°27,8'N	030°00,0'W	50°32,0'N
029°00,0'W	50°35,7'N	028°00,0'W	50°38,9'N	027°00,0'W	50°41,6'N	026°00,0'W	50°43,8'N
025°00,0'W	50°45,4'N	024°00,0'W	50°46,5'N	023°00,0'W	50°47,2'N	022°00,0'W	50°47,3'N
021°00,0'W	50°46,9'N	020°00,0'W	50°45,9'N	019°00,0'W	50°44,5'N	018°00,0'W	50°42,6'N
017°00,0'W	50°40,1'N	016°00,0'W	50°37,1'N	015°00,0'W	50°33,6'N	014°00,0'W	50°29,6'N
013°00,0'W	50°25,0'N	012°00,0'W	50°19,9'N	011°00,0'W	50°14,3'N	010°00,0'W	50°08,1'N
009°00,0'W	50°01,4'N	008°00,0'W	49°54,2'N	007°00,0'W	49°46,4'N		

Abbildung 13.3 Das Druckprotokoll des Beispiels Kap Race – Scilly.

13.8 Häufige Fragen

Warum ist der Großkreis kürzer, obwohl er auf der Karte länger aussieht?

Weil die Mercatorkarte die Erde verzerrt: Nach Norden und Süden wird alles gestreckt. Was auf der Karte wie ein Umweg aussieht, ist auf der Kugel der direkte Weg.

Was ist der Scheitelpunkt?

Der Punkt des Großkreises, der dem Pol am nächsten liegt. Dort verläuft der Großkreis genau Ost-West, sein Kurs ist 090° oder 270°.

Wie segelt man einen Großkreis in der Praxis?

Man legt Wegpunkte auf den Großkreis, etwa an den Meridianschnittpunkten, und segelt von Wegpunkt zu Wegpunkt jeweils eine Loxodrome. So bleibt der Kurs abschnittsweise konstant.

13.9 Siehe auch

- **Besteckrechnung** (Kapitel 12) – Kurs und Distanz auf der Loxodrome
- **Distanz, Fahrt und Zeit** (Kapitel 7) – Reisedauer aus Distanz und Fahrt

TEIL II

Astronavigation

Vom Gestirn zur Standlinie: Sextant, Ephemeriden, Höhenrechnung und Ortsbestimmung.

TEIL II · ASTRONAVIGATION

14 Meridianfigur

Meridianfigur – wie hoch steht ein Gestirn bei der Kulmination?

Die **Meridianfigur** ist die klassische Konstruktion der Astronavigation: Zenit, Himmelspol, Himmelsäquator und Gestirn in einer Zeichnung. NauticTools2 zeichnet sie für jede **Breite** und **Deklination**, berechnet die obere und untere **Kulminationshöhe** und zeigt, ob ein Gestirn auf- und untergeht, zirkumpolar ist oder nie über den Horizont kommt.

Zenit · Nadir | Himmelspol | Himmelsäquator | Kulminationshöhe | zirkumpolar | Höhe und Azimut

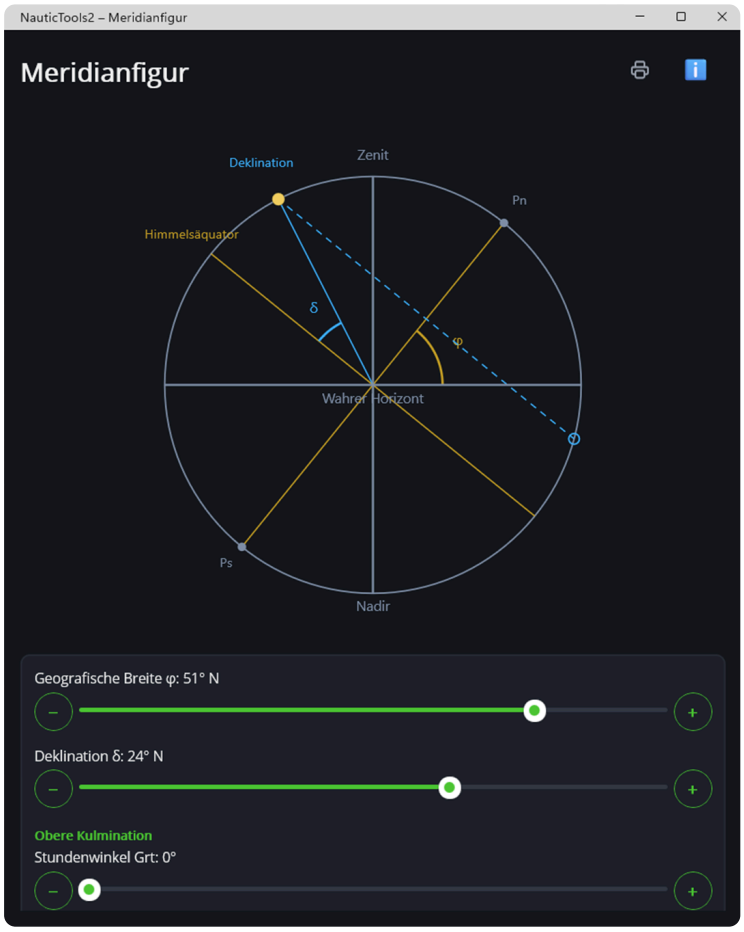


Abbildung 14.1 Die Meridianfigur für 51° N und ein Gestirn mit 24° N Deklination in oberer Kulmination.

14.1 Was ist die Meridianfigur?

Der Kreis stellt die Ebene des **Beobachtermeridians** dar: oben der Zenit, unten der Nadir, waagerecht der wahre Horizont mit Nord und Süd. Der **Himmelspol** steht genau um die eigene Breite φ über dem Horizont, der **Himmelsäquator** senkrecht dazu. Ein Gestirn mit der Deklination δ liegt um δ vom Äquator entfernt – und auf seinem Tageskreis parallel zum Äquator wandert es einmal am Tag durch den Meridian: oben bei der **oberen Kulmination**, unten bei der **unteren Kulmination**.

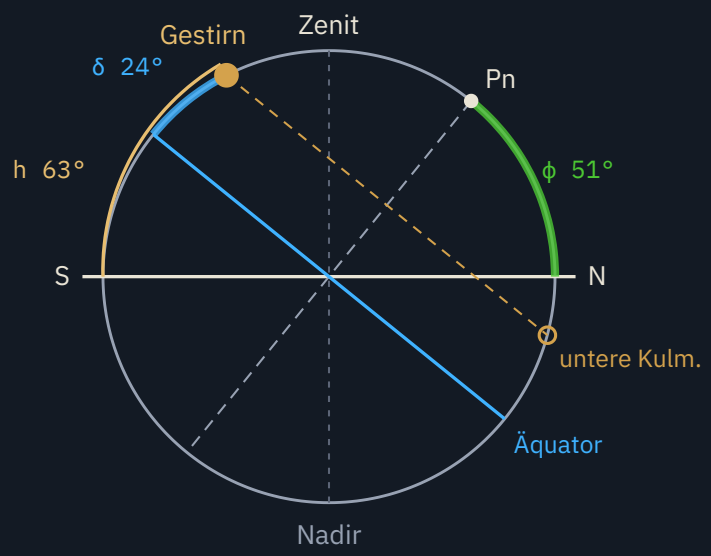


Abbildung 14.2 Meridianfigur für 51° N, Norden rechts wie in der App: Der Pol Pn steht 51° über dem Nordhorizont, der Äquator senkrecht dazu. Das Gestirn mit 24° N Deklination kulminiert 63° hoch im Süden; seine untere Kulmination (gestrichelter Tageskreis) liegt unter dem Horizont.

14.2 Wann braucht man das?

- **Mittagsbreite verstehen:** Die Formel φ = 90° − h + δ ergibt sich direkt aus der Meridianfigur – wer sie einmal gezeichnet hat, verwechselt die Vorzeichen nicht mehr.
- **Beobachtung planen:** Wie hoch steht die Sonne mittags, kulminiert ein Stern im Norden oder im Süden, geht er überhaupt auf?
- **Zirkumpolare Gestirne erkennen:** Sterne, die nie untergehen, lassen sich die ganze Nacht schießen – auch bei ihrer unteren Kulmination.
- **Anschauung für die Astronavigation:** Wie Breite, Deklination und Stundenwinkel zusammenhängen, sieht man beim Verschieben der Regler sofort.

14.3 Formeln und Rechenweg

> $h_{ob} = 90° - |\varphi - \delta|$ · $h_{unt} = |\varphi + \delta| - 90°$

1. **Zenitdistanz**
   $z = \phi - \delta$, Nord positiv, Süd negativ. Ist z ≥ 0, kulminiert das Gestirn äquatorwärts vom Zenit (auf der Nordhalbkugel im Süden), sonst polwärts.
2. **Obere Kulmination**
   $h = 90° - |z|$. Ist sie 0° oder kleiner, geht das Gestirn nie auf.
3. **Untere Kulmination**
   $h = |\phi + \delta| - 90°$, polwärts. Ist sie 0° oder größer, ist das Gestirn zirkumpolar und geht nie unter.

4. **Höhe und Azimut zu jeder Zeit**
   Für jeden Ortsstundenwinkel t: `H = asin(sinϕ · sinδ + cosϕ · cosδ · cos t)` und `Az = atan2(−sin t, cosϕ · tanδ − sinϕ · cos t)`.

14.4 Beispiele, Schritt für Schritt

Beobachter auf 51° N, Gestirn mit der Deklination 24° N. Wie hoch kulminiert es?

```
z = 51° − 24° = 27° → äquatorwärts, also Süd
obere Kulmination h = 90° − 27° = 63° S
untere Kulmination h = 75° − 90° = −15° → unter dem Horizont
Das Gestirn geht auf und unter.
```

Beobachter auf 54° N, Stern mit der Deklination 60° N. Geht er unter?

```
z = 54° − 60° = −6° → polwärts, also Nord
obere Kulmination h = 90° − 6° = 84° N
untere Kulmination h = 114° − 90° = 24° N
Der Stern ist zirkumpolar und geht nie unter.
```

14.5 Worauf man achten sollte

- **Vorzeichen:** Breite und Deklination mit Vorzeichen rechnen – Nord positiv, Süd negativ. Bei ungleichnamigen Werten (z. B. 51° N und 20° S) wird z größer als φ.
- **Wahrer Horizont:** Die Figur zeigt Höhen über dem wahren Horizont. Mit dem Sextanten gemessene Höhen müssen vorher beschickt werden (Kimmtiefe, Refraktion, Halbmesser, Parallaxe).
- **Zwischenstellungen:** Streng genommen liegt ein Gestirn nur bei der Kulmination in der Meridianebene. Zwischen oberer und unterer Kulmination ist die Bewegung in der Figur eine vereinfachte Darstellung – Höhe und Azimut daneben sind trotzdem exakt berechnet.

14.6 So geht es in NauticTools2

1. **Breite und Deklination einstellen**
   Mit den Reglern oder den Pfeilen daneben gradweise; nördlich und südlich des Äquators.
2. **Stundenwinkel verschieben**
   Der Regler Grt führt das Gestirn einmal über den ganzen Tag (0° bis 360°): bei 0° steht es in oberer, bei 180° in unterer Kulmination. Zwei Knöpfe springen direkt dorthin.
3. **Ergebnis ablesen**
   Aktuelle Höhe und Azimut, der Status „geht auf und unter“, „zirkumpolar – geht nie unter“ oder „geht nie auf“ und der Rechenweg mit beiden Kulminationshöhen.
4. **Drucken**
   Eingaben, Ergebnis, Rechenweg und die Figur lassen sich als Protokoll drucken oder als PDF speichern.

14.7 Häufige Fragen

Was bedeutet Kulmination?
Der Durchgang eines Gestirns durch den Meridian des Beobachters. Bei der oberen Kulmination erreicht es seine größte Höhe, bei der unteren seine kleinste – die man nur bei zirkumpolaren Gestirnen sieht.

Wann ist ein Gestirn zirkumpolar?
Wenn auch die untere Kulmination über dem Horizont liegt: $|\varphi + \delta| \geq 90°$, mit gleichnamiger Breite und Deklination. Auf 54° N gilt das für alle Sterne mit mehr als 36° N Deklination.

Was hat die Meridianfigur mit der Mittagsbreite zu tun?
Die Mittagsbreite ist die Meridianfigur rückwärts gerechnet: Aus der gemessenen Kulminationshöhe h und der Deklination δ folgt die Breite $\varphi = 90° - h + \delta$ (bei Kulmination im Süden auf der Nordhalbkugel).

14.8 Siehe auch

- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – Standlinien und Schiffsort aus Gestirnshöhen
- Alle Werkzeuge der Astronavigation – von der Sternkarte bis zur Kompasskontrolle

TEIL II · ASTRONAVIGATION

15 Sternkarte

Sternkarte – welche Navigationssterne stehen gerade am Himmel?

Die **Sternkarte** zeigt den Himmel für jeden Ort und Zeitpunkt – mit den **Navigationssternen**, Sonne, Mond und den vier Navigationsplaneten, Sternbildern und dem aktuellen **Dämmerungsstatus**. Ein drehbares **Fadenkreuz** hilft, drei gut verteilte Sterne für die Standortbestimmung zu finden.

80 Sterne des Nautischen Jahrbuchs · Sonne · Mond · Planeten · Sternbilder · Höhe und Azimut · Dämmerung · Fadenkreuz

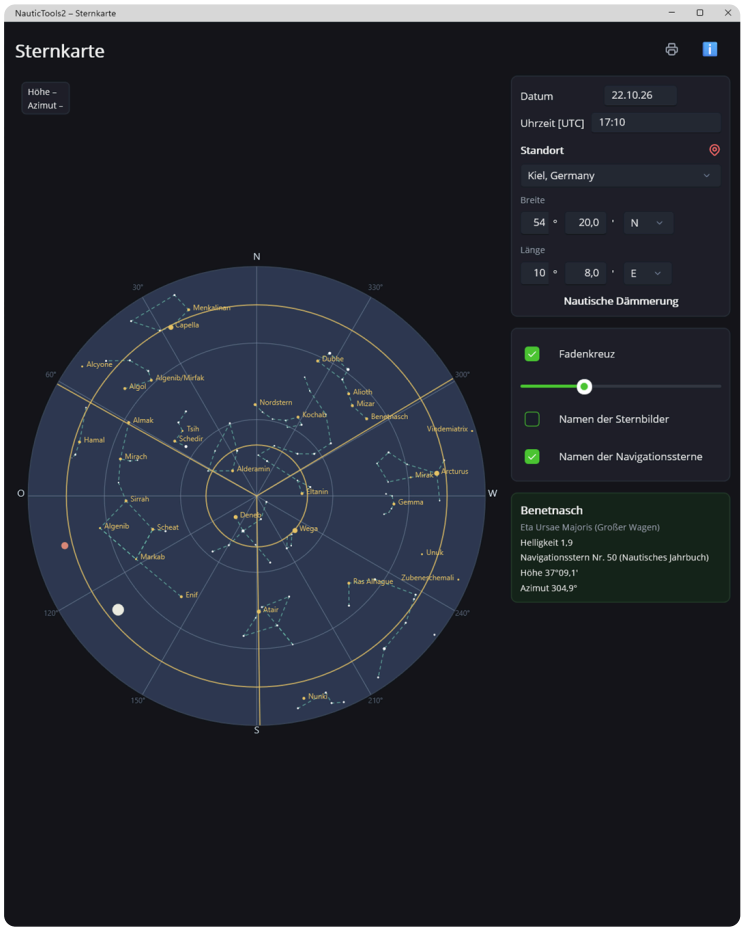


Abbildung 15.1 Kiel am 22.10.2026 um 17:10 UTC in der nautischen Dämmerung – mit Fadenkreuz und den Namen der Navigationssterne; rechts unten die Angaben zum angetippten Stern Benetnasch.

15.1 Was zeigt die Sternkarte?

Die Karte ist der Blick vom **Zenit** (Kartenmitte) bis zum **Horizont** (Kartenrand) – so, als läge man an Deck und schaute geradeaus nach oben. Norden ist oben, **Osten links** und Westen rechts. Ein Horizontgitter mit Höhenkreisen bei 30° und 60° und Azimutlinien alle 30° hilft beim Abschätzen. Je heller ein Stern,

desto größer sein Punkt; die 80 Navigationssterne des Nautischen Jahrbuchs sind farblich hervorgehoben. Die übrigen Sterne sind nur dabei, damit sich die Sternbilder erkennen lassen.

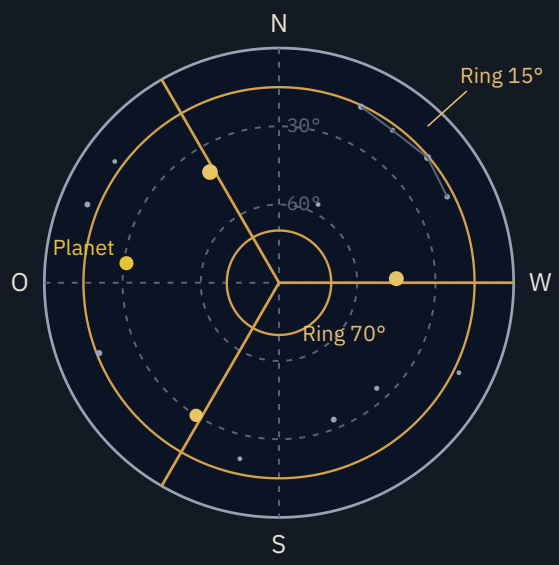


Abbildung 15.2 Blick vom Zenit: Norden oben, Osten links. Das Fadenkreuz hat drei Arme im Abstand von 120° und zwei Ringe bei 15° und 70° Höhe. An jedem Arm liegt ein hervorgehobener Navigationsstern zwischen den Ringen – ideal für eine Standortbestimmung aus drei Höhen.

15.2 Wann braucht man das?

- **Sternenschießen planen:** Welche Navigationssterne stehen zur Dämmerung in guter Höhe, und wie sind sie über den Himmel verteilt?
- **Sterne erkennen:** Antippen zeigt Name, Sternbild und Nummer im Nautischen Jahrbuch – hilfreich, wenn man einen hellen Stern an Deck nicht zuordnen kann.
- **Planeten unterscheiden:** Venus, Mars, Jupiter und Saturn stehen nicht in den Sternbildern fest und werden leicht mit Sternen verwechselt.
- **Dämmerung abpassen:** Die Karte zeigt, ob gerade Tag, bürgerliche oder nautische Dämmerung oder Nacht ist.

15.3 Das Fadenkreuz

Für eine gute Standortbestimmung aus drei Höhen sollten die Gestirne möglichst gleichmäßig über den Horizont verteilt sein – dann schneiden sich die Standlinien unter etwa 60° bzw. 120°. Das Fadenkreuz hat dafür drei Arme im Abstand von 120° Azimut und lässt sich mit einem Regler drehen. Die beiden Ringe markieren 15° und 70° Höhe: Darunter wird die Refraktion unsicher, darüber ist die Höhe mit dem Sextanten schwer zu messen. Liegt an jedem Arm ein Navigationsstern zwischen den Ringen, ist die Auswahl gut.

15.4 Für Ausbilder: eigene Astro-Aufgaben erstellen

Die Sternkarte ist der ideale Ausgangspunkt für neue Übungsaufgaben zur Standortbestimmung aus Sternhöhen – mit Sternen, die zu Ort und Zeit wirklich passen:

1. **Ort festlegen**
   Beliebige Koordinaten wählen, etwa in der Karibik vor Martinique (14° 30' N, 061° 20' W). Das ist der wahre Schiffsort und damit die Lösung der Aufgabe.
2. **Dämmerung suchen**
   Datum wählen und die Uhrzeit (UTC) verschieben, bis die Karte „Nautische Dämmerung“ anzeigt.
3. **Drei Sterne auswählen**
   Das Fadenkreuz drehen, bis an jedem Arm ein hervorgehobener Navigationsstern zwischen den Ringen liegt. Jeden Stern antippen und Name, Höhe und Azimut notieren.
4. **Aufgabe formulieren**
   Den Schülern einen Koppelort ein paar Seemeilen neben dem wahren Ort vorgeben und die Höhen leicht verändern – ein paar Bogenminuten, wie es die Messung mit dem Sextanten auch tut. Wer die Aufgabe ab der Sextantenablesung rechnen lassen will, rechnet die Höhen mit Augeshöhe, Indexberichtigung und Refraktion auf Hs zurück.
5. **Lösung prüfen**
   Mit **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) die Aufgabe selbst durchrechnen: Das Fehlerdreieck sollte nahe am gewählten Ort liegen.

So entstehen in wenigen Minuten realistische Aufgaben für jedes Seegebiet – nicht nur die immer gleichen Beispiele aus dem Lehrbuch.

15.5 Wie die Karte berechnet wird

> $\sin H = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos \mathrm{LHA}$

1. **Ephemeriden**
   Für den eingestellten Zeitpunkt (UTC) werden Greenwicher Stundenwinkel und Deklination aller Sterne, der Sonne, des Mondes und der Planeten berechnet – wie in der Ephemeridenberechnung.
2. **Ortsstundenwinkel**
   $\mathrm{LHA} = \mathrm{Grt} + \lambda$ (östliche Länge positiv).
3. **Höhe und Azimut**
   Höhe H aus der Formel oben, das Azimut aus derselben nautischen Grundformel. Gestirne unter dem Horizont werden nicht gezeichnet.
4. **Dämmerung**
   Aus der Sonnenhöhe: über 0° Tag, bis −6° bürgerliche Dämmerung, bis −12° nautische Dämmerung, darunter Nacht.

15.6 Worauf man achten sollte

- **Uhrzeit in UTC:** Die Karte rechnet mit Weltzeit, nicht mit Bordzeit oder Sommerzeit.

- **Orientierungshilfe:** Die Sternkarte ist kein Planetarium. Sie zeigt bewusst nur die Sterne, die für die Navigation und zum Erkennen der Sternbilder wichtig sind; die Sternbildlinien sind vereinfacht.
- **Berechnete Höhen:** Die angezeigten Höhen beziehen sich auf den wahren Horizont. Für die Standlinie zählt die gemessene und beschickte Höhe aus dem Sextanten.

15.7 So geht es in NauticTools2

1. **Ort und Zeit wählen**
   Datum, Uhrzeit (UTC), Breite und Länge eingeben oder einen gespeicherten Wegpunkt übernehmen. Ohne eigene Eingabe nimmt die Karte die aktuelle GPS-Position, falls vorhanden – sie zeigt also, was gerade jetzt über einem steht. Jede Änderung wird sofort übernommen.
2. **Anzeige einstellen**
   Namen der Sternbilder und der Navigationssterne ein- oder ausblenden, das Fadenkreuz einschalten und mit dem Regler drehen.
3. **Stern antippen**
   Name, Sternbild, Helligkeit, Nummer im Nautischen Jahrbuch sowie Höhe und Azimut erscheinen im Infobereich. Unter Windows zeigt die Maus zusätzlich Höhe und Azimut an jeder Stelle der Karte.
4. **Speichern und drucken**
   Den Ort als Wegpunkt speichern oder die Karte als Protokoll drucken bzw. als PDF speichern.

15.8 Häufige Fragen

Warum ist Osten links?

Weil die Karte den Himmel zeigt, wie man ihn beim Blick nach oben sieht. Mit Norden oben liegt Osten dann links und Westen rechts – spiegelverkehrt zu einer Landkarte, auf die man von oben herabschaut.

Wann schießt man Sterne?

In der nautischen Dämmerung, wenn die Sonne zwischen 6° und 12° unter dem Horizont steht. Dann sind die hellen Sterne schon zu sehen und die Kimm ist noch erkennbar. Die Sternkarte zeigt diesen Status direkt an.

Wie viele Navigationssterne gibt es?

Das Nautische Jahrbuch führt 80 Sterne; sie alle sind in der Karte farblich hervorgehoben. International – etwa im englischen Nautical Almanac – werden 57 Navigationssterne plus Polaris genannt. Stellt man NauticTools2 auf Englisch oder Italienisch, hebt die Sternkarte genau diese 58 Sterne hervor, mit den Namen und Nummern des Nautical Almanac.

15.9 Siehe auch

- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – aus den Sternhöhen zum Schiffsort
- **Meridianfigur** (Kapitel 14) – Kulminationshöhe und zirkumpolare Gestirne verstehen

TEIL II · ASTRONAVIGATION

16 Auf- und Untergänge

Auf- und Untergänge – wann geht die Sonne unter, wann beginnt die nautische Dämmerung?

NauticTools2 berechnet für jeden Ort und Tag die **Auf- und Untergangszeiten** von Sonne, Mond und den Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Für die Sonne kommen **Kulmination** und alle drei **Dämmerungen** hinzu – bürgerlich, nautisch und astronomisch. Alle Zeiten in UTC.

`Sonne · Mond · Planeten` `wahrer und sichtbarer Auf-/Untergang` `Kulmination` `bürgerliche Dämmerung` `nautische Dämmerung` `astronomische Dämmerung`

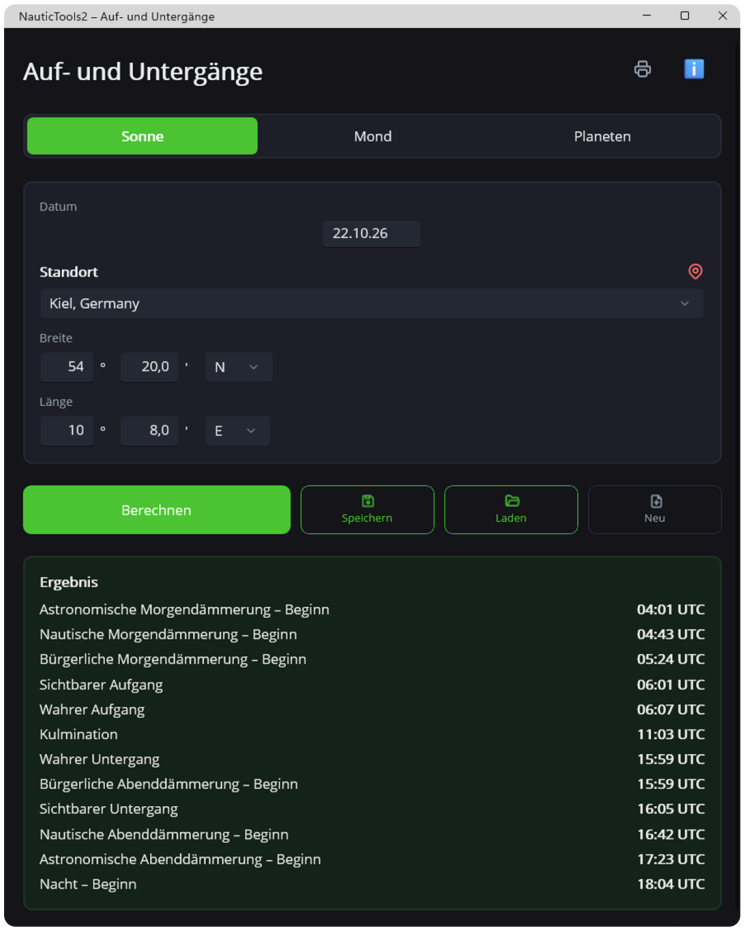


Abbildung 16.1 Sonne über Kiel am 22.10.2026: von der astronomischen Morgendämmerung bis zum Beginn der Nacht.

16.1 Was wird berechnet?

Gesucht ist jeweils der Zeitpunkt, zu dem der Mittelpunkt des Gestirns eine bestimmte Höhe über dem wahren Horizont erreicht. Welche Höhe das ist, hängt vom Ereignis ab:

Ereignis	Höhe des Mittelpunkts
Wahrer Auf-/Untergang der Sonne	`0°`
Sichtbarer Auf-/Untergang der Sonne	`−50′`
Bürgerliche Dämmerung	`bis −6°`
Nautische Dämmerung	`−6° bis −12°`
Astronomische Dämmerung	`−12° bis −18°`
Mondauf-/-untergang	`+8′`
Planeten	`−34′`

Die −50′ der Sonne setzen sich aus der Lichtbrechung am Horizont (rund 34′) und dem Sonnenhalbmesser (rund 16′) zusammen. Beim Mond hebt seine große Horizontalparallaxe die Lichtbrechung mehr als auf – deshalb +8′. Planeten sind praktisch punktförmig, bei ihnen zählt nur die Lichtbrechung. Die **Kulmination** ist der Meridiandurchgang, der höchste Stand am Himmel.

Die Dackel-Regel – eine alte Seemannsfaustregel für den wahren Auf- und Untergang:

Die Sonne steht gerade so hoch über der Kimm, dass ein Dackel bequem unter ihr herlaufen könnte, ohne sich den Kopf zu stoßen. Das stimmt erstaunlich gut: Beim wahren Untergang liegt der Sonnenmittelpunkt rechnerisch auf 0°, die Lichtbrechung hebt die Sonne aber um rund 34′ an. Ihr Unterrand steht dann etwa 18′ über der Kimm – gut ein Drittel Sonnendurchmesser, eben eine Dackelhöhe. Sichtbar unter geht die Sonne erst, wenn auch ihr Oberrand verschwunden ist.

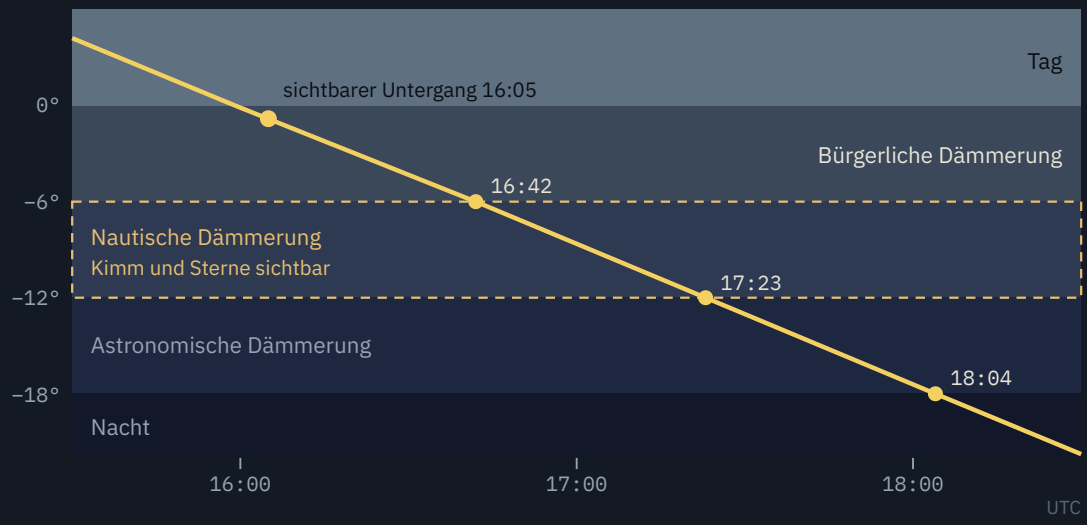


Abbildung 16.2 Der Abend des 22.10.2026 in Kiel: Die Sonne geht um 16:05 UTC sichtbar unter. Zwischen 16:42 und 17:23 UTC steht sie 6° bis 12° unter dem Horizont – die nautische Dämmerung, die Zeit zum Sterneschießen.

16.2 Wann braucht man das?

- **Sternbeobachtung planen:** Die nautische Dämmerung gibt das Zeitfenster vor, in dem Kimm und Sterne zugleich zu sehen sind. Mit der **Sternkarte** (Kapitel 15) sucht man dann die passenden Sterne

aus.

- **Mittagsbreite vorbereiten:** Die Kulmination der Sonne ist der Zeitpunkt für die Mittagsbreite.
- **Lichterführung:** Positionslichter werden von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang geführt – wann das ist, steht hier für jeden Ort.
- **Nachtfahrt einschätzen:** Wann geht der Mond auf, wann unter? Ein heller Mond macht Kimm und Fahrwasser auch nachts sichtbar.

16.3 Rechenweg

> $\cos t = (\sin h_0 - \sin\varphi \cdot \sin\delta) / (\cos\varphi \cdot \cos\delta)$

1. **Gesuchte Höhe**
   h_0 nach der Tabelle oben, etwa −50′ für den sichtbaren Sonnenuntergang oder −12° für das Ende der nautischen Dämmerung.
2. **Ortsstundenwinkel**
   Aus Breite φ und Deklination δ folgt mit der Formel oben der Ortsstundenwinkel t, bei dem das Gestirn diese Höhe hat – westlich für den Untergang, östlich für den Aufgang.
3. **Uhrzeit**
   Aus t und der Länge ergibt sich der Greenwicher Stundenwinkel, aus den Ephemeriden die zugehörige Uhrzeit in UTC. Weil sich Deklination und Stundenwinkel – vor allem beim Mond – im Laufe des Tages ändern, rechnet NauticTools2 mit den Werten zum jeweiligen Zeitpunkt.
4. **Sonderfälle**
   Liegt der Bruch außerhalb von −1 bis +1, erreicht das Gestirn die Höhe an diesem Tag nicht: Es ist dauernd sichtbar (Mitternachtssonne) oder nicht sichtbar (Polarnacht).

16.4 Beispiele

Kiel (54° 20′ N, 010° 08′ E) am 22.10.2026 – wann ist die nautische Abenddämmerung?

```
Sichtbarer Untergang 16:05 UTC (wahrer Untergang 15:59 UTC)
Nautische Dämmerung 16:42 – 17:23 UTC
Nacht ab 18:04 UTC · Kulmination 11:03 UTC
```

Lehrbeispiel: 22.10.2026 vor Martinique auf 14° 30,0′ N, 061° 20,0′ W – Auf- und Untergang der Sonne?

```
Nautische Dämmerung 09:11 UTC und 22:28 UTC
Sichtbarer Aufgang 09:57 UTC · Kulmination 15:49 UTC · sichtbarer Untergang 21:41
UTC
Wahrer Aufgang 10:01 UTC · wahrer Untergang 21:37 UTC
```

16.5 Worauf man achten sollte

- **Zeiten in UTC:** Für die Bordzeit die Zonenzeit addieren – in Kiel im Oktober (Sommerzeit) zwei Stunden. Die Umrechnung erledigen die **Zeitarten** (Kapitel 1).
- **Hohe Breiten:** Im Sommer kann die Sonne die gesuchte Höhe gar nicht erreichen – dann steht dort „dauernd sichtbar“ oder „nicht sichtbar“ statt einer Uhrzeit. In Nord- und Ostsee betrifft das vor allem die astronomische Dämmerung im Juni.
- **Mond:** Er geht jeden Tag im Mittel rund 50 Minuten später auf. An manchen Kalendertagen gibt es deshalb keinen Mondaufgang oder keinen Monduntergang.
- **Augeshöhe:** Die Zeiten gelten für den Horizont auf Meereshöhe. Von einem hohen Standpunkt aus sieht man die Sonne etwas länger.

16.6 So geht es in NauticTools2

1. **Gestirn wählen**
   Sonne, Mond oder Planeten über die Leiste oben.
2. **Datum und Ort eingeben**
   Breite und Länge eintragen oder einen gespeicherten Wegpunkt wählen; mit dem Ortssymbol lässt sich der Ort auch als neuer Wegpunkt speichern.
3. **Berechnen**
   Die Zeiten erscheinen in zeitlicher Reihenfolge – bei der Sonne von der astronomischen Morgendämmerung bis zum Beginn der Nacht.
4. **Speichern und drucken**
   Eingaben unter einem Namen speichern und später wieder laden, das Ergebnis als Protokoll drucken oder als PDF speichern.

16.7 Häufige Fragen

Was ist der Unterschied zwischen wahrem und sichtbarem Sonnenuntergang?
Beim wahren Untergang erreicht der Sonnenmittelpunkt rechnerisch den Horizont. Sichtbar ist die Sonne dann noch, weil die Lichtbrechung sie anhebt und ihr oberer Rand höher steht. Der sichtbare Untergang liegt bei −50′ – in mittleren Breiten einige Minuten später.

Wann ist nautische Dämmerung?
Wenn die Sonne 6° bis 12° unter dem Horizont steht. Dann sind die hellen Sterne schon zu sehen und die Kimm ist noch erkennbar – die klassische Zeit zum Sterneschießen.

Warum geht der Mond manchmal an einem Tag nicht auf?
Weil er sich jeden Tag rund 50 Minuten verspätet. Etwa einmal im Monat rutscht der Aufgang dadurch über Mitternacht hinweg auf den nächsten Tag.

16.8 Siehe auch

- **Sternkarte** (Kapitel 15) – welche Navigationssterne in der Dämmerung am Himmel stehen

- **Zeitarten an Bord** (Kapitel 1) – UTC, Zonenzeit und Ortszeit umrechnen
- **Meridianfigur** (Kapitel 14) – Kulminationshöhe und zirkumpolare Gestirne verstehen

TEIL II · ASTRONAVIGATION

17 Ephemeridenberechnung

Ephemeridenberechnung – Grt und Deklination für jeden Zeitpunkt

Für jede astronomische Standlinie braucht man den **Greenwicher Stundenwinkel** und die **Deklination** des Gestirns. NauticTools2 berechnet sie für Sonne, Mond, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und 83 Fixsterne – sekundengenau, für jedes Datum, ohne Nachschlagen und Interpolieren im Nautischen Jahrbuch.

`Grt` `Deklination` `Sternwinkel und Frühlingspunkt` `HP und Radius` `Ortsstundenwinkel t` `83 Fixsterne`



Abbildung 17.1 Deneb am 22.10.2026 um 16:36:36 UT1 – in der Android-Version.

17.1 Was wird berechnet?

- **Grt (Greenwicher Stundenwinkel):** der Winkel vom Meridian von Greenwich zum Gestirn, 0° bis 360° nach Westen gezählt – für alle Gestirne.
- **Deklination:** die „Breite“ des Gestirns am Himmel, ±90°.
- **Sternwinkel (SHA) und Frühlingspunkt:** bei Fixsternen die beiden Bausteine des Grt.
- **Radius** (Sonne) und **Horizontalparallaxe HP** (Mond, Venus, Mars): Korrekturgrößen für die Sextantenbeschickung.
- **T Sonne:** der Zeitpunkt, zu dem die Sonne den Meridian von Greenwich passiert.

- **Ortsstundenwinkel t:** auf Wunsch gleich mit, wenn man die eigene Länge einträgt.

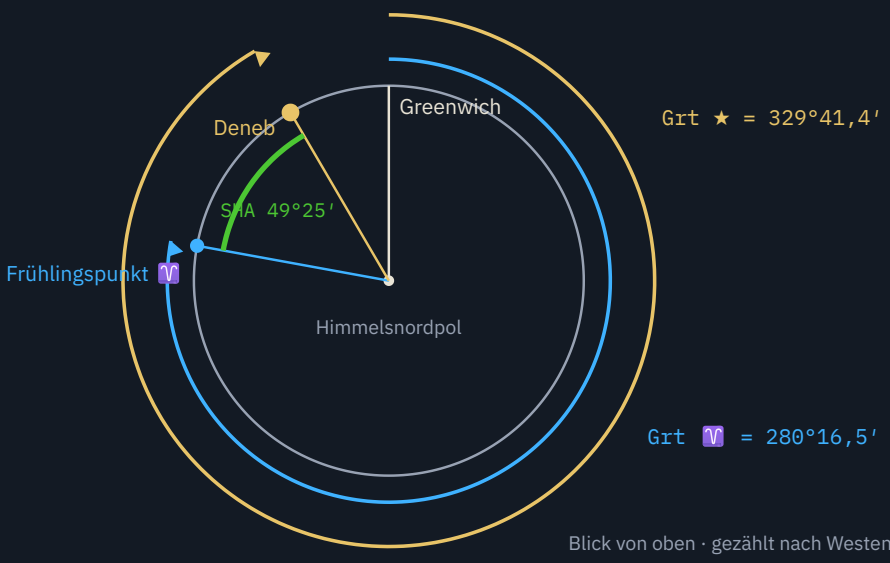


Abbildung 17.2 Beim Stern setzt sich der Grt aus zwei Teilen zusammen: dem Grt des Frühlingspunkts (blau) und dem Sternwinkel SHA vom Frühlingspunkt bis zum Stern (grün). Zusammen ergibt das den Grt von Deneb (gelb).

17.2 Wann braucht man das?

- **Standlinie rechnen:** Grt und Deklination sind die Eingangswerte für Höhe und Azimut und damit für jede astronomische Standlinie.
- **Jahrbuch ersetzen oder prüfen:** Kein Blättern und kein Interpolieren mehr – oder umgekehrt die eigene Jahrbuch-Rechnung kontrollieren.
- **Ältere Aufgaben lösen:** Viele Übungsaufgaben stammen aus Jahren, für die man kein Jahrbuch mehr hat. Die Berechnung funktioniert für jedes Datum.

17.3 Formeln und Rechenweg

> `Grt ★ = Grt ♈ + SHA · t = Grt + λ`

1. **Zeitpunkt**
   Datum und Uhrzeit in UT1, auf die Sekunde – der Grt der Sonne wächst um 15′ pro Minute.
2. **Sonne, Mond und Planeten**
   Grt und Deklination stammen aus einer modernen, offline laufenden Astronomie-Bibliothek – zuverlässig auch weit außerhalb von 1950 bis 2050.
3. **Fixsterne**
   Sternwinkel und Deklination werden von der Epoche 2000.0 auf das Datum umgerechnet (Präzession, Nutation, Aberration). Dazu kommt der Grt des Frühlingspunkts aus der Sternzeit; die Summe ist der Grt des Sterns.
4. **Ortsstundenwinkel**
   `t = Grt + λ` – östliche Länge addieren, westliche abziehen.

17.4 Beispiel

Grt und Deklination von Deneb am 22.10.2026 um 16:36:36 UT1 – und der Ortsstundenwinkel für Kiel (010° 08,0′ E)?

```
Sternwinkel SHA = 049°24,9′
Grt ♈ = 280°16,5′
Grt = 280°16,5′ + 049°24,9′ = 329°41,4′
Deklination = 45°22,6′ N
t = 329°41,4′ + 010°08,0′ = 339°49,4′
```

17.5 Worauf man achten sollte

- **Sekundengenau:** Eine Sekunde Zeitfehler sind 0,25′ im Grt – und damit eine Viertelseemeile in der Standlinie. Die Beobachtungszeit also genau nehmen.
- **UT1 und UTC:** Gerechnet wird mit UT1, der Erdrotationszeit. Sie weicht höchstens 0,9 Sekunden von UTC ab – für die Navigation ist das vernachlässigbar.
- **Vorzeichen der Länge:** Für den Ortsstundenwinkel östliche Länge addieren, westliche abziehen; Ergebnisse über 360° um 360° verringern.
- **Kleine Abweichungen zum Jahrbuch:** Das gedruckte Jahrbuch rundet auf 0,1′ und wird linear interpoliert. Unterschiede von ein bis zwei Zehntelminuten sind deshalb normal.

17.6 So geht es in NauticTools2

1. **Zeitpunkt eingeben**
   Datum und Uhrzeit (UT1); vorbelegt ist der aktuelle Zeitpunkt.
2. **Gestirn wählen**
   Sonne, Mond, einen der Planeten oder einen Fixstern aus der Liste. Die Liste folgt dem Nautischen Jahrbuch mit dessen Nummern; Acamar, Gienah und Sabik, die dort fehlen, stehen am Ende.
3. **Ortsstundenwinkel**
   Auf Wunsch „Ortsstundenwinkel t berechnen“ anhaken und die eigene Länge eintragen.
4. **Berechnen, speichern, drucken**
   Die Werte erscheinen im Ergebnis; Eingaben lassen sich speichern und laden, das Ergebnis als Protokoll drucken oder als PDF speichern.

17.7 Häufige Fragen

Was ist der Greenwicher Stundenwinkel?

Der Winkel zwischen dem Meridian von Greenwich und dem Gestirn, nach Westen gezählt. Zusammen mit der Deklination legt er fest, über welchem Punkt der Erde das Gestirn gerade senkrecht steht – dem Bildpunkt.

Warum bekommt man bei Sternen Sternwinkel und Frühlingspunkt?

Die Sterne stehen zueinander fast fest. Das Jahrbuch gibt deshalb für jeden Stern nur seinen Sternwinkel vom Frühlingspunkt aus an und für jede Stunde den Grt des Frühlingspunkts. Die Summe ist der Grt des Sterns – NauticTools2 zeigt beide Teile.

Ersetzt das Werkzeug das Nautische Jahrbuch?

Es liefert dieselben Werte für jeden Zeitpunkt und jedes Jahr. In der Prüfung und an Bord als Rückfallebene bleibt das gedruckte Jahrbuch trotzdem sinnvoll.

17.8 Siehe auch

- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – aus Grt, Deklination und Sextantenhöhen zum Schiffsort
- **Sternkarte** (Kapitel 15) – welche Sterne gerade am Himmel stehen
- **Auf- und Untergänge** (Kapitel 16) – Dämmerungszeiten für die Sternbeobachtung

TEIL II · ASTRONAVIGATION

18 Sextantenbeschickung

Sextantenbeschickung – von der Ablesung Hs zur beobachteten Höhe Hb

Die am Sextanten abgelesene Höhe ist noch nicht die Höhe, mit der man rechnet. Erst nach **Indexberichtigung**, **Kimmtiefe**, **Refraktion** und – je nach Gestirn – **Halbmesser** und **Parallaxe** erhält man die beobachtete Höhe Hb. NauticTools2 rechnet diese Kette vollständig und zeigt jeden Schritt.

Indexberichtigung | Kimmtiefe | Refraktion | Halbmesser | Horizontalparallaxe | Sonne · Mond · Planeten · Sterne

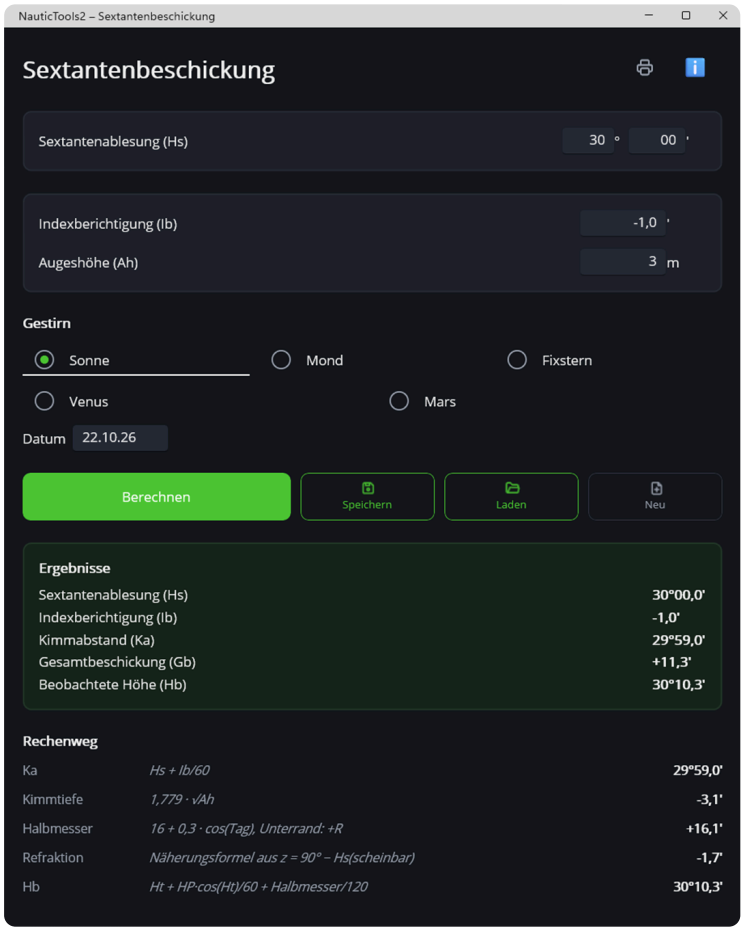


Abbildung 18.1 Sonnenunterrand am 22.10.2026: Hs 30°00,0′ wird zu Hb 30°10,3′ – mit allen Beschickungsgliedern im Rechenweg. Der Strich unter „Sonne“ zeigt den gewählten Unterrand.

18.1 Was wird beschickt?

Beschickung	Größe	Gilt für
Indexberichtigung Ib	`± einige '`	alle Gestirne
Kimmtiefe	`– 1,779 · √Ah`	alle Gestirne
Refraktion	`– 0' bis 34'`	alle Gestirne
Halbmesser	`± rund 16'`	Sonne, Mond
Parallaxe	`+ HP · cos H`	Mond, Venus, Mars

Die **Indexberichtigung** gleicht den Fehler des Sextanten selbst aus. Die **Kimmtiefe** entsteht, weil das Auge über dem Wasser liegt: Die sichtbare Kimm liegt tiefer als der wahre Horizont. Die **Refraktion** hebt jedes Gestirn scheinbar an – nahe der Kimm um gut einen halben Grad, im Zenit gar nicht. Bei Sonne und Mond misst man einen Rand; der **Halbmesser** bezieht die Höhe auf den Mittelpunkt. Die **Parallaxe** rechnet beim nahen Mond und den Planeten Venus und Mars vom Beobachter auf den Erdmittelpunkt um.

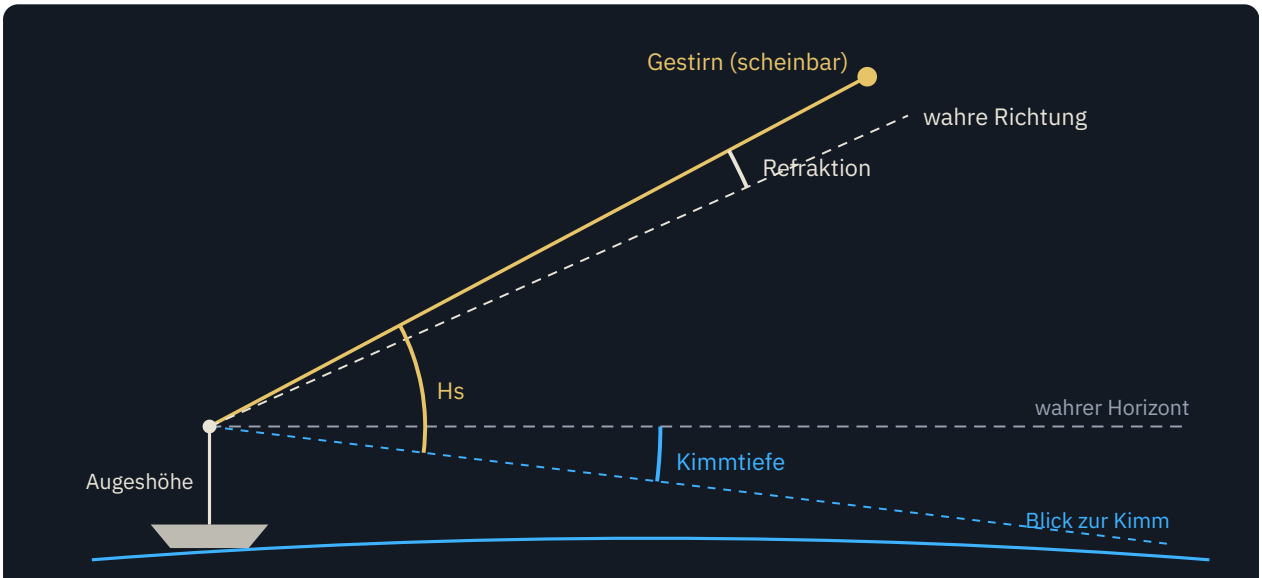


Abbildung 18.2 Stark übertrieben: Gemessen wird von der Kimm aus (Hs). Die Kimm liegt um die Kimmtiefe unter dem wahren Horizont, und die Refraktion lässt das Gestirn höher erscheinen, als es wirklich steht. Beide Beträge werden abgezogen.

18.2 Wann braucht man das?

- **Jede astronomische Standlinie:** Die beobachtete Höhe Hb wird mit der berechneten Höhe verglichen – ohne Beschickung wäre die Standlinie um mehrere Seemeilen falsch.
- **Mittagsbreite:** Auch die Breite aus der Kulminationshöhe braucht die beschickte Höhe.
- **Übungsaufgaben kontrollieren:** Der Rechenweg zeigt jedes Beschickungsglied mit Vorzeichen.

18.3 Formeln und Rechenweg

```
Hb = Ka − Kimmtiefe − Refraktion ± Halbmesser + Parallaxe
```

1. **Kimmabstand**
   `Ka = Hs + Ib` – die Ablesung um die Indexberichtigung korrigiert.
2. **Kimmtiefe**
   `1,779 · √Ah` in Bogenminuten, mit der Augeshöhe Ah in Metern; wird abgezogen.
3. **Halbmesser**
   Bei der Sonne rund 15,7′ bis 16,3′ je nach Jahreszeit, beim Mond `0,2725 · HP`. Unterrand: addieren, Oberrand: abziehen.
4. **Refraktion**
   Abhängig von der scheinbaren Höhe – an der Kimm rund 34′, bei 20° etwa 2,6′, bei 45° noch knapp 1′. Wird abgezogen.
5. **Parallaxe**
   `HP · cos H` bei Mond, Venus und Mars; die Horizontalparallaxe HP berechnet NauticTools2 aus Datum und Uhrzeit. Wird addiert.
6. **Ergebnis**
   Beobachtete Höhe Hb und die Gesamtbeschickung `Gb = Hb − Ka`.

18.4 Beispiele

Stern Wega: Hs = 58°33,0′, Indexberichtigung −1,0′, Augeshöhe 3 m. Wie groß ist Hb?

```
Ka = 58°33,0′ − 1,0′ = 58°32,0′
Kimmtiefe = −3,1′ · Refraktion = −0,6′
Gesamtbeschickung Gb = −3,7′
Hb = 58°28,3′
```

Sonne, Unterrand, am 22.10.2026: Hs = 30°00,0′, Indexberichtigung −1,0′, Augeshöhe 3 m.

```
Ka = 29°59,0′
Kimmtiefe −3,1′ · Halbmesser +16,1′ · Refraktion −1,7′
Gesamtbeschickung Gb = +11,3′
Hb = 30°10,3′
```

Stern Shaula: Hs = 26°59,0′, Indexberichtigung −1,0′, Augeshöhe 3 m.

```
Ka = 26°58,0′ · Gb = −5,0′
Hb = 26°53,0′
```

18.5 Worauf man achten sollte

- **Vorzeichen der Indexberichtigung:** Ib ist die Berichtigung, nicht der Fehler – liest der Sextant zu viel ab, ist Ib negativ. Bestimmen lässt sie sich mit der **Indexberichtigung** (Kapitel 20) in NauticTools2.
- **Augeshöhe ehrlich schätzen:** Gemeint ist die Höhe des Auges über der Wasserlinie, nicht die über Deck. Zwischen 2 m und 3 m Augeshöhe liegen schon 0,6′ Kimmtiefe.
- **Tiefe Höhen meiden:** Unter etwa 15° wird die Refraktion unsicher, weil sie stark von Temperatur und Luftdruck abhängt.
- **Rand richtig wählen:** Bei Sonne und Mond Unter- oder Oberrand angeben; ein falscher Rand macht gut 30′ Fehler.

18.6 So geht es in NauticTools2

1. **Ablesung eingeben**
   Sextantenablesung Hs in Grad und Minuten, Indexberichtigung Ib und Augeshöhe.
2. **Gestirn wählen**
   Sonne, Mond, Venus, Mars oder Fixstern (auch für Jupiter und Saturn). Bei Sonne und Mond fragt die App nach Unter- oder Oberrand; ein Strich unter bzw. über dem Namen zeigt die Wahl.
3. **Datum und Uhrzeit**
   Bei der Sonne nur das Datum, für den Halbmesser. Bei Mond, Venus und Mars zusätzlich die Uhrzeit: Daraus berechnet NauticTools2 die Horizontalparallaxe, die sich aber überschreiben lässt.
4. **Berechnen**
   Kimmabstand, Gesamtbeschickung und Hb erscheinen im Ergebnis, alle Beschickungsglieder mit Vorzeichen im Rechenweg. Eingaben lassen sich speichern, das Ergebnis drucken.

18.7 Häufige Fragen

Was ist der Unterschied zwischen Hs, Ka und Hb?
Hs ist die Ablesung am Sextanten. Um die Indexberichtigung korrigiert ergibt sich der Kimmabstand Ka. Nach Kimmtiefe, Refraktion und – je nach Gestirn – Halbmesser und Parallaxe erhält man die beobachtete Höhe Hb.

Wie groß ist die Kimmtiefe?
1,779 · √Augeshöhe in Bogenminuten: bei 3 m rund 3,1′, bei 10 m rund 5,6′.

Warum misst man die Sonne meist am Unterrand?
Der Unterrand lässt sich am genauesten auf die Kimm setzen. Damit die Höhe für den Mittelpunkt gilt, wird der Halbmesser von rund 16′ addiert; beim Oberrand wird er abgezogen.

18.8 Siehe auch

- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – mit den beschickten Höhen zur Standlinie und zum Schiffsort
- **Ephemeridenberechnung** (Kapitel 17) – Grt, Deklination und Horizontalparallaxe
- **Höhenwinkel** (Kapitel 6) – der Sextant in der terrestrischen Navigation

TEIL II · ASTRONAVIGATION

19 Berechnete Höhe und Azimut

Berechnete Höhe und Azimut – das nautische Dreieck lösen

Für jede astronomische Standlinie braucht man die Höhe, die das Gestirn vom **Koppelort** aus haben müsste, und die Richtung, in der es steht. NauticTools2 berechnet aus Koppelbreite, Deklination und Ortsstundenwinkel die **berechnete Höhe Hc** und den **Azimut Az** – den Rechenschritt zwischen Ephemeriden und Standlinie.

`Koppelbreite φ` `Deklination δ` `Ortsstundenwinkel t` `berechnete Höhe Hc` `Azimut Az` `nautisches Dreieck`



Abbildung 19.1 Das Lehrbeispiel Wega – in der Android-Version.

19.1 Das nautische Dreieck

Himmelsnordpol, Zenit des Beobachters und Gestirn bilden ein Kugeldreieck. Zwei Seiten und der Winkel dazwischen sind bekannt: vom Pol zum Zenit **90° – φ**, vom Pol zum Gestirn **90° – δ**, der Winkel am Pol ist der **Ortsstundenwinkel t**. Gesucht sind die dritte Seite – die Zenitdistanz **90° – Hc** – und der Winkel am Zenit, der **Azimut**.

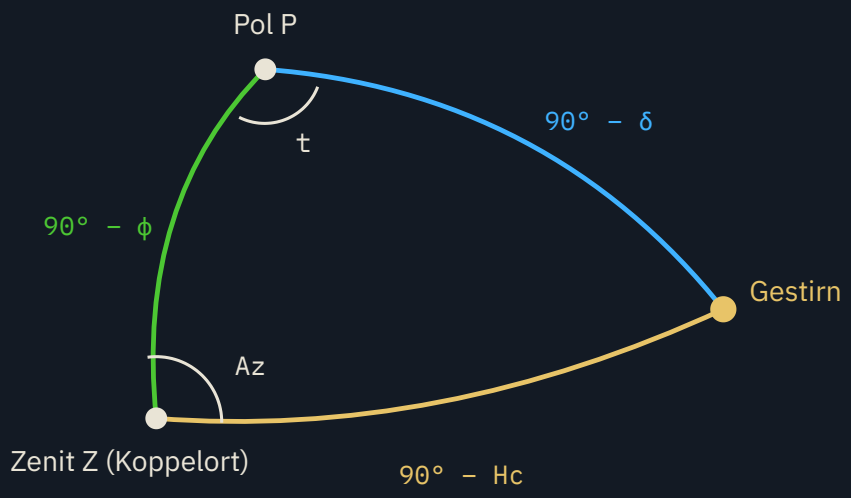


Abbildung 19.2 Das nautische Dreieck: Aus den Seiten 90° − φ und 90° − δ und dem eingeschlossenen Winkel t folgen die Zenitdistanz 90° − Hc und der Azimut am Zenit.

19.2 Wann braucht man das?

- **Höhenstandlinie:** Hc und Az sind zusammen mit der beobachteten Höhe Hb die Bausteine der Standlinie nach dem Höhenverfahren (Marcq St. Hilaire).
- **Gestirn vorausberechnen:** Wo und wie hoch steht ein Stern in der Dämmerung? Mit Hc und Az lässt er sich vorab am Sextanten einstellen und in der richtigen Richtung suchen.
- **Kompasskontrolle:** Der berechnete Azimut der Sonne ist die Grundlage für die Bestimmung der Fehlweisung.

19.3 Formeln und Rechenweg

$$\sin Hc = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t$$

1. **Eingaben**
   Breite des Koppelortes φ, Deklination δ (beide mit Vorzeichen, Nord positiv) und Ortsstundenwinkel $t = Grt + \lambda$ aus der Ephemeridenberechnung.
2. **Berechnete Höhe**
   Mit der Formel oben, dem Seiten-Kosinussatz des nautischen Dreiecks.
3. **Azimut**
   Aus den Hilfsgrößen $hy = -\sin t$ und $hz = \cos \phi \cdot \tan \delta - \sin \phi \cdot \cos t$; ihr Verhältnis und das Vorzeichen von hy legen den Quadranten fest, Az von 0° bis 360°.
4. **Höhenunterschied**
   Mit der beobachteten Höhe Hb aus der Sextantenbeschickung: $\Delta h = Hb - Hc$, in Bogenminuten gleich Seemeilen.

19.4 Beispiel

22.10.2026 vor Martinique, Koppelort 14° 30′ N, 061° 20′ W. Für den Stern Wega ergab die Ephemeridenberechnung um 22:08:35 UTC die Deklination 38°48,4′ N und den Ortsstundenwinkel 022°42,3′. Wie groß sind Hc und Az?

```
Hc = 58°31,6′
Az = 324,8°
Mit Hb = 58°28,3′ aus der Sextantenbeschickung: Δh = −3,3 sm, also 3,3 sm vom
Gestirn weg (Richtung 145°) versetzen
```

Gleicher Koppelort, Stern Shaula um 22:09:55 UTC: Deklination 37°07,2′ S, Ortsstundenwinkel 038°38,5′.

```
Hc = 26°51,8′ · Az = 213,9°
Mit Hb = 26°53,0′: Δh = +1,2 sm in Richtung 214°
```

19.5 Worauf man achten sollte

- **Vorzeichen:** Südliche Breite und Deklination werden negativ gerechnet. Ein vergessenes Vorzeichen bei ungleichnamigen Werten ergibt eine völlig falsche Höhe.
- **Ortsstundenwinkel richtig bilden:** östliche Länge addieren, westliche abziehen, auf 0° bis 360° bringen.
- **Gestirn unter dem Horizont:** Ist Hc negativ, meldet NauticTools2 das, statt ein unsinniges Ergebnis anzuzeigen – meist ein Hinweis auf einen Eingabefehler.
- **Koppelort statt gewählter Ort:** NauticTools2 rechnet direkt vom Koppelort aus. Die Rundung auf einen „gewählten Ort“ wie bei Tafelverfahren ist nicht nötig.

19.6 So geht es in NauticTools2

1. **Werte eintragen**
   Breite des Koppelortes, Deklination und Ortsstundenwinkel in Grad und Minuten, jeweils mit N/S. Auf See übernimmt „Breite aus GPS übernehmen“ die aktuelle Breite als Koppelbreite.
2. **Berechnen**
   Hc und Az erscheinen im Ergebnis, der Rechenweg darunter.
3. **Weiterrechnen**
   Für zwei oder drei Gestirne führt **Ort aus Höhen** (Kapitel 25) alle Schritte bis zum Schiffsort zusammen. Eingaben lassen sich speichern, das Ergebnis drucken.

19.7 Häufige Fragen

Was ist die berechnete Höhe Hc?
Die Höhe, die das Gestirn zum Beobachtungszeitpunkt vom Koppelort aus haben müsste. Der Vergleich mit der beobachteten Höhe Hb ergibt den Höhenunterschied Δh, um den die Standlinie vom Koppelort verschoben ist.

Was bedeutet ein positives Δh?
Die beobachtete Höhe ist größer als die berechnete – man steht näher am Bildpunkt des Gestirns. Die Standlinie liegt dann Δh Seemeilen in Richtung des Azimuts, bei negativem Δh in der Gegenrichtung.

Warum ist eine Bogenminute eine Seemeile?
Eine Seemeile ist definiert als eine Bogenminute auf einem Großkreis der Erde. Ein Höhenunterschied von 1′ verschiebt die Standlinie deshalb um genau 1 sm.

19.8 Siehe auch

- **Ephemeridenberechnung** (Kapitel 17) – Grt und Deklination für den Beobachtungszeitpunkt
- **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18) – von der Ablesung Hs zur beobachteten Höhe Hb
- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – Standlinien und Schiffsort

TEIL II · ASTRONAVIGATION

20 Indexberichtigung

Indexberichtigung – den Sextanten an der Sonne prüfen

Kaum ein Sextant zeigt bei Nullstellung genau null. Die **Indexberichtigung** gleicht diesen Restfehler aus und geht in jede Sextantenbeschickung ein. NauticTools2 bestimmt sie aus zwei Ablesungen an der Sonne – auf dem **Vorbogen** und auf dem **Hauptbogen** – und prüft die Messung gleich über den gemessenen Sonnenradius.

`Vorbogen` `Hauptbogen` `Indexberichtigung Ib` `Sonnenradius` `Messkontrolle` `Übernahme in die Einstellungen`



Abbildung 20.1 Vorbogen 31,2′ und Hauptbogen 33,2′ ergeben Ib = −1,0′ – in der Android-Version.

20.1 Wie wird gemessen?

Man richtet den Sextanten mit Sonnenfiltern auf die Sonne und stellt ihn nahe null ein. Im Fernrohr erscheinen zwei Sonnenbilder: das direkte und das gespiegelte. Einmal schiebt man das gespiegelte Bild über das direkte, bis sich die Ränder berühren, und liest ab – die Alhidade steht dann knapp **vor** der Null, auf dem Vorbogen. Dann dasselbe in der anderen Richtung, knapp hinter der Null auf dem Hauptbogen. Der Abstand der beiden Ablesungen ist ein Sonnendurchmesser in jede Richtung, also vier Sonnenradien; die Mitte zwischen beiden ist die wahre Nullstellung.

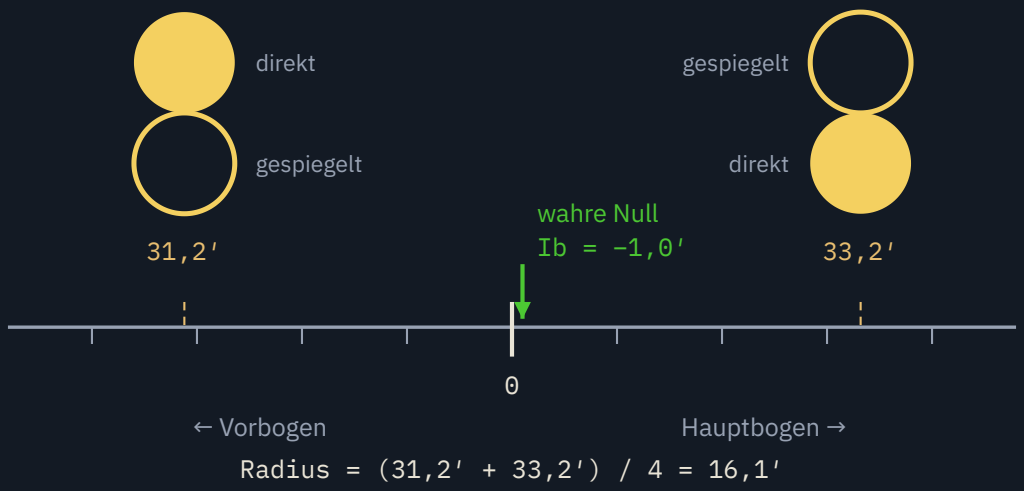


Abbildung 20.2 Auf dem Vorbogen und auf dem Hauptbogen berühren sich die beiden Sonnenbilder – einmal liegt das gespiegelte über, einmal unter dem direkten. Die wahre Null liegt in der Mitte, hier 1,0′ auf dem Hauptbogen: Die Indexberichtigung ist −1,0′.

20.2 Wann braucht man das?

- **Vor jeder Beobachtungsreihe:** Die Indexberichtigung kann sich durch Temperatur und Stöße ändern. Kurz vor dem Messen bestimmt, ist sie am verlässlichsten.
- **Sextantenbeschickung:** Ib ist das erste Glied der Beschickung – ein Fehler von 1′ verschiebt jede Standlinie um 1 sm.
- **Sextant justieren:** Wird Ib größer als einige Minuten, lohnt es sich, den Kimmspiegel nachzustellen.

20.3 Formeln und Rechenweg

```
Ib = (Vorbogen − Hauptbogen) / 2 · R = (Vorbogen + Hauptbogen) / 4
```

1. **Indexberichtigung**
   Halbe Differenz der beiden Ablesungen. Ist die Vorbogen-Ablesung größer, liegt die wahre Null auf dem Vorbogen und Ib ist positiv; sonst negativ.
2. **Gemessener Radius**
   Ein Viertel der Summe beider Ablesungen.
3. **Kontrolle**
   Vergleich mit dem tatsächlichen Sonnenradius, rund 15,8′ im Juli bis 16,3′ im Januar. Weichen beide um mehr als etwa 0,2′ ab, sollte man die Messung wiederholen.

20.4 Beispiel

Am 22.10.2026 liest man auf dem Vorbogen 31,2′ und auf dem Hauptbogen 33,2′ ab. Wie groß ist die Indexberichtigung?

```
Ib = (31,2′ − 33,2′) / 2 = −1,0′
Gemessener Radius = (31,2′ + 33,2′) / 4 = 16,1′
Tatsächlicher Sonnenradius 16,1′ − die Messung war sauber
```

20.5 Worauf man achten sollte

- **Sonnenfilter:** Niemals ohne ausreichende Filter vor Fernrohr und Spiegeln in die Sonne schauen – das schädigt die Augen dauerhaft.
- **Vorbogen richtig ablesen:** Auf dem Vorbogen läuft die Trommel „rückwärts“. Abgelesen wird der Betrag vor der Null, nicht der Wert auf der Trommel selbst – hier passieren die meisten Fehler.
- **Mehrfach messen:** Drei Ablesungen je Bogen und deren Mittel geben ein deutlich genaueres Ergebnis.
- **Vorzeichen:** Die Indexberichtigung ist das Gegenteil des Indexfehlers – NauticTools2 rechnet durchgehend mit der Berichtigung.

20.6 So geht es in NauticTools2

1. **Ablesungen eintragen**
   Vorbogen und Hauptbogen in Bogenminuten, dazu das Datum für den Sonnenradius.
2. **Berechnen**
   Indexberichtigung, tatsächlicher und gemessener Sonnenradius erscheinen im Ergebnis.
3. **Übernehmen**
   „Als Referenzwert in den Einstellungen übernehmen“ speichert Ib; die Sextantenbeschickung und Ort aus Höhen füllen den Wert dann automatisch ein.

20.7 Häufige Fragen

Wie bestimmt man die Indexberichtigung an der Sonne?

Direktes und gespiegeltes Sonnenbild einmal auf dem Vorbogen und einmal auf dem Hauptbogen zur Berührung bringen und beide Werte ablesen. Ib ist die halbe Differenz: (Vorbogen − Hauptbogen) / 2.

Wozu dient der gemessene Sonnenradius?

Er ist eine eingebaute Kontrolle. Stimmt er auf etwa 0,2′ mit dem tatsächlichen Radius überein, waren beide Ablesungen sauber.

Geht es auch ohne Sonne?

Ja, an der Kimm oder einem Stern: Man bringt das gespiegelte mit dem direkten Bild zur Deckung und liest ab. Die Sonnenmethode ist aber genauer, weil sie zwei Ablesungen und eine Kontrolle liefert.

20.8 Siehe auch

- **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18) – von der Ablesung Hs zur beobachteten Höhe Hb
- **Höhenwinkel** (Kapitel 6) – der Sextant in der terrestrischen Navigation
- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – Standlinien und Schiffsort

TEIL II · ASTRONAVIGATION

21 T Sonne

T Sonne – wann steht die Sonne im Meridian?

Für die Mittagsbreite muss man wissen, wann die Sonne am eigenen Ort ihren höchsten Stand erreicht. NauticTools2 berechnet **T Sonne** – den Meridiandurchgang in Greenwich – für jedes Datum, dazu die **Zeitgleichung** und mit der eigenen Länge die **Länge in Zeit** und den **Meridiandurchgang am Ort**.

`T Sonne (Mer. Pass.)` `Zeitgleichung` `Länge in Zeit` `Meridiandurchgang am Ort` `Bogen in Zeit` `jedes Datum`



Abbildung 21.1 T Sonne am 22.10.2026 und der Meridiandurchgang in Kiel – in der Android-Version.

21.1 Was ist T Sonne?

T Sonne – im Nautical Almanac „Mer. Pass." – ist die Uhrzeit in UT, zu der die Sonne den Meridian von Greenwich überschreitet. Stünde die Sonne gleichmäßig, wäre das jeden Tag um 12:00 Uhr. Weil die Erdbahn elliptisch und die Erdachse geneigt ist, läuft die wahre Sonne der gedachten mittleren Sonne aber mal voraus, mal hinterher. Den Unterschied nennt man **Zeitgleichung**; sie schwankt übers Jahr zwischen etwa −14 und +16 Minuten.

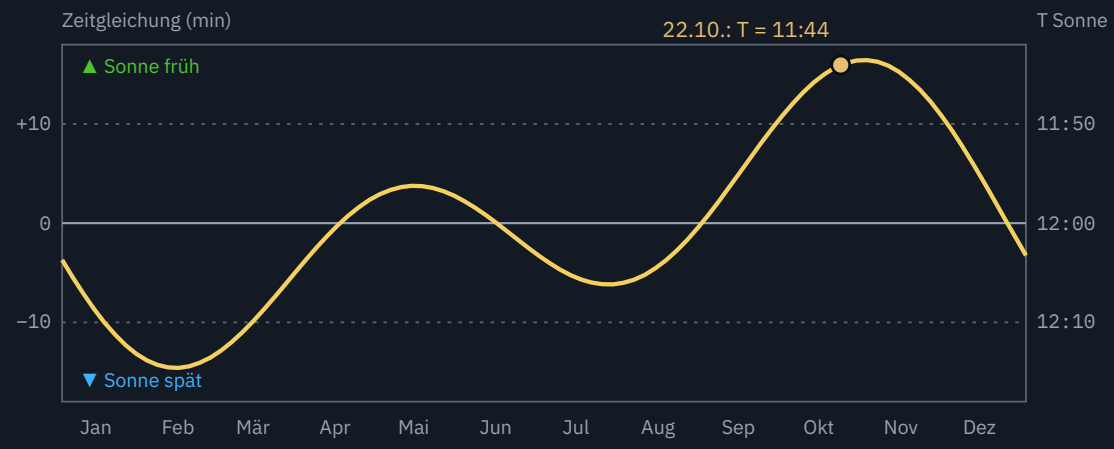


Abbildung 21.2 Die Zeitgleichung im Jahreslauf. Anfang November kulminiert die Sonne in Greenwich schon gegen 11:44 Uhr, Mitte Februar erst gegen 12:14 Uhr. Viermal im Jahr ist T Sonne genau 12:00 Uhr.

21.2 Wann braucht man das?

- **Mittagsbreite:** Die Sonnenhöhe misst man zur Kulmination. Den Zeitpunkt am eigenen Ort liefert T Sonne plus bzw. minus Länge in Zeit.
- **Mittagsbesteck vorbereiten:** Vormittags-Standlinie, Mittagsbreite – wer die Kulminationszeit kennt, plant die Beobachtungen danach.
- **Bogen in Zeit umrechnen:** Die Länge in Zeit braucht man auch für Ortszeit und Zonenzeit.

21.3 Formeln und Rechenweg

> `Meridiandurchgang am Ort = T Sonne ± Länge in Zeit`

1. **T Sonne**
   Für das Datum sekundengenau berechnet, darunter auf ganze Minuten gerundet, wie im Jahrbuch.
2. **Zeitgleichung**
   `Zeitgleichung = 12:00 − T Sonne`; positiv, wenn die wahre Sonne der mittleren voraus ist.
3. **Länge in Zeit**
   360° = 24 h, also `1° = 4 min` und `1′ = 4 s`.
4. **Am eigenen Ort**
   Bei Westlänge die Länge in Zeit addieren – die Sonne kommt später; bei Ostlänge abziehen – sie kommt früher.

21.4 Beispiele

Kiel (010° 08′ E) am 22.10.2026 – wann steht die Sonne im Meridian?

```
T Sonne = 11:44:29 UT (im Jahrbuch 11:44) · Zeitgleichung = +15 min 31 s
Länge in Zeit = 10 · 4 min + 8 · 4 s = 0 h 40 min 32 s E
Meridiandurchgang in Kiel = 11:44:29 − 0:40:32 = 11:03:57 UT
```

18.10.2026, gegisste Länge 006° 35′ W – wann ist Mittag?

```
T Sonne = 11:45 UT
Länge in Zeit = 0 h 26 min 20 s W
Meridiandurchgang am Ort ≈ 12:11 UT
```

21.5 Worauf man achten sollte

- **Zeiten in UT:** Für die Bordzeit die Zonenzeit addieren – in Kiel im Oktober zwei Stunden, der Mittag liegt dann um 13:03 Uhr Bordzeit.
- **Gegisste Länge genügt:** Eine Minute Längenfehler sind nur vier Sekunden – für den Beobachtungszeitpunkt völlig ausreichend. Die Mittagshöhe ändert sich um die Kulmination ohnehin kaum.
- **Fahrt nach Ost oder West:** Wer schnell nach Osten oder Westen fährt, kommt der Sonne entgegen oder läuft ihr davon. Dann die Länge zum erwarteten Mittag gissen.

21.6 So geht es in NauticTools2

1. **Datum eingeben**
   T Sonne und die Zeitgleichung erscheinen sofort.
2. **Länge eintragen (optional)**
   Mit der eigenen Länge rechnet NauticTools2 zusätzlich die Länge in Zeit und den Meridiandurchgang am Ort.
3. **Weiterrechnen**
   Zur Kulmination die Sonnenhöhe messen und mit der **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18) und der Mittagsbreite die Breite bestimmen. Eingaben lassen sich speichern, das Ergebnis drucken.

21.7 Häufige Fragen

Was ist T Sonne?
Die Uhrzeit in UT, zu der die Sonne den Meridian von Greenwich überschreitet – je nach Jahreszeit zwischen etwa 11:44 und 12:14 Uhr. Im Nautical Almanac heißt sie „Mer. Pass.“.

Wie rechnet man die Länge in Zeit um?
1° sind 4 Minuten, 1′ sind 4 Sekunden. 10°08′ sind also 40 Minuten und 32 Sekunden.

Warum ist Mittag nicht immer um 12 Uhr?
Weil die Erde auf einer Ellipse um die Sonne läuft und ihre Achse geneigt ist. Die wahre Sonne ist deshalb mal vor, mal hinter der gleichmäßig gedachten mittleren Sonne – das ist die Zeitgleichung. Dazu kommt die eigene Länge.

21.8 Siehe auch

- **Auf- und Untergänge** (Kapitel 16) – dort steht die Kulmination direkt mit dabei
- **Zeitarten an Bord** (Kapitel 1) – UT, Zonenzeit und Ortszeit
- **Meridianfigur** (Kapitel 14) – wie hoch die Sonne zur Kulmination steht

TEIL II · ASTRONAVIGATION

22 Mittagsbreite

Mittagsbreite – die Breite aus der Sonnenhöhe am Mittag

Die **Mittagsbreite** ist die einfachste astronomische Ortsbestimmung: Zur Kulmination steht die Sonne genau im eigenen Meridian, und aus ihrer Höhe folgt direkt die geografische Breite. NauticTools2 ermittelt Kulminationszeit und Deklination aus Datum und Länge und rechnet die **Breite** – für Süd- und Nordmeridian.

`Kulminationshöhe h0` `Zenitdistanz` `Deklination` `Kulminationszeit` `Süd- und Nordmeridian` `Breite φ`

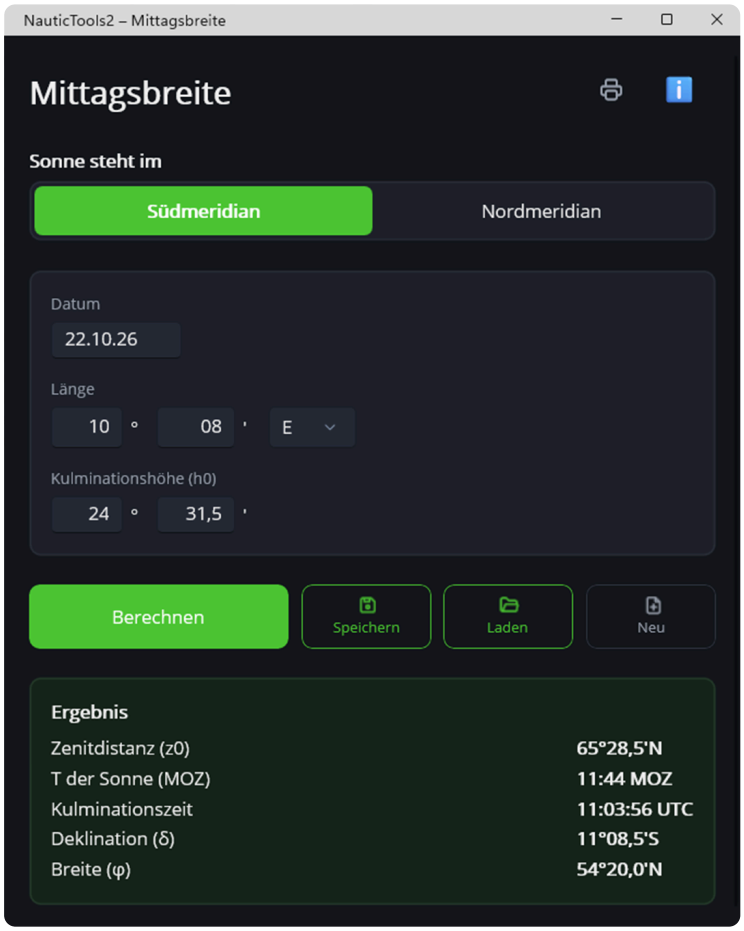


Abbildung 22.1 Kiel am 22.10.2026: Kulminationshöhe 24°31,5′ im Südmeridian ergibt die Breite 54°20,0′ N.

22.1 Das Prinzip

Zur Kulmination liegen Zenit, Sonne und Himmelsäquator in einer Ebene, dem Meridian des Beobachters. Der Abstand vom Zenit zum Äquator ist die eigene Breite φ. Er setzt sich zusammen aus der **Zenitdistanz** der Sonne (`z = 90° − h0`) und ihrer **Deklination** δ, dem Abstand der Sonne vom Äquator.

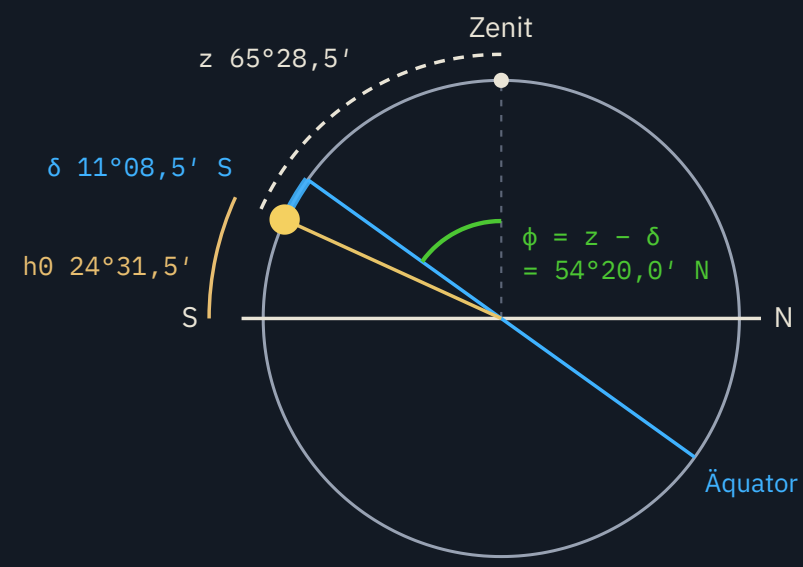


Abbildung 22.2 Kiel am 22.10.2026 zur Kulmination: Die Sonne steht 24°31,5′ über dem Südhorizont, also 65°28,5′ vom Zenit entfernt. Weil sie 11°08,5′ südlich des Äquators steht, ist der Abstand vom Zenit zum Äquator um δ kleiner – die Breite 54°20,0′ N.

22.2 Wann braucht man das?

- **Täglicher Breitencheck:** Eine Sonnenhöhe am Mittag, und die Breite steht fest – ohne Standlinienrechnung.
- **Mittagsbesteck:** Zusammen mit einer Vormittagsstandlinie ergibt die Mittagsbreite einen vollständigen Schiffsort.
- **Breitensegeln:** Wer auf einer bestimmten Breite zum Ziel segeln will, kontrolliert sie täglich mit der Mittagsbreite – so haben es Seefahrer jahrhundertelang gemacht.

22.3 Formeln und Rechenweg

> `z = 90° − h0 · φ = z ± δ`

1. **Zenitdistanz**
   `z = 90° − h0`. Steht die Sonne im Südmeridian, zeigt z nach Norden; im Nordmeridian nach Süden.
2. **Kulminationszeit und Deklination**
   Aus Datum und Länge bestimmt NauticTools2 den Zeitpunkt der Kulmination am Ort und die Deklination der Sonne zu diesem Zeitpunkt.
3. **Gleichnamig**
   Haben z und δ denselben Namen (beide N oder beide S): `ϕ = z + δ`, mit diesem Namen.
4. **Ungleichnamig**
   Sonst ist die Breite die Differenz: `ϕ = δ − z` mit dem Namen der Deklination, wenn δ größer ist, sonst `ϕ = z − δ` mit dem Namen der Zenitdistanz.

22.4 Beispiel

22.10.2026, gegisste Länge 010° 08,0′ E (Kiel). Zur Kulmination steht die Sonne im Südmeridian, die beschickte Höhe ist 24°31,5′. Auf welcher Breite befindet man sich?

```
z = 90° − 24°31,5′ = 65°28,5′ N
Kulmination um 11:03:56 UTC · Deklination 11°08,5′ S
ungleichnamig, z größer: φ = 65°28,5′ − 11°08,5′ = 54°20,0′ N
```

22.5 Worauf man achten sollte

- **Beschickte Höhe:** Eingegeben wird die Kulminationshöhe nach der **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18), nicht die Ablesung am Sextanten.
- **Höchste Höhe messen:** Rund um den Mittag steigt die Sonne kaum noch. Man misst mehrfach, bis die Höhe wieder abnimmt; der größte Wert ist die Kulminationshöhe.
- **Süd- oder Nordmeridian richtig wählen:** In mittleren nördlichen Breiten steht die Sonne mittags im Süden. In den Tropen kann sie auch nördlich vom Zenit stehen – dann ändert sich der Name der Zenitdistanz.

22.6 So geht es in NauticTools2

1. **Meridian wählen**
   Steht die Sonne im Süd- oder im Nordmeridian?
2. **Datum, Länge, Höhe**
   Datum, gegisste Länge und die beschickte Kulminationshöhe h0 eintragen – eine Uhrzeit ist nicht nötig.
3. **Berechnen**
   Zenitdistanz, T Sonne, Kulminationszeit, Deklination und die Breite erscheinen mit Rechenweg. Eingaben lassen sich speichern, das Ergebnis drucken.

22.7 Häufige Fragen

Wie berechnet man die Mittagsbreite?
Zenitdistanz z = 90° − h0. Bei gleichnamiger Zenitdistanz und Deklination ist φ = z + δ, bei ungleichnamigen die Differenz – mit dem Namen des größeren Werts.

Warum braucht man keine genaue Uhrzeit?
Um die Kulmination ändert sich die Höhe kaum, und die Deklination ändert sich höchstens um etwa 1′ pro Stunde. Datum und ungefähre Länge genügen.

Kann man die Mittagsbreite auch mit Sternen bestimmen?
Ja, jedes Gestirn kulminiert einmal am Tag. Bei Sternen ist der Zeitpunkt aber nachts, wenn die Kimm meist nicht zu sehen ist. Die Ausnahme ist der Polarstern, dessen Höhe fast direkt die Breite ist.

22.8 Siehe auch

- **T Sonne** (Kapitel 21) – wann die Sonne im Meridian steht
- **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18) – von der Ablesung zur beschickten Höhe
- **Meridianfigur** (Kapitel 14) – Zenit, Äquator und Gestirn anschaulich
- **Mittagsbesteck** (Kapitel 23) – Mittagsbreite plus Sonne am Vormittag ergibt den Schiffsort
- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – die Mittagsbreite mit beliebigen anderen Standlinien schneiden

TEIL II · ASTRONAVIGATION

23 Mittagsbesteck

Mittagsbesteck – Schiffsort aus Sonne am Vormittag und Mittagsbreite

Der klassische Tagesort auf Langfahrt: am Vormittag eine **Sonnenstandlinie**, mittags die **Mittagsbreite**. NauticTools2 versegelt die Vormittagsstandlinie mit KüG und FüG bis zur Kulmination, berechnet daraus auch den Koppelort zur Mittagsbreite und liefert **beobachteten Ort**, Besteckversetzung und Plotting Sheet.

`Sonnenstandlinie vormittags` `Mittagsbreite` `Versegelung mit KüG/FüG` `Kulmination` `Plotting Sheet` `Besteckversetzung`

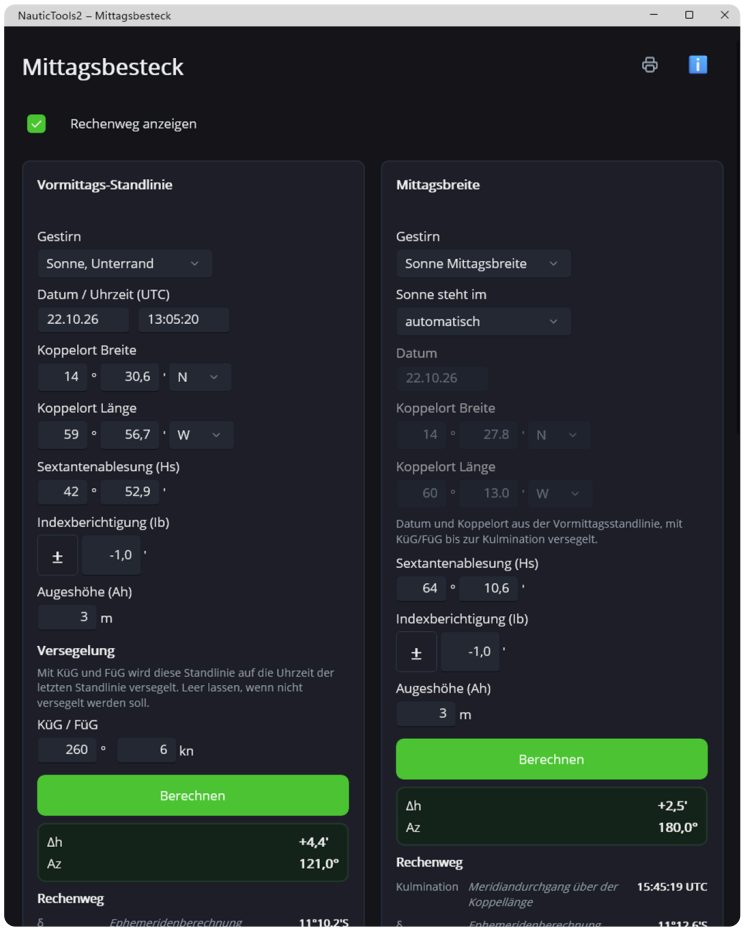


Abbildung 23.1 Vormittagsstandlinie mit KüG/FüG und Mittagsbreite – deren Datum und Koppelort setzt die App selbst.

23.1 Was ist ein Mittagsbesteck?

Die Sonne ist tagsüber oft das einzige Gestirn, das sich schießen lässt. Eine einzelne Sonnenstandlinie sagt nur, auf welcher Linie man steht. Rund drei Stunden später, zur **Kulmination**, steht die Sonne genau im Süden (oder Norden) – ihre Höhe ergibt direkt die **Breite**, eine Ost-West-Parallele. Versegelt man die Vormittagsstandlinie um die inzwischen gelaufene Strecke, schneidet sie die Mittagsbreite im Schiffsort zur Mittagszeit.

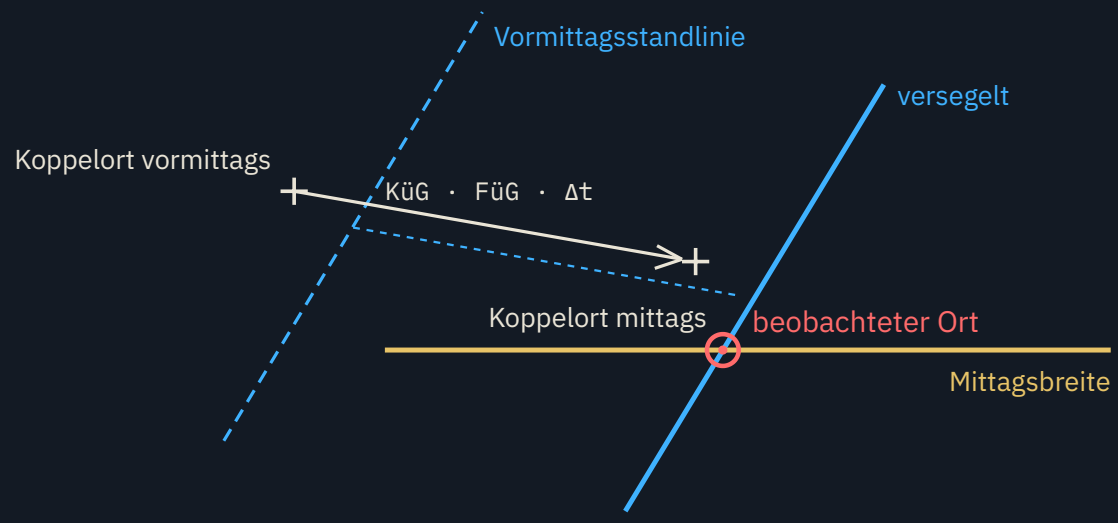


Abbildung 23.2 Die Vormittagsstandlinie wandert mit dem Schiff: um FüG · Δt in Richtung KüG. Wo sie die Mittagsbreite schneidet, steht das Schiff zur Kulmination.

23.2 Wann braucht man das?

- **Tagesroutine auf Langfahrt:** Vormittagssonne und Mittagsbreite geben jeden Tag einen Schiffsort, ohne auf Dämmerung und Sterne angewiesen zu sein.
- **Etmal bestimmen:** Von Mittagsort zu Mittagsort ergibt sich die in 24 Stunden gelaufene Strecke.
- **Wenig Rechnung, wenig Fehler:** Die Mittagsbreite braucht keinen Stundenwinkel, und die Uhrzeit spielt für sie kaum eine Rolle.
- **GPS kontrollieren:** Einmal am Tag den Sextanten in die Hand nehmen und die Satellitenposition gegenprüfen.

23.3 Formeln und Rechenweg

> $\varphi = 90° - Hb + \delta$ (Sonne im Südmeridian)

1. **Vormittagsstandlinie**
   Wie jede Standlinie: Ephemeriden, Sextantenbeschickung, gerechnete Höhe Hc und Azimut, daraus $\Delta h = Hb - Hc$ (siehe **Ort aus Höhen** (Kapitel 25)).

2. **Koppelort mittags**
   Vormittags-Koppelort plus $FüG \cdot \Delta t$ in Richtung KüG bis zur Kulmination (Mittelbreite). Die Kulminationszeit hängt von der Länge ab und wird mit ihr zusammen bestimmt.

3. **Mittagsbreite**
   Sonnenhöhe zur Kulmination, beschickt zur beobachteten Höhe Hb, Deklination δ zur Kulmination, daraus die Breite. Als Standlinie: $Hc = 90° - (\phi - \delta)$ am Mittags-Koppelort, Azimut 180°.

4. **Versegelung und Schnitt**
   Die Vormittagsstandlinie wird um FüG · Δt in Richtung KüG versetzt und mit der Mittagsbreite geschnitten – das ist der beobachtete Ort.

5. **Besteckversetzung**
   Richtung und Distanz vom Mittags-Koppelort zum beobachteten Ort.

23.4 Beispiel

22.10.2026, eine Yacht läuft von Osten auf Martinique zu. Um 13:05:20 UTC (09:05 Bordzeit) wird vom Koppelort 14° 30,6′ N, 059° 56,7′ W der Sonnenunterrand gemessen: Hs 42°52,9′ (Indexberichtigung −1,0′, Augeshöhe 3 m). Bis Mittag läuft die Yacht KüG 260° mit FüG 6 kn. Zur Kulmination wird der Sonnenunterrand mit Hs 64°10,6′ gemessen. Wo steht die Yacht mittags?

```
Vormittagsstandlinie: ∆h = +4,4′, Az = 121,0°, versegelt 16,0 sm auf 260°
Koppelort mittags: 14° 27,8′ N, 060° 13,0′ W · Kulmination 15:45 UTC
Mittagsbreite: Hb 64°22,1′ → 14° 25,3′ N
Schnittwinkel 59° · Besteckversetzung 124,9° / 4,4 sm
Beobachteter Ort: 14° 25,3′ N, 060° 09,3′ W
```

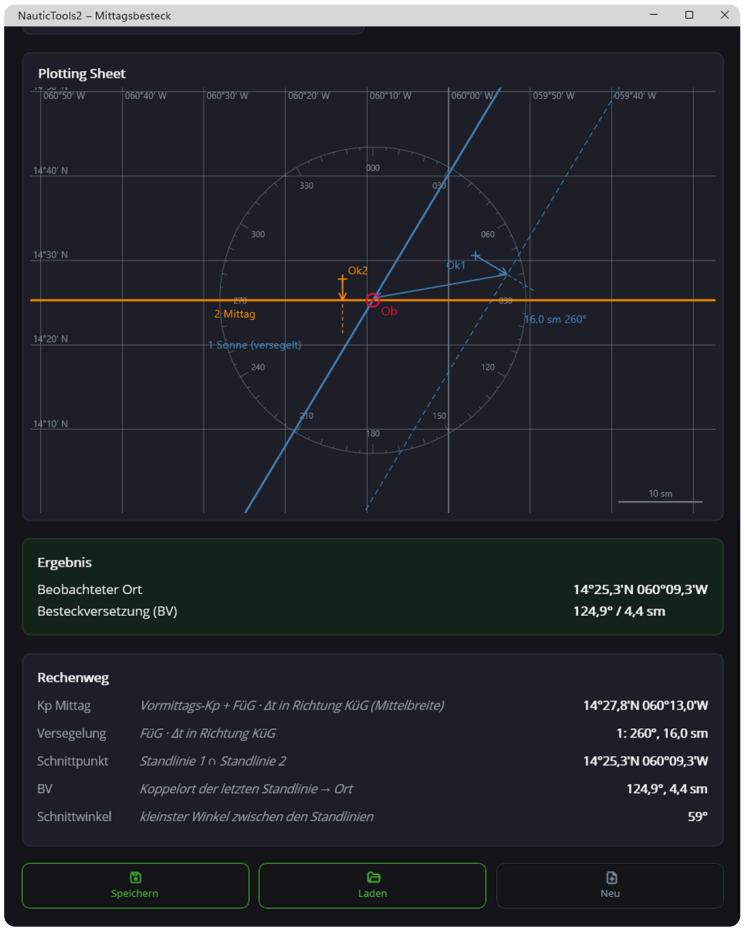


Abbildung 23.3 Plotting Sheet zum Beispiel: Vormittagsstandlinie, um 16 sm auf 260° versegelt, und die Mittagsbreite; darunter Ergebnis und Rechenweg.

23.5 Worauf man achten sollte

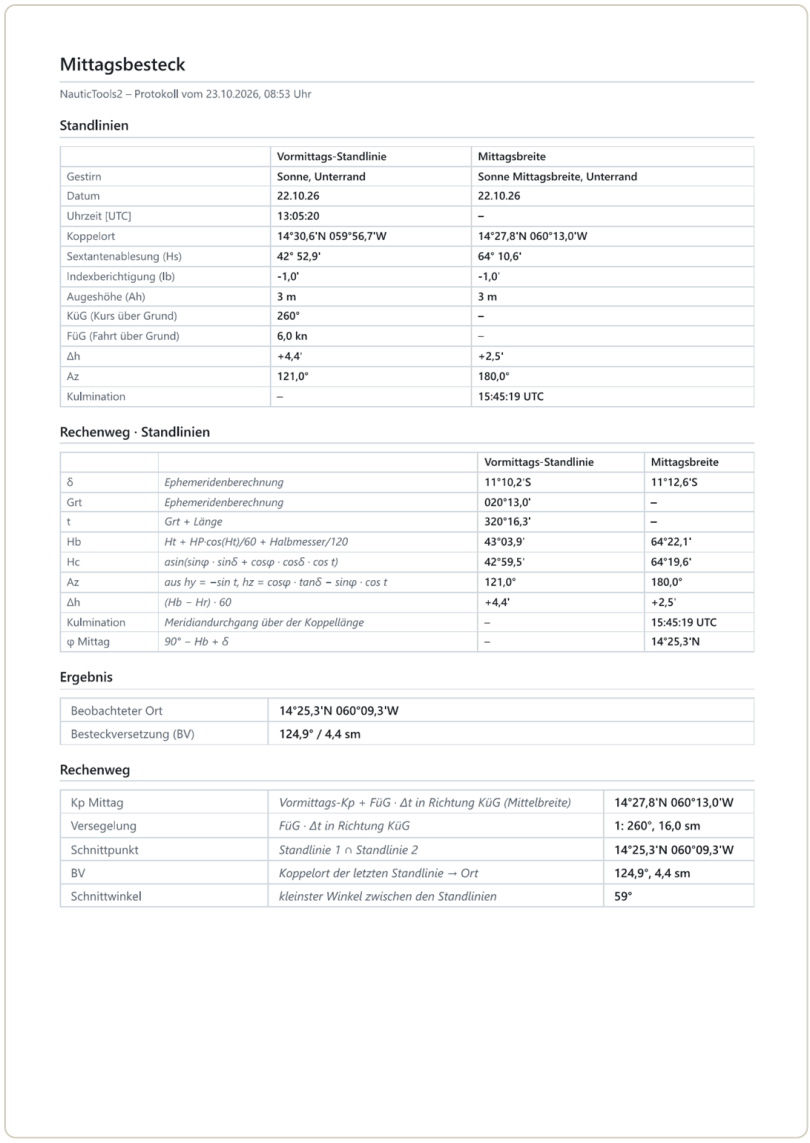
- **Zeitabstand:** Etwa drei Stunden vor der Kulmination schießen. Dann schneiden sich Vormittagsstandlinie und Mittagsbreite unter einem brauchbaren Winkel – im Beispiel 59°.
- **Kulmination abpassen:** Kurz vor Mittag steigt die Sonne nur noch langsam. Man misst ab etwa 15 Minuten vorher und nimmt die größte Höhe. Wann es so weit ist, sagt **T Sonne** (Kapitel 21).
- **Über Grund versegeln:** KüG und FüG, nicht Kurs und Fahrt durchs Wasser – Strom und Abdrift wirken über drei Stunden spürbar.
- **Sonne nahe dem Zenit:** In den Tropen kann die Sonne mittags fast senkrecht stehen. Dann ist die Höhe schwer zu messen, und ob sie im Süd- oder Nordmeridian steht, sollte man gezielt wählen.

23.6 So geht es in NauticTools2

1. **Vormittagsstandlinie**
   Sonne mit Rand, Datum und Uhrzeit, Koppelort, Sextantenablesung, Indexberichtigung und Augeshöhe, dazu KüG und FüG bis Mittag.
2. **Mittagsbreite**
   Datum und Koppelort setzt die App selbst – aus dem Vormittag, versegelt bis zur Kulmination. Einzutragen sind nur Sonnenrand, Sextantenablesung, Indexberichtigung und Augeshöhe; Süd- oder Nordmeridian ergibt sich automatisch.
3. **Ort ablesen**
   Plotting Sheet, beobachteter Ort, Besteckversetzung und Rechenweg erscheinen sofort.
4. **Drucken und speichern**
   Beide Standlinien mit Rechenweg auf einer Seite, das Plotting Sheet auf der zweiten. Aufgaben lassen sich speichern und wieder laden.

23.7 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Das Mittagsbesteck lässt sich als Protokoll drucken oder als PDF speichern: beide Standlinien nebeneinander mit ihrem Rechenweg, der Mittags-Koppelort, das Ergebnis und der Rechenweg auf einer Seite, das Plotting Sheet auf der zweiten.



Mittagsbesteck

NauticTools2 – Protokoll vom 23.10.2026, 08:53 Uhr

Standlinien

	Vormittags-Standlinie	Mittagsbreite
Gestirn	Sonne, Unterrand	Sonne Mittagsbreite, Unterrand
Datum	22.10.26	22.10.26
Uhrzeit [UTC]	13:05:20	–
Koppelort	14°30,6'N 059°56,7'W	14°27,8'N 060°13,0'W
Sextantenablesung (Hs)	42° 52,9'	64° 10,6'
Indexberichtigung (Ib)	-1,0'	-1,0'
Augeshöhe (Ah)	3 m	3 m
KüG (Kurs über Grund)	260°	–
FüG (Fahrt über Grund)	6,0 kn	–
Δh	+4,4'	+2,5'
Az	121,0°	180,0°
Kulmination	–	15:45:19 UTC

Rechenweg · Standlinien

		Vormittags-Standlinie	Mittagsbreite
δ	*Ephemeridenberechnung*	11°10,2'S	11°12,6'S
Grt	*Ephemeridenberechnung*	020°13,0'	–
t	*Grt + Länge*	320°16,3'	–
Hb	*Ht + HP·cos(Ht)/60 + Halbmesser/120*	43°03,9'	64°22,1'
Hc	*asin(sinφ · sinδ + cosφ · cosδ · cos t)*	42°59,5'	64°19,6'
Az	*aus hy = −sin t, hz = cosφ · tanδ − sinφ · cos t*	121,0°	180,0°
Δh	*(Hb − Hr) · 60*	+4,4'	+2,5'
Kulmination	*Meridiandurchgang über der Koppellänge*	–	15:45:19 UTC
φ Mittag	*90° − Hb + δ*	–	14°25,3'N

Ergebnis

Beobachteter Ort	14°25,3'N 060°09,3'W
Besteckversetzung (BV)	124,9° / 4,4 sm

Rechenweg

Kp Mittag	*Vormittags-Kp + FüG · Δt in Richtung KüG (Mittelbreite)*	14°27,8'N 060°13,0'W
Versegelung	*FüG · Δt in Richtung KüG*	1: 260°, 16,0 sm
Schnittpunkt	*Standlinie 1 ∩ Standlinie 2*	14°25,3'N 060°09,3'W
BV	*Koppelort der letzten Standlinie → Ort*	124,9°, 4,4 sm
Schnittwinkel	*kleinster Winkel zwischen den Standlinien*	59°

Abbildung 23.4 Seite 1 des Druckprotokolls zum Beispiel vor Martinique.

23.8 Häufige Fragen

Was ist ein Mittagsbesteck?

Ein Schiffsort aus zwei Sonnenbeobachtungen: einer Standlinie am Vormittag und der Mittagsbreite. Die Vormittagsstandlinie wird auf Mittag versegelt und mit der Breitenparallele geschnitten.

Wie viel Zeit sollte zwischen den beiden Beobachtungen liegen?

Etwa drei Stunden. Je kürzer der Abstand, desto flacher schneidet die Vormittagsstandlinie die Mittagsbreite.

Wie wird bis Mittag versegelt?

Mit Kurs und Fahrt über Grund: um FüG mal der Zeit bis zur Kulmination in Richtung KüG. Der Koppelort zur Mittagsbreite ergibt sich auf dieselbe Weise.

Kann man die Mittagsbreite auch mit einem anderen Gestirn kombinieren?
Ja – in **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) steht die Mittagsbreite als eigene Standlinienart zur Auswahl, etwa zusammen mit Jupiter am Abend.

23.9 Siehe auch

- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – Standlinien beliebiger Gestirne, auch mit der Mittagsbreite
- **Mittagsbreite** (Kapitel 22) – die Breite allein aus der Kulminationshöhe
- **T Sonne** (Kapitel 21) – wann die Sonne kulminiert
- **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18) – von der Ablesung Hs zur beobachteten Höhe Hb

TEIL II · ASTRONAVIGATION

24 Kompasskontrolle

Kompasskontrolle – Fehlweisung und Ablenkung an der Sonne bestimmen

Wo die Sonne rechtweisend steht, lässt sich für jeden Zeitpunkt berechnen. Peilt man sie mit dem Kompass, ergibt der Unterschied die **Fehlweisung** – und nach Abzug der Missweisung die **Ablenkung** auf dem anliegenden Kurs. NauticTools2 rechnet das als **Azimutpeilung** oder beim **wahren Auf- und Untergang** (Amplitude), für Magnet- und Kreiselkompass.

`Azimutpeilung` `Amplitude` `Fehlweisung Fw` `Ablenkung Abl` `Missweisung aus IGRF` `Kreiselkompass`

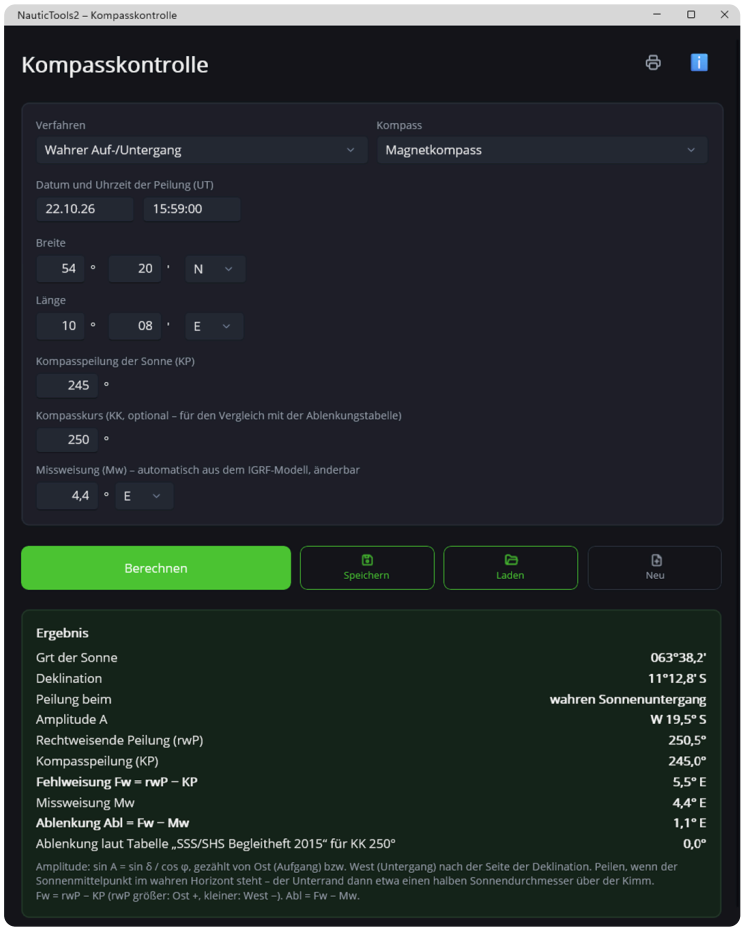


Abbildung 24.1 Kompasskontrolle beim wahren Sonnenuntergang vor Kiel am 22.10.2026.

24.1 Das Prinzip

Der Kompass zeigt nicht rechtweisend. Die **Missweisung** Mw hängt vom Ort ab, die **Ablenkung** Abl vom Schiff und vom anliegenden Kurs. Zusammen ergeben sie die **Fehlweisung** `Fw = Mw + Abl`. Aus Zeit und Position berechnet NauticTools2 die rechtweisende Peilung der Sonne (rwP). Der Vergleich mit der Kompasspeilung (KP) liefert die Fehlweisung, und mit der Missweisung aus dem IGRF-Modell bleibt die Ablenkung übrig.

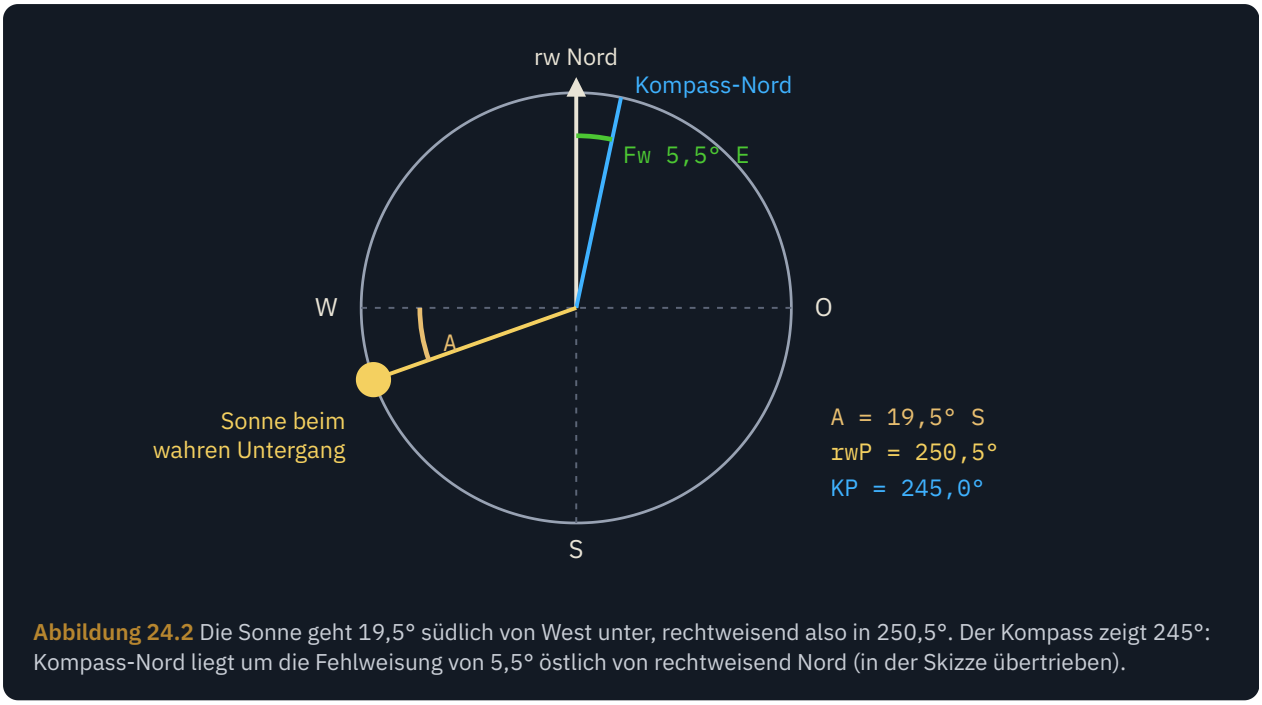


Abbildung 24.2 Die Sonne geht 19,5° südlich von West unter, rechtweisend also in 250,5°. Der Kompass zeigt 245°: Kompass-Nord liegt um die Fehlweisung von 5,5° östlich von rechtweisend Nord (in der Skizze übertrieben).

24.2 Zwei Verfahren

- **Azimutpeilung:** Die Sonne wird zu einem beliebigen Zeitpunkt gepeilt. NauticTools2 berechnet ihr Azimut aus Breite, Deklination und Ortsstundenwinkel. Am genauesten bei tief stehender Sonne – über 30° Höhe weist die App darauf hin.
- **Wahrer Auf- oder Untergang (Amplitude):** Die Sonne wird gepeilt, wenn ihr Mittelpunkt im wahren Horizont steht – für das Auge steht der Unterrand dann etwa einen halben Sonnendurchmesser über der Kimm. Die Peilung am Horizont ist besonders genau, und die Rechnung braucht nur die Deklination.

24.3 Wann braucht man das?

- **Ablenkungstabelle prüfen:** Stimmt die Ablenkung auf dem aktuellen Kurs noch mit der Tabelle überein? NauticTools2 zeigt den Tabellenwert zum Vergleich, wenn man den Kompasskurs einträgt.
- **Auf langen Strecken:** Wo es keine Landmarken gibt, ist die Sonne die einzige Referenz für den Kompass.
- **Kreiselkompass:** Der Kreiselfehler lässt sich auf dieselbe Weise bestimmen.

24.4 Formeln und Rechenweg

> `Fw = rwP − KP · Abl = Fw − Mw`

1. **Sonnenort**
   Grt und Deklination der Sonne für die Peilzeit, daraus mit der Länge der Ortsstundenwinkel t.

2. **Rechtweisende Peilung**
   Azimutpeilung: das Azimut aus Breite, Deklination und t. Amplitude: `sin A = sin δ / cos φ`, gezählt von Ost (Aufgang) bzw. West (Untergang) nach der Seite der Deklination; `rwP = 90° − A` beim Aufgang, `270° + A` beim Untergang (A nördlich positiv).

3. **Fehlweisung**
   `Fw = rwP − KP`: ist rwP größer, ist die Fehlweisung östlich (+), sonst westlich (–).

4. **Ablenkung**
   `Abl = Fw − Mw`, gültig für den Kurs, der beim Peilen anlag. Die Missweisung kommt aus dem IGRF-Modell und lässt sich überschreiben, etwa mit dem Wert aus der Seekarte.

5. **Kreiselkompass**
   `KrP + KrR + Ff = rwP`, also `KrR = rwP − KrP − Ff`, mit dem Fahrtfehler Ff aus Fahrt, Kreiselkurs und Breite.

24.5 Beispiele

Vor Kiel (54° 20′ N, 010° 08′ E) peilt man am 22.10.2026 um 15:59:00 UT die Sonne beim wahren Untergang mit dem Kompass in 245°. Wie groß sind Fehlweisung und Ablenkung?

```
Deklination 11°12,8′ S → Amplitude A = 19,5° S
rwP = 270° − 19,5° = 250,5°
Fw = 250,5° − 245° = +5,5° (Ost)
Mw (IGRF) = 4,4° E → Abl = 5,5° − 4,4° = +1,1° (Ost)
```

Die Ablenkungstabelle „SSS/SHS Begleitheft 2015“ nennt für den Kompasskurs 250° dagegen 0,0°. Der Unterschied von 1,1° ist genau das, was eine Kompasskontrolle aufdecken soll – Zeit, die Tabelle auf diesem Kurs zu prüfen.

Azimutpeilung: 18.10.2026, 09:47:32 UT, Position 47° 45′ N, 006° 20′ W, Kompasspeilung der Sonne 143°, Missweisung 2° W.

```
rwP ≈ 140,8° → Fw ≈ −2,2° (West)
Abl = −2,2° − (−2,0°) ≈ −0,2° (West)
```

24.6 Worauf man achten sollte

- **Uhrzeit sekundengenau in UT:** Die Sonne wandert etwa 1° in vier Minuten – ein Zeitfehler geht direkt in die Fehlweisung ein.
- **Kurs notieren:** Die Ablenkung gilt nur für den Kurs, der beim Peilen anlag. Für die Ablenkungstabelle mehrere Kurse kontrollieren.
- **Wahrer, nicht sichtbarer Untergang:** Bei der Amplitude den Moment nehmen, in dem der Unterrand etwa einen halben Durchmesser über der Kimm steht – nicht erst, wenn die Sonne verschwindet.
- **Plausibilität:** Ungewöhnlich große Fehlweisungen meldet die App – meist stimmt dann Uhrzeit, Position oder Peilung nicht.

24.7 So geht es in NauticTools2

1. **Verfahren und Kompass wählen**
   Azimutpeilung oder wahrer Auf-/Untergang, Magnet- oder Kreiselkompass.
2. **Zeit und Position**
   Datum und Uhrzeit der Peilung in UT, Breite und Länge.
3. **Peilung eintragen**
   Kompasspeilung der Sonne, auf Wunsch den Kompasskurs für den Vergleich mit der Ablenkungstabelle. Die Missweisung füllt sich aus dem IGRF-Modell und lässt sich ändern.
4. **Ergebnis**
   Rechtweisende Peilung, Fehlweisung und Ablenkung mit Rechenweg; beim Kreisel Fahrtfehler und Kreiselfehler. Eingaben lassen sich speichern, das Ergebnis drucken.

24.8 Häufige Fragen

Wie kontrolliert man den Kompass mit der Sonne?

Sonne mit dem Kompass peilen und die genaue Uhrzeit notieren. Aus Zeit und Position folgt die rechtweisende Peilung; die Differenz zur Kompasspeilung ist die Fehlweisung, nach Abzug der Missweisung bleibt die Ablenkung.

Was ist die Amplitude?

Der Winkel zwischen Ost bzw. West und der Richtung, in der die Sonne beim wahren Auf- oder Untergang steht: $\sin A = \sin \delta / \cos \varphi$.

Wann ist die Fehlweisung östlich?

Wenn die rechtweisende Peilung größer ist als die Kompasspeilung. Dann ist Fw positiv, sonst negativ (West).

24.9 Siehe auch

- **Missweisung** (Kapitel 2) – die Missweisung aus dem IGRF-Modell für Ort und Datum
- **Peilungsbeschickung** (Kapitel 10) – Kompass-, missweisende und rechtweisende Peilung
- **Auf- und Untergänge** (Kapitel 16) – wann der wahre Sonnenuntergang ist

TEIL II · ASTRONAVIGATION

25 Ort aus 2 oder 3 Höhen

Ort aus 2 oder 3 Höhen – Standlinien, Fehlerdreieck und Plotting Sheet

Das Ziel jeder Astronavigation: aus zwei oder drei gemessenen Gestirnshöhen den **Schiffsort**. NauticTools2 macht aus jeder Beobachtung eine **Standlinie**, versegelt frühere Standlinien auf die Zeit der letzten, zeichnet alles auf ein **Plotting Sheet** und liefert beobachteten Ort, **Besteckversetzung** und den vollständigen Rechenweg.

`Höhendifferenzverfahren` `Standlinien` `Versegelung mit KüG/FüG` `Fehlerdreieck` `Mittagsbreite als Standlinie` `Plotting Sheet`

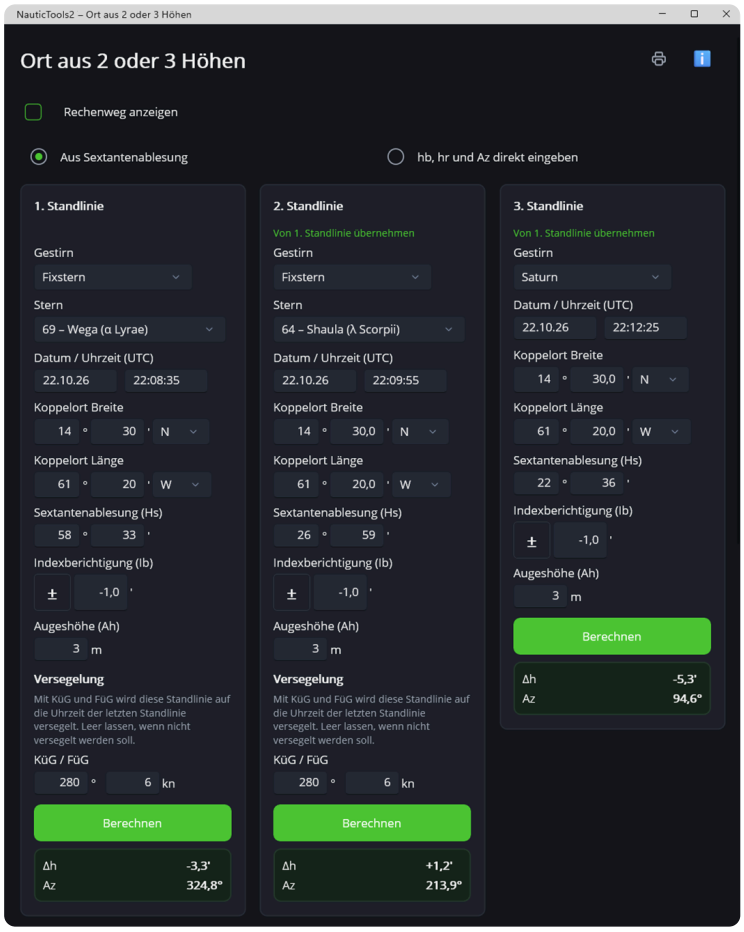


Abbildung 25.1 Wega, Shaula und Saturn vor Martinique: drei Standlinien, zwei davon versegelt, auf dem Plotting Sheet.

25.1 Der Weg zum Schiffsort

Hinter jeder Standlinie steckt eine ganze Rechenkette. NauticTools2 erledigt sie für jede Beobachtung automatisch – die einzelnen Schritte gibt es aber auch als eigene Werkzeuge, wenn man sie nachvollziehen oder von Hand üben möchte:

1. **Ephemeriden (Kapitel 17)**
   Deklination δ und Greenwicher Stundenwinkel Grt des Gestirns zur Beobachtungszeit, daraus mit der Koppellänge der Ortsstundenwinkel t.
2. **Sextantenbeschickung (Kapitel 18)**
   Von der Sextantenablesung Hs über Indexberichtigung, Kimmtiefe, Refraktion, Halbmesser und Parallaxe zur beobachteten Höhe Hb.
3. **Höhe und Azimut (Kapitel 19)**
   Die Höhe Hc, die das Gestirn vom Koppelort aus haben müsste, und seine Richtung Az – aus dem nautischen Dreieck.
4. **Standlinie**
   Höhenunterschied `Δh = Hb − Hc`: So viele Seemeilen liegt die Standlinie vom Koppelort in Richtung des Gestirns (bei negativem Δh vom Gestirn weg), senkrecht zum Azimut.
5. **Schiffsort**
   Zwei oder drei Standlinien schneiden – das ist dieses Werkzeug.

25.2 Was ist eine Standlinie?

Alle Orte, von denen aus ein Gestirn zur selben Zeit unter derselben Höhe erscheint, liegen auf einem Kreis um seinen Bildpunkt. Der Kreis ist so groß, dass sein Stück in der Nähe des Koppelorts als Gerade gezeichnet wird – die **Standlinie**. Man misst sie vom Koppelort aus ab: Δh Seemeilen in Richtung des Azimuts, dort senkrecht dazu. Eine zweite Standlinie aus einem Gestirn in anderer Richtung schneidet die erste im **beobachteten Ort**.

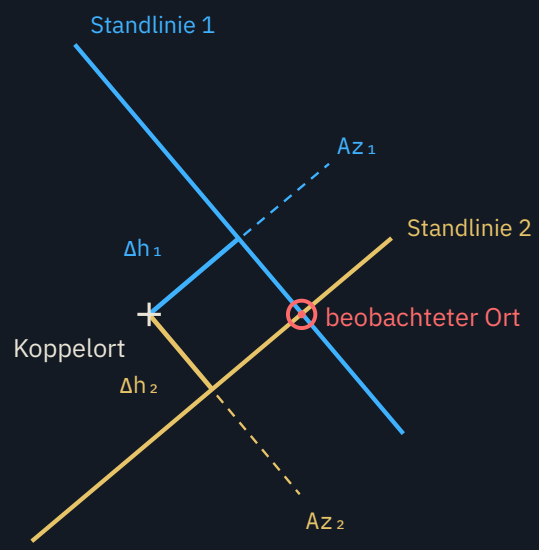


Abbildung 25.2 Vom Koppelort aus Δh in Richtung des Azimuts abtragen, dort die Standlinie senkrecht zeichnen. Wo sich zwei Standlinien schneiden, steht das Schiff.

25.3 Wann braucht man das?

- **Auf See ohne GPS:** Fällt die Elektronik aus, ist die Astronavigation die einzige unabhängige Ortsbestimmung auf hoher See.
- **GPS kontrollieren:** Ein astronomischer Ort zeigt, ob die Satellitenposition plausibel ist – und hält die Fertigkeit am Sextanten frisch.
- **Sterne in der Dämmerung:** In der nautischen Dämmerung sind Kimm und helle Sterne gleichzeitig zu sehen. Drei Sterne in gut verteilten Richtungen geben einen Ort mit Fehlerdreieck.
- **Sonne über den Tag:** Vormittags eine Sonnenstandlinie, mittags die Mittagsbreite, nachmittags noch eine – jeweils auf die Zeit der letzten versegelt.

25.4 Formeln und Rechenweg

> `Δh = Hb − Hc · Versegelung = FüG · Δt in Richtung KüG`

1. **Je Standlinie**
   Ephemeriden, Sextantenbeschickung, Hc und Az wie oben; daraus Δh. Jede Standlinie läuft von ihrem eigenen Koppelort aus.
2. **Mittagsbreite als Standlinie**
   Zeitpunkt ist die Kulmination über der Koppellänge, gerechnete Höhe $Hc = 90° - (\phi - \delta)$ im Südmeridian, Az = 180°. Die Standlinie ist die Ost-West-Parallele der Mittagsbreite.
3. **Versegelung**
   Frühere Standlinien werden um $FüG \cdot \Delta t$ in Richtung KüG parallel auf die Zeit der letzten Beobachtung versetzt. Ohne KüG und FüG bleiben sie, wo sie sind.
4. **Schnittpunkt**
   Zwei Standlinien: der Schnittpunkt. Drei Standlinien: der Mittelpunkt des Fehlerdreiecks aus den drei paarweisen Schnittpunkten.
5. **Besteckversetzung**
   Richtung und Distanz vom Koppelort der letzten Standlinie zum beobachteten Ort. Dazu der kleinste Schnittwinkel als Maß für die Güte des Schnitts.

25.5 Beispiel

22.10.2026, nautische Dämmerung vor Martinique. Vom Koppelort 14° 30,0′ N, 061° 20,0′ W werden nacheinander Wega, Shaula und Saturn geschossen (Indexberichtigung −1,0′, Augeshöhe 3 m). Die Yacht läuft KüG 280° mit FüG 6 kn.
Wega 22:08:35 UTC, Hs 58°33,0′ · Shaula 22:09:55 UTC, Hs 26°59,0′ · Saturn 22:12:25 UTC, Hs 22°36,0′. Wo steht die Yacht?

```
Wega: Δh = −3,3′, Az = 324,8°, versegelt 0,4 sm auf 280°
Shaula: Δh = +1,2′, Az = 213,9°, versegelt 0,2 sm auf 280°
Saturn: Δh = −5,3′, Az = 094,6°
Schnittwinkel 50° · Besteckversetzung 227,8° / 4,3 sm
Beobachteter Ort: 14° 27,1′ N, 061° 23,3′ W
```

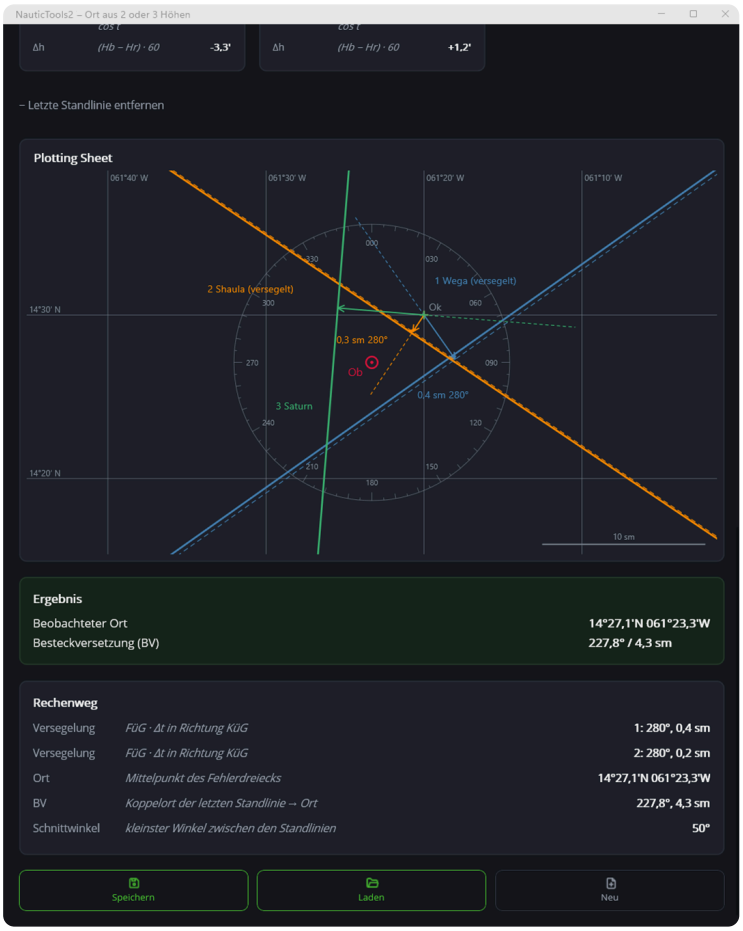


Abbildung 25.3 Das Plotting Sheet zum Beispiel: Koppelort, Azimute, versegelte Standlinien und der beobachtete Ort, darunter Ergebnis und Rechenweg.

25.6 Worauf man achten sollte

- **Schnittwinkel:** Zwei Standlinien sollten sich unter mindestens 30° schneiden, besser um 90°. Bei drei Gestirnen sind Richtungen im Abstand von etwa 120° ideal.
- **Größe des Fehlerdreiecks:** Wenige Seemeilen sind normal. Ist es deutlich größer, lohnt ein Blick auf die Messung, die Uhrzeit oder das gewählte Gestirn.

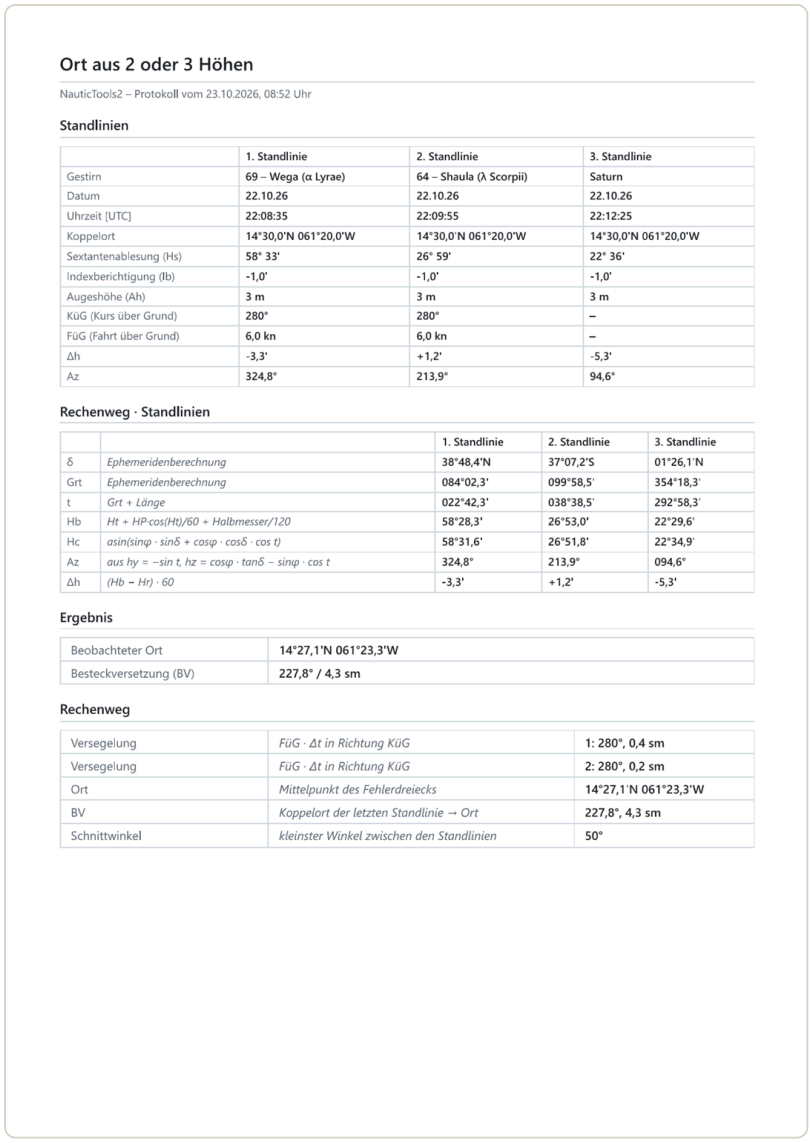
- **Besteckversetzung realistisch einschätzen:** Drei bis fünf Seemeilen sind in der Praxis schon ein gutes Ergebnis – der Sextant auf einer schaukelnden Yacht ist kein Messinstrument fürs Labor.
- **Uhrzeit genau nehmen:** Vier Sekunden Zeitfehler verschieben den Ort um bis zu eine Bogenminute in der Länge.
- **Reihenfolge:** Die letzte Standlinie ist die zeitlich späteste – auf ihre Uhrzeit werden die anderen versegelt, sie selbst hat deshalb keine Versegelung.

25.7 So geht es in NauticTools2

1. **Erste Standlinie**
   Gestirn wählen (Sonne oder Mond mit Rand, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, ein Fixstern oder die Mittagsbreite), dann Datum und Uhrzeit, Koppelort, Sextantenablesung, Indexberichtigung und Augeshöhe. Blau markierte Bezeichnungen zeigen, was noch fehlt.
2. **Weitere Standlinien**
   „+ Neue Standlinie hinzufügen“ – bis zu drei. „Von 1. Standlinie übernehmen“ kopiert Datum, Koppelort, Indexberichtigung, Augeshöhe und KüG/FüG. Mit KüG und FüG wird eine Standlinie versegelt.
3. **Ort ablesen**
   Sobald sich zwei Standlinien schneiden, erscheinen Plotting Sheet, Ort, BV und Rechenweg.
4. **Drucken und speichern**
   Das Protokoll bringt auch drei Standlinien samt Rechenweg auf eine Seite, das Plotting Sheet auf die zweite. Aufgaben lassen sich speichern und wieder laden.
5. **Aufgaben mit hb, hr und Az**
   Für Übungen, in denen beobachtete Höhe, gerechnete Höhe und Azimut schon gegeben sind, gibt es die Eingabeart „hb, hr und Az direkt eingeben“.

25.8 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Ortsbestimmung lässt sich als Protokoll drucken oder als PDF speichern. Auch mit drei Standlinien passen Eingaben, der Rechenweg jeder Standlinie, das Ergebnis und der Rechenweg der Ortsbestimmung auf eine Seite – das Plotting Sheet folgt auf der zweiten.



Ort aus 2 oder 3 Höhen

NauticTools2 – Protokoll vom 23.10.2026, 08:52 Uhr

Standlinien

	1. Standlinie	2. Standlinie	3. Standlinie
Gestirn	69 – Wega (α Lyrae)	64 – Shaula (λ Scorpii)	Saturn
Datum	22.10.26	22.10.26	22.10.26
Uhrzeit [UTC]	22:08:35	22:09:55	22:12:25
Koppelort	14°30,0'N 061°20,0'W	14°30,0'N 061°20,0'W	14°30,0'N 061°20,0'W
Sextantenablesung (Hs)	58° 33'	26° 59'	22° 36'
Indexberichtigung (Ib)	-1,0'	-1,0'	-1,0'
Augeshöhe (Ah)	3 m	3 m	3 m
KüG (Kurs über Grund)	280°	280°	–
FüG (Fahrt über Grund)	6,0 kn	6,0 kn	–
Δh	-3,3'	+1,2'	-5,3'
Az	324,8°	213,9°	94,6°

Rechenweg · Standlinien

		1. Standlinie	2. Standlinie	3. Standlinie
δ	*Ephemeridenberechnung*	38°48,4'N	37°07,2'S	01°26,1'N
Grt	*Ephemeridenberechnung*	084°02,3'	099°58,5'	354°18,3'
t	*Grt + Länge*	022°42,3'	038°38,5'	292°58,3'
Hb	*Ht + HP·cos(Ht)/60 + Halbmesser/120*	58°28,3'	26°53,0'	22°29,6'
Hc	*asin(sinφ · sinδ + cosφ · cosδ · cos t)*	58°31,6'	26°51,8'	22°34,9'
Az	*aus hy = −sin t, hz = cosφ · tanδ − sinφ · cos t*	324,8°	213,9°	094,6°
Δh	*(Hb − Hr) · 60*	-3,3'	+1,2'	-5,3'

Ergebnis

Beobachteter Ort	14°27,1'N 061°23,3'W
Besteckversetzung (BV)	227,8° / 4,3 sm

Rechenweg

Versegelung	*FüG · Δt in Richtung KüG*	1: 280°, 0,4 sm
Versegelung	*FüG · Δt in Richtung KüG*	2: 280°, 0,2 sm
Ort	*Mittelpunkt des Fehlerdreiecks*	14°27,1'N 061°23,3'W
BV	*Koppelort der letzten Standlinie → Ort*	227,8°, 4,3 sm
Schnittwinkel	*kleinster Winkel zwischen den Standlinien*	50°

Abbildung 25.4 Seite 1 des Druckprotokolls zum Beispiel vor Martinique.

25.9 Häufige Fragen

Wie viele Gestirne braucht man für einen Schiffsort?

Zwei Standlinien ergeben einen Schnittpunkt und damit einen Ort. Drei sind besser: Sie bilden ein Fehlerdreieck, dessen Größe zeigt, wie gut die Beobachtungen zusammenpassen.

Was ist das Fehlerdreieck?

Drei Standlinien schneiden sich wegen kleiner Mess- und Zeitfehler fast nie in einem Punkt. Als beobachteter Ort gilt der Mittelpunkt des Dreiecks; ein großes Dreieck deutet auf einen Fehler hin.

Was bedeutet Versegelung?

Liegt zwischen zwei Beobachtungen eine Strecke, wird die frühere Standlinie um FüG mal Zeitunterschied in Richtung KüG parallel versetzt. So beziehen sich alle Standlinien auf die Zeit der letzten Beobachtung.

Kann man die Mittagsbreite mit anderen Standlinien kombinieren?

Ja. Sie ist selbst eine Standlinie, eine Ost-West-Parallele, und steht in NauticTools2 als eigene Standlinienart zur Auswahl – etwa mit der Sonne am Vormittag oder einem Planeten am Abend. Den klassischen Fall rechnet auch das **Mittagsbesteck** (Kapitel 23).

25.10 Siehe auch

- **Ephemeridenberechnung** (Kapitel 17) – Deklination und Greenwicher Stundenwinkel
- **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18) – von der Ablesung Hs zur beobachteten Höhe Hb
- **Berechnete Höhe und Azimut** (Kapitel 19) – Hc und Az aus dem nautischen Dreieck
- **Mittagsbreite** (Kapitel 22) – die Breite aus der Kulminationshöhe der Sonne
- **Mittagsbesteck** (Kapitel 23) – Sonne am Vormittag plus Mittagsbreite
- **Sternkarte** (Kapitel 15) und **Auf- und Untergänge** (Kapitel 16) – welche Sterne wann in der Dämmerung stehen

TEIL II · ASTRONAVIGATION

26 Sight Reduction

Sight Reduction – die Höhenstandlinie mit Nautical Almanac und Pub. 249

Astronavigation wie mit Papier und Bleistift – nur ohne Bleistift. Man schlägt alle Werte selbst im **Nautical Almanac** und in den Tafeln **Pub. 249** nach, NauticTools2 ist das Formular: Es rechnet die Summen, zeigt bei jeder Zeile, woher der Wert kommt, **prüft auf Wunsch jeden Eintrag** und zeichnet die Standlinien auf ein **Plotting Sheet**.

Nautical Almanac | Pub. 249, Band 2 und 3 | Sonne, Mond, Planeten, Sterne | Polaris, Noon Sight, Compass Check | Prüfen und Automatik | Plotting Sheet

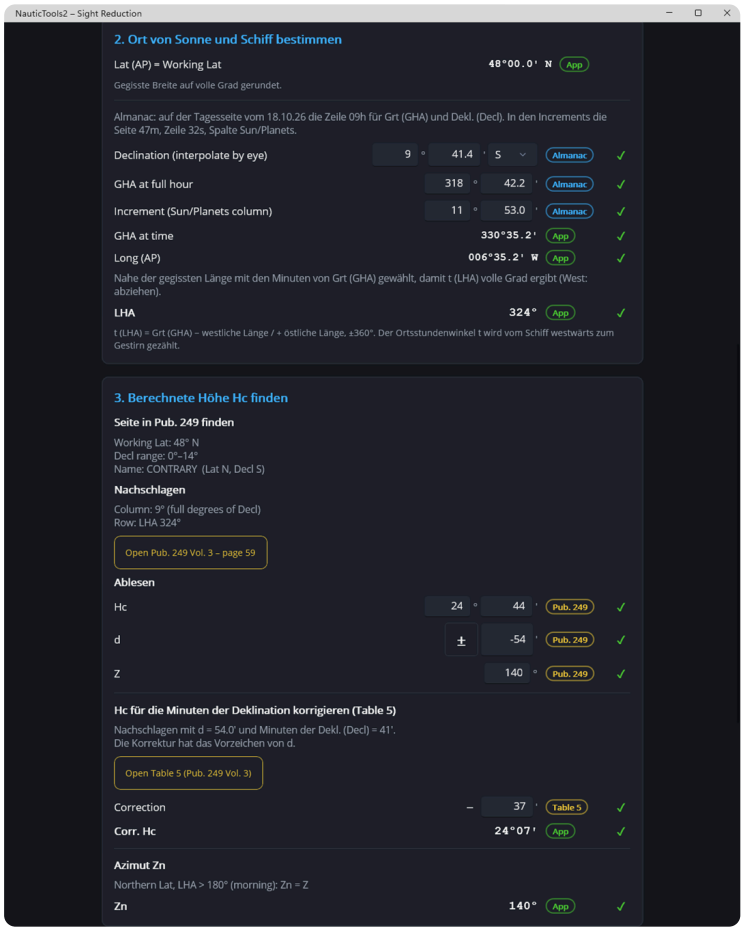


Abbildung 26.1 Das Formular für die Sonne: Jede Zeile zeigt, ob der Wert aus der eigenen Messung, dem Almanac, Pub. 249 oder von der App kommt. Die grünen Haken von „Prüfen“ bestätigen jeden Wert.

26.1 Was ist Sight Reduction?

So heißt das Rechnen einer Höhenstandlinie mit Tafeln statt mit Winkelfunktionen. Weil **Pub. 249** nur ganzzahlige Breiten und Ortsstundenwinkel enthält, rechnet man nicht vom Koppelort aus, sondern von einem **gewählten Ort** (Assumed Position, AP) in seiner Nähe: Breite auf ganze Grade, Länge so, dass der

Ortsstundenwinkel LHA ganze Grade ergibt. Für diesen Ort liefert die Tafel die berechnete Höhe Hc und den Winkel Z. Der Unterschied zur beobachteten Höhe Ho ist der **Intercept** – so viele Seemeilen liegt die Standlinie vom gewählten Ort entfernt, in Richtung des Gestirns oder von ihm weg.

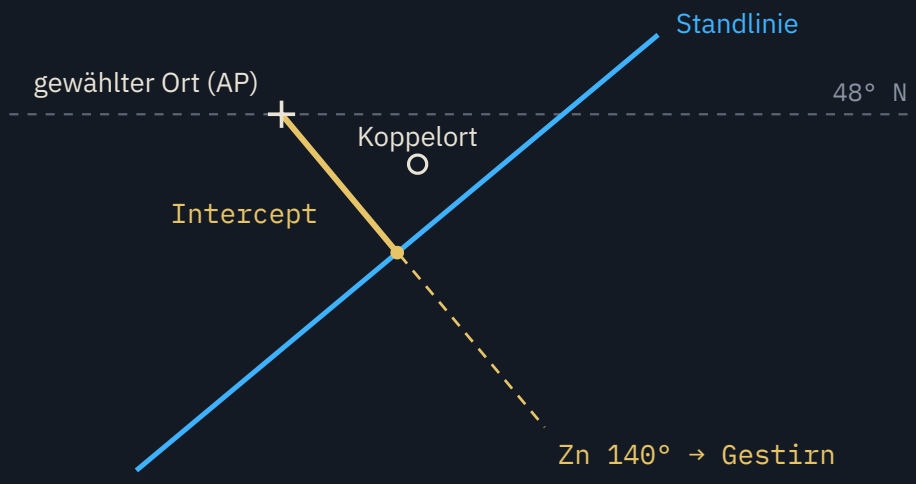


Abbildung 26.2 Der gewählte Ort liegt auf ganzer Breite nahe dem Koppelort. Von dort wird der Intercept entlang Zn abgetragen; senkrecht dazu verläuft die Standlinie.

26.2 Wann braucht man das?

- **Mit Tafelwerk an Bord:** Wer Almanac und Pub. 249 dabeihat, rechnet die Standlinie auch ohne Taschenrechner – die App ersetzt nur das Papierformular.
- **Eigene Rechnung kontrollieren:** Mit „Prüfen“ zeigt jede Zeile ✓, ≈ oder ✗. Den Fehler sucht man selbst – die App verrät nur, wo er steckt.
- **Rechnen von Hand am Kartentisch:** auf den Vorlagen von Cassens & Plath – und anschließend mit der App gegenprüfen.
- **Das Verfahren verstehen:** „Automatisch“ trägt alle Tafelwerte ein – so lässt sich jeder Schritt nachvollziehen, bevor man selbst nachschlägt.

26.3 Die fünf Schritte des Formulars

> `Intercept = Ho − Hc · LHA = GHA + Länge (Ost +, West −)`

1. **Beobachtete Höhe Ho**
   Sextant Angle Hs, Index Error, Dip und die Korrektur für Sonne, Mond, Planet oder Stern aus dem Almanac ergeben Ho – auf ganze Minuten gerundet, denn Pub. 249 rechnet ganzminütig.
2. **Ort von Gestirn und Schiff**
   GHA zur vollen Stunde und Increment für Minuten und Sekunden, die Deklination aus dem Almanac. Breite auf ganze Grade (Working Lat), Länge so gewählt, dass die LHA ganze Grade ergibt.

3. **Berechnete Höhe Hc**
   In Pub. 249 mit Working Lat, Deklination (ganze Grade, Same oder Contrary Name) und LHA: Hc, d und Z. Table 5 korrigiert Hc für die Minuten der Deklination; aus Z wird der Azimut Zn.
4. **Höhen vergleichen**
   Intercept = Ho − Hc, in Seemeilen. Ho größer: Closer, zum Gestirn hin; Ho kleiner: Away.
5. **In die Karte**
   Gewählter Ort, Zn und Intercept – fertig für das Plotting Sheet.

26.4 Die fünf Schritte nach Leon Schulz

Den Aufbau des Formulars verdankt NauticTools2 **Leon Schulz**, RYA Yachtmaster Ocean Instructor & Examiner. Das Verfahren selbst ist seit Jahrzehnten Standard – Leon hat in den letzten zehn Jahren die Vermittlung systematisiert: fünf klar getrennte Schritte, bei jedem Wert der Hinweis, wo man ihn findet, und Pfeile, die zeigen, woher die einzelnen Angaben kommen. Mehr dazu auf reginasailing.com:

- **Kostenlose Videokurse** zur Astronavigation – Schritt für Schritt mit den Vorlagen.
- **Theoriekurse auf Malta** zum RYA Yachtmaster Ocean.
- **Vorlagen zum Ausfüllen** (Sonnenbeobachtung und Mittagsbreite) – im Shop von Cassens & Plath.

NauticTools2 ist das digitale Gegenstück dazu: zum Üben und zum Kontrollieren der eigenen Rechnung auf Papier.

26.5 Beispiel

> **18.10.2026, 09:47:32 UT in der Biskaya, Koppelort 47° 45′ N, 006° 20′ W. Sonnenunterrand Hs 24°14,8′, Index Error −1,5′, Dip −2,8′, Sun Correction +14,0′. Almanac: GHA 09h 318°42,2′, Increment 11°53,0′, Dec S 9°41,4′. Pub. 249 (Lat 48°, Dec 9° Contrary, LHA 324°): Hc 24°44′, d −54, Z 140°; Table 5 −37′.**
>
> ```
> Ho = 24°25′ · gewählter Ort 48° 00′ N, 006° 35,2′ W, LHA 324°
> Hc = 24°44′ − 37′ = 24°07′ · Zn = 140°
> Intercept 18 sm Closer
> ```

26.6 Alle Formulare

- **Sun, Moon, Planet, Star Sight:** die Höhenstandlinie, beim Mond mit HP und zweiter Korrektur, bei den Planeten mit Zusatzkorrektur, bei den Sternen mit SHA. Zur Auswahl stehen die 57 Navigationssterne des Almanac.
- **Polaris Sight:** die Breite aus dem Polarstern mit den Polaris-Tafeln (a0, a1, a2).
- **Noon Sight:** Schiffsmittag aus Mer. Pass und Arc to Time, dann die Breite aus der Mittagshöhe.
- **Compass Check:** Zn der Sonne aus Pub. 249 gegen die Kompasspeilung – Fehlweisung und Ablenkung.
- **Plotting Sheet:** zwei oder drei gespeicherte Sights, mit Log oder Fahrt und Kurs über Grund versegelt, und der Schiffsort.

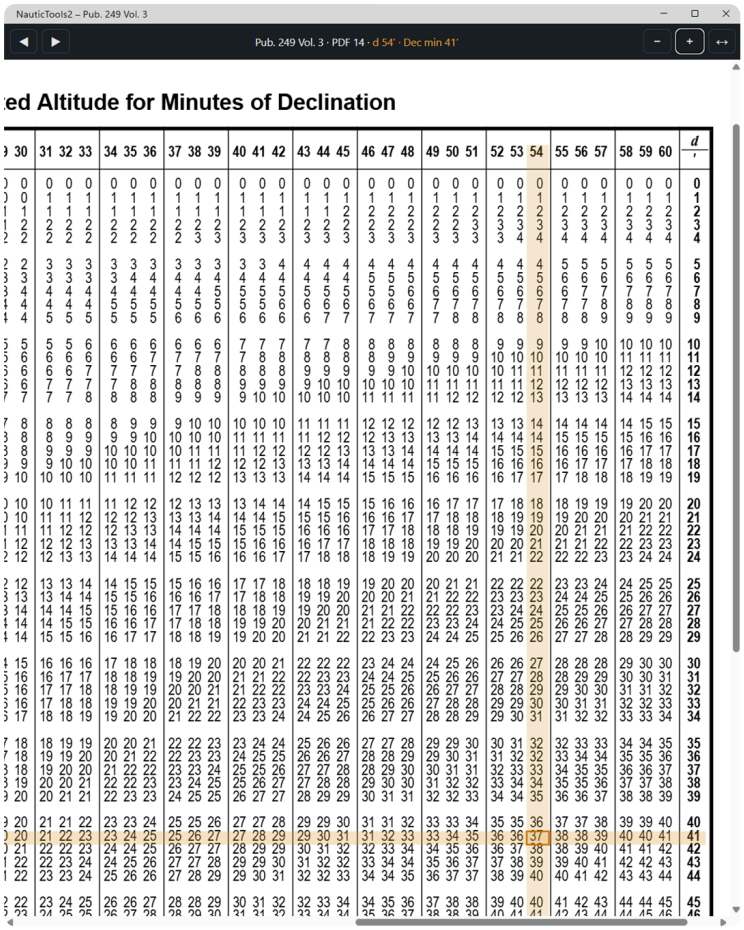


Abbildung 26.3 Pub. 249 liegt bei: Die richtige Seite öffnet sich, Zeile und Spalte sind markiert – ablesen muss man selbst.

26.7 Pub. 249 gleich dabei

Band 2 und 3 von Pub. 249 (Breiten 0° bis 89°, Deklinationen bis 29°) sind als Buch mitgeliefert, ebenso Table 5. Ein Knopf im Formular schlägt die passende Seite auf und markiert Zeile und Spalte. Den Wert abzulesen und einzutragen bleibt Sache des Navigators – wie mit dem gedruckten Buch neben dem Formular.

26.8 Prüfen und Automatik

Prüfen vergleicht jeden Eintrag mit dem Wert, der im Almanac und in Pub. 249 stehen müsste, und zeigt ✓, ≈ oder ✗. Wer ein ✗ antippt, sieht den Sollwert. **Automatisch** trägt alle Tafelwerte selbst ein; schaltet man es wieder aus, kommen die eigenen Werte zurück. Beides sind Schalter – von Hand ist und bleibt der Normalfall.

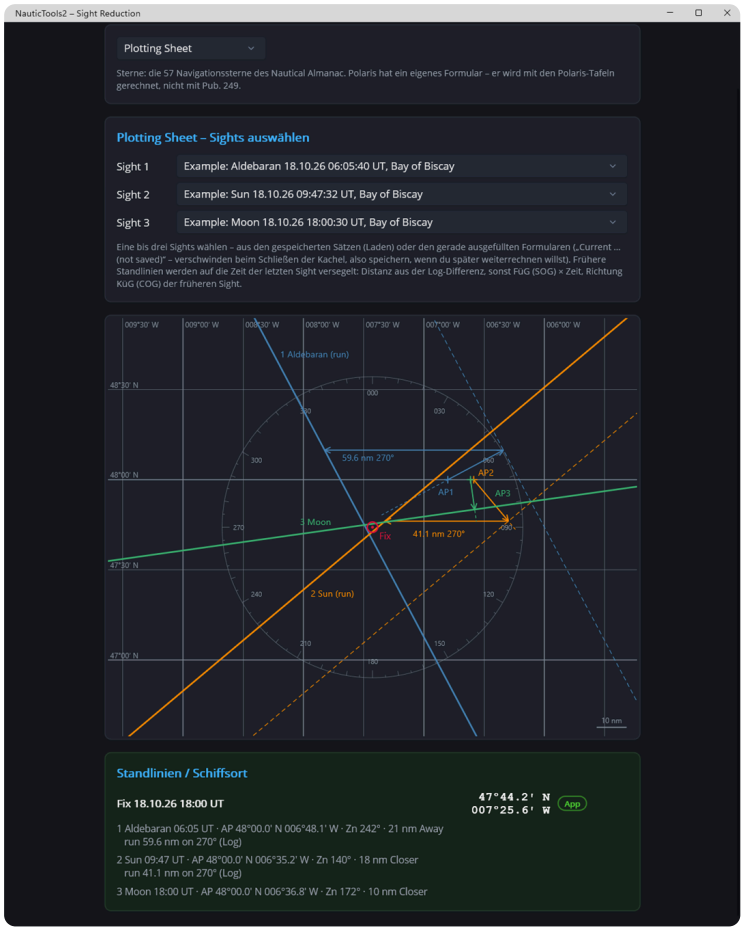


Abbildung 26.4 Das Plotting Sheet: Aldebaran am Morgen, Sonne am Vormittag und Mond am Abend aus den Beispielen, versegelt mit Log und Kurs über Grund.

26.9 Almanac und Tafeln zum Üben

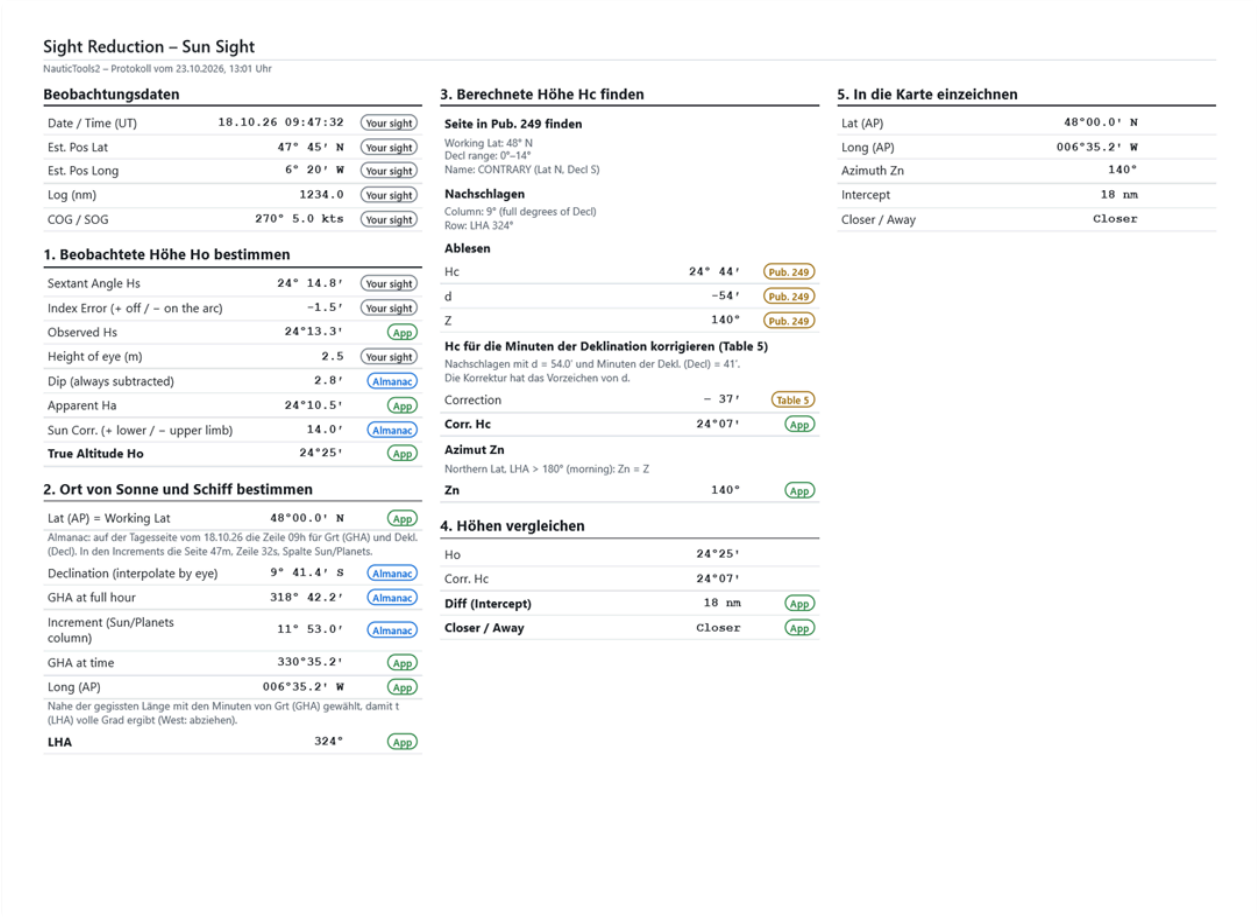
Wer die Beispiele mit eigenen Tafeln nachrechnen möchte, findet die Übungsdaten kostenlos als PDF bei TheNauticalAlmanac.com (Quelle aller folgenden Links). Die Beispiele in NauticTools2 stammen vom 18.10.2026 – dafür braucht man den Almanac 2026, Pub. 249 Band 3 (Breite 48°) und Table 5.

- **Nautical Almanac:** 2026 (6,8 MB) · 2027 (6,9 MB) · ältere Jahrgänge: 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025
- **Pub. 249:** Band 2 (Breiten 0°–39°, 4,7 MB) · Band 3 (Breiten 40°–89°, 4,2 MB) · Band 1, Selected Stars, Epoche 2025 (58 MB)
- **Table 5:** Correction to Tabulated Altitude for Minutes of Declination (40 KB)

Quelle: Alle Dateien stammen von TheNauticalAlmanac.com und liegen dort, nicht bei NauticTools2. Pub. 249 ist eine Veröffentlichung der US-Behörde NGA.
Nur zum Üben: Die verlinkten Almanache und Tafeln dienen hier ausschließlich dem Üben und Nachrechnen der Beispiele. Der Herausgeber schließt ihre Verwendung für die Navigation ausdrücklich aus – an Bord gehört ein offizieller Nautical Almanac. Band 2 und 3 und Table 5 sind in der App bereits enthalten.

26.10 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jedes Formular lässt sich ausgefüllt als Protokoll drucken oder als PDF speichern, auf einer Seite A4 quer: Beobachtungsdaten und die fünf Schritte mit der Herkunft jedes Werts. Das Plotting Sheet druckt die gewählten Sights, die Zeichnung und den Schiffsort auf eine Seite A4 hoch.



Sight Reduction – Sun Sight

NauticTools2 – Protokoll vom 23.10.2026, 13:01 Uhr

Beobachtungsdaten

Date / Time (UT)	18.10.26 09:47:32	Your sight
Est. Pos Lat	47° 45′ N	Your sight
Est. Pos Long	6° 20′ W	Your sight
Log (nm)	1234.0	Your sight
COG / SOG	270° 5.0 kts	Your sight

1. Beobachtete Höhe Ho bestimmen

Sextant Angle Hs	24° 14.8′	Your sight
Index Error (+ off / − on the arc)	−1.5′	Your sight
Observed Hs	24°13.3′	App
Height of eye (m)	2.5	Your sight
Dip (always subtracted)	2.8′	Almanac
Apparent Ha	24°10.5′	App
Sun Corr. (+ lower / − upper limb)	14.0′	Almanac
True Altitude Ho	24°25′	App

2. Ort von Sonne und Schiff bestimmen

Lat (AP) = Working Lat	48°00.0′ N	App
Almanac: auf der Tagesseite vom 18.10.26 die Zeile 09h für Grt (GHA) und Dekl. (Decl). In den Increments die Seite 47m, Zeile 32s, Spalte Sun/Planets.		
Declination (interpolate by eye)	9° 41.4′ S	Almanac
GHA at full hour	318° 42.2′	Almanac
Increment (Sun/Planets column)	11° 53.0′	Almanac
GHA at time	330°35.2′	App
Long (AP)	006°35.2′ W	App
Nahe der gegissten Länge mit den Minuten von Grt (GHA) gewählt, damit t (LHA) volle Grad ergibt (West: abziehen).		
LHA	324°	App

3. Berechnete Höhe Hc finden

Seite in Pub. 249 finden

Working Lat: 48° N
Decl range: 0°–14°
Name: CONTRARY (Lat N, Decl S)

Nachschlagen

Column: 9° (full degrees of Decl)
Row: LHA 324°

Ablesen

Hc	24° 44′	Pub. 249
d	−54′	Pub. 249
Z	140°	Pub. 249

Hc für die Minuten der Deklination korrigieren (Table 5)

Nachschlagen mit d = 54.0′ und Minuten der Dekl. (Decl) = 41′.
Die Korrektur hat das Vorzeichen von d.

Correction	− 37′	Table 5
Corr. Hc	24°07′	App

Azimut Zn

Northern Lat, LHA > 180° (morning): Zn = Z

Zn	140°	App

4. Höhen vergleichen

Ho	24°25′	
Corr. Hc	24°07′	
Diff (Intercept)	18 nm	App
Closer / Away	Closer	App

5. In die Karte einzeichnen

Lat (AP)	48°00.0′ N
Long (AP)	006°35.2′ W
Azimuth Zn	140°
Intercept	18 nm
Closer / Away	Closer

Abbildung 26.5 Das Protokoll zum Sonnenbeispiel aus der Biskaya.

26.11 Worauf man achten sollte

- **Almanac des richtigen Jahres:** GHA und Deklination gelten nur für das gedruckte Jahr.
- **Same oder Contrary Name:** Haben Breite und Deklination dasselbe Vorzeichen (beide Nord oder beide Süd), gilt die Same-Seite in Pub. 249, sonst Contrary. Ein Verwechseln ergibt eine völlig falsche Hc.
- **Gewählter Ort statt Koppelort:** Der Intercept wird vom gewählten Ort aus abgetragen, nicht vom Koppelort – sonst liegt die Standlinie um den Unterschied daneben.
- **Sterne mit großer Deklination:** Pub. 249 Band 2 und 3 reicht bis 29° Deklination. Für Sterne darüber braucht man Band 1 (Selected Stars), der nicht mitgeliefert wird.

26.12 So geht es in NauticTools2

1. **Formular wählen**
   Oben Sun, Moon, Planet, Star, Polaris, Noon Sight, Compass Check oder Plotting Sheet.

2. **Beobachtungsdaten**
   Datum und Uhrzeit (UT), Koppelort, Log, Kurs und Fahrt über Grund.
3. **Werte eintragen**
   Block für Block, wie auf dem Papier. Farbige Kennzeichen zeigen, wo nachzuschlagen ist: Almanac, Pub. 249, Table 5 – oder die App rechnet selbst.
4. **Speichern, plotten, drucken**
   Gespeicherte Sights stehen im Plotting Sheet zur Auswahl. Gedruckt wird das Formular ausgefüllt auf A4 quer.

26.13 Häufige Fragen

Was ist Pub. 249?

Ein Tafelwerk der US-Behörde NGA (Sight Reduction Tables for Air Navigation). Für einen gewählten Ort stehen dort Hc und Z – man schlägt nach, statt mit Winkelfunktionen zu rechnen.

Brauche ich einen Nautical Almanac?

Ja, die Werte trägt man wie auf dem Papier selbst ein. Wer nur das Verfahren sehen möchte, lässt sie mit „Automatisch“ eintragen.

Warum rechnet man von einem gewählten Ort aus?

Weil Pub. 249 nur ganzzahlige Breiten und Ortsstundenwinkel enthält. Der gewählte Ort liegt deshalb auf ganzer Breite, und seine Länge macht die LHA ganzzahlig.

Was bedeutet Closer und Away?

Ist Ho größer als Hc, liegt die Standlinie um die Differenz in Richtung des Gestirns (Closer), sonst vom Gestirn weg (Away).

26.14 Siehe auch

- **Ort aus 2 oder 3 Höhen** (Kapitel 25) – dieselbe Aufgabe, aber die App rechnet alles selbst
- **Mittagsbreite** (Kapitel 22) und **Mittagsbesteck** (Kapitel 23) – die Breite aus der Kulmination
- **Kompasskontrolle** (Kapitel 24) – Fehlweisung aus dem Azimut der Sonne, voll gerechnet
- **Sextantenbeschickung** (Kapitel 18) – von Hs zu Ho

TEIL III

Gezeiten

Mondphasen, Wassertiefe und die Verfahren nach BSH und Admiralty Tide Tables.

TEIL III · GEZEITEN

27 Mondphasen

Mondphasen berechnen – Neumond, Vollmond und die beiden Viertel

Wann ist der nächste Vollmond, und wann war der letzte Neumond? NauticTools2 berechnet zu jedem Datum die vier **Mondphasen** der laufenden Lunation und den folgenden Neumond, minutengenau in **UTC** und ganz ohne Internetverbindung.

Neumond | Erstes Viertel | Vollmond | Letztes Viertel | Nächster Neumond | Zeiten in UTC



Abbildung 27.1 Mondphasen in der Android-Version: Datum eingeben, die Phasen der Lunation erscheinen mit Datum und Uhrzeit.

27.1 Was sind Mondphasen?

Der Mond umläuft die Erde und wird dabei immer von der Sonne beschienen. Von der Erde aus sehen wir je nach seiner Stellung zur Sonne einen anderen Teil der beleuchteten Hälfte. Steht er auf derselben Seite wie die Sonne, ist **Neumond**. Steht er ihr gegenüber, ist **Vollmond**. Dazwischen liegen das **Erste** und das **Letzte Viertel**. Von einem Neumond zum nächsten vergeht eine **Lunation**, im Mittel 29,53 Tage.

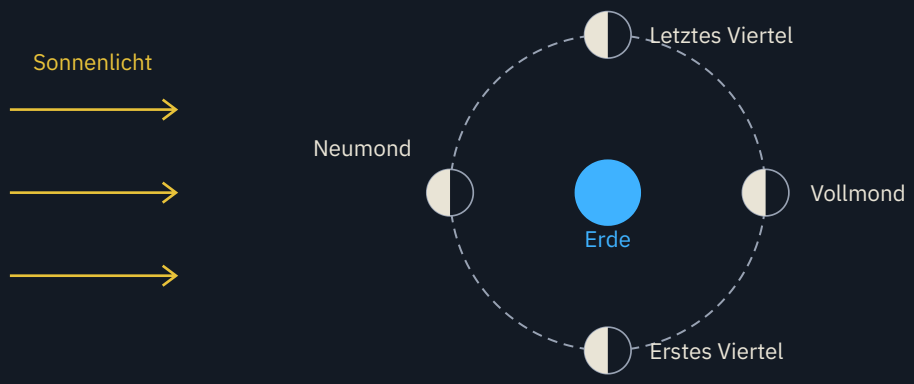


Abbildung 27.2 Blick von Norden, nicht maßstäblich: Die Sonne beleuchtet immer die ihr zugewandte Hälfte des Mondes.

27.2 Wann braucht man das?

- **Gezeiten:** Um Neu- und Vollmond ist Springzeit, um die Viertel Nippzeit. Die Phasen sind der Ausgangspunkt für **Alter der Gezeit** (Kapitel 28), **Gezeiten BSH** (Kapitel 30) und **Gezeiten ATT** (Kapitel 31).
- **Nachtfahrten planen:** Eine Überfahrt um Vollmond ist deutlich heller als eine um Neumond.
- **Ankern und Ansteuern:** Wer ein unbekanntes Revier bei Nacht erreicht, weiß vorher, wie viel Mondlicht zu erwarten ist.
- **Kontrolle:** Die berechneten Zeiten lassen sich direkt mit den Mondphasen in einem Jahrbuch oder einer Gezeitentafel vergleichen.

27.3 Rechenweg

```
Phasenwinkel = ekliptikale Länge des Mondes − ekliptikale Länge der Sonne
```

- **0°** – Neumond
- **90°** – Erstes Viertel
- **180°** – Vollmond
- **270°** – Letztes Viertel

Die Phasen sind also genaue Zeitpunkte, nicht ganze Tage. NauticTools2 sucht den Moment, in dem der Phasenwinkel den jeweiligen Wert erreicht, mit derselben Astronomie-Bibliothek wie die **Ephemeridenberechnung** (Kapitel 17). Sie läuft vollständig im Gerät und braucht weder Tabellen noch Internet.

27.4 Beispiel, Schritt für Schritt

Welche Mondphasen gehören zum 7. Juli 2027?

```
Letzter Neumond = 04.07.2027 03:02 UTC
Erstes Viertel = 10.07.2027 18:39 UTC
Vollmond = 18.07.2027 15:45 UTC
Letztes Viertel = 26.07.2027 16:55 UTC
Nächster Neumond = 02.08.2027 10:05 UTC
```

Diese Lunation dauert also 29 Tage, 7 Stunden und 3 Minuten und ist damit etwas kürzer als der Mittelwert. Der Neumond vom 4. Juli ist derselbe, den auch das Beispiel unter **Gezeiten ATT** (Kapitel 31) im Formular zeigt.

27.5 Worauf man achten sollte

- **Immer UTC:** Alle Zeiten stehen in UTC. Fällt eine Phase kurz vor Mitternacht, kann sie in der Bordzeit schon auf den nächsten Kalendertag fallen. Beim Umrechnen hilft **Zeitarten** (Kapitel 1).
- **Der Tag beginnt um 00:00 UTC:** Das Werkzeug rechnet mit dem Beginn des eingegebenen Tages. Am Tag eines Neumonds zeigt es deshalb noch die vorherige Lunation, wenn der Neumond erst im Laufe des Tages eintritt.
- **Letzter Neumond:** Der oben angezeigte Neumond liegt immer vor oder genau auf dem eingegebenen Datum, die drei anderen Phasen folgen danach.
- **Mondphase ist nicht Mondlicht:** Das Werkzeug sagt nichts darüber, wann der Mond auf- und untergeht. Das zeigt **Auf- und Untergänge** (Kapitel 16).

27.6 So geht es in NauticTools2

1. **Werkzeug öffnen**
   Die Kachel **Mondphasen** öffnet sich mit dem heutigen Datum und zeigt sofort die laufende Lunation.
2. **Datum eingeben**
   Ein anderes Datum eintragen, auch sechsstellig wie 070727, und **Berechnen** tippen.
3. **Speichern und drucken**
   Speichern und **Laden** merken sich ein Datum, **Neu** springt zurück auf heute. Das Druckprotokoll enthält Eingabe und Ergebnis.

27.7 Häufige Fragen

Wie lange dauert eine Lunation?
Im Mittel 29,53 Tage. Weil die Mondbahn elliptisch ist und von der Sonne gestört wird, schwankt die Dauer von Lunation zu Lunation um mehrere Stunden.

Warum zeigt die App andere Zeiten als mein Kalender?
NauticTools2 gibt die Zeiten in UTC an, Kalender meist in der Ortszeit. In Deutschland kommen im Winter eine und im Sommer zwei Stunden dazu.

Brauche ich dafür eine Internetverbindung?

Nein. Die Mondphasen werden im Gerät berechnet, auch auf See und für beliebige Jahre.

27.8 Siehe auch

- **Alter der Gezeit** (Kapitel 28) – Spring-, Mitt- oder Nippzeit zu einem Datum, mit Jahrestafel
- **Auf- und Untergänge** (Kapitel 16) – Sonne und Mond: wann sie auf- und untergehen
- **Ephemeridenberechnung** (Kapitel 17) – Grt, Abweichung und weitere Werte von Sonne, Mond und Planeten

TEIL III · GEZEITEN

28 Alter der Gezeit

Alter der Gezeit – Springzeit, Nippzeit und die Springverspätung

Ist an einem bestimmten Tag **Spring-**, **Mitt-** oder **Nippzeit**? NauticTools2 beantwortet das aus dem Datum, nach derselben Regel wie Tafel 4 der BSH-Gezeitentafeln. Dazu gibt es eine **Jahrestafel** mit jedem Tag eines Jahres und allen Mondphasen.

`Springzeit` `Mittzeit` `Nippzeit` `Springverspätung` `Regel von Tafel 4` `Jahrestafel`

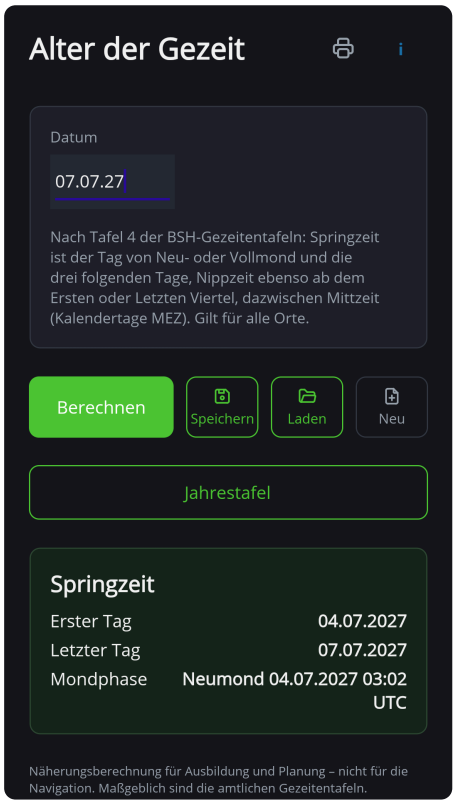


Abbildung 28.1 Alter der Gezeit in der Android-Version: Zustand, Zeitraum und die auslösende Mondphase.

28.1 Was bedeutet Alter der Gezeit?

Die Gezeiten entstehen vor allem durch den Mond, die Sonne verstärkt oder schwächt sie. Bei Neu- und Vollmond stehen Sonne, Erde und Mond in einer Linie, ihre Kräfte addieren sich und der Tidenhub wird am größten: **Springzeit**. Bei den beiden Vierteln wirken sie quer zueinander und der Tidenhub wird am kleinsten: **Nippzeit**. Dazwischen liegt die **Mittzeit**.

28.2 Die Springverspätung

Die Springtide kommt nicht genau am Tag von Neu- oder Vollmond. Das Wasser reagiert träge, Reibung und die Form der Meeresbecken bremsen die Gezeitenwelle, und in Randmeere wie die Nordsee läuft sie erst aus dem Atlantik hinein. Der größte Tidenhub folgt der Mondphase deshalb mit einigen Tagen

Abstand. Dieser Abstand heißt **Springverspätung** oder **Alter der Gezeit**, auf Englisch *age of tide*.

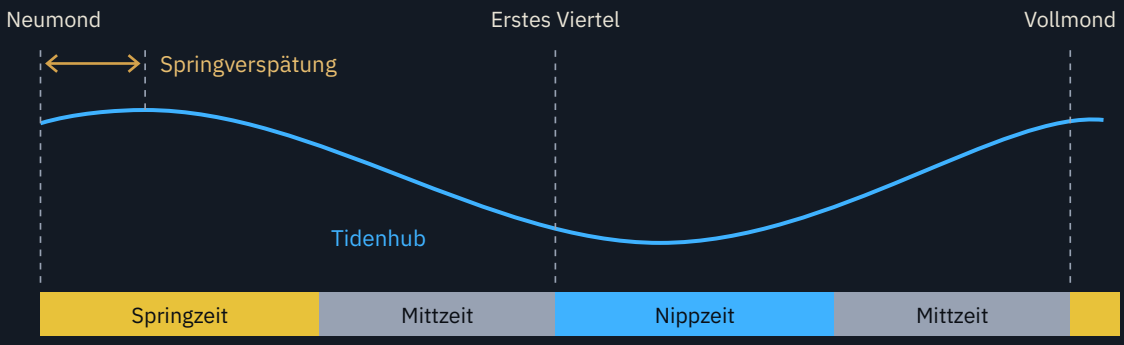


Abbildung 28.2 Schematische Darstellung einer halben Lunation: Der Tidenhub läuft der Mondphase hinterher.

Wie groß die Springverspätung ist, hängt vom Ort ab. Früher gaben die deutschen Gezeitentafeln sie je Bezugsort an. Die heutigen BSH-Gezeitentafeln tun das nicht mehr: Tafel 4 nennt Spring-, Mitt- und Nippzeit einheitlich, die Springverspätung der Deutschen Bucht ist darin bereits berücksichtigt. Darum gibt es in diesem Werkzeug keinen Bezugsort und keinen Wert einzustellen. Das Ergebnis stimmt Tag für Tag mit Tafel 4 überein, gegen die Tafel des Jahres 2027 ist das an allen 365 Tagen geprüft.

Die **Admiralty Tide Tables** nennen dagegen je Standard Port ein eigenes *Age of Tide*. Damit rechnet **Gezeiten ATT** (Kapitel 31): Im Tidal Prediction Form steht der Wert in der Zeile „Springs occur“, und daraus folgt der Status Springs, Mean oder Neaps.

28.3 Wann braucht man das?

- **Gezeitenrechnung:** Die Rechnung mit mittleren Spring- und Nippkurven braucht den Zustand. **Gezeiten BSH** (Kapitel 30) übernimmt ihn automatisch.
- **Törnplanung:** In Springzeit laufen die Gezeitenströme stärker, das Hochwasser steht höher und das Niedrigwasser tiefer.
- **Trockenfallen:** Wer zu Springhochwasser trockenfällt, kommt womöglich tagelang nicht mehr frei.
- **Wattfahrten und flache Häfen:** Die Jahrestafel zeigt auf einen Blick, welche Wochen sich eignen.

28.4 Die Regel

```
Springzeit: Tag von Neu- oder Vollmond + 3 Folgetage · Nippzeit: Tag des Viertels + 3 Folgetage
```

1. **Mondphase bestimmen**
   Die Zeitpunkte der Phasen kommen aus der Berechnung von **Mondphasen** (Kapitel 27).
2. **Kalendertag in MEZ**
   Maßgeblich ist der Kalendertag in MEZ (UTC+1), wie in den Gezeitentafeln. Ein Vollmond kurz vor Mitternacht UTC zählt deshalb schon zum nächsten Tag.

3. **Vier Tage zählen**
   Spring- und Nippzeit dauern je vier Kalendertage, beginnend mit dem Tag der Mondphase. Damit liegt ihre Mitte rund anderthalb Tage nach der Mondphase, das entspricht der Springverspätung der Deutschen Bucht.
4. **Mittzeit**
   Alle Tage dazwischen sind Mittzeit.

28.5 Beispiel, Schritt für Schritt

> **Welcher Zustand herrscht am 7. Juli 2027?**
>
> ```
> Neumond: 04.07.2027 03:02 UTC = 04:02 MEZ, also der 4. Juli
> Springzeit: 04.07. + 3 Tage = 04.07. bis 07.07.2027
> Der 7. Juli ist der letzte Tag: Springzeit
> ```

Schon am 8. und 9. Juli ist Mittzeit. Das Erste Viertel am 10. Juli leitet dann die Nippzeit vom 10. bis 13. Juli ein. Denselben Zustand zeigt das Beispiel Scharhörn, Bake C unter **Gezeiten BSH** (Kapitel 30).

28.6 Worauf man achten sollte

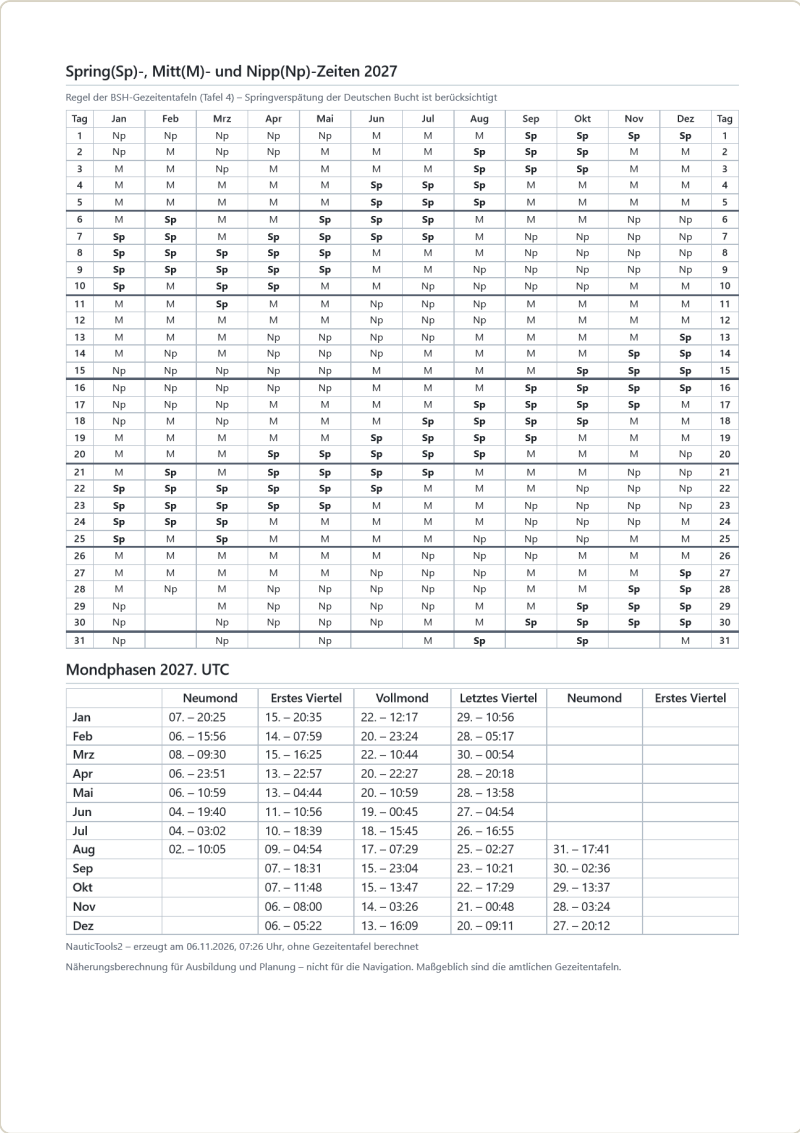
- **Grenzen sind fließend:** Die Natur kennt keinen Sprung von einem Tag zum anderen. Die Einteilung ist eine Rechenregel für die Wahl der Kurven.
- **Eine Regel für alle Orte:** Das Ergebnis gilt nach Tafel 4 einheitlich. Für Häfen außerhalb der Deutschen Bucht kann die wahre Springverspätung abweichen.
- **Nicht jede Springzeit ist gleich:** Wie hoch eine Springtide ausfällt, hängt auch vom Abstand des Mondes zur Erde und von der Jahreszeit ab. Die Regel unterscheidet das nicht.
- **Kalendertag in MEZ:** Das gilt auch im Sommer, die Einteilung folgt nicht der Sommerzeit.

28.7 So geht es in NauticTools2

1. **Datum eingeben**
   In der Kachel **Alter der Gezeit** ein Datum eintragen und **Berechnen** tippen.
2. **Ergebnis lesen**
   Angezeigt werden der Zustand, der erste und der letzte Tag des Zeitraums und die Mondphase, die ihn auslöst. Bei Mittzeit gibt es keine auslösende Phase.
3. **Speichern und drucken**
   Speichern und **Laden** merken sich ein Datum. Das Ergebnis lässt sich als Protokoll drucken.

28.8 Jahrestafel zum Ausdrucken

Der Knopf **Jahrestafel** erzeugt für ein gewähltes Jahr die ganze Übersicht: Spring-, Mitt- und Nippzeit für jeden Tag (wie Tafel 4) und alle Mondphasen in UTC (wie Tafel 5). Sie wird berechnet und braucht kein gedrucktes Tafelwerk. Praktisch für die Törnplanung und zum Aushängen an Bord.



Spring(Sp)-, Mitt(M)- und Nipp(Np)-Zeiten 2027

Regel der BSH-Gezeitentafeln (Tafel 4) – Springverspätung der Deutschen Bucht ist berücksichtigt

Tag	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Tag
1	Np	Np	Np	Np	Np	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	1
2	Np	M	Np	Np	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	2
3	M	M	Np	M	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	3
4	M	M	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	M	4
5	M	M	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	M	5
6	M	**Sp**	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	Np	Np	6
7	**Sp**	**Sp**	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	Np	Np	Np	Np	7
8	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	Np	Np	Np	Np	8
9	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	Np	Np	Np	Np	Np	9
10	**Sp**	M	**Sp**	**Sp**	M	M	Np	Np	Np	Np	M	M	10
11	M	M	**Sp**	M	M	Np	Np	Np	M	M	M	M	11
12	M	M	M	M	M	Np	Np	Np	M	M	M	M	12
13	M	M	M	Np	Np	Np	Np	M	M	M	M	**Sp**	13
14	M	Np	M	Np	Np	Np	M	M	M	M	**Sp**	**Sp**	14
15	Np	Np	Np	Np	Np	M	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	15
16	Np	Np	Np	Np	Np	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	16
17	Np	Np	Np	M	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	17
18	Np	M	Np	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	18
19	M	M	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	19
20	M	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	Np	20
21	M	**Sp**	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	Np	Np	21
22	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	Np	Np	Np	22
23	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	Np	Np	Np	Np	23
24	**Sp**	**Sp**	**Sp**	M	M	M	M	M	Np	Np	Np	M	24
25	**Sp**	M	**Sp**	M	M	M	M	Np	Np	Np	M	M	25
26	M	M	M	M	M	M	Np	Np	Np	M	M	M	26
27	M	M	M	M	M	Np	Np	Np	M	M	M	**Sp**	27
28	M	Np	M	Np	Np	Np	Np	Np	M	M	**Sp**	**Sp**	28
29	Np		M	Np	Np	Np	Np	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	29
30	Np		Np	Np	Np	Np	M	M	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	30
31	Np		Np		Np		M	**Sp**		**Sp**		M	31

Mondphasen 2027. UTC

	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel	Neumond	Erstes Viertel
Jan	07. – 20:25	15. – 20:35	22. – 12:17	29. – 10:56		
Feb	06. – 15:56	14. – 07:59	20. – 23:24	28. – 05:17		
Mrz	08. – 09:30	15. – 16:25	22. – 10:44	30. – 00:54		
Apr	06. – 23:51	13. – 22:57	20. – 22:27	28. – 20:18		
Mai	06. – 10:59	13. – 04:44	20. – 10:59	28. – 13:58		
Jun	04. – 19:40	11. – 10:56	19. – 00:45	27. – 04:54		
Jul	04. – 03:02	10. – 18:39	18. – 15:45	26. – 16:55		
Aug	02. – 10:05	09. – 04:54	17. – 07:29	25. – 02:27	31. – 17:41	
Sep		07. – 18:31	15. – 23:04	23. – 10:21	30. – 02:36	
Okt		07. – 11:48	15. – 13:47	22. – 17:29	29. – 13:37	
Nov		06. – 08:00	14. – 03:26	21. – 00:48	28. – 03:24	
Dez		06. – 05:22	13. – 16:09	20. – 09:11	27. – 20:12	

NauticTools2 – erzeugt am 06.11.2026, 07:26 Uhr, ohne Gezeitentafel berechnet

Näherungsberechnung für Ausbildung und Planung – nicht für die Navigation. Maßgeblich sind die amtlichen Gezeitentafeln.

Abbildung 28.3 Die Jahrestafel 2027.

28.9 Häufige Fragen

Was ist der Unterschied zwischen Alter der Gezeit und Springverspätung?

Beide Begriffe meinen dasselbe: den Abstand zwischen Neu- oder Vollmond und der größten Springtide. In NauticTools2 heißt außerdem das Werkzeug so, das daraus Spring-, Mitt- oder Nippzeit bestimmt.

Warum kann ich keine Springverspätung einstellen?

Die BSH-Gezeitentafeln geben sie nicht mehr je Ort an. Tafel 4 enthält bereits die Springverspätung der Deutschen Bucht, und das Werkzeug rechnet nach derselben Regel.

Für welche Jahre funktioniert die Jahrestafel?

Sie wird aus den berechneten Mondphasen erzeugt, deshalb ist sie nicht an ein gedrucktes Tafelwerk gebunden. Geprüft ist sie gegen Tafel 4 des Jahres 2027.

Nicht für die Navigation: Alle Gezeitenwerte sind Näherungen für Ausbildung, Prüfungsvorbereitung und Törnplanung. Wind und Luftdruck verändern die Gezeit zusätzlich. Für die Navigation sind die amtlichen Gezeitentafeln maßgeblich.

28.10 Siehe auch

- **Mondphasen** (Kapitel 27) – Neumond, Vollmond und die beiden Viertel zu einem Datum
- **Gezeiten BSH** (Kapitel 30) – Wasserhöhe nach dem Verfahren der deutschen BSH-Gezeitentafeln
- **Gezeiten ATT** (Kapitel 31) – Gezeitenrechnung mit Standard und Secondary Ports

TEIL III · GEZEITEN

29 Wassertiefe

Wassertiefe berechnen – Kartentiefe, Höhe der Gezeit und Wasser unter dem Kiel

Komme ich mit meinem Kiel noch über die Flachstelle? NauticTools2 rechnet aus **Kartentiefe** und **Höhe der Gezeit** die Wassertiefe, vergleicht das **Wasser unter dem Kiel** mit dem Sicherheitsabstand und nennt die Höhe der Gezeit, die mindestens nötig ist. Mit Schiebern und einer Schnittgrafik lässt sich direkt ausprobieren, was passiert, wenn das Wasser steigt oder fällt.

Kartentiefe | Höhe der Gezeit | Wasser unter dem Kiel | Sicherheitsabstand | Sport und Beruf | Schnittgrafik

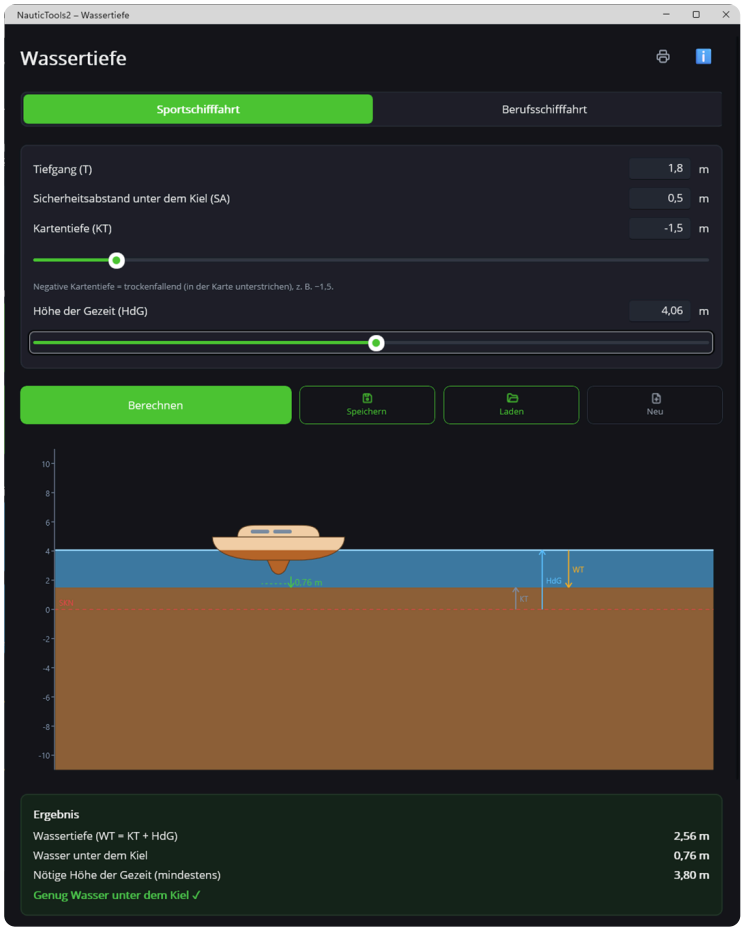


Abbildung 29.1 Eingaben, Schieber und die Schnittgrafik mit dem Schiff über dem Meeresboden.

29.1 Was ist die Wassertiefe?

In der Seekarte steht nicht, wie viel Wasser gerade da ist, sondern die **Kartentiefe** (KT): die Tiefe unter dem **Seekartennull** (SKN). Das Wasser steht meist höher als das SKN, der Unterschied ist die **Höhe der Gezeit** (HdG). Beide zusammen ergeben die tatsächliche Wassertiefe. Weil sich KT und HdG auf dasselbe SKN beziehen, spielt dessen genaue Definition für die Rechnung keine Rolle.

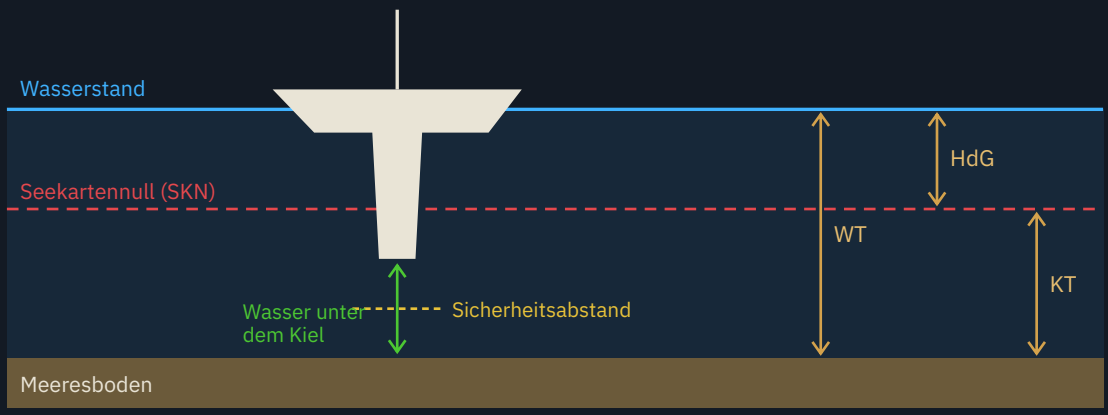


Abbildung 29.2 Nicht maßstäblich: Die Wassertiefe ist die Kartentiefe plus die Höhe der Gezeit.

29.2 Wann braucht man das?

- **Flachstellen und Barren:** Reicht das Wasser für mein Schiff, und wie viel Reserve bleibt?
- **Trockenfallende Gebiete:** Ab welcher Höhe der Gezeit lässt sich eine trockenfallende Stelle passieren?
- **Liegeplatz und Ankerplatz:** Wie viel Wasser bleibt bei Niedrigwasser?
- **Berufsschifffahrt:** Reicht die Under Keel Clearance, wenn sie in Prozent vom Tiefgang vorgegeben ist?

29.3 Rechenweg

```
WT = KT + HdG
```

- **WT** – Wassertiefe
- **KT** – Kartentiefe, vom SKN nach unten gerechnet; trockenfallende Stellen sind negativ
- **HdG** – Höhe der Gezeit, vom SKN nach oben gerechnet

1. **Wassertiefe**
   Kartentiefe und Höhe der Gezeit addieren.
2. **Wasser unter dem Kiel**
   Den Tiefgang von der Wassertiefe abziehen.
3. **Vergleich mit dem Sicherheitsabstand**
   Das Wasser unter dem Kiel muss mindestens so groß sein wie der Sicherheitsabstand (SA).
4. **Nötige Höhe der Gezeit**
   HdG mindestens = Tiefgang + SA − KT. Dieser Wert ist die Brücke zu den Gezeiten-Werkzeugen.

29.4 Beispiel, Schritt für Schritt

> **Eine Yacht mit 1,80 m Tiefgang will mit 0,50 m Sicherheitsabstand über eine Stelle, die in der Karte mit 1,5 m trockenfallend eingetragen ist (KT = −1,5 m). Die Höhe der Gezeit beträgt 4,06 m, wie im Beispiel unter Gezeiten BSH. Reicht das Wasser?**
>
> ```
> Wassertiefe: −1,50 + 4,06 = 2,56 m
> Wasser unter dem Kiel: 2,56 − 1,80 = 0,76 m
> Vergleich: 0,76 m ≥ 0,50 m, das Wasser reicht
> Nötige Höhe der Gezeit: 1,80 + 0,50 + 1,50 = 3,80 m
> ```

Trägt man die 3,80 m in **Gezeiten BSH** (Kapitel 30) oder **Gezeiten ATT** (Kapitel 31) als gesuchte Mindesthöhe ein, nennen diese Werkzeuge die Uhrzeiten, in denen die Stelle passierbar ist.

29.5 Worauf man achten sollte

- **Trockenfallende Stellen:** Eine in der Karte unterstrichene Tiefe wird negativ eingegeben, zum Beispiel −1,5.
- **Sicherheitsabstand:** Wind, Luftdruck und Seegang verändern den Wasserstand. Squat und Krängung verändern den Tiefgang. All das rechnet das Werkzeug nicht ein, der Sicherheitsabstand muss es abdecken.
- **Höhe der Gezeit:** Das Ergebnis ist nur so gut wie dieser Wert. Für die Navigation gelten die amtlichen Gezeitentafeln.
- **Alte Vermessung:** In flachen, veränderlichen Revieren kann die wahre Tiefe von der Kartentiefe abweichen.

29.6 So geht es in NauticTools2

1. **Art der Schifffahrt wählen**
   Oben stehen **Sportschifffahrt** und **Berufsschifffahrt**. Die Wahl legt die Bereiche der Schieber, den Maßstab der Grafik und das gezeichnete Schiff fest. Bei Sport reicht die Kartentiefe von −3 bis 10 m und die Höhe der Gezeit von 0 bis 8 m, bei Beruf von −2 bis 25 m und von 0 bis 10 m.
2. **Werte eingeben**
   Tiefgang, Sicherheitsabstand, Kartentiefe und Höhe der Gezeit eintragen. In der Berufsschifffahrt gilt der Sicherheitsabstand wahlweise in Metern oder in Prozent vom Tiefgang.
3. **Mit den Schiebern ausprobieren**
   Kartentiefe und Höhe der Gezeit lassen sich auch mit den Schiebern einstellen. Grafik, Ergebnis und Rechenweg folgen sofort.
4. **Grafik lesen**
   Der Schnitt zeigt Meeresboden, SKN, Wasserstand und das Schiff. Reicht das Wasser, ist das Schiff grün, sonst rot.
5. **Speichern und drucken**
   Speichern und **Laden** merken sich eine Rechnung, das Protokoll enthält Eingaben, Ergebnis und Rechenweg.

29.7 Häufige Fragen

Woher bekomme ich die Höhe der Gezeit?
Aus der Gezeitentafel oder aus den Werkzeugen Gezeiten BSH, Gezeiten ATT und Simplified Harmonic Method.

Wie gebe ich eine trockenfallende Stelle ein?
Als negative Kartentiefe. Eine unterstrichene 15 in der Seekarte bedeutet 1,5 m trockenfallend und wird als −1,5 eingegeben.

Wie groß sollte der Sicherheitsabstand sein?
Das hängt von Schiff, Revier, Grund und Seegang ab. Er muss alles abdecken, was das Werkzeug nicht rechnet, also Wind, Luftdruck, Seegang, Squat und Krängung.

29.8 Siehe auch

- **Gezeiten BSH** (Kapitel 30) – Wasserhöhe und Zeitfenster für eine Mindesthöhe nach den BSH-Gezeitentafeln
- **Gezeiten ATT** (Kapitel 31) – Gezeitenrechnung und Passieren einer Barre nach den Admiralty Tide Tables
- **Alter der Gezeit** (Kapitel 28) – Spring-, Mitt- oder Nippzeit zu einem Datum

TEIL III · GEZEITEN

30 Gezeiten BSH

Gezeiten BSH – Wasserhöhe und Mindesthöhe nach den BSH-Gezeitentafeln

Wie hoch steht das Wasser zu einer bestimmten Zeit, und wann ist eine gewünschte Mindesthöhe erreicht? NauticTools2 rechnet das nach dem Verfahren der **BSH-Gezeitentafeln** mit den mittleren Spring- und Nipptidenkurven der **Bezugsorte** – auf Wunsch auch für einen **Anschlussort**.

BSH 2027 | 38 Bezugsorte | Anschlussorte | Spring-, Mitt- und Nippzeit | Mindesthöhe als Zeitfenster | Tidenkurve

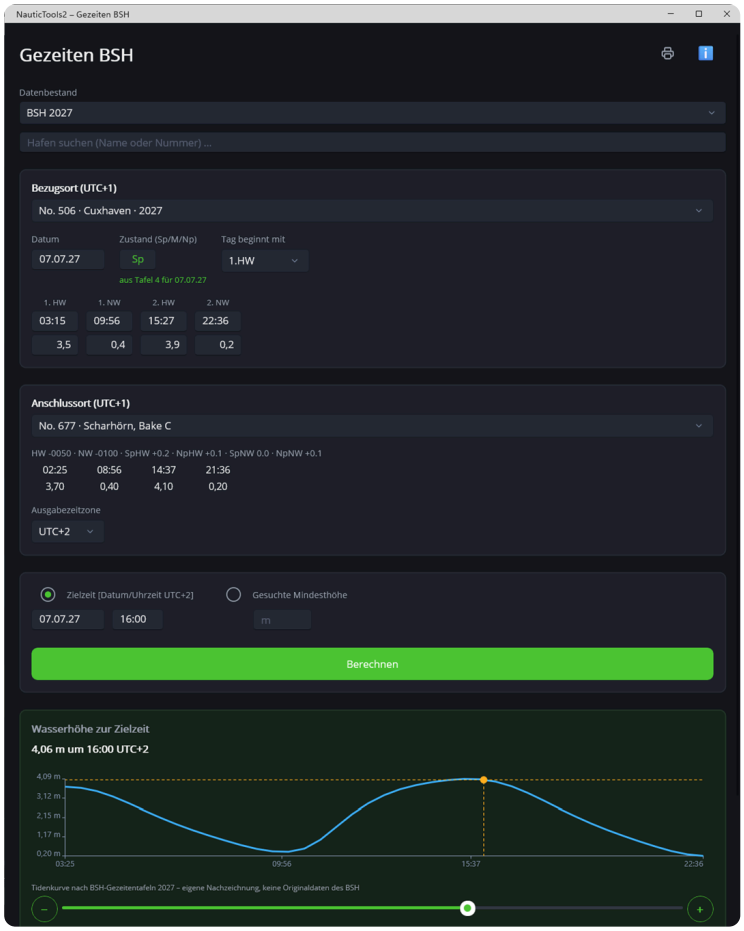


Abbildung 30.1 Gezeiten BSH mit Bezugsort, Anschlussort und dem Ergebnis an der Tidenkurve.

30.1 Was bedeutet das Verfahren der BSH-Gezeitentafeln?

Die Gezeitentafeln des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie nennen für die **Bezugsorte** Zeit und Höhe jedes Hoch- und Niedrigwassers. Dazwischen verläuft die Tide nicht gleichmäßig. Deshalb gibt es je Bezugsort mittlere Tidenkurven für Spring- und Nippzeit. Die tatsächliche Steig- oder Falldauer

eines Tages weicht von der mittleren Dauer ab: Die Zielzeit wird daher ins Verhältnis zur Dauer dieses Tages gesetzt und auf die mittlere Kurve übertragen. Die dort abgelesene Höhe wird proportional in die Höhe des Tages umgerechnet.

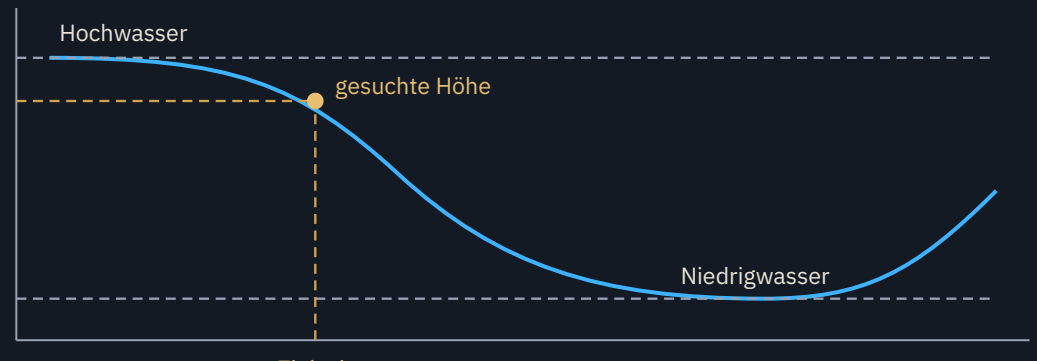


Abbildung 30.2 Vereinfachte Skizze: Aus dem Anteil der Zielzeit an der Falldauer wird die Höhe an der mittleren Kurve abgelesen.

30.2 Wann braucht man das?

- **Tiefgang und Untiefen:** Reicht das Wasser zur geplanten Zeit über einer flachen Stelle?
- **Zeitfenster planen:** Von wann bis wann stehen mindestens 2,50 m am Hafen oder im Priel?
- **Trockenfallen:** Wann fällt das Schiff trocken, und wann schwimmt es wieder auf?
- **Törnplanung im Tidenrevier:** Deutsche Bucht, Niederlande, Großbritannien und Irland, Frankreich, Spanien, Portugal, Gibraltar und Norwegen stehen als Bezugsorte bereit.

30.3 Rechenweg

1. **Spring-, Mitt- oder Nippzeit**
   Der Zustand ergibt sich aus dem Datum nach Tafel 4 der BSH-Gezeitentafeln. Er lässt sich von Hand überschreiben. Bei Mittzeit gilt der Mittelwert aus Spring- und Nippergebnis.
2. **Anschlussort anwenden**
   Zeit- und Höhenunterschiede werden auf alle Hoch- und Niedrigwasser des Bezugsorts angewendet. Die Kurvenform bleibt die des Bezugsorts.
3. **Zielzeit einordnen**
   Die Zielzeit wird ins Verhältnis zur tatsächlichen Steig- oder Falldauer gesetzt und auf die mittlere Dauer der Kurve übertragen.
4. **Höhe ablesen**
   Die Höhe an der Kurve wird proportional in die Höhe des Tages umgerechnet. Bei einer Mindesthöhe läuft dieselbe Rechnung umgekehrt und ergibt die Zeiten, zu denen die Kurve diese Höhe schneidet.

30.4 Beispiel, Schritt für Schritt

Scharhörn, Bake C als Anschlussort von Cuxhaven am 07.07.27, Springzeit. Die Tafel nennt für Cuxhaven (Zeiten in UTC+1) HW 15:27 mit 3,9 m und NW 22:36 mit 0,2 m. Die Unterschiede für Scharhörn sind HW −50 min, NW −60 min, Höhe bei Spring HW +0,2 m, NW 0,0 m. Wie hoch steht das Wasser um 16:00 UTC+2?

```
HW Scharhörn: 15:27 − 50 min = 14:37 · 3,9 + 0,2 = 4,1 m
NW Scharhörn: 22:36 − 60 min = 21:36 · 0,2 + 0,0 = 0,2 m
Zielzeit: 16:00 UTC+2 = 15:00 UTC+1, also 23 min nach HW
Falldauer: 6:59 h, im Mittel bei Springzeit 6:49 h
Auf der mittleren Kurve: 23 min · 6:49 / 6:59 ≈ 22 min nach HW
Anteil der Kurve: rund 0,99 des Tidenhubs von 3,9 m
Wasserhöhe ≈ 4,06 m
```

Diese Aufgabe ist in NauticTools2 gespeichert und lässt sich über **Laden** öffnen.

30.5 Worauf man achten sollte

- **Tag beginnt mit:** Die Punkte werden in der Reihenfolge der Tafel eingetragen. Passt die Einstellung nicht zu den Höhen, erscheint ein roter Hinweis.
- **Nur innerhalb des Tages:** Zielzeit und Mindesthöhe müssen zwischen dem ersten und dem letzten eingetragenen Punkt liegen. Darüber hinaus wird bewusst nicht weitergerechnet.
- **Doppeltes Niedrigwasser:** An Orten wie Hoek van Holland nennt die Tafel nur eines von zwei Niedrigwassern. Weicht die Dauer stark vom Mittel ab, warnt die App, dass das Ergebnis unzuverlässig ist.
- **Trockenfallende Anschlussorte:** Nennt die Tafel kein Niedrigwasser, etwa bei Neuwerk, gelten für das Niedrigwasser die Werte des Bezugsorts. Auch darauf weist die App hin.
- **Nachgezeichnete Kurven:** Die Tidenkurven sind nach den BSH-Gezeitentafeln nachgezeichnet, es sind keine Originaldaten des BSH. Kleine Abweichungen vom Original sind möglich.

30.6 So geht es in NauticTools2

1. **Orte in „BSH-Orte“ prüfen**
   Die Kachel **BSH-Orte** verwaltet Bezugs- und Anschlussorte. Der Datenbestand **BSH 2027** kommt mit der App: alle 38 Bezugsorte der Gezeitentafeln 2027 mit mittleren Höhen, Zeitzone und Tidenkurve sowie einige Anschlussorte als Beispiele. Weitere Anschlussorte trägt man aus Teil II der Tafeln selbst ein.

   Einmalige Datenbereitstellung: Der Datenbestand BSH 2027 wird nur einmalig bereitgestellt, damit die nachgezeichneten Tidenkurven mitgeliefert werden können. Ein jährliches Update der Daten gibt es nicht. Neue Ausgaben pflegt man selbst: Das ⋯-Menü kopiert den Bestand in ein neues Jahr, danach gleicht man ihn mit den neuen Gezeitentafeln ab.

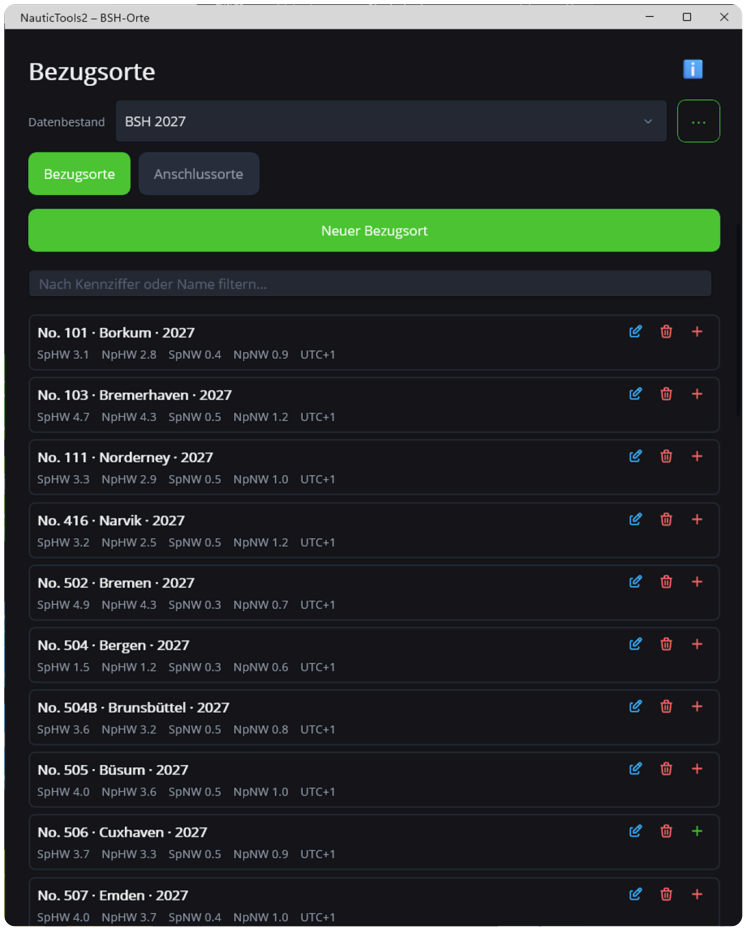


Abbildung 30.3 BSH-Orte: Bezugs- und Anschlussorte, nach Datenbestand getrennt.

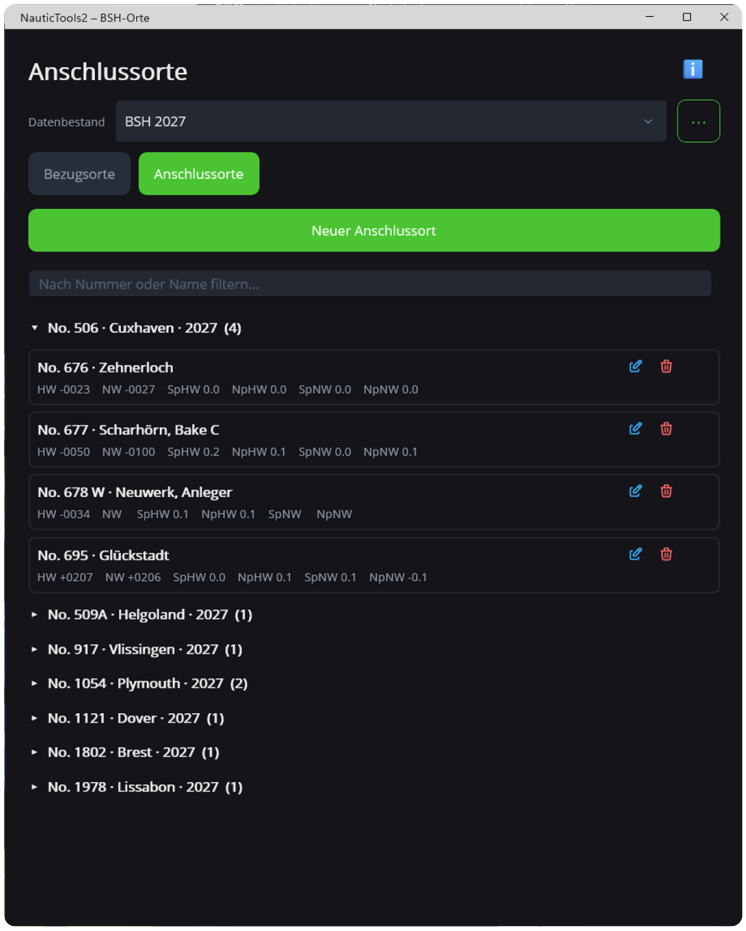


Abbildung 30.4 Anschlussorte mit ihren Unterschieden, nach Bezugsort gruppiert.

2. **Ort wählen**
   In **Gezeiten BSH** über die Hafensuche einen Namen oder eine Nummer eingeben. Ein Anschlussort setzt seinen Bezugsort gleich mit.

3. **Tafelwerte eintragen**
   Datum wählen und Uhrzeit und Höhe der Hoch- und Niedrigwasser aus der Tafel eintragen, in der Zeitzone des Bezugsorts. Die Werte des Anschlussorts erscheinen schon während der Eingabe.

4. **Zielzeit oder Mindesthöhe**
   Eine Zielzeit ergibt die Wasserhöhe, zum Beispiel „4,06 m um 16:00 UTC+2“. Eine Mindesthöhe ergibt das Zeitfenster, zum Beispiel „mindestens 5,00 m von 07:43 bis 12:47 und ab 19:56 UTC“. Mit dem Schieberegler lässt sich an der Kurve entlangfahren.

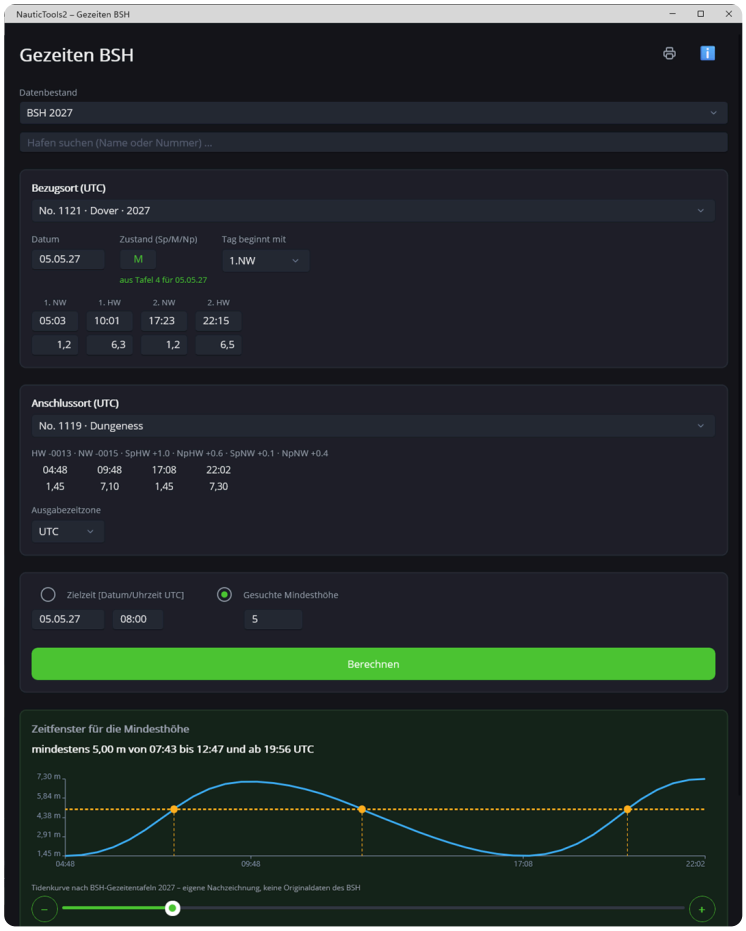


Abbildung 30.5 Das Zeitfenster für eine Mindesthöhe mit den Schnittpunkten an der Kurve.

5. **Speichern und drucken**
   Aufgaben gehören zum gewählten Datenbestand. Das Rechenprotokoll enthält Eingaben, Ergebnis und Diagramm.

30.7 Neue Jahrgänge

Über das Menü ⋯ neben dem Datenbestand lässt sich BSH 2027 in ein neues Jahr kopieren. Alle Einträge der Kopie gelten als ungeprüft, bis sie mit den neuen Gezeitentafeln verglichen sind. Rechnet man damit, trägt das Ergebnis eine rote Warnung. Die Tidenkurven gelten über die Kennziffer weiter.

30.8 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Rechnung lässt sich als Protokoll drucken oder als PDF speichern, mit Eingaben, Tidenkurve und Ergebnis.



Gezeiten BSH

NauticTools2 – Protokoll vom 06.11.2026, 08:18 Uhr

Eingaben

Bezugsort	No. 1121 · Dover · 2027
Anschlussort	No. 1119 · Dungeness
Datum	05.05.27
Zustand (Sp/M/Np)	Mittzeit
1. NW	05:03 UTC, 1,2 m
1. HW	10:01 UTC, 6,3 m
2. NW	17:23 UTC, 1,2 m
2. HW	22:15 UTC, 6,5 m
Gesuchte Mindesthöhe	5 m

Gezeiten BSH

Ergebnis

Zeitfenster für die Mindesthöhe	mindestens 5,00 m von 07:43 bis 12:47 und ab 19:56 UTC

Näherungsberechnung für Ausbildung und Planung – nicht für die Navigation. Maßgeblich sind die amtlichen Gezeitentafeln.

Abbildung 30.6 Das Druckprotokoll der Aufgabe Dungeness mit Mindesthöhe.

30.9 Häufige Fragen

Welche Orte sind enthalten?

Alle 38 Bezugsorte der BSH-Gezeitentafeln 2027, von der Deutschen Bucht über die Niederlande, Großbritannien und Irland, Frankreich, Spanien, Portugal und Gibraltar bis Norwegen. Anschlussorte lassen sich aus Teil II der Tafeln ergänzen.

Was ist der Unterschied zwischen Bezugsort und Anschlussort?

Für Bezugsorte nennt die Tafel jedes Hoch- und Niedrigwasser. Ein Anschlussort hat keine eigene Vorhersage, seine Werte ergeben sich über Zeit- und Höhenunterschiede aus einem Bezugsort.

Brauche ich die Gezeitentafeln trotzdem?

Ja. Zeiten und Höhen des Tages trägt man aus den Gezeitentafeln ein. NauticTools2 rechnet damit die Wasserhöhe oder das Zeitfenster zwischen diesen Punkten.

Nicht für die Navigation: Alle Gezeitenwerte sind Näherungsberechnungen für Ausbildung, Prüfungsvorbereitung und Törnplanung. Nachgezeichnete Tidenkurven und Rechenverfahren weichen von der tatsächlichen Gezeit ab, Wind und Luftdruck verändern sie zusätzlich. Maßgeblich für die Navigation sind die amtlichen Gezeitentafeln.

30.10 Siehe auch

- **Gezeiten ATT** (Kapitel 31) – Gezeitenrechnung nach den Admiralty Tide Tables
- **Alter der Gezeit** (Kapitel 28) – Spring-, Mitt- oder Nippzeit zu einem Datum
- **Wassertiefe** (Kapitel 29) – Wassertiefe aus Kartentiefe und Höhe der Gezeit

TEIL III · GEZEITEN

31 Gezeiten ATT

Gezeitenrechnung nach den Admiralty Tide Tables – Tidal Prediction Form und Passieren einer Barre

NauticTools2 leitet Hoch- und Niedrigwasser eines **Secondary Port** nach dem britischen Verfahren der **Admiralty Tide Tables (ATT)** aus der Tagesvorhersage eines Standard Port ab, stellt das Ergebnis im Aufbau des **Tidal Prediction Form** dar und beantwortet danach die Frage, die an Bord zählt: Wie viel Wasser steht zu einer bestimmten Zeit – und von wann bis wann reicht es für meinen Tiefgang?

ATT 2027 | Standard und Secondary Ports | Seasonal Changes | Tidal Prediction Form | Tidenkurven | Rechenweg



Abbildung 31.1 Das ausgefüllte Tidal Prediction Form, darunter die Tidenkurve mit dem Ergebnis der Aufgabe.

31.1 Was bedeutet Gezeitenrechnung nach ATT?

Die Admiralty Tide Tables geben tägliche Vorhersagen nur für wenige große Häfen an, die **Standard Ports**. Für alle anderen Häfen, die **Secondary Ports**, stehen in Part II Zeit- und Höhenunterschiede zu einem Standard Port. Wer die Gezeit an einem Secondary Port braucht, rechnet also die Tagesvorhersage

des Standard Port um. Die Höhe zwischen Hoch- und Niedrigwasser liest man anschließend an der mittleren Spring- und Nippkurve des Standard Port ab.

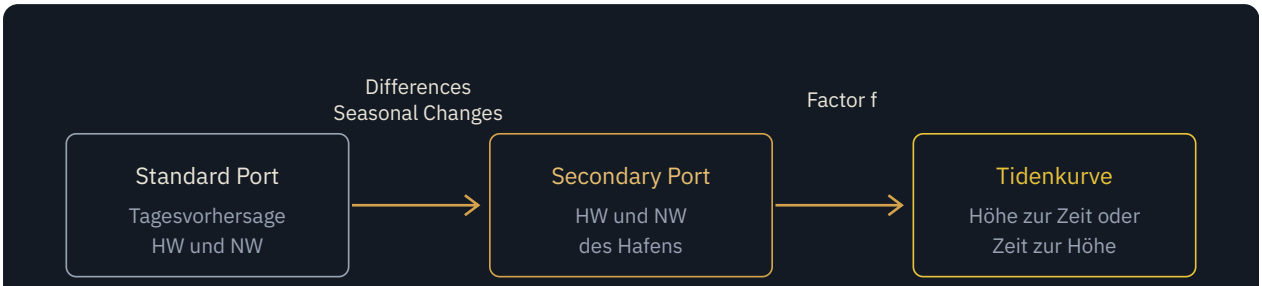


Abbildung 31.2 Der Weg der Rechnung, in derselben Reihenfolge wie im Formular.

31.2 Wann braucht man das?

- **Ansteuerung mit Barre oder Schwelle:** Von wann bis wann steht genug Wasser für den eigenen Tiefgang?
- **Liegeplatz und Schleuse:** Hoch- und Niedrigwasser eines Hafens, für den es keine eigene Tagesvorhersage gibt.
- **Törnplanung:** Abfahrts- und Ankunftszeiten auf die Tide abstimmen, auch in Bordzeit.
- **Kontrolle der eigenen Rechnung:** Der Rechenweg zeigt jeden Schritt, so lässt sich eine Rechnung auf Papier Zeile für Zeile vergleichen.

31.3 Rechenweg

```
H = LWH + (HWH − LWH) · f
```

- **H** – gesuchte Höhe der Gezeit über Kartennull
- **HWH, LWH** – Hoch- und Niedrigwasserhöhe am Secondary Port
- **f** – Factor von der Tidenkurve, abgelesen mit dem Abstand der Zeit zum Hochwasser

Gerechnet wird in der Reihenfolge des Formulars, genau so zeigt es der Rechenweg in NauticTools2:

1. **Status**
   Vom Neu- oder Vollmond, der dem Hochwasser am nächsten liegt, zählt die Springverspätung bis zur Mitte der Springzeit. Bis 2 Tage Abstand gilt Springs, bis 5 Tage Mean, darüber Neaps.
2. **Seasonal Changes**
   Die saisonale Änderung des Standard Port wird von seiner Höhe abgezogen, die des Secondary Port am Ende addiert. Es gilt der Wert des nächstgelegenen Monatsanfangs.
3. **Zeitdifferenzen**
   Liegt die Uhrzeit zwischen zwei Zeitköpfen aus Part II, wird die Differenz gleichmäßig aufgeteilt und auf ganze Minuten gerundet.

4. **Höhendifferenzen**
   Sie richten sich danach, wo die korrigierte Höhe zwischen Nipp- und Springpegel liegt, und werden auf 0,1 m gerundet.
5. **Höhe oder Zeit an der Tidenkurve**
   Zwischen Spring- und Nippkurve wird nach der Range am Standard Port gewichtet, dann wird der Factor abgelesen.

31.4 Beispiel, Schritt für Schritt

> **Scharhorn, Beacon C (No. 1437a), bezogen auf Cuxhaven (No. 1438), am 07.07.27. Die Tagesvorhersage für Cuxhaven nennt HW 15:27 mit 3,9 m und LW 22:36 mit 0,2 m, Zone UTC+1. Wie hoch steht das Wasser um 16:00 Bordzeit (UT+2)?**
>
> ```
> Status: Neumond 04.07.27 + 3 Tage = Springs
> Seasonal Change (1. Juli): Standard Port 0,0 m, Secondary Port −0,1 m
> HW: 15:27 − 45 min = 14:42 · 3,9 + 0,2 − 0,1 = 4,0 m
> LW: 22:36 − 62 min = 21:34 · 0,2 − 0,1 − 0,1 = 0,0 m
> Zielzeit: 16:00 UT+2 = 15:00 UTC+1, also 18 min nach HW
> Factor an der Tidenkurve: f = 0,993
> H = 0,0 + (4,0 − 0,0) · 0,993 ≈ 3,97 m
> ```

Diese Aufgabe ist in NauticTools2 gespeichert und lässt sich über **Laden** öffnen.

31.5 Worauf man achten sollte

- **Zeitzone:** Die Uhrzeiten des Standard Port stehen in der Zone seiner Tafel, weil sich die Zeitköpfe darauf beziehen. Bordzeit stellt man unter **Time on Board** ein.
- **Felder mit § oder ⊙:** Hier gibt das Buch keinen Wert an. NauticTools2 rechnet dann nicht mit 0 weiter, sondern meldet das.
- **Grenzen der Kurven:** Liegt die Steig- oder Falldauer außerhalb von 5 bis 7 Stunden oder gibt es Flachwasser-Korrekturen, verlangen die Tide Tables die **Simplified Harmonic Method** (Kapitel 32). Das Werkzeug weist darauf hin.
- **Seasonal Changes:** Mitgeliefert ist nur ein Teil der Bereiche. Fehlt einer, erscheint ein roter Hinweis mit der Nummer. Dann den Bereich aus dem Buch ergänzen oder den Wert von Hand eintragen.
- **Poole und Solent:** Poole Harbour und die Solent-Häfen sind noch nicht hinterlegt, weil sich ihre Tidenkurven auf das Niedrigwasser beziehen.
- **Nachgezeichnete Kurven:** Die Tidenkurven sind eine eigene Nachzeichnung nach den Admiralty Tide Tables, keine Originalkurven des UKHO. Kleine Abweichungen vom Original sind möglich.

31.6 So geht es in NauticTools2

1. **Häfen in „ATT Ports“ prüfen oder anlegen**
   Die Kachel **ATT Ports** enthält die Stammdaten in fünf Reitern: Standard Ports, Secondary Ports, Seasonal Changes, SHM Ports und Übungspakete. Der Datenbestand **ATT 2027** kommt mit der App: die Standard Ports aus Table V mit Pegeln, Springverspätung, Zeitzone und Zeitköpfen sowie 145

nachgezeichnete Tidenkurven europäischer Häfen. Einige Secondary Ports sind als Beispiele dabei, weitere trägt man aus Part II selbst ein.

Einmalige Datenbereitstellung: Der Datenbestand ATT 2027 wird nur einmalig bereitgestellt, damit die nachgezeichneten Tidenkurven mitgeliefert werden können. Ein jährliches Update der Daten gibt es nicht. Neue Jahrgänge pflegt man selbst, wie unter „Neue Jahrgänge und Übungsdaten“ beschrieben.

Empfohlener Ablauf: Erst die Stammdaten vollständig anlegen, dann rechnen.

1. **Standard Port** prüfen oder anlegen.
2. **Secondary Port** aus Part II anlegen und dem Standard Port zuordnen.
3. **Seasonal Changes** für die Nummernbereiche beider Häfen anlegen, falls sie noch fehlen.
4. Erst danach das Werkzeug **Gezeiten ATT** öffnen.

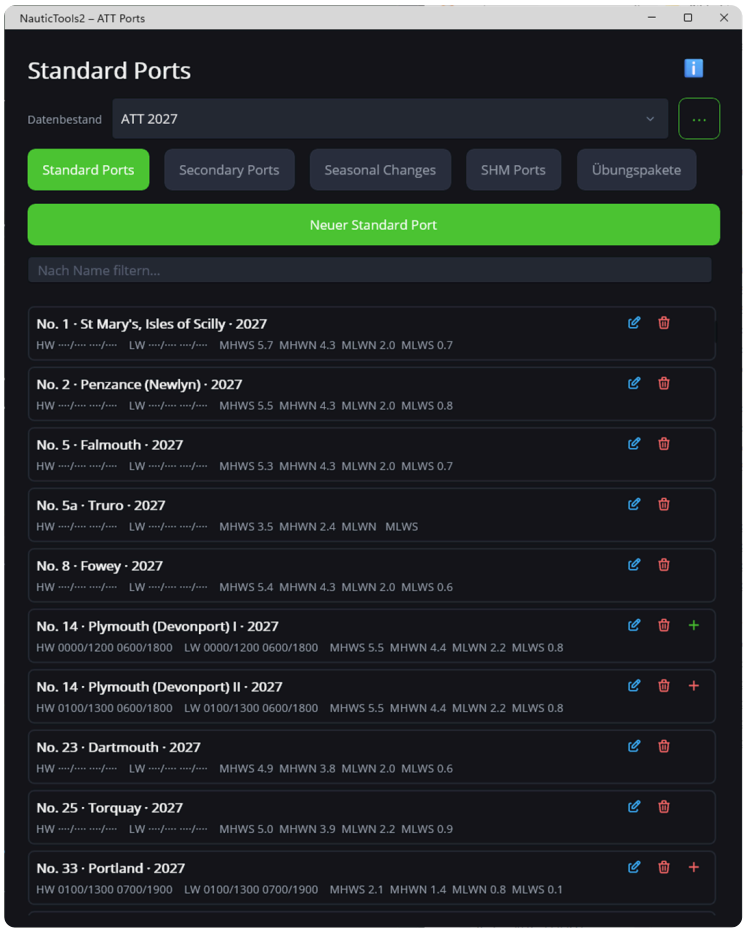


Abbildung 31.3 ATT Ports: alle Stammdaten an einer Stelle, nach Datenbestand getrennt.

2. **Hafen suchen**
   In **Gezeiten ATT** oben den Namen oder die Nummer eingeben. Ein Treffer wählt Secondary Port und Standard Port gleichzeitig aus, auch bei Häfen, die im Buch in Abschnitte (I, II) mit eigenen Zeitköpfen geteilt sind.

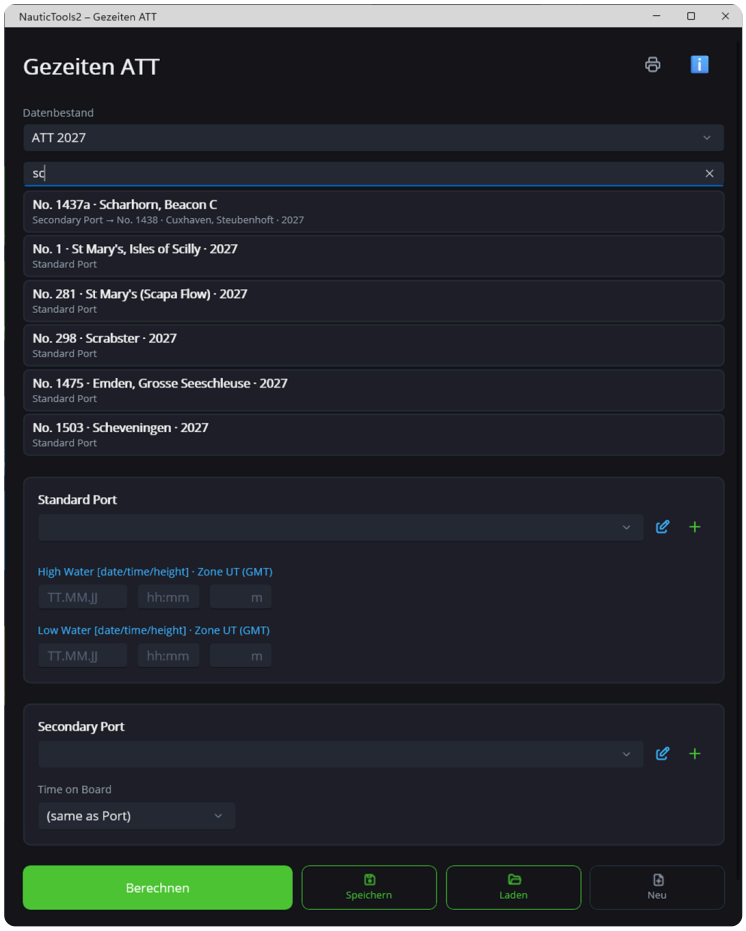


Abbildung 31.4 Die Suche findet Secondary und Standard Ports über Name oder Nummer.

3. **Tagesvorhersage eintragen**
   Datum, Uhrzeit und Höhe von Hoch- und Niedrigwasser des Standard Port eintragen. Das erste Datum wird in die übrigen leeren Felder übernommen. Die Seasonal Changes füllt die App aus der Verwaltung. Eingaben und Formular stehen bewusst auf Englisch und mit Dezimalpunkt, so wie im Buch.

4. **Tidal Prediction Form berechnen**
   Berechnen füllt das Formular: Kopf mit beiden Häfen, Status mit eingerahmtem Springs, Mean oder Neaps und die Zeilen von Standard Port bis Duration.

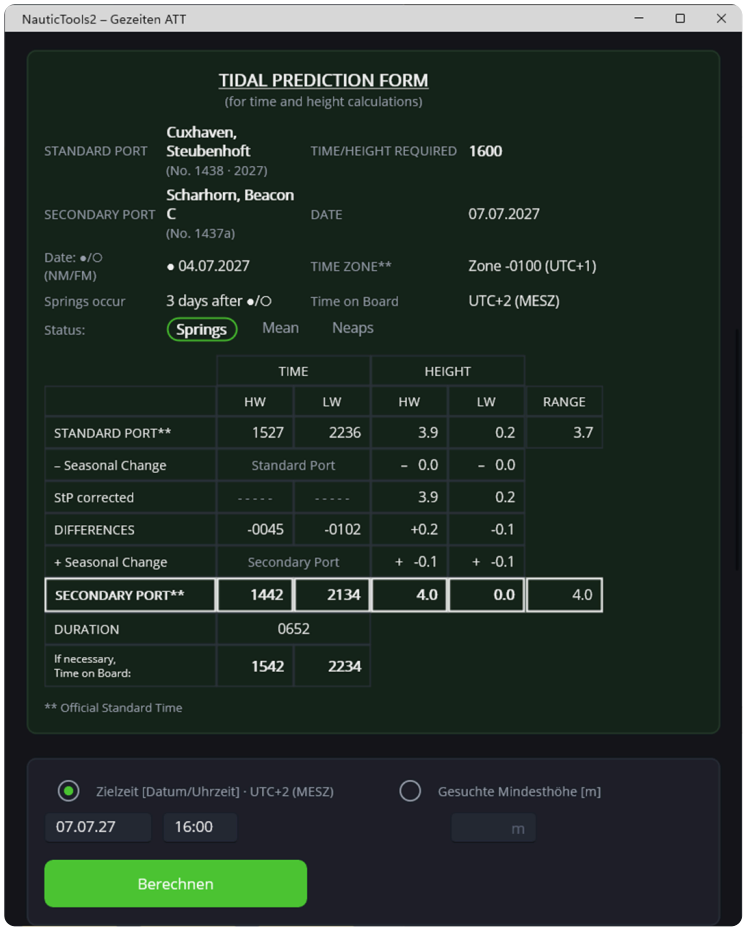


Abbildung 31.5 Das Tidal Prediction Form mit allen Zeilen.

5. **Passieren einer Barre**
   Erst danach erscheint dieser Block, denn wie in den Instructions der Tide Tables kommt zuerst die Gezeitenrechnung. Wählbar sind die **Wasserhöhe zu einer Zielzeit** oder das **Zeitfenster einer Mindesthöhe**. Mit dem Schieberegler unter der Tidenkurve lässt sich die Zeit verschieben oder eine Höhe ablesen.



Abbildung 31.6 Zeitfenster für eine Mindesthöhe an der nachgezeichneten Tidenkurve.

6. **Rechenweg, Drucken und Speichern**
   Unter **Rechenweg** steht jeder Zwischenschritt. Das Druckprotokoll enthält Formular, Kurve und Rechenweg. **Speichern** legt Häfen, Tageswerte und Aufgabe im gewählten Datenbestand ab.

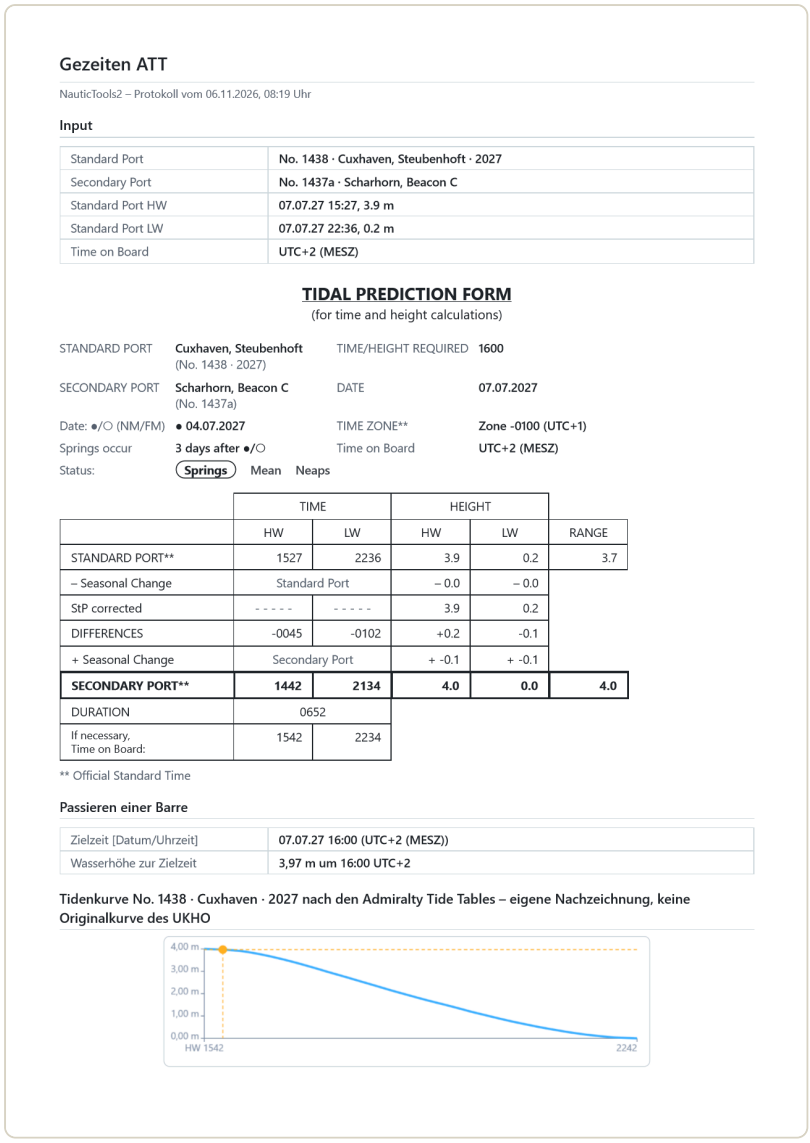
31.7 Neue Jahrgänge und Übungsdaten

Standard Ports, Secondary Ports, Seasonal Changes und gespeicherte Aufgaben gehören immer zu einem **Datenbestand**, so mischen sich Jahrgänge nicht. Über das Menü ⋯ lässt sich zum Beispiel ATT 2027 in ein neues Jahr kopieren. Die Kopie gilt zunächst als ungeprüft, bis sie mit dem neuen Buch verglichen ist. Rechnet man damit, trägt das Ergebnis einen roten Hinweis.

Unter **Übungspakete** stehen fertige Datensätze bereit: die Auszüge der ATT 2005 aus dem DSV-Begleitheft und der RYA Training Almanac. Jedes Paket bekommt einen eigenen Datenbestand und lässt sich wieder entfernen.

31.8 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Rechnung lässt sich als Protokoll drucken oder als PDF speichern, mit Eingaben, ausgefülltem Tidal Prediction Form, Ergebnis, Tidenkurve und vollständigem Rechenweg.



Gezeiten ATT

NauticTools2 – Protokoll vom 06.11.2026, 08:19 Uhr

Input

Standard Port	No. 1438 · Cuxhaven, Steubenhoft · 2027
Secondary Port	No. 1437a · Scharhorn, Beacon C
Standard Port HW	07.07.27 15:27, 3.9 m
Standard Port LW	07.07.27 22:36, 0.2 m
Time on Board	UTC+2 (MESZ)

TIDAL PREDICTION FORM

(for time and height calculations)

STANDARD PORT	Cuxhaven, Steubenhoft (No. 1438 · 2027)	TIME/HEIGHT REQUIRED	1600
SECONDARY PORT	Scharhorn, Beacon C (No. 1437a)	DATE	07.07.2027
Date: ●/○ (NM/FM)	● 04.07.2027	TIME ZONE**	Zone -0100 (UTC+1)
Springs occur	3 days after ●/○	Time on Board	UTC+2 (MESZ)
Status:	Springs Mean Neaps		

	TIME		HEIGHT		
	HW	LW	HW	LW	RANGE
STANDARD PORT**	1527	2236	3.9	0.2	3.7
– Seasonal Change	Standard Port		– 0.0	– 0.0	
StP corrected	- - - - -	- - - - -	3.9	0.2	
DIFFERENCES	-0045	-0102	+0.2	-0.1	
+ Seasonal Change	Secondary Port		+ -0.1	+ -0.1	
SECONDARY PORT**	**1442**	**2134**	**4.0**	**0.0**	**4.0**
DURATION	0652				
If necessary, Time on Board:	1542	2234			

** Official Standard Time

Passieren einer Barre

Zielzeit [Datum/Uhrzeit]	07.07.27 16:00 (UTC+2 (MESZ))
Wasserhöhe zur Zielzeit	3,97 m um 16:00 UTC+2

Tidenkurve No. 1438 · Cuxhaven · 2027 nach den Admiralty Tide Tables – eigene Nachzeichnung, keine Originalkurve des UKHO

Abbildung 31.7 Das Druckprotokoll des Beispiels Scharhorn, Beacon C.

31.9 Häufige Fragen

Was ist der Unterschied zwischen Standard Port und Secondary Port?

Für Standard Ports nennen die Admiralty Tide Tables tägliche Vorhersagen. Für Secondary Ports stehen nur Zeit- und Höhenunterschiede zu einem Standard Port in Part II, ihre Gezeit wird daraus berechnet.

Muss ich die Häfen selbst eintragen?

Die Standard Ports der ATT 2027 und 145 Tidenkurven europäischer Häfen sind in der App enthalten. Secondary Ports trägt man aus Part II selbst ein, einige sind als Beispiele dabei.

Brauche ich die Admiralty Tide Tables trotzdem?

Ja. Die Tagesvorhersage des Standard Port und die Differenzen der Secondary Ports stammen aus dem Buch. NauticTools2 übernimmt die Rechnung und zeigt jeden Schritt.

Nicht für die Navigation: Alle Gezeitenwerte sind Näherungsberechnungen für Ausbildung, Prüfungsvorbereitung und Törnplanung. Nachgezeichnete Tidenkurven und Rechenverfahren weichen von der tatsächlichen Gezeit ab, Wind und Luftdruck verändern sie zusätzlich. Maßgeblich für die Navigation sind die amtlichen Gezeitentafeln.

31.10 Siehe auch

- **Gezeiten BSH** (Kapitel 30) – Wasserhöhe nach dem Verfahren der deutschen BSH-Gezeitentafeln
- **Simplified Harmonic Method** (Kapitel 32) – Höhe der Gezeit aus harmonischen Konstanten
- **Wassertiefe** (Kapitel 29) – Wassertiefe aus Kartentiefe und Höhe der Gezeit

TEIL III · GEZEITEN

32 Simplified Harmonic Method

Simplified Harmonic Method – Höhe der Gezeit aus harmonischen Konstanten

Die **Simplified Harmonic Method of Tidal Prediction** aus den Admiralty Tide Tables berechnet die Höhe der Gezeit zu einer beliebigen Zeit direkt aus den **harmonischen Konstanten** eines Hafens, ganz ohne Standard Port und Tidenkurve. NauticTools2 bildet die **Formulare A und B** Zeile für Zeile nach und rechnet die Werte von Table VII selbst aus.

Part III | Harmonische Konstanten | M2 · S2 · K1 · O1 | Table VII | Formular A und B | Stundentakt

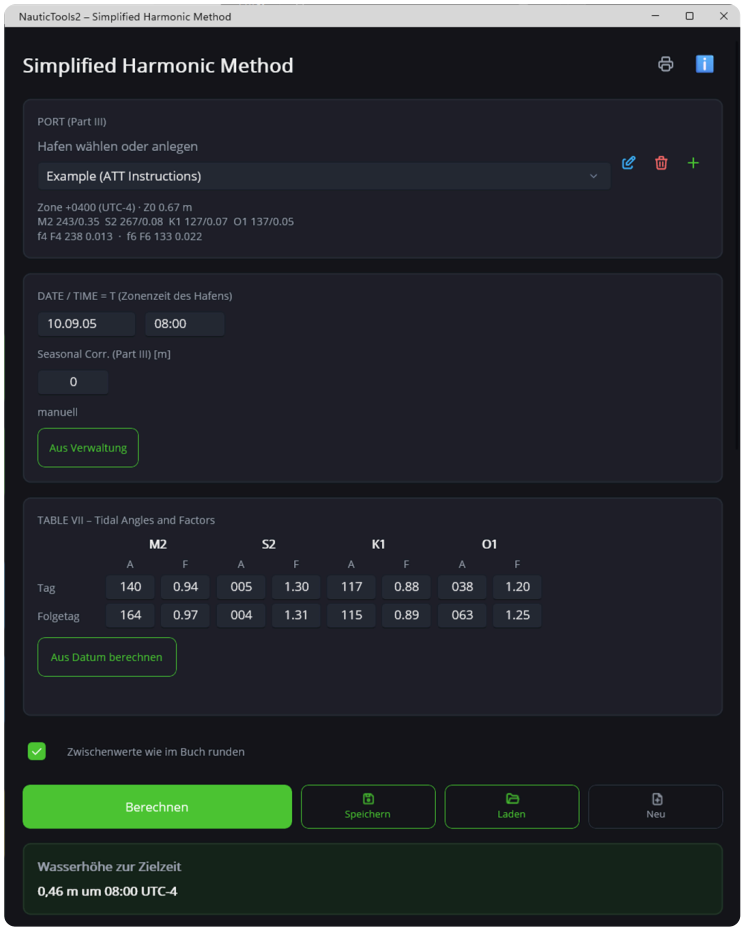


Abbildung 32.1 Simplified Harmonic Method mit Hafen, Datum, Table VII und Ergebnis.

32.1 Was ist die Simplified Harmonic Method?

Die Gezeit lässt sich als Summe einzelner Schwingungen beschreiben, der **Tiden**. Jede hat in einem Hafen eine eigene Amplitude **H** und eine eigene Phase **g**: die harmonischen Konstanten aus Part III der Tide Tables. Die vereinfachte Methode nimmt die vier Haupttiden **M2, S2, K1 und O1**, dazu zwei Flachwasser-Glieder. Table VII liefert für jeden Tag die astronomischen Werte, mit denen die Schwingungen zur gesuchten Zeit stehen.

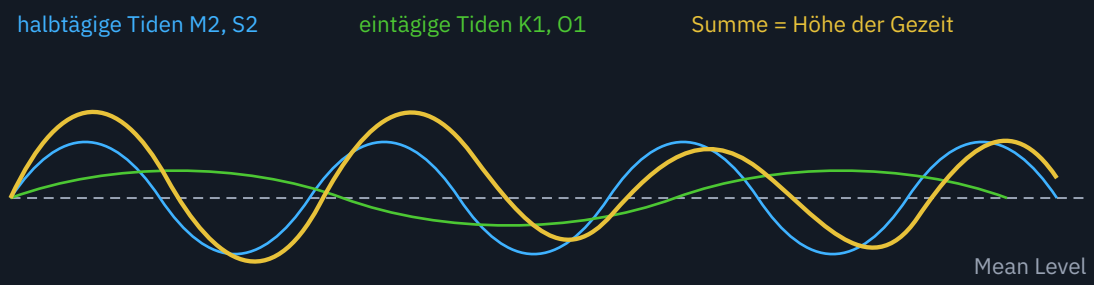


Abbildung 32.2 Schematische Darstellung: Die Höhe der Gezeit ist der Mean Level plus die Summe der Schwingungen.

32.2 Wann braucht man das?

- **Häfen in Part III:** Für viele Häfen stehen in den Tide Tables nur harmonische Konstanten, keine täglichen Vorhersagen.
- **Wenn die Standardkurven nicht gelten:** Die Tide Tables verlangen das Verfahren bei Flachwasser-Korrekturen (f4, F4, f6, F6) und bei einer Steig- oder Falldauer außerhalb von 5 bis 7 Stunden.
- **Unterricht und Kontrolle:** Jede Zeile der Formulare ist sichtbar und lässt sich mit einer Rechnung von Hand vergleichen.

32.3 Rechenweg

```
Höhe = ML + Seasonal + K1 + O1 + R + D4 + D6
```

- **ML** – Mean Level des Hafens (Z_0 oder bei Kennzeichen w der Wert aus Table VI)
- **Seasonal** – saisonale Korrektur
- **K1, O1** – Beiträge der eintägigen Tiden
- **R** – Beitrag der halbtägigen Tiden, als Vektor aus M2 und S2
- **D4, D6** – Flachwasser-Glieder

1. **Formular A (Zeilen 1–16)**
   Gilt für den ganzen Tag: Mean Level, A1 und A2 aus Table VII, die stündlichen Änderungen p/24, A1 + g und die Faktoren F.
2. **Formular B (Zeilen 17–40)**
   Rechnet die Höhe für eine Uhrzeit: Winkel θ, Ft, die Beiträge der Tiden, den halbtägigen Vektor R und die Flachwasser-Glieder. Zeile 40 ist die Summe.
3. **Stundentakt**
   Wie Anmerkung 1 der Instructions empfiehlt, rechnet das Werkzeug auch die Stunden von T−3 h bis T+3 h. So zeigt sich der Verlauf der Tide rund um die gesuchte Zeit.

32.4 Beispiel, Schritt für Schritt

> **Das Beispiel aus den Instructions der Tide Tables: Hafen „Example“, 10. September 2005, 08:00 Zonenzeit. Mean Level 0,67 m, Seasonal Correction 0,0 m. Wie hoch ist die Gezeit?**
>
> ```
> Mean Level = 0,670 m
> K1 = −0,034 m
> O1 = +0,028 m
> R (Vektor aus M2 und S2) = −0,203 m
> D4 und D6 = −0,002 m
> Summe, Zeile 40 ≈ 0,46 m
> ```

Dieses Beispiel ist in NauticTools2 als „Example (ATT Instructions)“ enthalten, zusammen mit Beispielen für Bermuda und Dover.

32.5 Worauf man achten sollte

- **Table VII:** Die App rechnet die Werte selbst aus. Gegenüber der gedruckten Tabelle weichen sie höchstens in der letzten Stelle ab (1° bzw. 0,01). Selbst eingetragene Werte überschreibt sie nicht. Passen sie nicht mehr zum Datum, ist die Rechnung gesperrt, bis sie stimmen.
- **Kennzeichen w:** Bei großen Halbmonats-Schwankungen gilt statt Z_0 der Mean Level aus Table VI. Das Werkzeug zeigt, wie viele Tage der gewählte Tag vor oder nach Springs liegt.
- **Kennzeichen v:** Bei großen jahreszeitlichen Schwankungen stehen in Part III Monatswerte von H oder g. Den Wert des Monats trägt man bei der Rechnung ein.
- **Seasonal Correction:** Das Feld wird aus den Seasonal Changes unter **ATT Ports** vorbelegt. Gibt es keinen passenden Bereich, erscheint ein roter Hinweis.
- **Rundung:** Mit dem Haken „Zwischenwerte wie im Buch runden“ rundet jede Zeile wie im Formular. Ohne Haken rechnet das Werkzeug ohne Zwischenrundung.

32.6 So geht es in NauticTools2

1. **Hafen wählen oder anlegen**
   In der Kachel **Simplified Harmonic Method** einen Hafen wählen oder mit + anlegen: Name, Nummer aus Part III, Zeitzone, Z_0, die Konstanten H und g für M2, S2, K1 und O1 sowie f4/F4 und f6/F6. Dieselbe Liste steht unter **ATT Ports** im Reiter SHM Ports. Wo Part III ⊙ zeigt, bleibt das Feld leer.
2. **Datum und Uhrzeit eingeben**
   Die Uhrzeit gilt in der Zonenzeit des Hafens. Table VII füllt sich mit dem Datum von selbst. Sie ist aufgebaut wie im Buch, je Tag eine Zeile, je Tide die Spalten A und F.

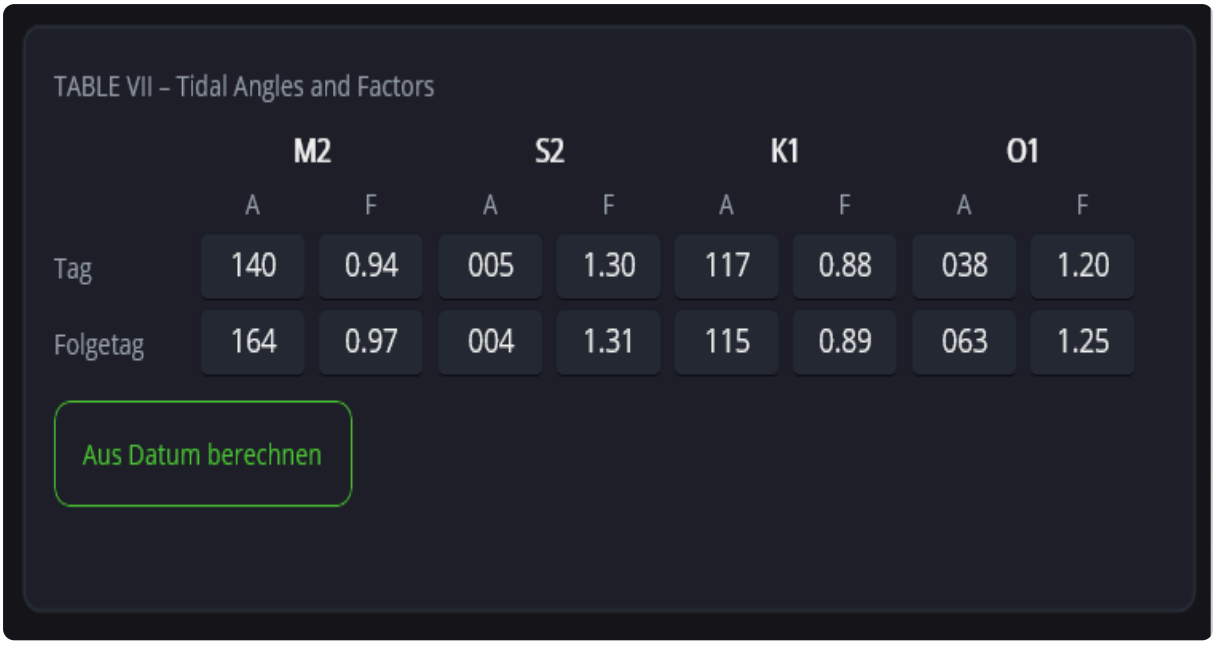


Abbildung 32.3 Table VII, aus dem Datum berechnet und aufgebaut wie im Buch.

3. Berechnen

Oben steht die Höhe zur Zeit T, darunter folgen die Formulare A und B und die Höhen im Stundentakt, die gesuchte Zeit ist hervorgehoben.

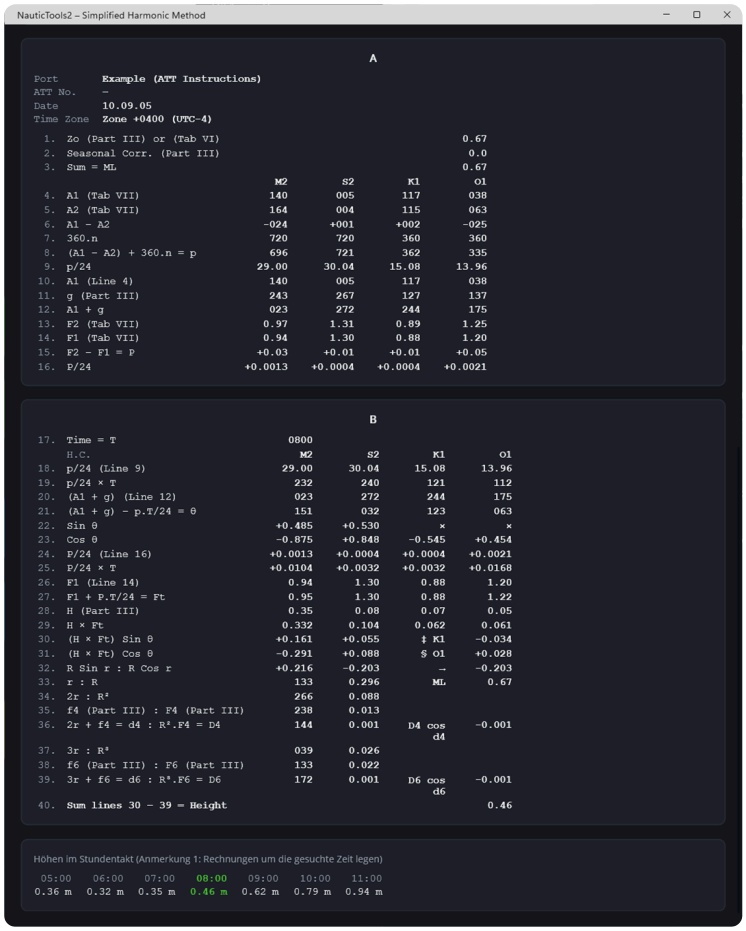
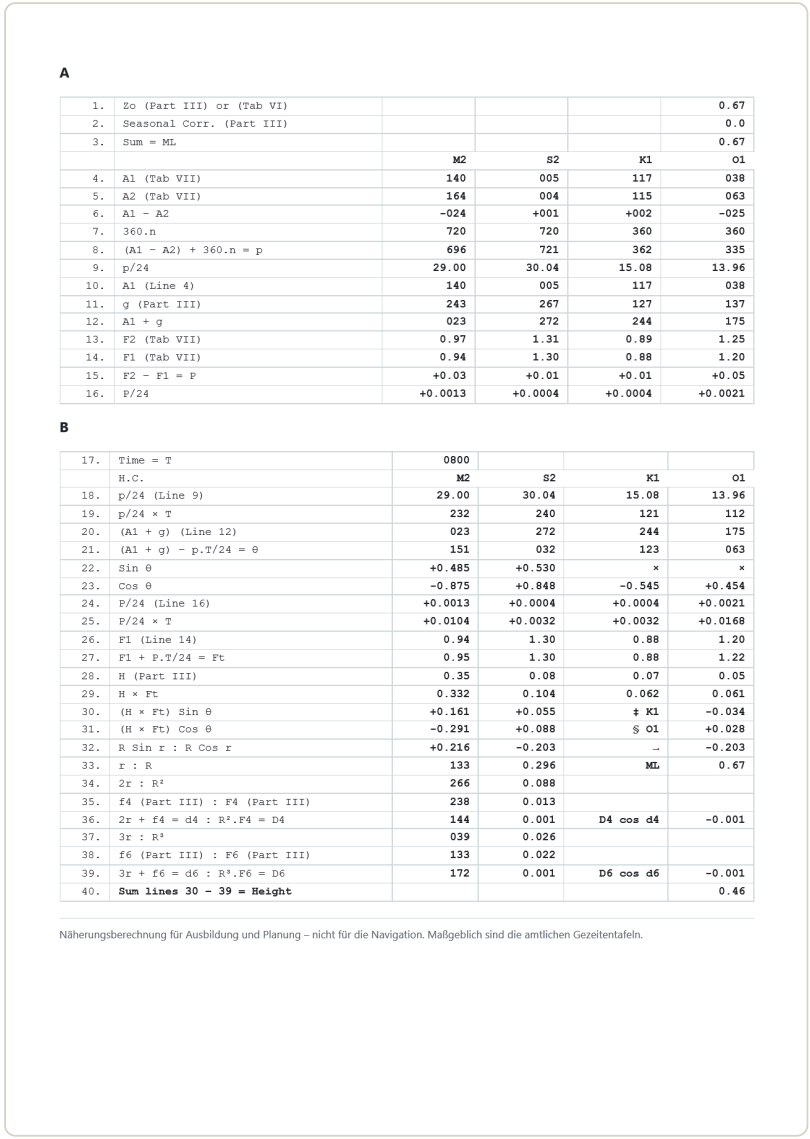


Abbildung 32.4 Die Formulare wie in den Tide Tables, mit einer Spalte je Stunde.

4. **Speichern und drucken**
   Gespeichert werden Hafen, Datum, Uhrzeit, Table VII und die Tageswerte. Das Protokoll enthält Eingaben, Ergebnis, beide Formulare und den Stundentakt.

32.7 Rechenprotokoll zum Ausdrucken

Jede Rechnung lässt sich als Protokoll drucken oder als PDF speichern. Seite 1 enthält Eingaben, Ergebnis und die Höhen im Stundentakt, Seite 2 die Formulare A und B.



A

1.	Zo (Part III) or (Tab VI)				0.67
2.	Seasonal Corr. (Part III)				0.0
3.	Sum = ML				0.67
		M2	S2	K1	O1
4.	A1 (Tab VII)	140	005	117	038
5.	A2 (Tab VII)	164	004	115	063
6.	A1 − A2	−024	+001	+002	−025
7.	360.n	720	720	360	360
8.	(A1 − A2) + 360.n = p	696	721	362	335
9.	p/24	29.00	30.04	15.08	13.96
10.	A1 (Line 4)	140	005	117	038
11.	g (Part III)	243	267	127	137
12.	A1 + g	023	272	244	175
13.	F2 (Tab VII)	0.97	1.31	0.89	1.25
14.	F1 (Tab VII)	0.94	1.30	0.88	1.20
15.	F2 − F1 = P	+0.03	+0.01	+0.01	+0.05
16.	P/24	+0.0013	+0.0004	+0.0004	+0.0021

B

17.	Time = T	0800			
	H.C.	M2	S2	K1	O1
18.	p/24 (Line 9)	29.00	30.04	15.08	13.96
19.	p/24 × T	232	240	121	112
20.	(A1 + g) (Line 12)	023	272	244	175
21.	(A1 + g) − p.T/24 = θ	151	032	123	063
22.	Sin θ	+0.485	+0.530	×	×
23.	Cos θ	−0.875	+0.848	−0.545	+0.454
24.	P/24 (Line 16)	+0.0013	+0.0004	+0.0004	+0.0021
25.	P/24 × T	+0.0104	+0.0032	+0.0032	+0.0168
26.	F1 (Line 14)	0.94	1.30	0.88	1.20
27.	F1 + P.T/24 = Ft	0.95	1.30	0.88	1.22
28.	H (Part III)	0.35	0.08	0.07	0.05
29.	H × Ft	0.332	0.104	0.062	0.061
30.	(H × Ft) Sin θ	+0.161	+0.055	‡ K1	−0.034
31.	(H × Ft) Cos θ	−0.291	+0.088	§ O1	+0.028
32.	R Sin r : R Cos r	+0.216	−0.203	→	−0.203
33.	r : R	133	0.296	ML	0.67
34.	2r : R²	266	0.088		
35.	f4 (Part III) : F4 (Part III)	238	0.013		
36.	2r + f4 = d4 : R².F4 = D4	144	0.001	D4 cos d4	−0.001
37.	3r : R³	039	0.026		
38.	f6 (Part III) : F6 (Part III)	133	0.022		
39.	3r + f6 = d6 : R³.F6 = D6	172	0.001	D6 cos d6	−0.001
40.	**Sum lines 30 − 39 = Height**				0.46

Näherungsberechnung für Ausbildung und Planung – nicht für die Navigation. Maßgeblich sind die amtlichen Gezeitentafeln.

Abbildung 32.5 Seite 2 des Druckprotokolls mit den Formularen A und B.

32.8 Häufige Fragen

Brauche ich die gedruckte Table VII?

Nein. NauticTools2 berechnet die Werte aus dem Datum. Gegenüber dem Buch weichen sie höchstens in der letzten Stelle ab. Eigene Werte aus dem Buch lassen sich trotzdem eintragen.

Wie genau ist die Simplified Harmonic Method?

Sie ist eine Näherung mit vier Haupttiden und zwei Flachwasser-Gliedern. Ergebnisse können um einige Zentimeter bis Dezimeter von amtlichen Vorhersagen abweichen.

Worin unterscheidet sie sich von Gezeiten ATT?

Gezeiten ATT rechnet von einem Standard Port über Differenzen und Tidenkurven. Die Simplified Harmonic Method kommt ohne beides aus und nutzt die harmonischen Konstanten des Hafens selbst.

Nicht für die Navigation: Die Simplified Harmonic Method ist eine Näherung mit vier Haupttiden und zwei Flachwasser-Gliedern. Ergebnisse können um einige Zentimeter bis Dezimeter von amtlichen Vorhersagen abweichen. Für die Navigation sind die amtlichen Gezeitentafeln maßgeblich.

32.9 Siehe auch

- **Gezeiten ATT** (Kapitel 31) – Gezeitenrechnung mit Standard und Secondary Ports
- **Gezeiten BSH** (Kapitel 30) – Wasserhöhe nach dem Verfahren der deutschen BSH-Gezeitentafeln
- **Wassertiefe** (Kapitel 29) – Wassertiefe aus Kartentiefe und Höhe der Gezeit

TEIL IV

Daten weitergeben

Übungen und Stammdaten als Datenpakete austauschen.

TEIL IV · DATEN WEITERGEBEN

33 Datenpakete

Datenpakete – Übungen und Stammdaten gezielt weitergeben

Mit **Datenpaketen** stellen Sie in NauticTools2 genau die Daten zusammen, die andere brauchen – zum Beispiel die Wegpunkte, Bezugsorte und Aufgaben einer Übung – und geben sie als eine Datei weiter. Gedacht für **Lehrkräfte** an Hochschulen und Segelschulen, für Gruppen mit gemeinsamen Stammdaten und als **Sicherung**, um die eigenen Daten zwischen Windows und Android zu übertragen.

`Auswahl wie im Explorer` `Datei .nautictools` `Vorschau vor dem Import` `Neue Versionen` `Wieder entfernen` `Sicherung`

33.1 Was in ein Datenpaket kann

- Wegpunkte
- Ablenkungstabellen
- Gezeiten ATT: Standard Ports, Secondary Ports, Seasonal Changes und Tidenkurven
- Gezeiten BSH: Bezugsorte und Anschlussorte
- Gespeicherte Eingaben aller Werkzeuge – also fertig vorbereitete Aufgaben

Einstellungen wie Sprache, Darstellung oder Missweisung werden nicht übertragen.

33.2 Wie viele Pakete? – die Aufteilung planen

Bevor Sie das erste Paket erstellen, lohnt sich ein kurzer Gedanke dazu, wie Sie Ihren Stoff aufteilen. Jedes Paket erscheint bei den Studierenden als eigener Eintrag unter „Installierte Datenpakete“ und lässt sich für sich aktualisieren oder entfernen.

Ein Paket je Übung

Jede Aufgabe ist in sich abgeschlossen und kann nach der Übung wieder entfernt werden. Über ein Semester kommen bei den Studierenden aber schnell viele einzelne Dateien und Pakete zusammen.

Ein Paket je Semester oder Lehrveranstaltung

Die Studierenden erhalten zu Beginn ein Paket, etwa „Navigation WS 2026/27“, das Sie im Lauf des Semesters um neue Übungen ergänzen. Am Ende lässt es sich als Ganzes entfernen.

Ein Paket für den gesamten Navigationsstoff

Die Studierenden bekommen immer nur **eine** Datei. Sie pflegen darin alle Wegpunkte, Bezugsorte, Ablenkungstabellen und Aufgaben und verteilen sie über „Neue Version von …“ so oft wie nötig neu. Wer die neue Version einliest, hat automatisch den aktuellen Stand: Neue Aufgaben kommen dazu, korrigierte werden aktualisiert, gestrichene verschwinden – und was Studierende selbst geändert haben, bleibt erhalten.

Die Varianten lassen sich auch kombinieren, etwa ein dauerhaftes Paket mit den Stammdaten (Wegpunkte, Bezugsorte, Ablenkungstabellen) und zusätzlich einzelne Pakete für Prüfungsvorbereitung oder Sonderaufgaben.

33.3 Ein Paket erstellen

1. **Export öffnen**
   In den **Einstellungen** den Reiter **Daten** wählen und **Daten exportieren** antippen.
2. **Paket beschreiben**
   Unter **Paket** „Neues Paket“ wählen. Der **Paketname** ist das, was die Studierenden in der Vorschau und unter „Installierte Datenpakete“ sehen – für ein Paket, das lange gepflegt wird, eignet sich ein allgemeiner Name wie „Navigation WS 2026/27“ oder „Navigation – Gesamtstoff“, für eine einzelne Aufgabe ein konkreter wie „Übung 3 – Radarplotting“. Als **Absender** zum Beispiel Name und Hochschule oder Segelschule. Die **Beschreibung** erscheint vor dem Import: Hier passen Hinweise zur Aufgabe hin und bei späteren Versionen, was sich geändert hat, etwa „Version 3: Übung 7 ergänzt, Ablenkungstabelle korrigiert“.
3. **Daten auswählen**
   Jede Datenart steht in einem eigenen Block. Ein Häkchen am Block wählt alles darin aus, ein Tipp auf den Titel klappt ihn auf, dort lässt sich jeder Eintrag einzeln an- oder abwählen. Mit „Keine“ beginnt man bei einer leeren Auswahl.
4. **Exportieren**
   Unter Windows fragt NauticTools2 nach dem Speicherort, vorgeschlagen ist der Download-Ordner. Unter Android öffnet sich das Teilen-Menü, etwa für Mail, WhatsApp oder „In Dateien speichern“.
5. **Weitergeben**
   Die Datei mit der Endung **.nautictools** per E-Mail, Lernplattform (Moodle, Ilias …), Messenger oder USB-Stick verteilen. Der Dateiname spielt keine Rolle – Name, Absender und Inhalt stehen in der Datei selbst.

33.4 Ein Paket öffnen

1. **Datei öffnen**
   Unter Windows genügt ein Doppelklick auf die Datei, unter Android ein Tipp auf den Anhang in Mail oder Messenger. Fragt Android nach der App, „NauticTools2“ und am besten „Immer“ wählen. Alternativ: **Einstellungen → Daten → Daten importieren** und die Datei auswählen.

2. **Vorschau prüfen**
   NauticTools2 zeigt Paketname, Absender, Datum und Beschreibung und darunter alle enthaltenen Daten. Einträge, die es auf dem Gerät schon gibt, sind mit „vorhanden“ markiert. Was nicht übernommen werden soll, einfach abwählen.
3. **Importieren**
   Gibt es Einträge schon mit anderem Inhalt, fragt die App einmal, ob sie ersetzt werden sollen. Identische Einträge bleiben unangetastet. Zum Schluss steht da, was übernommen wurde.

Das Paket erscheint danach unter **Einstellungen → Daten → Installierte Datenpakete**.

33.5 Eine neue Version verteilen

Soll eine Übung ergänzt oder korrigiert werden, beim Export unter **Paket** „Neue Version von …“ wählen. Name, Absender, Beschreibung und die bisherige Auswahl werden übernommen; die Auswahl lässt sich anpassen. Beim Empfänger erkennt NauticTools2 das Update („Sie haben Version 1, diese Datei enthält Version 2“): Unveränderte Einträge werden aktualisiert, nicht mehr enthaltene entfernt – **eigene Änderungen bleiben immer erhalten**.

So funktioniert auch die Arbeit im Kollegium: Eine Kollegin ergänzt ein empfangenes Paket und exportiert es als neue Version, alle anderen spielen diese einfach ein.

33.6 Ein Paket wieder entfernen

Unter **Einstellungen → Daten → Installierte Datenpakete** steht bei jedem Paket „Entfernen“. Gelöscht wird nur, was das Paket mitgebracht hat und seither nicht verändert wurde. Einträge, die schon vorher auf dem Gerät waren, und eigene Änderungen bleiben stehen; die Meldung nennt, wie viele Einträge entfernt und wie viele behalten wurden. Eigene, auf dem Gerät erstellte Pakete erscheinen nicht in dieser Liste – so kann „Entfernen“ nie die eigenen Daten der Lehrkraft löschen.

33.7 Sicherung und Gerätewechsel

Unter **Paket** „Sicherung“ wählen: Dann sind automatisch alle Daten ausgewählt, und die Liste der installierten Datenpakete kommt mit. Die Sicherung dient zum Aufbewahren und zum Übertragen aller Daten zwischen den eigenen Geräten, zum Beispiel vom Windows-Rechner aufs Handy und zurück. Beim Einlesen werden vorhandene Daten **ergänzt, nicht gelöscht**, und die installierten Pakete stehen wieder einzeln in der Liste. Die Sicherung selbst erscheint nie als Paket.

33.8 Gut zu wissen

- Wie Sie Ihren Stoff auf Pakete aufteilen, lesen Sie oben unter „Wie viele Pakete?“.
- Die Endung **.nautictools** sollte erhalten bleiben, damit Doppelklick und „Öffnen mit“ funktionieren.
- Ältere Exportdateien (.json) lassen sich weiterhin über „Daten importieren“ einlesen.
- Es gibt keinen Server und keine Cloud: Ein Datenpaket ist eine einfache Datei, die nur weitergegeben wird, wenn Sie sie selbst verschicken.

33.9 Siehe auch

- **Gezeiten ATT** (Kapitel 31) – Standard und Secondary Ports, die sich als Paket weitergeben lassen
- Alle Werkzeuge – deren gespeicherte Eingaben sich als Übungsaufgaben verteilen lassen

Abkürzungen

Abl	Ablenkung
ATT	Admiralty Tide Tables
BS	Beschickung Strom
BV	Besteckversetzung
CPA	Closest Point of Approach, nächster Passierabstand
FdW	Fahrt durchs Wasser
FüG	Fahrt über Grund
GHA	Greenwicher Stundenwinkel
Hb	beobachtete Höhe
HdG	Höhe der Gezeit
Hs	Sextantenablesung
HWH	Hochwasserhöhe
IGRF	International Geomagnetic Reference Field
KBr	relativer Kurs (Radarplotting)
KP	Kompasspeilung
KrK	Kreiselkompasskurs
KrR	Kreiselfehler bei der Peilung
KüG	Kurs über Grund
LHA	Ortsstundenwinkel
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
MgP	Magnetkompasspeilung
MOZ	Mittlere Ortszeit
mwK	missweisender Kurs
mwP	missweisende Peilung
RaSP	Seitenpeilung am Radar
rwN	rechtweisend Nord
SA	Sicherheitsabstand
SHM	Simplified Harmonic Method
SP	Seitenpeilung
StR	Stromrichtung
UT	Weltzeit
vB	tatsächliche Fahrt des Gegners (Radarplotting)
WOZ	Wahre Ortszeit
ZZ	Zonenzeit
AP	gewählter Ort (Assumed Position)
Az	Azimut
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BW	Beschickung für Wind
ETA	voraussichtliche Ankunftszeit
Ff	Fahrtfehlerberichtigung
Fw	Fehlweisung
GPS	Satellitennavigation
Hc	berechnete Höhe
HP	Horizontalparallaxe
HW	Hochwasser
Ib	Indexberichtigung
KB	tatsächlicher Kurs des Gegners (Radarplotting)
KdW	Kurs durchs Wasser
KrA	Kreiselfehler beim Kurs
KrP	Kreiselkompasspeilung
KT	Kartentiefe
KVR	Kollisionsverhütungsregeln
LWH	Niedrigwasserhöhe
MgK	Magnetkompasskurs
ML	Mean Level
Mw	Missweisung
mwN	missweisend Nord
NW	Niedrigwasser
rwK	rechtweisender Kurs
rwP	rechtweisende Peilung
SHA	Sternwinkel
SKN	Seekartennull
StG	Stromgeschwindigkeit
TCPA	Zeit bis zum CPA
UTC	koordinierte Weltzeit
vBr	relative Fahrt (Radarplotting)
WT	Wassertiefe

Stichwortverzeichnis

A

Abdrift **16**, **20**, **57**, **106**
Ablenkung (Abl) **11**, **19**, **45**, **109**, **122**
Ablenkungstabelle **19**, **48**, **110**, **165**
Admiralty Tide Tables (ATT) **129**, **133**, **139**, **148**, **149**, **158**, **165**
Amplitude **109**, **158**
Ankunftszeit (ETA) **18**, **33**, **40**
Auf- und Untergang **74**, **109**
Augeshöhe **25**, **29**, **72**, **77**, **85**, **105**, **116**
Azimut (Az) **23**, **66**, **70**, **80**, **87**, **104**, **110**, **114**, **122**
Azimutpeilung **109**

B

Barre **34**, **140**, **150**
Beschickung Strom (BS) **14**, **20**
Beschickung Wind (BW) **20**
Besteckrechnung **18**, **36**, **55**, **64**
Besteckversetzung (BV) **103**, **113**
Bordzeit **6**, **72**, **77**, **97**, **105**, **130**, **150**
BSH-Gezeitentafeln **132**, **139**, **141**, **157**, **163**

C

CPA und TCPA **49**

D

Dämmerung **70**, **74**, **88**, **104**, **115**
Datenpaket **165**
Deklination **10**, **66**, **72**, **76**, **79**, **86**, **87**, **99**, **104**, **110**, **114**, **121**

E

Ephemeriden **9**, **72**, **76**, **86**, **87**, **104**, **115**, **129**

F

Fahrt durchs Wasser (FdW) **14**, **23**, **35**, **37**, **51**, **106**
Fahrt über Grund (FüG) **14**, **35**, **40**, **103**, **115**, **126**
Fahrtfehlerberichtigung (Ff) **21**, **47**, **111**
Fehlerdreieck **72**, **113**
Fehlweisung (Fw) **12**, **23**, **88**, **109**, **122**
Feuer in der Kimm **25**, **32**
Fixstern **79**, **86**, **117**
Frühlingspunkt **79**

G

Gegenstrom **18**, **35**
Gezeitengewässer **15**
Gezeitenstrom **18**
Greenwicher Stundenwinkel (GHA) **72**, **76**, **79**, **114**, **121**
Grenzkurs **41**, **54**
Großkreis (Orthodrome) **57**, **60**, **90**

H

Halbmesser **68**, **83**, **114**
Harmonische Konstanten **157**, **158**
Hilfswinkel **16**
Himmelsäquator **66**, **99**
Himmelspol **66**
Hochwasser (HW) **133**, **143**, **150**
Höhe der Gezeit (HdG) **137**, **148**, **150**, **158**
Höhenwinkel **28**, **29**, **48**, **86**, **94**
Horizontalparallaxe (HP) **75**, **79**, **83**, **122**

I

IGRF **10**, **109**
Indexberichtigung (Ib) **31**, **72**, **83**, **91**, **105**, **114**
Intercept **121**

K

Kartentiefe (KT) **137**, **148**, **157**, **163**
Kimm **25**, **30**, **73**, **75**, **84**, **93**, **101**, **110**, **115**
Kimmtiefe **31**, **68**, **83**, **114**
Kollisionsverhütung (KVR) **42**, **50**
Kompasskontrolle **13**, **24**, **48**, **69**, **88**, **109**, **126**
Koppelnavigation **55**
Koppelort **18**, **20**, **26**, **56**, **72**, **87**, **103**, **114**, **120**
Kreiselkompass **19**, **45**, **109**
Kulmination **9**, **66**, **73**, **74**, **84**, **96**, **99**, **103**, **115**, **126**
Kurs durchs Wasser (KdW) **14**, **19**, **44**
Kurs über Grund (KüG) **14**, **19**, **44**, **57**, **103**, **113**, **122**
Kursbeschickung **12**, **15**, **19**, **44**, **48**, **59**

L

Logge **15**, **34**, **37**
Loxodrome **57**, **60**

M

Magnetkompass **19**, **45**
Magnetkompasskurs (MgK) **19**, **44**, **45**
Meridiandurchgang **75**, **95**
Meridianfigur **66**, **73**, **78**, **98**, **102**
Missweisender Kurs (mwK) **19**, **44**
Missweisung (Mw) **10**, **19**, **45**, **109**, **165**

Mittagsbesteck **96**, **100**, **106**, **119**, **126**
Mittagsbreite **7**, **67**, **76**, **84**, **95**, **99**, **103**, **113**, **122**
Mittelbreite **55**, **104**
Mittlere Ortszeit (MOZ) **6**
Mittzeit **132**, **142**
Mondphase **128**, **132**

N

Nautical Almanac **73**, **95**, **120**
Nautisches Jahrbuch **6**, **70**, **79**, **96**, **129**
Neumond **128**, **134**, **151**
Niedrigwasser (NW) **31**, **133**, **138**, **142**, **149**
Nippzeit **129**, **132**, **140**, **141**

O

Ortsstundenwinkel (LHA) **68**, **72**, **76**, **79**, **87**, **110**, **114**, **120**

P

Parallaxe **68**, **83**, **114**
Peilungsbeschickung **13**, **24**, **28**, **32**, **43**, **45**, **54**, **112**
Planeten **70**, **74**, **81**, **83**, **119**, **120**, **131**
Plotting Sheet **103**, **113**, **120**
Polaris **73**, **120**
Positionslichter **41**, **76**
Pub. 249 **120**

R

Radarplotting **44**, **49**, **166**
Rechenprotokoll **9**, **27**, **146**
Rechtweisende Peilung (rwP) **13**, **28**, **32**, **41**, **45**, **51**, **109**
Rechtweisender Kurs (rwK) **16**, **19**, **44**, **48**, **51**
Refraktion **26**, **68**, **71**, **83**, **114**
Relativbewegung **49**
Relingslog **36**, **37**

S

Schnittwinkel **105**, **115**
Seasonal Changes **149**, **160**, **165**
Secondary Port **136**, **149**, **163**, **165**
Seekartennull (SKN) **137**
Seitenpeilung (SP) **43**, **45**
Sextant **28**, **29**, **68**, **71**, **79**, **83**, **88**, **91**, **97**, **101**, **104**, **114**, **121**
Sicherheitsabstand **137**
Sight Reduction **126**
Simplified Harmonic Method **140**, **151**, **158**
Springverspätung **132**, **150**
Springzeit **129**, **132**, **143**, **150**
Standard Port **133**, **149**, **158**, **165**
Standlinie **46**, **69**, **71**, **79**, **84**, **87**, **92**, **100**, **104**, **113**, **120**
Sternkarte **69**, **70**, **75**, **82**, **119**
Sternwinkel (SHA) **79**, **122**
Stromatlas **15**
Stromdreieck **14**, **21**
Stromgeschwindigkeit (StG) **14**
Stromrichtung (StR) **14**, **23**

T

Table VII **158**
Tidal Prediction Form **133**, **149**
Tidenkurve **141**, **149**, **158**, **165**
Tiefgang **138**, **142**, **149**
Tragweite **27**
Trockenfallen **133**, **138**, **142**

U

Überscheinungswinkel **42**
UTC **6**, **70**, **74**, **81**, **89**, **101**, **105**, **116**, **128**, **133**, **143**, **151**

V

Vergrößerte Breite **55**
Versegelung **46**, **103**, **113**

W

Wahre Ortszeit (WOZ) **6**
Wasser unter dem Kiel **137**
Wassertiefe (WT) **137**, **148**, **157**, **163**

Z

Zeitgleichung **6**, **95**
Zeitzone **7**, **143**, **151**, **160**
Zenit **66**, **70**, **84**, **87**, **99**, **106**
Zenitdistanz **87**, **99**
Zirkumpolare Gestirne **66**, **73**, **78**
Zonenzeit (ZZ) **6**, **77**, **96**, **160**