

# Segelhandbuch:

## II. Terrestrische Navigation

Markus Pfaffinger

Herzlichen Dank an: Uta und Dieter Pfaffinger,  
Markus Weber

2. Auflage 2000  
© Copyright by Markus Pfaffinger 1993, 2000  
Alle Rechte vorbehalten

# Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Begriffe .....	1
2. Praktische Navigation .....	3
2.1 Prinzip der Navigation .....	3
2.2 Die Seekarte .....	4
2.3 Handhabung der Navigationsinstrumente.....	5
2.3.1 Die Seekarte .....	5
2.3.2 Die Kursdreiecke .....	5
2.3.3 Der Kartenzirkel .....	6
2.4 Die Kursverwandlung .....	7
2.4.1 Deviation und Missweisung.....	8
2.4.2 Wind- und Stromabdrift .....	9
3. Terrestrische Standlinien .....	12
3.1 Peilen .....	12
3.1.1 Peilen mit Handpeilkompass.....	12
3.1.2 Seitenpeilung mit Peilscheibe .....	13
3.1.3 Deck-Peilung .....	14
3.2 Winkelmessung .....	15
3.2.1 Vertikalwinkelmessung .....	15
3.2.2 Horizontalwinkelmessung.....	16
3.3 Tiefenmessung .....	17
4. Terrestrische Standorte .....	18
4.1 Kreuzpeilung .....	18
4.2 Doppelpeilung .....	19
4.3 Abgestumpfte Doppelpeilung .....	19
4.4 Berechneter und konstruierter og.....	20
4.5 4-Strich-Peilung .....	21
4.6 ow aus zwei Horizontalwinkeln .....	22

5. Gezeiten .....	24
5.1 Allgemeines .....	24
5.2 Begriffe .....	26
5.3 Gezeitenberechnung .....	27
5.4 Kurzanleitung zu Gezeitenformular .....	27

## II. Terrestrische Navigation

### 1. Allgemeine Begriffe

*geographische Pole:* Schnittpunkte der Erdachse mit der Erdoberfläche.

*magnetische Pole:* Kompass zeigt in diese Richtung.

Um die Richtung des geographischen Pols aus der Kompassrichtung zu bestimmen, muss die Missweisung (aus Karte) berücksichtigt werden.

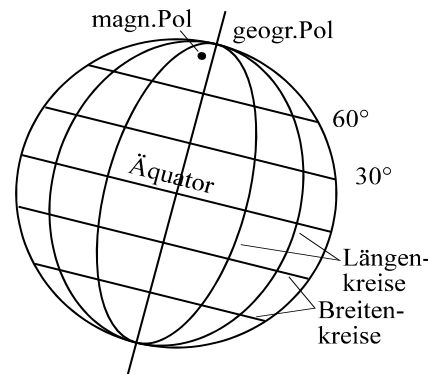


Abb. 1: Begriffe

*Grosskreise:* umspannen den Globus an seinem grössten Umfang; der Äquator und die Längskreise sind also Grosskreise.

*Längskreise:* sind Grosskreise, die sich in den geogr. Polen schneiden.

*Meridiane:* sind halbe Längskreise, die die beiden Pole miteinander verbinden.

Jeder Meridian verläuft also in N-S-Richtung und bezeichnet die geographische Länge eines Ortes.

*Breitenkreise:* sind alle Kreise auf der Erde, die parallel zum Äquators liegen.

*Äquator:* derjenige Breitenkreis, der überall die gleiche Entfernung von beiden Polen hat.

*Seemeilen:* Eine Winkelminute auf einem Grosskreis nennt man eine Seemeile. Teilt man den Erdumfang (ca. 40'000 km) durch die Anzahl Winkelminuten (360\*60) so entspricht eine Seemeile 1.852 km.

*Null Meridian:* verläuft durch Greenwich (Sternwarte von London). Vom Nullmeridian zählt man je 180° nach Ost (east) und nach West (west).

*Koordinaten:* geben an, auf welcher Seite und in welcher Entfernung vom Äquator und vom Nullmeridian ein Ort auf dem Globus liegt. Der geographische Ort eines Punktes auf der Erde kann mit einer Breiten- ( $\lambda$ =Lambda) und einer Längenangabe ( $\phi$ =Phi) eindeutig bestimmt werden:

Bsp: 30-15.1 N/ 60-54.6 E  
(=30-15-06 N / 60-54-36 E)

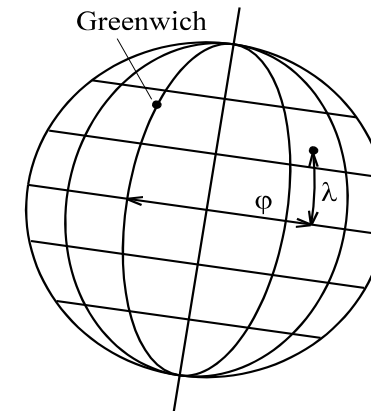


Abb. 2: Position auf Globus

## 2. Praktische Navigation

### 2.1 Prinzip der Navigation

Sinn der Navigation ist es, den Standort des Schiffes immer möglichst genau zu kennen. Auf der Seekarte wird der zurückgelegte Kurs (Richtung und Distanz) vom Navigator eingetragen und ständig nachgeführt. Diesen Vorgang nennt man koppeln. Der dadurch erhaltene, ungefähre Schiffsort heisst og (gegisster Ort). Weil der Kurs aber nicht so genau eingehalten werden kann (Steuerfehler, Stromversetzung, Windabtrift, usw.), ist es jedoch nötig, von Zeit zu Zeit einen ow (wahrer Ort) zu bestimmen. Dies geschieht zum Beispiel indem man zwei Leuchttürme an Land peilt (siehe 3.1). In der Terrestrischen Navigation versucht man, sich anhand von in der Seekarte eingetragenen Landmarken, Tiefen- oder Höhenangaben zu orientieren.

Die Astronavigation hingegen orientiert sich an den Gestirnen und ist daher unumgänglich, wenn über längere Zeit kein Land in Sicht ist.

### 2.2 Die Seekarte

Eine Seekarte muss winkeltreu sein, damit Kurse und Peilungen in die Karte eingetragen werden können. Diese Eigenschaft wird durch die Merkatorprojektion (Zylinderprojektion) gewährleistet. Die Projektion der Erdkugel auf einen Zylinder hat die Konsequenz, dass die Nord-Süd-Verzerrung ungleich der Ost-West-Verzerrung ist, und für jede Breite ausgeglichen werden muss, um Flächen- und Winkelähnlichkeit zu garantieren. Die Merkatorprojektion ist nur bis 70° Breite brauchbar, da bei grösseren Breiten die Verzerrungen zu gross werden.

Eigenschaften der Merkatorprojektion:

1. winkeltreu
2. flächen-ähnlich
3. variabler Massstab

Seekarten werden nach ihrem Massstab eingeteilt:

- Übersichtskarten (z.B. Atlantik)      M=1:12'000'000  
M=1:1'500'000
- Segelkarten                                      M=1:600'000  
M=1:300'000
- Küstenkarten                                    M=1:100'000
- Spezial- oder Sonderkarten                M=1:50'000
- Hafенpläne                                        M=1:20'000  
M=1:10'000

## 2.3 Handhabung der Navigationsinstrumente

### 2.3.1 Die Seekarte

Beim Gebrauch der Seekarte ist auf folgendes zu achten:

- Masstab
- ob Tiefenangaben in Metern oder Faden angegeben sind
- nur mit Bleistift in der Seekarte arbeiten, Kartenzirkel nie in Seekarte einstechen, nur auflegen
- Seekarte soll nicht nass werden, auf feuchten Karten nicht radieren, nur trockene Karten verstauen.

### 2.3.2 Die Kursdreiecke

a) Richtung gegeben, Kurs gesucht:

1. Kurs (rKG) in Karte einzeichnen
2. Basis des Kursdreiecks auf eingezeichneten Kurs legen (Wichtig: Nullpunkt muss immer oben liegen)
3. Kursdreieck mit Hilfe des zweiten Kursdreiecks verschieben, bis Nullpunkt auf einem Meridian liegt
4. Kurs ablesen ( $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$  östlich,  $180^{\circ}$ - $360^{\circ}$  westlich)

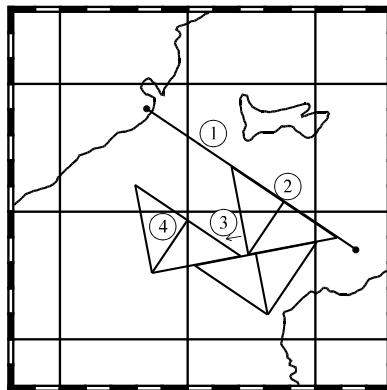


Abb. 3: Handhabung der Kursdreiecke

b) Kurs gegeben, eintragen in die Seekarte (siehe Abb3):

- Kursdreieck auf einem Meridian auf den gewünschten Kurs (rKG) einstellen (4)
- mit zweitem Kursdreieck verschieben, bis Basis durch Ausgangsort geht (2)
- Kurs mit Bleistift abtragen

### 2.3.3 Der Kartenzirkel

a) Koordinaten eintragen oder ablesen:

- 1) geogr. Länge immer am unteren Kartenrand zum nächsten Meridian messen
- 2) geogr. Breite immer am seitlichen Kartenrand zum nächsten Breitenkreis messen

b) Seemeilen messen oder abtragen:

- 3) die Distanz immer am seitlichen Kartenrand, auf der gleichen Breite messen (wegen Merkatorprojektion)

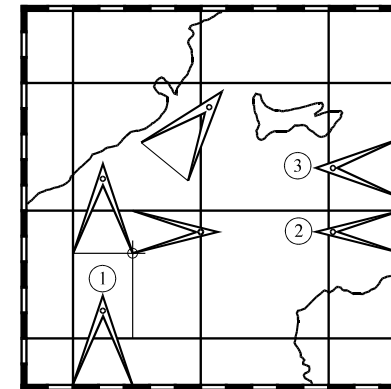


Abb. 4: Handhabung des Kartenzirkels

## 2.4 Die Kursverwandlung

Da der auf dem Kompass abgelesene Kurs nicht genau dem in die Karte einzutragenden Kurs entspricht, muss er folgendermassen umgerechnet werden:

vom falschen zum richtigen Kurs:

KpK	Kompasskurs
+ Dev	Deviation (siehe 2.4.1)
<hr/>	
mwK	missweisender Kurs
+ Mw	Missweisung (siehe 2.4.1)
<hr/>	
rwK	rechtweisender Kurs
+ WA	Windabdrift (siehe 2.4.2)
<hr/>	
rKW	rw. Kurs durchs Wasser
+ SA	Stromabdrift (siehe 2.4.2)
<hr/>	
rKG	rw. Kurs über Grund
<hr/>	

Bemerkung zu den Vorzeichen:

Vom falschen zum richtigen Kurs (KpK -> rKG)  
=> richtige Vorzeichen  
Vom richtigen zum falschen Kurs (rKG -> KpK)  
=> falsche Vorzeichen

Wenn man im Kursverwandlungsschema in die andere Richtung rechnen möchte (vom Kartenkurs zum Kompasskurs) müssen alle Vorzeichen umgekehrt werden! Es wird genau in umgekehrter Reihenfolge gerechnet.

### 2.4.1 Deviation und Missweisung

*Deviation* (Ablenkung): Durch Eigenmagnetismus des Schiffes wird der Kompass abgelenkt. Um diese Ablenkung auszugleichen, muss eine Deviationstabelle erstellt werden, in der für jeden Kurs (meist alle 10°) der entsprechende Korrekturwert eingetragen wird.

*Missweisung* (Variation) ist der Winkel zwischen geographischem und magnetischem Nordpol. Sie ist je nach Ort verschieden und ändert sich im Laufe der Zeit. Ihre Werte werden der Seekarte entnommen. Dort ist die Missweisung für ein bestimmtes Jahr und die jährliche Änderung (mit Vorzeichen) angegeben.

*Fehlweisung* ist die Summe von Missweisung und Deviation.

*Kompassnord* ist die Richtung, welche der Kompass an Bord anzeigt.

*Missweisend Nord* ist die Richtung zum magn. Nordpol (= Kompassnord + Deviation)

*Rechtweisend Nord* ist die Richtung zum N-Pol (= geogr. Nord = Kartennord)

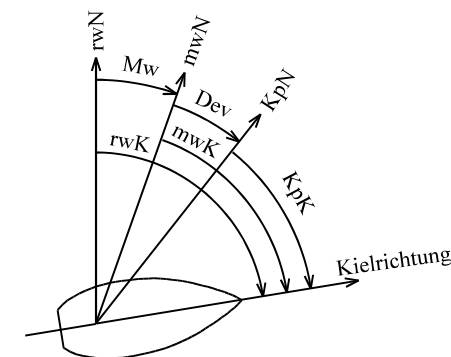


Abb. 5: Missweisung und Deviation

### 2.4.2 Wind- und Stromabdrift

Der rechtweisende Kurs (rwK) gibt die Kielrichtung an. Dies ist aber noch nicht die Richtung, in welcher das Schiff über den Grund fährt (= rKG = Kurs, der in die Karte eingetragen wird), da das Schiff durch Wind und Strom versetzt wird.

Windangaben (N,E,S,W) bezeichnen, woher der Wind kommt.

Stromangaben (N,E,S,W) bezeichnen, wohin der Strom setzt.

#### Windabdrift

Die Stärke der Windabdrift hängt ab vom Schiff, der Höhe am Wind (am grössten bei Am-Wind-Kurs, Null bei Vorwindkurs) und von der Windstärke (je stärker der Wind, desto grösser ist die Windabdrift). Die Windabdriftwerte sind Erfahrungswerte (oft  $0^\circ$ - $20^\circ$ ).

Erste Werte evtl. aus der Peilung der Blasenbahn hinter dem Schiff.

Das Vorzeichen der Windabdriftkorrektur wird wie folgt bestimmt:

Wind von Steuerbord: negatives Vorzeichen  
Wind von Backbord: positives Vorzeichen

### Stromabdrift

Stromabdrift: aus Stromatlas, Seehandbuch oder eigener Beobachtung. Wie stark das Schiff von seiner Idealbahn abgebracht wird, hängt natürlich davon ab, unter welchem Winkel der Strom auf das Schiff trifft (z.B. achterlich -> keine Abweichung oder Querab -> grosse Versetzung). Die Stärke der Versetzung wird durch das Stromdreieck ermittelt. Das Vorzeichen der Korrektur ist wie folgt:

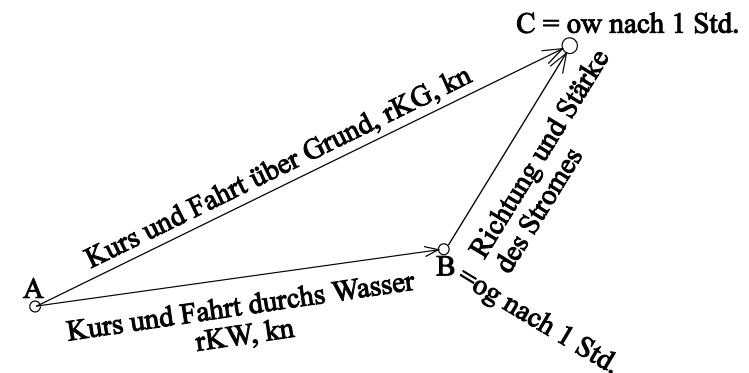
Strom von Steuerbord: negatives Vorzeichen  
Strom von Backbord: positives Vorzeichen

Besonders stark können die Gezeitenströme in Meerengen sein.

### Drei Arten von Stromaufgaben (Stromdreieck)

#### 1. Aufgabe:

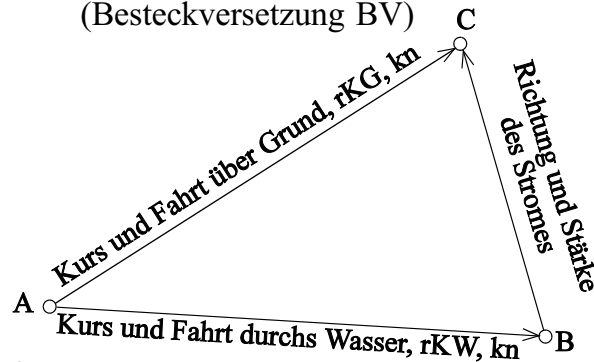
bekannt: Kurs durchs Wasser (rKW)  
Fahrt durchs Wasser (in kn)  
Richtung und Stärke des Stromes (in kn)  
gesucht: Kurs und Fahrt über Grund (rKG, kn)



**2. Aufgabe:**

bekannt: Kurs durchs Wasser (rKW)  
 Fahrt durchs Wasser (in kn)  
 Kurs über Grund (rKG)  
 Fahrt über Grund (in kn)

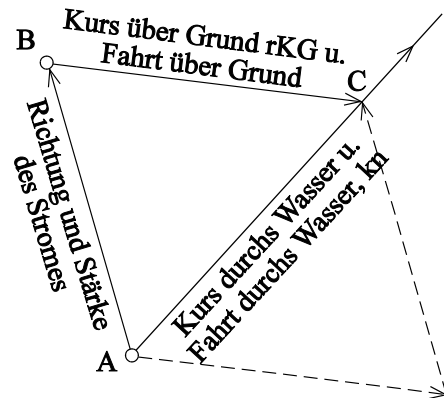
gesucht: Richtung und Stärke des Stromes  
 (Besteckversetzung BV)



**3. Aufgabe:**

bekannt: Kurs über Grund (rKG)  
 Fahrt durchs Wasser (in kn)  
 Richtung und Stärke des Stromes

gesucht: Kurs durchs Wasser (rKW)  
 Fahrt über Grund (in kn)



**3. Terrestrische Standlinien**

Um den Schiffstandort zu bestimmen, sind mindestens zwei Beobachtungen erforderlich. Aus jeder Beobachtung folgt eine Standlinie. Standlinien werden in die Seekarte eingetragen. Der Schnittpunkt zweier Standlinien ergibt einen Standort (ow, siehe 4 terrestrische Standorte). Standlinien erhalten wir auf folgende Arten:

- Peilen
- Winkelmessung
- Tiefenmessung

**3.1 Peilen**

Peilen heisst, die Richtung zu einem in der Seekarte identifizierten Objekt feststellen. Man peilt immer vom Schiff zum Peilobjekt, nicht umgekehrt.

**3.1.1 Peilen mit Handpeilkompass**

Ein Handpeilkompass ist ein kleiner Kompass mit eingebauter Peilvorrichtung. Wird damit ein Objekt angepeilt, kann direkt die (missweisende) Kompassrichtung abgelesen werden. Da die Deviation für den Handpeilkompass nicht bekannt ist, wird nur die Missweisung berücksichtigt:

$$KpP = mwP \quad \text{Kompasspeilung}$$


---


$$+ \frac{MW}{MW} \quad \text{Missweisung}$$


---


$$= rWP \quad \text{rechtweisende Peilung}$$



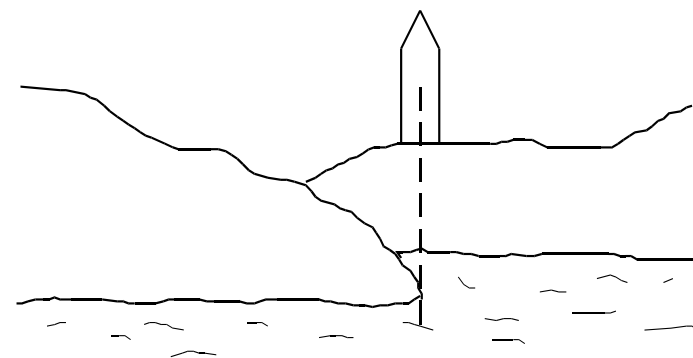
### 3.1.2 Seitenpeilung mit Peilscheibe

Die Peilscheibe ist kardanisch aufgehängt und besitzt eine Vollkreisteilung von  $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$ . Die Achse  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$  liegt parallel mit der Schiffsachse. Eine Seitenpeilung ergibt also den Winkel zwischen Schiffsachse und Peilobjekt. Mit dem Kompasskurs (am Steuerkompass abgelesen) kann die rechtweisende Peilung berechnet werden, die in die Karte eingetragen wird. Ergibt sich ein Wert über  $360^{\circ}$ , muss von der rwP  $360^{\circ}$  abgezogen werden.

	KpK	Kompasskurs
+	Dev	Dev
<hr/>		
	mwK	missweisender Kurs
+	MW	Missweisung
<hr/>		
	rwK	rechtweisender Kurs
+	SP	Seitenpeilung
<hr/>		
	rwP	rechtweisende Peilung
<hr/>		

### 3.1.3 Deck-Peilung

Diese einfache Methode funktioniert ohne Kompass. Man bringt zwei markante, in der Seekarte eindeutig identifizierbare Punkte in Deckung. Die verlängerte Verbindungslinie ergibt eine Standlinie:



Karte:

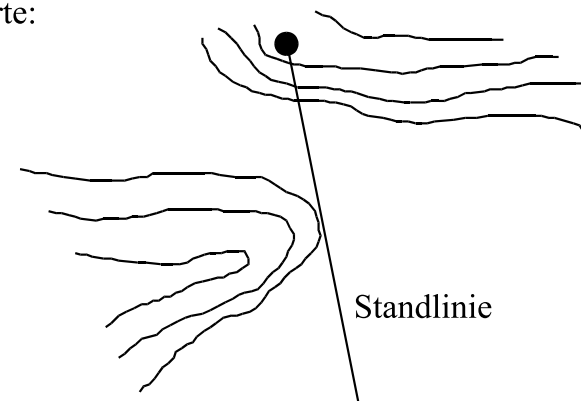


Abb. 9: Standlinie durch Deck-Peilung

### 3.2 Winkelmessung

#### 3.2.1 Vertikalwinkelmessung

Mit dem Sextant wird der Winkel der Höhe eines Objektes mit bekannter Höhe (z.B. aus Leuchtfeuerverzeichnis) gemessen. Daraus kann der Abstand zum Objekt berechnet werden. Als Standlinie ergibt sich ein Kreis um das Objekt.

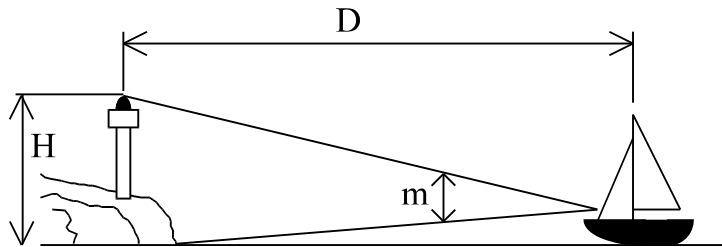


Abb. 10: Prinzip der Vertikalwinkelmessung

$$D = \frac{13}{7} \times \frac{H \text{ Höhe(m)}}{m \text{ Winkel(')}} = \text{Abstand(sm)}$$

Wird gleichzeitig das Objekt auch noch gepeilt, erhalten wir einen ow:

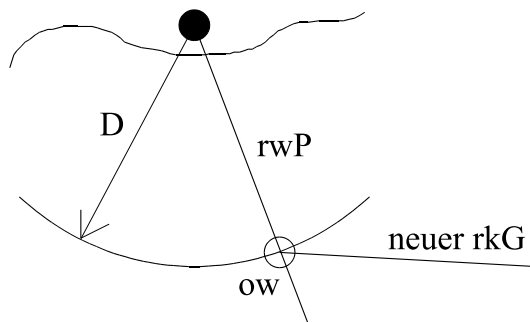


Abb. 11: Standlinie durch Vertikalwinkelmessung

#### 3.2.2 Horizontalwinkelmessung

Mit dem Sextant oder der Peilscheibe wird der Winkel zwischen zwei Peilobjekten gemessen. Dies ergibt jeweils eine Standlinie, nämlich einen Kreis, auf dem beide Objekte unter dem gemessenen Winkel gesehen werden. Die Standlinie kann entweder konstruktiv oder grafisch gefunden werden (siehe 4.6).

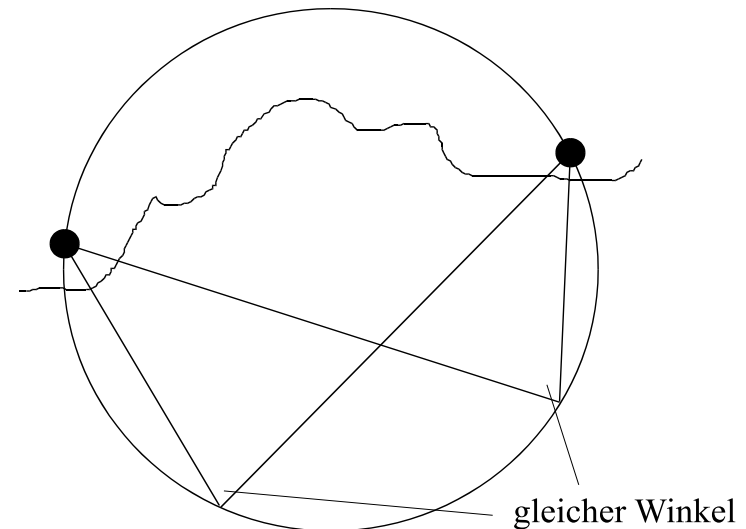


Abb. 12: Standlinie durch Horizontalwinkel

### 3.3 Tiefenmessung

Reihenlotung: Die Logstände und Lotungen werden im gleichen Massstab wie die Seekarte auf Transparentpapier aufgezeichnet. Bei markanten Änderungen der Tiefenangabe auf dem Echolot wird das Log abgelesen. Das Transparentpapier wird beim gegissten Schiffsort auf die Seekarte gelegt und solange verschoben, bis die Lotungen mit der Karte übereinstimmen.

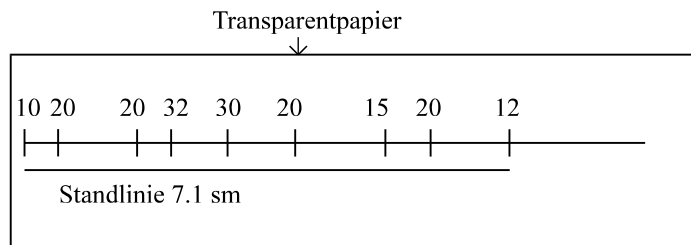


Abb. 13: Standlinie durch Reihenlotung

## 4. Terrestrische Standorte

Neben dem Koppeln sollte der Schiffsort durch die Bestimmung eines  $ow$  kontrolliert werden, wenn sich dazu die Gelegenheit bietet. Der Unterschied zwischen  $og$  und  $ow$  (Richtung und Distanz) wird Besteckversetzung  $BV$  genannt. Besonders wichtig ist die Standortbestimmung vor Unwettern oder aufziehendem Nebel, da dann die nächste Position erst nach längerer Zeit wieder ermittelt werden kann.

### 4.1 Kreuzpeilung

Ein  $ow$  kann durch die Peilung von mindestens zwei Objekten mit dem Handpeilkompass oder der Peilscheibe erhalten werden. Stumpfe und spitze Winkel sollten vermieden werden, weil der Schnittpunkt solcher Linien nicht scharf genug ist. Die Zuverlässigkeit des Schiffsorts kann man erhöhen, indem man mehr als zwei Objekte peilt. Trotz Sorgfalt werden sich die Standlinien nicht in einem Punkt schneiden, sondern es wird ein Fehlerdreieck entstehen. Je kleiner dieses Dreieck ist, desto genauer waren die Messungen. Als Schiffsort nimmt man den Schwerpunkt des Dreiecks (von Hand bestimmen) an.

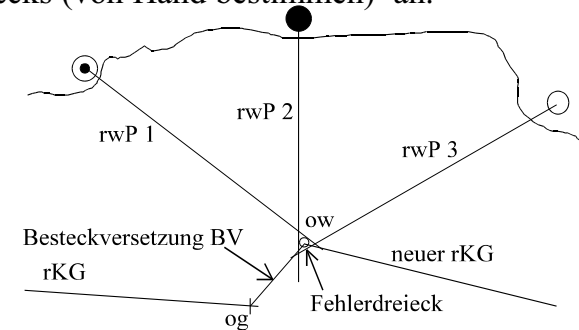


Abb. 14: Kreuzpeilung

### 4.2 Doppelpeilung

Ist nur ein Peilobjekt vorhanden, kann dieses zweimal gepeilt werden. Der dazwischen zurückgelegte Weg muss gemessen und in die Karte eingetragen werden (siehe Bild). Am genauesten wird die Messung, wenn sich die Winkel um ca.  $90^\circ$  unterscheiden.

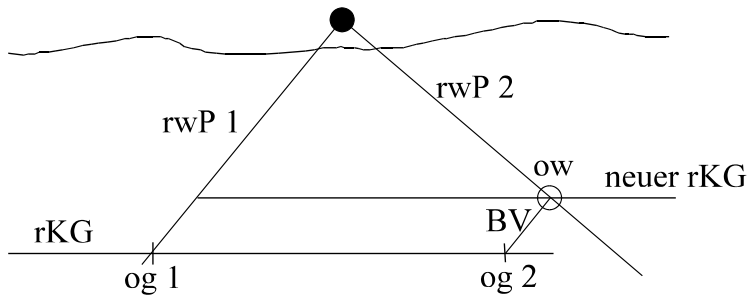


Abb. 15: Doppelpeilung

### 4.3 Abgestumpfte Doppelpeilung

Bei der abgestumpften Doppelpeilung werden zwei verschiedene Peilobjekte zu verschiedenen Zeitpunkten gepeilt. Auch hier muss die dazwischen zurückgelegte Strecke gemessen werden.

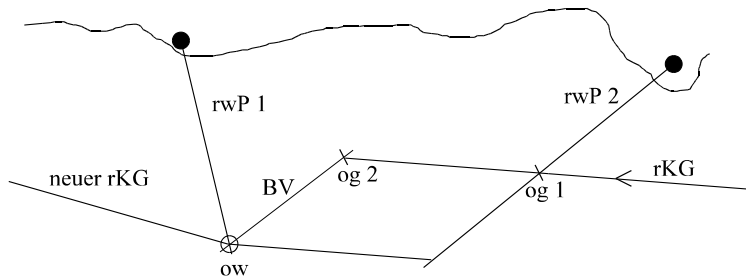


Abb. 16: abgestumpfte Doppelpeilung

### 4.4 Berechneter und konstruierter og

In den bisherigen Beispielen haben wir die zurückgelegte Distanz vom Schnittpunkt der 1. Peilung aus abgetragen und so einen og 2 erhalten. Dieser og heisst konstruierter og. Normalerweise unterscheidet sich dieser gegisste Ort vom mitgekoppelten og. Die Besteckversetzung sollte vom gekoppelten og zum ow angegeben werden:

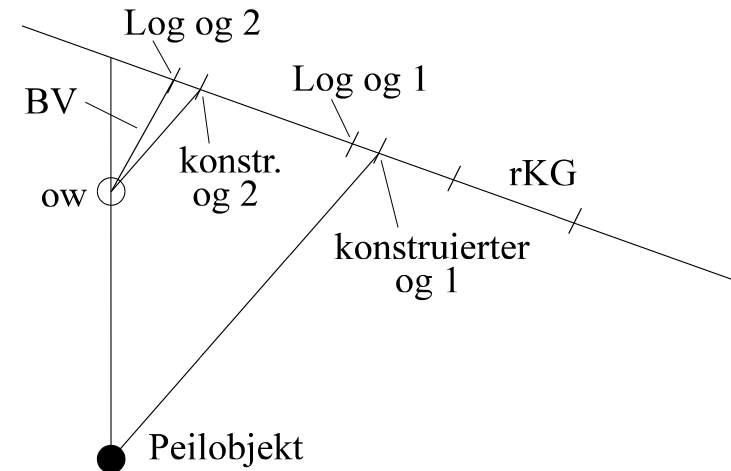


Abb. 17: berechneter und konstruierter og

### 4.5 4-Strich-Peilung

Die Besonderheiten der 4-Strich (=45°) Peilung bestehen darin, dass die erste Peilung 45 Grad und die zweite Peilung 90 Grad zum rKG liegen muss und dass darum nur der Steuerkompass, das Log und ein Kursdreieck (über dessen Seiten gepeilt wird) als Navigationsinstrumente benötigt werden. Die beiden Peilungen werden dann in rwP verwandelt, und in die Karte eingetragen.

Objekt auf Steuerbord:	Objekt auf Backbord:
1. Peilung: rKG	1. Peilung: rKG
+ 45	- 45
<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
1. rwP	1. rwP
2. Peilung: rKG	2. Peilung: rKG
+ 90	- 90
<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
2. rwP	2. rwP

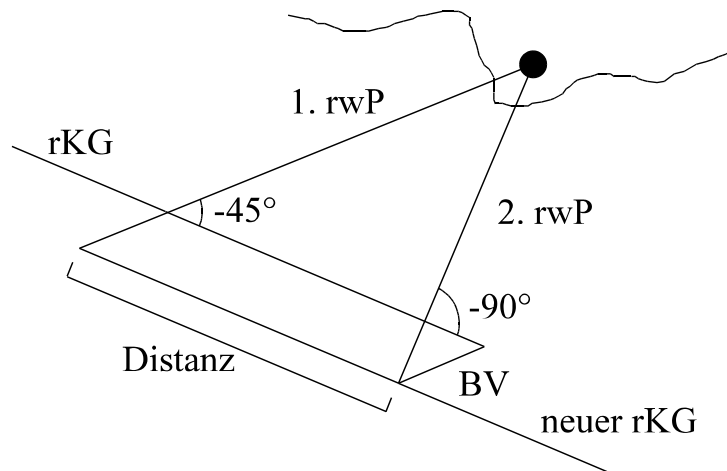


Abb. 18: 4-Strich-Peilung

### 4.6 ow aus zwei Horizontalwinkeln

Um einen ow zu erhalten, müssen mindestens zwei Horizontalwinkel gemessen werden, wozu mindestens drei Objekte erforderlich sind. Die Standlinien können entweder grafisch oder konstruktiv gefunden werden.

#### Grafische Lösung:

Es werden zwei Winkel zwischen drei Peilobjekten gemessen und auf ein Transparentpapier gezeichnet. Dieses wird in der Karte eingepasst:

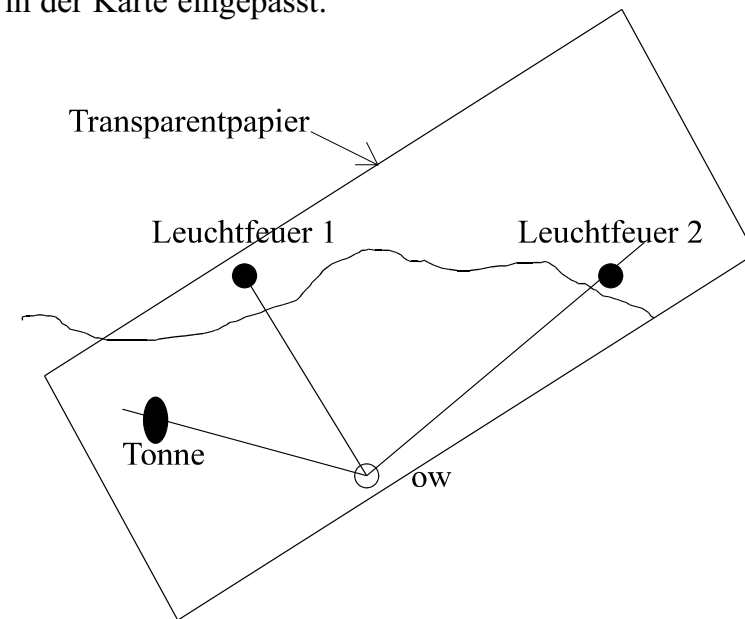


Abb. 19: zwei Horizontalwinkel: Grafische Lösung

**Konstruierte Lösung:**

Zuerst muss der Komplementwinkel für beide gemessenen Winkel berechnet werden:

$$\begin{aligned} & 90 \\ & - \text{ gemessener Winkel} \\ \hline & = \text{Komplementwinkel} \end{aligned}$$

Nun kann das Zentrum der Standlinie (M1 bzw M2) eingezeichnet werden und ein Kreis durch die beiden Orte gelegt werden, der einer Standlinie entspricht.

Wenn der gemessene Horizontalwinkel mehr als 90° ist, dann subtrahiert man 90° und zeichnet das Dreieck auf die andere Seite.

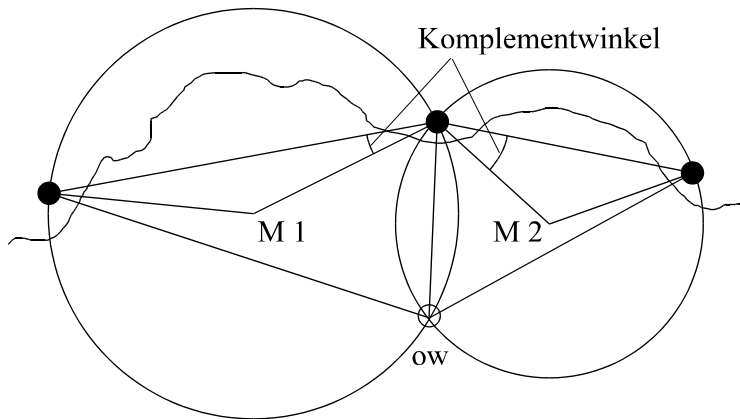


Abb. 20: zwei Horizontalwinkel konstruiert

**5. Gezeiten**

**5.1 Allgemeines**

Ursachen für die Gezeiten sind:

- Anziehung zwischen Mond und Erde
- Anziehung zwischen Sonne und Erde
- Fliehkraft

Da der Mond der Erde viel näher steht, als die Sonne, überwiegt seine Wirkung. Die Stärke der Gezeiten, also der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser variiert je nach Lage des Mondes zur Erde (Neumond - erstes Viertel, Vollmond - letztes Viertel):

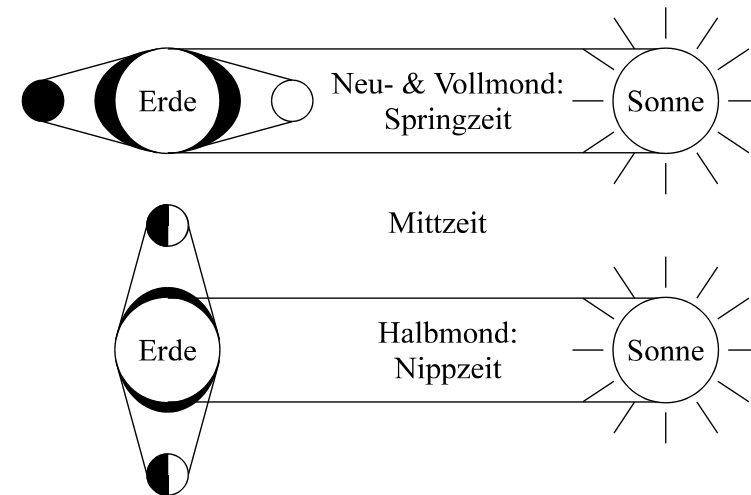


Abb. 21: Einfluss des Mondes

Die Erde dreht sich in 24h einmal um die eigene Achse, der Mond braucht 27 1/4 Tage für einen Umlauf um die Erde (siderischer Monat), die Erde rotiert in einem Jahr einmal um die Sonne. Daraus ergibt sich, dass alle 29 1/2 Tage Neumond ist (synodischer Monat). Innerhalb von 24h 50min treten also 2 Hochwasser und 2 Niedrigwasser ein. Die Dauer der Mond- und Gezeitenphasen ist so definiert:

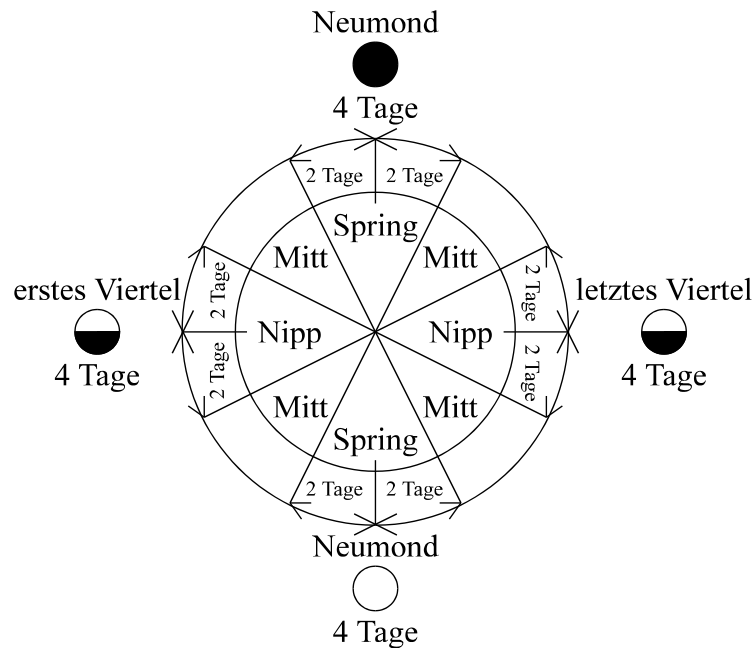


Abb. 22: Mondphasen und Gezeiten

## 5.2 Begriffe

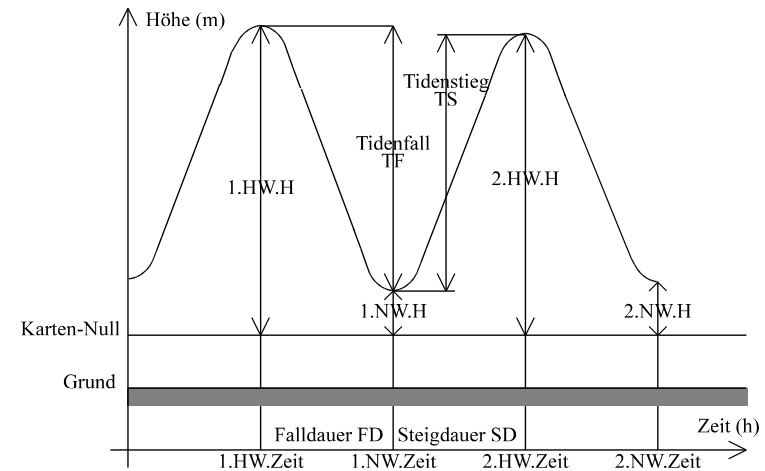


Abb. 23: Gezeiten Begriffe

*Tide* = eine Ebbe und eine Flut

*Hochwasser HW* = höchster Wasserstand einer Tide

*Niedrigwasser NW* = niedrigster Wasserstand einer Tide

*Tidenstieg TS* = Wert, um den das Wasser während der Flut steigt

*Tidenfall TF* = Wert, um den das Wasser während der Ebbe fällt

*Tidenhub* = Mittel aus Stieg und Fall einer Tide

Alle Tiefenangaben in der Seekarte beziehen sich auf Kartennull (=mittleres Spring-Niedrigwasser).

Unterstrichene Tiefen liegen über Kartennull.

### 5.3 Gezeitenberechnung

Alle zur Berechnung der Gezeiten notwendigen Angaben findet man in den Gezeitentafeln:

- Für Bezugsorte sind darin für jeden Tag des Jahres Zeit und Höhe aller Hoch- und Niedrigwasser aufgeführt.
- Für Anschlussorte sind die Zeit- und Höhenunterschiede gegenüber dem Bezugsort angegeben.
- Tafel 3a: gibt Auskunft über die Mondphasen
- Tafel 1a: Gezeitengrundwerte der europäischen Bezugsorte
- Tafel 2: Höhenunterschied gegen Niedrigwasserhöhe

### 5.4 Kurzanleitung zu Gezeitenformular

1. Bezugsort herausfinden. In der Tabelle der Anschlussorte sind die Anschlussorte durch entsprechende Überschriften einem Bezugsort zugeordnet.
2. In der Tafel 3a den Tag (mit Stunden und Minuten) heraussuchen, der vor dem aktuellen Datum liegt und im Gezeitenformular bei erst./letzt. Viertel oder bei Voll-/Neumond eintragen.
3. Zu diesen Werten die Springverspätung des Bezugsortes addieren (aus Tafel 1a, Gezeitengrundwerte der Bezugsorte)
4. zwei Tage dazu- und abzählen, dann herrschen in dieser Zeitspanne bei erst./letzt. Viertel Nippverhältnisse oder Springverhältnisse bei Voll-/Neumond.
5. kontrollieren ob das aktuelle Datum in der Nippzeit oder Springzeit liegt.
6. In Tabelle der Gezeitenwerte des Bezugsortes sowohl Zeit als auch Höhe der Hoch- und Niedrigwasser zum aktuellen Datum herauslesen.

7. Aus Tabelle der Anschlussorte den Zeitunterschied und den Höhenunterschied herauslesen (Werte für Springzeit (Sp.Zt) und Nippzeit (Np.Zt.) sind tabelliert, bei Mittzeit einen durchschnittlichen Wert nehmen) und zu Gezeitenwert des Anschlussortes addieren. So erhält man sowohl Zeit als auch Höhe über Kartennull der Hoch- und Niedrigwasser am aktuellen Datum.
8. Zeichnen der Gezeiten mit Zwölftelregel:  
Nach  $\frac{1}{6}$  der Zeit zwischen Hoch und Niedrigwasser hat sich die Höhe um  $\frac{1}{12}$  verändert. Nach  $\frac{2}{6}$  um zusätzliche  $\frac{2}{12}$  der Höhe. Nach  $\frac{3}{6}$  liegt die Höhe genau zwischen HW und NW und ändert bis  $\frac{4}{6}$  um  $\frac{2}{12}$  der Höhe und bis  $\frac{5}{6}$  wieder um  $\frac{1}{6}$ .  
Die so erhaltenen 6 Punkte können von Hand verbunden werden.
9. Um die tatsächliche Tiefe des Wassers abschätzen zu können, muss auch der Meeresgrund eingezeichnet werden. Dazu wird die Tiefenangabe aus der Karte unter Kartennull eingezeichnet. Unterstrichene Werte liegen über Kartennull.