

Grundlagen der Navigation

Terrestrische Ortbestimmungen

1.) Terrestrische Standlinien

Zur Bestimmung des Schiffsortes sind stets zwei Beobachtungen erforderlich. Um sicher zu gehen und ein Urteil über die Genauigkeit der Ortsbestimmung zu gewinnen, ist es besser, drei Beobachtungen zu verwenden. Eine einzelne Beobachtung liefert nur eine Linie, auf der sich das Schiff befindet. Wenn man z. B. ein Leuchtturm $rw. 45^\circ$ peilt, so weiß man, dass das Schiff auf der geraden Linie steht, die in der Richtung $rw. 225^\circ$ von jenem Leuchtturm aus gezogen wird; wenn man z. B. den Abstand von einem Leuchtturm zu 4 sm bestimmt hat, so weiß man, dass das Schiff auf dem mit 4 sm Radius um den Leuchtturm beschriebenen Kreis steht. Eine derartige Linie ist ein geometrischer Ort für das Schiff. Man nennt sie in der Navigation eine Standlinie, und zwar eine terrestrische, zum Unterschied von anderer Orts zu besprechenden Funk-, Radar- und astronomischen Standlinien. Alle diese Standlinien werden für die Bestimmung eines Schiffsortes an sich gleichberechtigt herangezogen, sobald ihnen gleiche Genauigkeit innewohnt.

Terrestrische Standlinien erhält man vornehmlich:

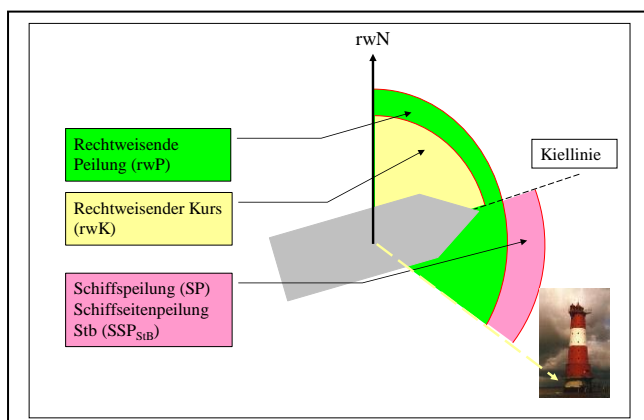
1. durch Peilungen von Landmarken oder Seezeichen mittels Peilkompass oder Peilscheibe,
2. durch Messung von Horizontalwinkeln zwischen 2 Objekten mittels eines Spiegelinstrumentes (Sextant),
3. durch Abstandsbestimmungen, beispielsweise Messung von Vertikalwinkeln an einem Objekt mittels eines Spiegelinstrumentes (Sextant).

Ferner liefern wichtige Anhaltspunkte für eine Standlinie: Lotungen, Sichtweiten und endlich Schätzungen. In den nachfolgenden Abschnitten werden zunächst die einzelnen Standlinien besprochen, so dann die Verbindung von zwei oder mehr Standlinien zur Bestimmung des Schiffsortes und die Verwendung von Lotungen.

2.) Peilungen

Das Wort "Peilung" bedeutet ursprünglich "Messung". Hier sollen unter Peilungen Richtungsbestimmungen verstanden werden. Neben den optischen Peilungen, die mittels Peildioptr genommen werden und die nach wie vor das weitaus einfachste Hilfsmittel der Schiffsführung darstellen, können bei unsichtigem Wetter bzw. außerhalb der Küstensicht Radarpeilungen und Funkpeilungen eine Rolle spielen. Die Ablesung erfolgt entweder an der Kompassrose oder an einer Peilscheibe. Auch kann mit Hilfe von GPS navigiert werden.

Bezugsrichtungen. Jede Richtungsbestimmung muss auf eine feste Richtung bezogen werden. Man unterscheidet Kompasspeilungen und Schiffspeilungen sowie Schiffsseitenpeilungen, je nachdem die Peilung auf Kompassnord oder die Richtung auf recht voraus (Kiellinie) bezogen wird, und bezeichnet sie mit MgP/KrP bzw. SP oder SSP . Eine wegen Fehlweisung für den anliegenden Kurs beschickte Kompasspeilung, die sich damit auf $rw.$ Nord bezieht, bezeichnet man auch als Azimut (rechtweisende Peilung).



Seitenpeilungen können unter Berücksichtigung des bei der Peilung anliegenden Kurses auf die Kompassrose übertragen und weiter wie Kompasspeilungen behandelt werden. Am einfachsten ist der Übergang, wenn alle Winkel an der Peilscheibe von recht voraus rechts herum von $000^\circ - 360^\circ$ gezählt werden. Es gilt dann (vgl. Abb. 17) Kompasspeilung = Kompasskurs + Seitenpeilung.

Beispiel:	<u>Schiffspeilung</u>	<u>Schiffseitenpeilung</u>
	Kompasskurs 235° (KK)	Kompasskurs 085°
	<u>Seitenpeilung</u> $+ 215^\circ$ (SP)	<u>Schiffsseitenpeilung</u> $- 159^\circ$ Bb
	aus:	aus:
	$= 450^\circ$	360°
	$- 360^\circ$	$(159^\circ - 085^\circ) - 074^\circ$
	<u>Kompasspeilung</u> $= 090^\circ$	<u>Kompasspeilung</u> $= 286^\circ$

Wahl des Peilobjektes: Sind mehrere Peilobjekte sichtbar, so verdienen die näheren den Vorzug vor den entfernteren, denn der Fehler am Schiffsort, der durch einen Fehler in der Peilung hervorgerufen wird, wächst im Verhältnis mit der Entfernung. Er beträgt bei einem Peilfehler von 1° rund den 60. Teil der Entfernung, bei einem Peilfehler von 2° rund den 30. Teil der Entfernung usw. Die aus einer optischen Peilung folgende Standlinie wird als gerade Linie in die Seekarte eingezeichnet. Hat man ein in der Seekarte verzeichnetes Objekt optisch gepeilt, so beschickt man die Kompasspeilung durch algebraische Addition mit der Fehlweisung, die für den Kompasskurs gilt, der zur Zeit der Peilung am Kompass angelegen hat. Entgegengesetzt zu der erhaltenen Richtung zieht man durch den Ort des Objektes in der Karte eine gerade Linie; diese ist die Standlinie oder auch *Line of Position* (LOP) genannt. Jede Peilung erfolgt im Großkreis; sie müsste also streng genommen als solche in die Seekarte eingetragen werden. Für Entfernungen bis zu 30 sm kann jedoch der Großkreis als mit der Loxodrome zusammenfallend angenommen, also als gerade Linie in die Merkatorkarte gezeichnet werden.

Das zum Einzeichnen von Kursen und Peilungen benutzte Kursdreieck ist stets so an den Meridian in der Seekarte zu legen, dass der rechte Winkel des Dreiecks nach unten gerichtet ist. Durch Drehen des Dreiecks bringt man die gewünschte, rechtweisende Gradzahl in Deckung mit dem Meridian. Die Hypotenuse gibt dann die rw. Kurs- oder rw. Peilungsrichtung an. Das parallele Verschieben des Dreiecks erfolgt mit Hilfe Anlegedreiecks oder eines Lineals.

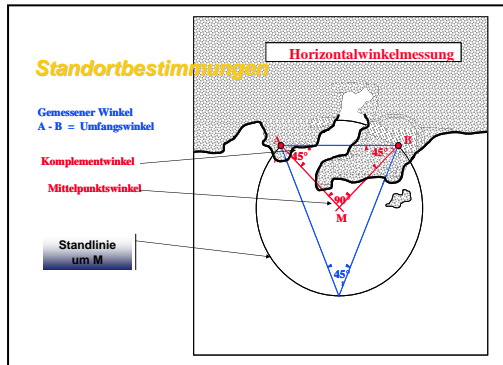
3.) Horizontalwinkel

Sind zwei feste Objekte vom Schiffe aus sichtbar, so kann man den Horizontalwinkel messen, unter dem diese Punkte vom Schiffe aus gesehen werden.

Durch das Messen des Horizontalwinkels zwischen zwei Objekten A und B erhält man für den Schiffsort in der Seekarte eine Standlinie in dem Kreisbogen, der über A B als Sehne den gemessenen Winkel als Umfangswinkel fasst. Den Mittelpunkt dieses Kreises findet man, indem man das Komplement des gemessenen Winkels in A und B an die Verbindungslinie A B nach der Seite, auf der das Schiff steht, anträgt. Ist der gemessene Winkel größer als 90° , so ist sein Überschuss über 90° nach der entgegen gesetzten Seite in A B anzutragen (Abb. 18).

Gemessen: 125° Winkel ist über 90° , es ist der Supplementwinkel zu bilden = 35°

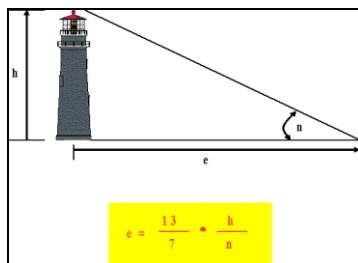
Gemessen: 65° Winkel ist unter 90° , es ist der Komplementwinkel zu bilden = 25°



4.) Vertikalwinkel (Höhenwinkel)

Die Entfernung des Schiffes von einem Leuchtturm (Landmarke) oder Berg mit bekannter Höhe lässt sich aus dem Höhenwinkel berechnen, unter dem das Objekt erscheint. Es empfiehlt sich, bei dieser Messung mit Hilfe des Sextanten zur Ausschaltung einer Indexberichtigung (Nullpunktberichtigung) des Instruments das Mittel aus der Messung von oben nach unten und unten nach oben (vor- und rückwärts) zu nehmen. Der Unterschied der beiden Ablesungen gibt im Vergleich mit dem bekannten Fehler einen Anhalt für die Güte der Messung. Die halbe algebraische Differenz der Ablesungen ist der gesuchte Winkel. Das Schiff steht nun auf dem Kreisbogen, den man um das Objekt mit dem aus dem Höhenwinkel ermittelten Abstand als Radius schlägt.

Wird der Winkel in Bogenminuten (n), die Höhe des Objekts in Metern (m) ausgedrückt, so ist der Abstand in Seemeilen = $13/7 \times \text{Höhe in Meter} / \text{Anzahl der Bogenminuten}$ (siehe Abbildung)



Bei Feuertürmen misst man die Höhe der Laterne über der Wasserlinie und umgekehrt. Die Höhe der Laterne (Feuerhöhe) über der Wasserlinie ist im Leuchtfeuerverzeichnis in Meter angegeben, und zwar an der Ostseeküste als Höhe über dem Mittelwasser und in Gezeitengewässern als Höhe über mit Gezeiten über mittlerem Hochwasser, jedoch sind Beschickungen hierfür im allgemeinen unwesentlich. Im Leuchtfeuerverzeichnis befindet sich ferner eine Angabe über die Höhe des Feuerturmes über dem Erdboden. Diese Höhe sollte grundsätzlich für die Höhenwinkelmessung nicht benutzt werden, da nur in ganz seltenen Fällen der Fußpunkt des Leuchtturms auf dem Erdboden ganz einwandfrei ausgemacht werden kann.

Bei größerer Entfernung ist darauf zu achten, ob nicht die Wasserlinie durch die davor liegende Kimm verdeckt wird, so dass nur ein Teil der Höhe H des Objekts sichtbar und die obige Formel nicht mehr anwendbar ist. Auch muss bei größerer Entfernung mit Luftspiegelung und unbekannter Strahlenbrechung gerechnet werden. Ebenso ist bei einem weit landeinwärts liegenden Objekt mit einem Fehler zu rechnen, der die Entfernung stets vergrößert.

Trotz der letzten Einwände ist der Gebrauch des Höhenwinkels besonders in engen und strömenden Gewässern (Belte, Sund, Straße von Gibraltar u. a. m.) sehr zu empfehlen. Man

kann sich zu diesem Zwecke für den jeweilig in Frage kommenden Leuchtturm den konstanten Wert $(13/7) \times H$ vorher ausrechnen, und während der Fahrt, z. B. bei Umsteuern eines Kaps, mit Hilfe des griffbereiten Sextanten laufend den Höhenwinkel messen und mit dem Taschenrechner die Konstante hierdurch teilen.

5.) Lotungen, Linien gleicher Wassertiefe.

Lotungen können nicht nur zur Vermeidung einer unmittelbar drohenden Gefahr, sondern auch zur Ermittlung des Schiffsortes dienen.

Während auf kleinen Fahrzeugen in flachem Wasser der Wasserstand durch das senkrechte Eintauchen eines Peilstockes (Meßlatte) u. a. bestimmt wird, benutzt man an Bord der Seeschiffe das Echolot, früher bzw. als Ersatz auch die Lotleine mit einem daran befestigten Lotkörper verschiedener Größen (Handlot). Die Herrichtung, Behandlung und Überprüfung der Leinen und der Vorgang des Lotens sind wichtige seemännische Arbeiten, deren Kenntnis hier vorausgesetzt wird. Außerdem kann mit dem Handlot (u.a. vor Anker) die Richtigkeit der Tiefenanzeige des Echolots überprüft werden

Über die Genauigkeit, mit der ein Meeresteil ausgelotet ist, gibt die Seekarte selbst Auskunft durch die größere oder geringere Menge ihrer Tiefenangaben. Die leeren Stellen der Karte sind nicht ausgelotet, und man darf nur dann tiefes Wasser auf ihnen voraussetzen, wenn ringsherum in nicht zu großer Entfernung solches vorhanden ist.

Besondere Vorsicht ist trotz häufigen Lotens bei felsigem oder durch Korallen gekennzeichnetem Untergrund geboten. Unter Wasser befindliche Klippen verraten ihre Anwesenheit bei Seegang leichter als bei ruhiger See.

Als Anhalt zur Ortsbestimmung können Lotungen nur dann verwendet werden, wenn in der Nähe des Schiffsortes ein regelmäßiges Ansteigen oder Abfallen des Meeresgrundes stattfindet, nicht aber dort, wo wechselnde Tiefen in der Karte bunt durcheinander liegen und natürlich eben sowenig in Meeresteilen mit großen Gebieten gleicher Wassertiefe. Um den Verlauf der Wassertiefen in der Seekarte übersichtlich zu machen, hat man in ihnen für bestimmte Tiefen Linien gleicher Wassertiefe, die Tiefenlinien, eingezeichnet. So findet man in den Seekarten gewöhnlich die Sechsmeter-, die Zehnmeter-, die Zwanzigmeterlinien usw. eingetragen. Auf diese Linien hat man beim Aufsuchen von Wassertiefen in der Karte besonders sein Augenmerk zu richten, mehr als auf die einzelnen in der Karte verzeichneten Tiefenangaben. Durch eine Lotung erhält man die ihr entsprechende Linie gleicher Wassertiefe als Standlinie für das Schiff.

Als Anhalt zur Ortsbestimmung verlässt man sich nicht auf eine einzelne Lotung, sondern stellt Reihenlotungen an. Man trägt die Wassertiefen auf Pergamentpapier oder am Rande eines Papierstreifens im Abstand der inzwischen zurückgelegten Entfernungen nach Kartenmaßstab ab und verschiebt diesen Streifen bzw. die Lotlinie auf dem Pergamentpapier parallel dem gesteuerten Kurs in der Nähe des geißten Schiffsortes oder unter geringer Drehung um den Kurs solange, bis man Übereinstimmung mit den Angaben der Karte gefunden hat. In Gewässern mit Gezeiten ist die Beschickung der Lotungen auf Kartennull (siehe Gezeitenlehre) vor Vergleich mit der Karte notwendig. Im übrigen ist in der Nähe der Küste stets mit einem veränderlichen Wasserstand durch Windeinflüsse zu rechnen, so dass bei der Benutzung von Lotungen zur Ortsbestimmung Vorsicht geboten ist.

Das Handlot hat gegenüber allen anderen Lotgeräten den großen Vorzug, bei der Lotung durch die an der Lotspeise haftende Grundprobe einen weiteren, nicht unwesentlichen Aufschluss über den Schiffsort zu geben. Selbstverständlich gehört zu jeder Lotung wie zu jeder Standlinie die Uhrzeit.

6.) Schallweiten, Sichtweiten und Schätzung von Abständen.

1. Schall

Haben Sie auf ihrem Sportboot beispielsweise einen „Black out“ (Stromausfall) aller nautischen Geräte, können Sie sich zur Orientierung nur noch den in der Überschrift genannten Methoden bedienen. Dann ist ebenso wie beim Loten, das Ergebnis nur als Anhalt zur Bestimmung einer Standlinie zu verstehen.

1. Die Schallfortpflanzung durch die Luft beträgt im Mittel 333 m in einer Sekunde, d. h. zum Zurücklegen einer Seemeile durch die Luft braucht der Schall im Mittel 5,6 Sekunden.

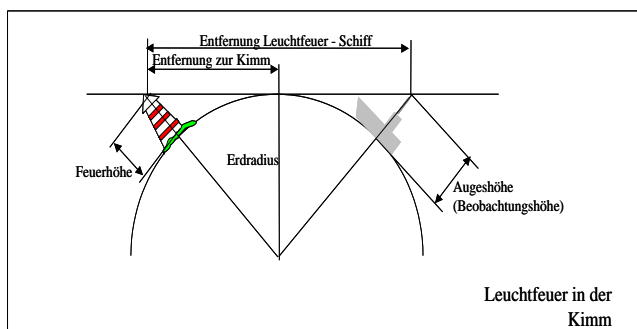
Die Schallfortpflanzung durch das Wasser beträgt im Mittel 1500 m in einer Sekunde, d. h. zum Zurücklegen einer Seemeile durch das Wasser braucht der Schall im Mittel 1,12 Sekunden.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles durch die Luft wird sehr erheblich von Luftdichte und Wind beeinflusst, so dass man den Schall hauptsächlich nur als Warnsignal oder Ansteuerungssignal benutzt. Aber auch bei der Schätzung der Richtung, aus der der Schall kommt, muss mit Täuschungen gerechnet werden (Nebelfahrt).

2. Sichtweiten (Leuchtfeuer in der Kimm)

Unter Kimm versteht man auf freier See die Linie, in der Himmel und Wasser sich berühren.

Die Entfernung zwischen der Kimm und einem Beobachter ist von der Augeshöhe des Beobachters abhängig und lässt sich leicht berechnen.



Die Formel hierfür lautet: $e = 2,075 \times \text{der Wurzel von } h$.

Darin bedeutet e den Kimmabstand in Seemeilen und h die Augeshöhe in Metern. In der Formel ist bereits eine mittlere Strahlenbrechung berücksichtigt, denn die Kimm erscheint gegenüber der geometrisch berechneten Lage durch Strahlenbrechung stets gehoben. Taucht nun bei Nacht ein bekanntes Leuchtfeuer in der Kimm auf, so lässt sich der Abstand des Feuers von der Kimm des Beobachters mit der nach Leuchtfeuerverzeichnis bekannten Feuerhöhe H nach derselben Formel berechnen. Daraus ergibt sich der Abstand zwischen Leuchtfeuer und dem Beobachter aus der Formel:

$e = 2,075 \text{ Wurzel } H + 2,075 \text{ Wurzel } h$, dabei ist $H = \text{Höhe des Lchtf. lt. Lchtf. Verzeichnis}$ und $h = \text{Augeshöhe des Beobachters}$.

Unter Tragweite eines Feuers versteht man diejenige Entfernung, bei der ein Feuer eben noch einen deutlichen Lichteindruck hervorruft. Die Tragweite ist abhängig von der Lichtstärke des Feuers und dem jeweiligen Sichtigkeitsgrad der Luft und kann kleiner als angegebene Sichtweite sein. Die Genauigkeit der Abstandsbestimmung durch die Beobachtung des Erscheinens oder Verschwindens eines Feuers in der Kimm ist von dem Zustande der Atmosphäre sehr abhängig. Bei schwülem, windstillem Wetter und bei großen Temperaturunterschieden zwischen Luft und Wasser können starke Vergrößerungen, gelegentlich auch Verringerungen der Sichtweite vorkommen. Die Beobachtung setzt klare Kimm voraus. Im übrigen täuscht man sich auch oftmals über den Augenblick des plötzlichen Erscheinens des Feuers. Es ist daher zu empfehlen, dass man sofort nach Inblickkommen

eines Leuchtfuers sich von einem etwas tiefer gelegenen Beobachtungsstand bestätigen lässt, dass das Feuer dort noch nicht zu sehen ist.

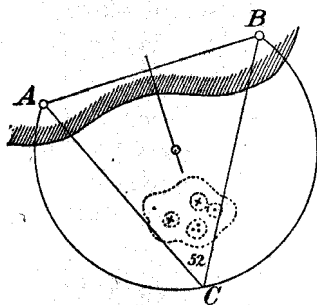
3. Schätzung von Abständen

Eine bloße Schätzung des Abstandes ist nur zulässig bei kleinen Entfernungen und nach Erlangung einer hinreichenden Übung. Bei größeren Entfernungen und ungewöhnlichem Zustand der Atmosphäre ist man beim Schätzen leicht Täuschungen ausgesetzt, die erwiesenermaßen in jedem Jahre eine Reihe von Unglücksfällen zur Folge haben. In der Nacht ist die Schätzung des Abstandes ganz unsicher.

7.) Die terrestrischen Standlinien als Grenzlinien zur Vermeidung von Gefahren

Damit irgendwelche der Küste vorgelagerte Sandbänke, Felsen u. dgl. sicher umfahren werden können, ist es von Vorteil eine Grenze festzulegen, die das Schiff nicht überschreiten darf, ohne in Gefahr zu geraten. Solche Grenzen können sich sein:

1. Eine Tiefenlinie, außerhalb der sich das Schiff entsprechend dem Tiefgang zu halten hat!
2. Eine Peilungslinie an, die das Schiff nicht überschreiten darf! Die Peilungslinie wird vorher aus der Seekarte entnommen.
3. Die kleinste Entfernung, bis zu der sich das Schiff einer Landmarke oder einem Seezeichen nähern darf! Bei Objekten von bekannter Höhe kann man den Grenzwert des Höhenwinkels angeben, der zu der aus der Seekarte entnommenen Entfernung berechnet wird.
4. Sind in der Nähe von Untiefen zwei Peilobjekte in Sicht, so kann man sich mit Vorteil des horizontalen Gefahrwinkels bedienen, um die Untiefen zu vermeiden. Man legt in der Karte durch die beiden Punkte einen Kreisbogen, der sämtliche Untiefen einschließt. Um den Mittelpunkt dieses Kreises leichter finden zu können, errichtet man auf der Verbindungslinie AB die Mittelsenkrechte, wie dies in Abb. 33 veranschaulicht ist. Der Umfangswinkel ABC dieses Bogens wird als Gefahrenwinkel bezeichnet. Bei der Annäherung an die Untiefen misst man mit einem Sextanten den Horizontalwinkel zwischen den beiden Punkten A und B. Wenn man dafür sorgt, dass dieser Winkel nicht größer wird als jener Gefahrenwinkel (52° im Beispiel der Abbildung), so ist man sicher, dass man außerhalb des gezeichneten Kreises und damit frei von den Untiefen bleibt.



8.) Bestimmung des Schiffsortes durch den Schnittpunkt von zwei oder mehr Standlinien

Der Schiffsort ist bestimmt durch den Schnittpunkt von zwei Standlinien. In allen Fällen ist die Bestimmung um so schärfer, je näher der Winkel, unter dem sich die Standlinien schneiden, einem rechten bekommt. Eine Gewähr für die Richtigkeit des gefundenen Schiffsortes wird erst dann gegeben, wenn der Schnittpunkt durch 3 Standlinien gebildet wird. Für 3 Peilungen ist es am günstigsten, wenn die Standlinien einander unter etwa 60° schneiden.

Folgende Möglichkeiten sind bei der Schiffsortbestimmung durch terrestrische Standlinien gegeben:

1. Sichtbar ist nur 1 Objekt

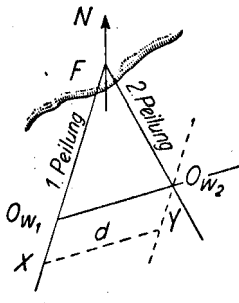
a) Ohne Versegelung

Die erste Standlinie wird durch die Peilung des Objektes geliefert, die zweite durch eine Abstandsbestimmung; die einzige zuverlässige Abstandsbestimmung ergibt eine Höhenwinkelmessung, sofern sich das Objekt dazu eignet. Es ist zweckmäßig, ferner eine Lotung, besser eine Lotungsreihe zu Rate zu ziehen man sucht auf der Standlinie die gelotete Wassertiefe auf.

b) Mit Versegelung (Doppelpeilung)

Die zweimalige Peilung desselben Objektes mit dazwischen liegender bekannter Versegelung bezeichnet man als Doppelpeilung. Man wendet die zwei- oder mehrmalige Peilung an, wenn ein Objekt längere Zeit in Sicht ist.

Man peilt das Objekt F und trägt die Peilung N (mit Uhrzeit) als erste Standlinie in die Seekarte ein.



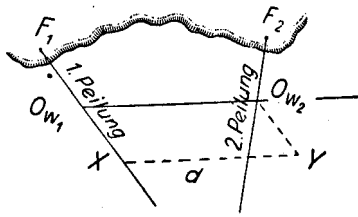
Nachdem sich die Peilung hinreichend geändert hat, mindestens um etwa 40° , peilt man dasselbe Objekt zum zweiten mal und trägt die Peilung ebenfalls in die Karte ein (Abb. 22). In einem beliebigen Punkte X der ersten Standlinie trägt man sodann den rw. Kurs über Grund und die zwischen beiden Peilungen abgelaufene Distanz an. Durch den Endpunkt der abgelaufenen Distanz d legt man die Parallele zur ersten Standlinie und erhält als Schnittpunkt mit der zweiten Peilungslinie den Schiffsort bei der zweiten Peilung. In so erhaltenen Schiffsort trägt man den Kurs an und erhält damit den voraussichtlichen weiteren Schiffsweg. Die Zuverlässigkeit des so gefundenen Schiffsortes hängt in erster Linie von der Genauigkeit der zwischen den Peilungen abgelaufenen Distanz und der Sicherheit der Kursrichtung ab, außerdem von der Sorgfalt der Peilungen und der genauen Kenntnis der Kompassfehlweisung. In Meeresteilen mit wechselnden und unbekanntem Strömungen sind Doppelpeilungen nur mit großer Vorsicht zu verwenden. Wenn ein Objekt längere Zeit als einziges Seezeichen sichtbar ist, so empfiehlt es sich, in möglichst gleichen und der Fahrtstufe entsprechend nicht zu kleinen Zeitabständen laufend Peilungen vorzunehmen und in die Karte einzutragen. Die von den Peilungslinien in der Karte abgeschnittenen Teile des Schiffsweges werden in den meisten Fällen eine Kontrolle dieses Weges ergeben, vor allem wenn durch Lotungen weitere Anhaltspunkte gewonnen werden.

Ist der Winkel zwischen Kurs und erster Peilung 45° , der Winkel zwischen Kurs und zweiter Peilung 90° , so passiert man bei der zweiten Peilung das Peilobjekt und der Passierabstand ist gleich der inzwischen gesegelten Distanz. Man kann seine Peilungen von vornherein darauf abstellen.

2. Sichtbar sind zwei Objekte

a) abgestumpfte Doppelpeilung

Das zweite Objekt wird erst sichtbar, nachdem das erste Objekt durch die Fahrt des Schiffes aus Sicht gekommen ist. Hier ist wie unter 1. b zu verfahren.



b) Kreuzpeilung

Beide Objekte sind gleichzeitig sichtbar.

In diesem Fall ist man in der Lage, gleichzeitig oder unmittelbar aufeinander folgend beide Objekte zu peilen (Kreuzpeilung) und erhält einen erheblich genaueren Schiffsort, als ihn die bisherigen Verfahren liefern können. Die Genauigkeit des Schiffsortes hängt von der Unverlässigkeit der Kompassfehlweisung und der Sorgfalt der Peilung ab. Es ist sehr zweckmäßig, und dringend anzuraten, wenn es irgendmöglich ist und der Wunsch nach einem genauen Schiffsort besteht, zur Kontrolle den Horizontalwinkel zwischen F_1 und F_2 ebenfalls zu messen und sich damit eine dritte Standlinie zu verschaffen. Da die Messgenauigkeit des Spiegelinstrumentes größer ist als die der Peilung, muss man mit dem Auftreten eines Fehlerdreiecks rechnen. Als Schiffsort ist so dann derjenige Punkt der Peripherie zu wählen, der in der Mitte der beiden Peilungslinien liegt.

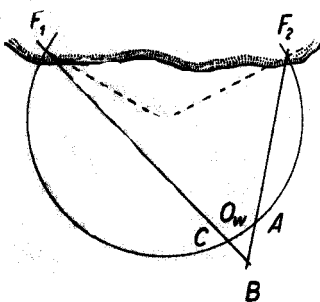
Zu spitze oder zu stumpfe Schnittwinkel der Peilungslinien sind stets als ungenau zu betrachten. Da man erst nach Durchführung der zweiten Peilung die Uhrzeit feststellt, reduziert man die Uhrzeit der ersten Peilung auf die Uhrzeit der zweiten Peilung. Deswegen wird das Objekt mit der geringsten Peilungsänderung in einer Zeitspanne zuerst gepeilt. Ein mehr voraus liegendes Objekt ändert seine Peilung nicht so schnell, wie ein querab liegendes Peilobjekt. Ein querab liegendes Objekt ändert seine Entfernung nicht so schnell, wie ein mehr voraus oder genau voraus liegendes Objekt. Ein weit Entfernung Objekt ändern seine Peilung weniger schnell als ein sehr nahe liegendes Objekt.

3. Sichtbar sind drei Objekte

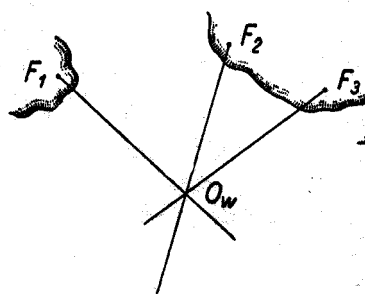
Wenn 3 Objekte gleichzeitig sichtbar sind, kann man den Schiffsort entweder durch Peilungen bestimmen, wie dies unter 2. für 2 Objekte dargelegt wurde (Kreuzpeilung), oder durch die Messung von 2 Horizontalwinkeln (Doppelwinkelmessung).

a) Kreuzpeilung mit drei Objekten

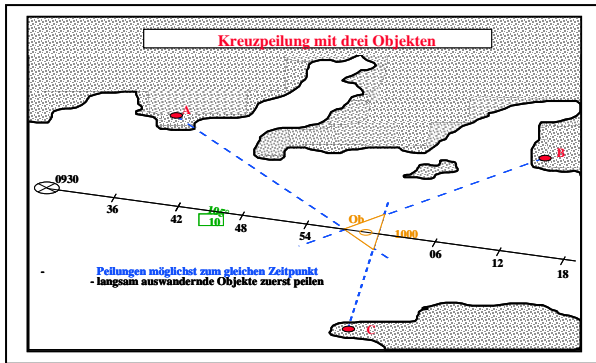
Man peilt gleichzeitig oder rasch nacheinander 3 Objekte und zeichnet die Standlinien in die Seekarte ein (Abb. 25). Trotz größter Sorgfalt der Messung werden sich die 3 Standlinien schon aufgrund des Zeitverzuges vielfach nicht in einem Punkte schneiden. Man nimmt dann, wenn das entstehende Fehlerdreieck nicht zu groß ist, als Schiffsort den Mittelpunkt des dem Dreieck einbeschriebenen Kreises nach Augenmaß an.



Horizontalwinkelmessung mit Peilung



Kreuzpeilung mit drei Objekten



Kreuzpeilung mit drei Objekten mit Fehlerdreieck

b) Doppelwinkelmessung

Nach der Messung zweier Horizontalwinkel kann man - gemäß Punkt 3.) Horizontalwinkel - beide Kreisbögen zeichnen und mit ihrem Schnittpunkt den Schiffsort festlegen (Abb. 26). Einfacher ist hier die Anwendung eines Doppelwinkeltransporteurs.

Dieser besteht aus einem mit einer Gradeinteilung versehenen Messingkreis, auf der die gemessenen Winkel mit Hilfe zwei beweglicher und einem festen Schenkel eingestellt werden. Die beweglichen Schenkel werden an die gepeilten Objekte angelegt und der Schiffsort wird im Zentrum des Metallkreises gefunden und mittels einer am Gerät vorhandenen Nadel in der Seekarte markiert.

