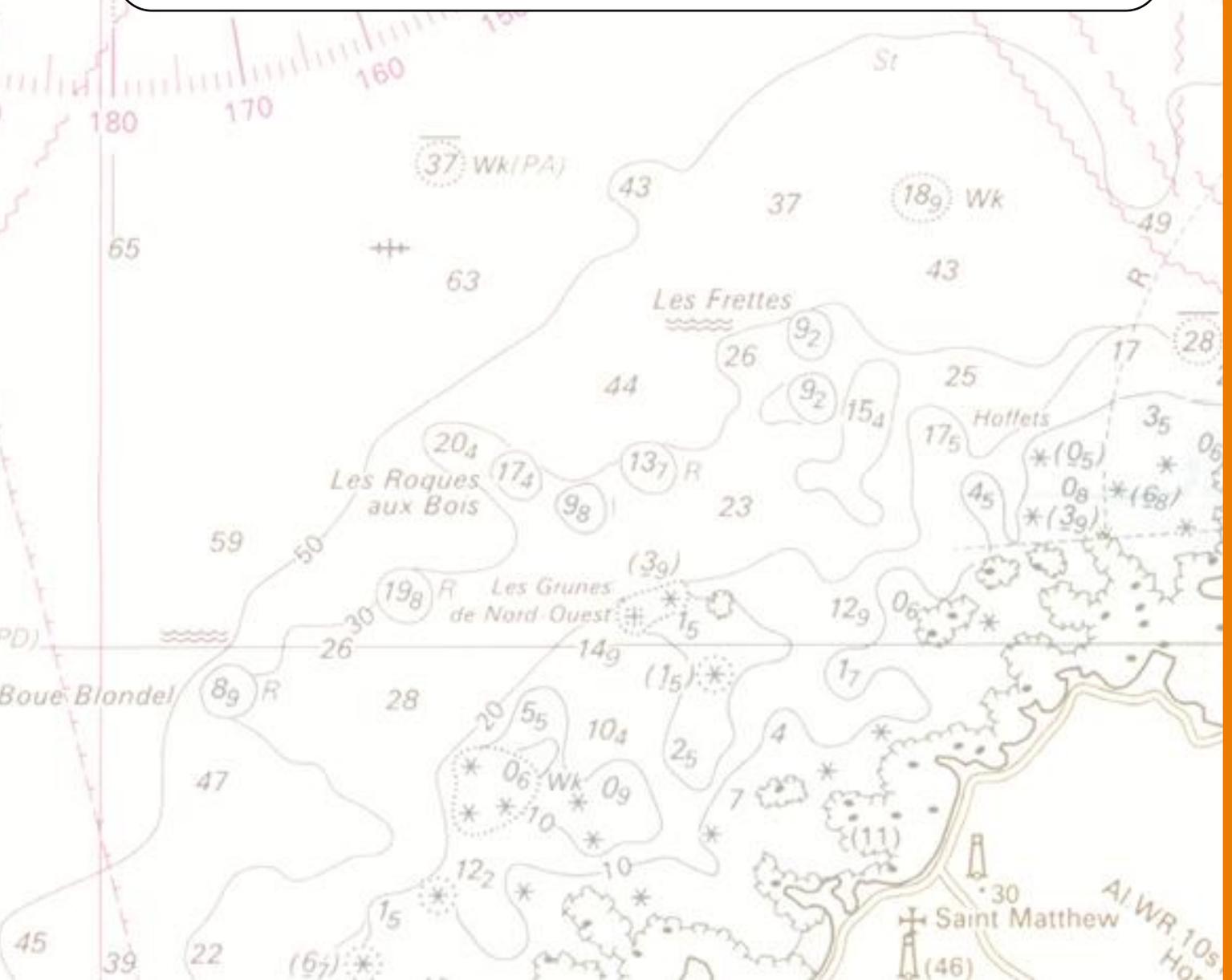


6 Elektronische Navigation



Alle Rechte vorbehalten. Sämtliche Dokumente, sowie Teile davon sind urheberrechtlich geschützt und dürfen ohne schriftliche Erlaubnis der Swiss Yachting Association in keiner Form reproduziert werden.

Copyright © 2025 by Swiss Yachting Association

V2.0

Inhaltsverzeichnis

Einführung	5
Satelliten-Navigation.....	6
Arbeiten mit GPS	7
Positionsbestimmung.....	8
Navigation nach Wegpunkten	9
Relative Positionsbestimmung.....	10
VMG-Anzeige (Velocity Made Good),	10
MOB-Funktion (Man over Board),.....	11
Ankeralarm-Funktion.....	11
Navigation nach Routen.....	11
Navigation nach Tracks.....	12
Cross Track Error (XTE)	12
Gefahren bei der Navigation mit GPS.....	14
Kartenplotter	17
NMEA-Daten.....	20
Automatisches Identifikationssystem (AIS)	23
AIS-SART.....	25
Radar-Navigation	27
Generelle Nutzung einer Radaranlage	27
Arbeitsweise einer Radaranlage.....	29
Radar(antwort)baken	31
RADAR-SART.....	31
Funkwellen	32
Echoprinzip.....	32
Sendepulsdauer	32
Frequenzbereich	33
Sendeleistung.....	33
Antennenmotor – Drehung.....	34
Antenne – Horizontale Bündelung.....	34
Vertikale Bündelung	34
Radiale Auflösung.....	35
Azimutale Auflösung	35

Mindestpunktgrösse	35
Exkurs: Breitband-Radar (auch Solid-State -Radar genannt).....	36
Bedienungsroutine	36
Kollisionsverhütung mit Hilfe des Radars.....	39
Radar Plotting ohne ARPA.....	40
Radarspinne	41
Objektbeobachtung	43
Ermittlung des CPA.....	45
Ermittlung der TCPA.....	46
Ermittlung der SPCPA.....	47
Das Wegedreieck O – W - A.....	47
Risikobeurteilung.....	49
Anpassung des eigenen Kursus.....	52
Anpassung der eigenen Fahrtgeschwindigkeit.....	53
Weitere Ausweichoptionen.....	54
Grundätzliche Probleme beim Radar Plotting.....	55
Spezielle Probleme im Head Up-Modus.....	55
LORAN-C / eLORAN.....	56
NAVTEX.....	58

Einführung

Unter elektronischer Navigation versteht man das Navigieren mit Einsatz von elektronischen Geräten, wie Satelliten-Empfängern, Radaranlagen, Funkortungsgeräten etc. In modernen elektronischen Navigationssystemen sind die einzelnen Geräte miteinander gekoppelt. Um die eigene Schiffsposition und die Wegpunkte elektronisch nutzen zu können, muss der GPS-Empfänger beispielsweise mit einem Kartenplotter gekoppelt sein. Dieser verfügt dann wiederum über eine Navigationssoftware mit den oben beschriebenen Funktionen und muss auch auf den für das Fahrtgebiet relevanten Kartensatz zugreifen können. Erst in dieser Kombination erhält man die gewünschte elektronische Unterstützung.

Dabei kann man sich nun für verschiedene Hardwarevarianten entscheiden. Klassisch ist der fest eingebaute Kartenplotter am Navi-Tisch und/oder am Steuerstand. Über die NMEA-Schnittstelle kann man weitere Systemkomponenten anschliessen. So können beispielsweise Informationen über die Windrichtung/-Geschwindigkeit, die Fahrtgeschwindigkeit, die Wassertiefe mit zur Anzeige gebracht werden. Bei einer Kopplung mit einem Radargerät kann man das Radarbild als Layer über die Karte legen. Layerfunktionen gibt es auch für Strömungspfeile, GRIB-Files und AIS-Angaben. Neben klassischen Navigationstools stellen einige Softwarepakete auch noch Features zur Verfügung, die den Navigator bzw. Taktiker während einer Regatta unterstützen.

Entscheidet man sich hingegen für eine mobile Lösung, sind diese Kopplungen schwerer zu realisieren. Zudem muss man bereits bei der Auswahl des Gerätes bedenken, dass für einen Laptop andere Navigationssoftware angeboten wird als für ein Tablet. Weiterhin laufen nicht alle Navigationsprogramme auf allen Betriebssystemen, deswegen ist darauf zu achten, ob dort IOS, Android oder Windows angegeben ist. In Abhängigkeit von der verwendeten Navigationssoftware erhält man dann wiederum die unterstützten Kartensätze. Nicht jede Navigationssoftware unterstützt Vektorkarten (siehe Kapitel 4 «Die Seekarte»).

Der Nutzen elektronischer Navigation – beispielsweise durch die schnelle Zurverfügungstellung relevanter Daten zur Positionsbestimmung und Kollisionsverhütung wird hier nicht bestritten. Gleichzeitig sei aber vor allzu grosser Technikgläubigkeit gewarnt. Die Brauchbarkeit von Daten und deren richtige Interpretation verlangt vom Navigator, dass er sich mit der technischen Ausstattung gut zurechtfindet. Die Vielfalt an Geräten diverser Hersteller verlangt gerade im Charterbetrieb ausreichend Zeit, um sich mit der Handhabung nicht bekannter Komponenten zu befassen; zudem sollte man sich vergewissern, dass die Bedienungsanleitungen an Bord sind.

Eine vorsichtige Schiffsführung verlangt vom Skipper, dass er die mit GPS definierten Wegpunkte, die ermittelten Positionen oder Tracks in die Papierseekarte überträgt, und zwar im selben Zeitabstand, wie er es ohne GPS tun würde, d.h. er muss jederzeit von elektronischer Navigation wieder auf klassische Papierarbeit umstellen können ohne Zweifel an seiner aktuellen Position zu haben!

Satelliten-Navigation

GNSS ([Global Navigation Satellite System](#)) ist der Oberbegriff für alle satellitengestützten Navigationssysteme. Dazu zählen momentan GPS, GLONASS, BEIDOU und GALILEO:

GPS ([Global Positioning System](#))

Das GPS wurde von den Amerikanern entwickelt und 1995 in Betrieb genommen. In einer Höhe von ca. 20.000 km kreisen 30 Navstar-Satelliten. Eine Erdumkreisung eines einzelnen Satelliten dauert 11 Stunden und 58 Minuten. Die Bahnen der Satelliten sind so angeordnet, dass ein GPS-Empfänger an fast jedem Ort der Erde zum selben Zeitpunkt die Signale von mindestens vier, in der Regel von sechs bis acht für die Ortsbestimmung brauchbare Satelliten empfängt. Die Position des Empfängers wird durch die Messung der Distanzen zu den Satelliten mittels Laufzeitmessung des GPS-Signals ermittelt. Obwohl sich GPS generell als genaues und zuverlässiges System bewährt hat, fehlen uns als Anwender Informationen über den aktuellen Systemzustand. Wir müssen uns bewusst sein, dass GPS zu militärischen Zwecken entwickelt wurde. Die Zeit-, Bahn- und Korrekturdaten werden auf zwei Frequenzen ausgesendet, wovon für die zivile Nutzung nur die Frequenz L 1 (575,42 Mhz) zur Verfügung steht, zudem müssen wir in Zeiten militärischer Konflikte mit absichtlichen Störungen der Funkfrequenzen (künstliche Verschlechterung des GPS-Signals – [Selective Availability SA](#)) bzw. auch auf der zivilen Frequenz mit einer Abschaltung des Systems durch die Master-Kontrollstation in Colorado Springs rechnen.

Eine Störung des GNSS-Systems hat unmittelbare Auswirkungen auf die folgenden elektronischen Komponenten unseres Navigationsequipments:

- GPS-Positionsempfänger (Position, Kurs und Geschwindigkeit über Grund)
- Sat-Log (Geschwindigkeit über Grund)
- Sat-Kompass THD (Schiffsvorausrichtung)
- RADAR / ARPA (soweit Radar durch GPS stabilisiert ist)
- ECDIS (Stabilisierung)
- AIS (keine Positionsaussendung)
- GYRO-Kompass (ggf. Fahrtfehler 2.3°)
- GMDSS (keine Übermittlung der Position im Distress-Fall).

Die Positionsangaben der GPS-Geräte sind auf das World Geodetic System WGS 84 bezogen (siehe Kapitel 4 «Die Seekarte»). [Man kann das geodätische Bezugssystem am GPS-Empfänger im Display unter MAP DATUM ändern und von „WGS 84“ beispielsweise auf „ED 50“ einstellen.](#) GPS-Empfänger, die Daten an andere Systeme wie AIS liefern, sollten jedoch auf keinen Fall auf ein anderes Bezugssystem umgestellt werden, da dies vom Empfänger nicht erkannt wird! Wir müssen dann die Koordinaten rechnerisch korrigieren; dabei werden wir durch Tools wie ARC MAP GIS unterstützt.

GLONASS

GLONASS (Global Navigation Satellite System) wird vom Verteidigungsministerium der Russischen Föderation betrieben und finanziert. Es ist in Betriebsverfahren und Genauigkeit dem GPS vergleichbar. Aufgrund seiner Umlaufbahnkonfiguration bietet GLONASS im Vergleich zu GPS eine bessere Abdeckung und Genauigkeit in hohen Breitengraden. Das System ist für die zivile Nutzung mit einer Genauigkeit von 4,5 bis 7 Metern freigegeben. Allerdings werden bis jetzt auf dem Markt keine Empfänger

angeboten, da das System noch nicht in die kommerzielle Nutzung überführt wurde; zudem ist auch keine Kompatibilität mit dem GPS vorgesehen.

BEIDOU

Chinesisches Satellitennavigationssystem für militärische Nutzung, welches seit 2007 aufgebaut wird und auf den gleichen Frequenzen wie GALILEO arbeitet. Die beiden Systeme können sich dadurch gegenseitig stören, wenn dies vom Betreiber gewollt wird. BEIDOU ist weltweit nutzbar und für zivile Anwender mit einer Genauigkeit von 4,4 Metern freigegeben.

GALILEO

Um eine Abhängigkeit von den militärisch betriebenen anderen Systemen zu vermeiden, wurde in der Europäischen Union vom Ministerrat der Aufbau eines eigenen satellitengestützten Positionsbestimmungssystems mit dem Namen „Galileo“ beschlossen. Seit dem 25. Juli 2018 sind 26 der vorgesehenen 30 Satelliten im Orbit. Galileo ist für die Allgemeinheit seit dem 15. Dezember 2016 zugänglich und kompatibel zum GPS-System. Der Betrieb wurde mit einer Verzögerung von 10 Jahren erst im Jahr 2020 sichergestellt. Es bietet eine Genauigkeit von wenigen Zentimetern.

Hinweis zur Montage:

Die Antenne des GNSS-Empfängers gehört nicht in den Masttopp. Weniger wegen des Einflusses auf die Schiffsstabilität, denn diese kleinen pilzförmigen Antennen haben im Vergleich zu Radarantennen ein geringes Gewicht. Vielmehr, weil durch die Beschleunigung, die die Antenne am Mast erfährt, falsche Messwerte (z.B. der Geschwindigkeit) entstehen können. Zudem erreichen die Funkwellen der Satelliten die Antenne oft erst nachdem sie bereits von der Wasseroberfläche reflektiert wurden. Die Höhe des Mastes verfälscht dann die Messergebnisse. Deswegen wird empfohlen eine GNSS-Antenne auf Deckshöhe zu montieren, was sie natürlich anfälliger für Beschädigungen macht.

Moderne GNSS-Empfänger können die Daten verschiedener Systeme auswerten. Dessen ungeachtet, konzentrieren wir uns bei den folgenden Ausführungen auf das verbreitete GPS-System.

Arbeiten mit GPS

Ein GPS-Empfänger hat eine werksseitige Grundeinstellung, die wir bei seiner Inbetriebnahme prüfen bzw. ändern sollten. Es empfehlen sich folgende Parameterwerte:

Sprache	vorzugsweise Englisch
Zeiteinstellung	UT (Korrektur für die Orts- bzw. Sommerzeit möglich)
Kartendatum	in der Regel WGS 84 (muss mit der Seekarte übereinstimmen)
Positionsformat	hddd° mm.mm` (Beispiel E 008° 12.30`)
Distanz	sm (englisch: nm Nautical Miles)
Geschwindigkeit	kn (nm/Stunde)
Units	Einstellung „Nautical“ Kurs (Nord-Referenz): True (KüG) Kursanzeige: 3 Stellen (Beispiel 090°)

Als Navigationshilfen stellt uns der GPS-Empfänger folgende Daten zur Verfügung, welche zum Teil unterschiedliche Bezeichnungen haben:

Position	Koordinaten der aktuellen Schiffposition in LAT (Breite) und LON (Länge)
Track (TRK) Course (CoG) Heading (HDG)	Kurs über Grund
Bearing	Peilung zum Wegpunkt (waypoint)
Distance	Distanz zum Wegpunkt
Velocity (VEL) Speed (SPD)	Fahrt über Grund
Satelliten-Status	Anzahl Signale und Empfangsstärke
Höhe	über Meer
Zeit	gemäss Einstellung

Positionsbestimmung

Sobald ein GPS-Gerät navigationsbereit ist, zeigt es zu jedem Zeitpunkt die aktuelle Position mit den Koordinaten nach Breite und Länge an.

Exkurs Positionsgenauigkeit

Die Genauigkeit der Positionsbestimmung im GNSS hängt davon ab, von wie vielen Satelliten Daten zur selben Zeit empfangen werden können und in welchen Winkeln diese Satelliten zueinander stehen. Messungen von Satelliten, die sich in ihrem Winkel zum Peilobjekt stark unterscheiden, liefern die genaueren Ergebnisse. Um die Genauigkeit der Ortsbestimmung einschätzen zu können, wird am Empfänger die Horizontalgenauigkeit HDOP (Horizontal Dilution Of Precision) angegeben. Die HDOP kann Werte von 0 bis 50 haben, je kleiner der Wert, desto genauer die Positionsbestimmung. Für die Navigation ist ein Wert von bis zu 8 noch akzeptabel. Dann beträgt die Positionsgenauigkeit von GPS ca. 13 m horizontal und 22 m vertikal.

Um diese Genauigkeit zu erhöhen, wird eine als Differential-GPS bezeichnete Technik eingesetzt. Dazu wurden an genau vermessenen Positionen GPS-Überwachungsstationen eingerichtet. Der Empfänger dieser Stationen berechnet die Entfernungskorrekturen und übermittelt sie an Benutzer, deren Empfänger die Daten nutzen, um, die eigenen Entfernungsmessungen zu korrigieren. Das herkömmliche Differential-GPS basiert auf jeweils einer einzelnen Referenzstation, deren Aussendungen im Umkreis von maximal 300 km nur von leistungsfähigen GPS-Empfängern mit geeigneten Antennen empfangen werden können.

Beim weiterentwickelten EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) arbeitet mit DREI eigenen geostationären EGNOS-Satelliten und 40 Boden-Referenzstationen. Letztere können die empfangenen Daten aller GPS-, Galileo- und Glonass-Satelliten auswerten und Korrekturdaten senden. Als Benutzer ist man dadurch nicht mehr an das begrenzte Sendegebiet einer einzelnen Station gebunden. Zudem unterstützen viele GNSS-Empfänger den Empfang der EGNOS-Korrekturdaten ohne besondere Empfangstechnik; bei fehlender Sichtverbindung zu einem EGNOS-Satelliten können die EGNOS-Korrekturdaten kostenfrei auch über Mobilfunk aus dem Internet bezogen (EGNOS Open Service) werden. Mit EGNOS verbessert sich die Genauigkeit der Positionsangaben horizontal auf ca. 2m.

Für die Arbeit in der Seekarte können wir – in Ermangelung terrestrisch gewonnener Positionen – auch über GPS gewonnene Positionen als beobachtete Orte (Ob) in die Karte eintragen. Statt die Koordinaten eines Standortes vom GPS abzulesen und in die Karte zu übertragen, lassen sich auch die Peilung (bearing) und die Distanz (distance) zu einem Wegpunkt nutzen, um unsere Position zu ermitteln. Allerdings sollte der Wegpunkt nicht zu weit von unserem Standort entfernt sein. Nachdem man den Ob mit seiner Uhrzeit in die Karte eingetragen hat, sollte man wieder mitkoppeln (KüG und FÜG merken!), denn man kann nie wissen, ob das GPS nicht einmal ausfällt.

Der Funktionsumfang eines GPS-Rechners geht über die Bestimmung der Position hinaus. Er unterstützt uns mit folgenden Navigationshilfen bei der Törn-Planung und Zielfahrt:

Navigation nach Wegpunkten

Der Benutzer kann mögliche Ziele als so genannte Wegpunkte erfassen und speichern. Um spätere Verwechslungen zu vermeiden, sollten die Wegpunkte mit Nummern oder besser noch mit eindeutigen Namen abgespeichert werden. Die Eingabe erfolgt entweder durch das manuelle Eintippen der (aus der Seekarte entnommenen) Koordinaten oder durch externe Einspeisung von einem Kartenplotter, sofern der GPS-Empfänger mit einem solchen gekoppelt ist. Die Positionseingabe im Kartenplotter erfolgt wiederum über den Cursor auf Basis der genutzten elektronischen Seekarte.

Einmal gespeicherte Wegpunkte können bei Bedarf über die GOTO-Taste ausgewählt werden; das GPS unterstützt dann deren Ansteuerung mit nützlichen Angaben, wie

- der Peilung zum WP (bearing)
- (auch angezeigt in Form eines Pfeils in der Kompass- oder in der Karten-Darstellung)
- der Distanz zum WP (distance)
- der verbleibenden Fahrzeit (time to go - TTG, estimated time en route - ETE)
- der voraussichtlichen Ankunftszeit (estimated time of arrival - ETA)
- der seitlichen Abweichung zur Ansteuerungslinie (cross track error – XTE).

Der GPS-Empfänger unterliegt dabei weder der Deviation noch der Deklination und gibt uns als

- Richtungsangabe den Kurs über Grund
(wir können also auf die Kursverwandlung verzichten - siehe Seite 11)
- Geschwindigkeit die Fahrt über Grund FÜG (SOG - speed over ground) an.

A98

A95

Zudem werden wir bei der Ansteuerung eines Zielortes vom GPS-Gerät auf der kürzesten Route geführt, unser Kurs entspricht also einer Orthodrome (siehe Kapitel 5 «Positionsangaben»).

Die Passagenplanung sollte aber zuvor auf der Seekarte erfolgen. Die dort ausgewählten und sorgfältig geprüften Wegpunkte und ihre Kombination zu einer Route kann man dann in das GPS-Gerät übernehmen. Die Angaben des GPS-Empfängers zur Richtung und Distanz zu Wegpunkten sollten von Zeit zu Zeit mit der Seekarte auf ihre Plausibilität geprüft werden. Auch empfiehlt es sich, gemäss dem Vier-Augen-Prinzip, GPS-Eingaben zu zweit vorzunehmen. Fehleingaben sind gerade bei Koordinaten nur zu schnell möglich. Auch sollte man die Koordinaten von Bojen oder anderen Seezeichen, die man als Wegpunkte nutzt nicht direkt übernehmen, sonst besteht die Gefahr, dass man mit diesen bei schlechter Sicht

kollidiert; besser ist es einen Ort in der Nähe mit seinen Koordinaten eingeben. Es bietet sich an Wegpunkte zu nutzen, die man schnell überprüfen kann, z.B. Wegpunkte auf Tiefenlinien.

Sonderfälle der Wegpunktnavigation sind die

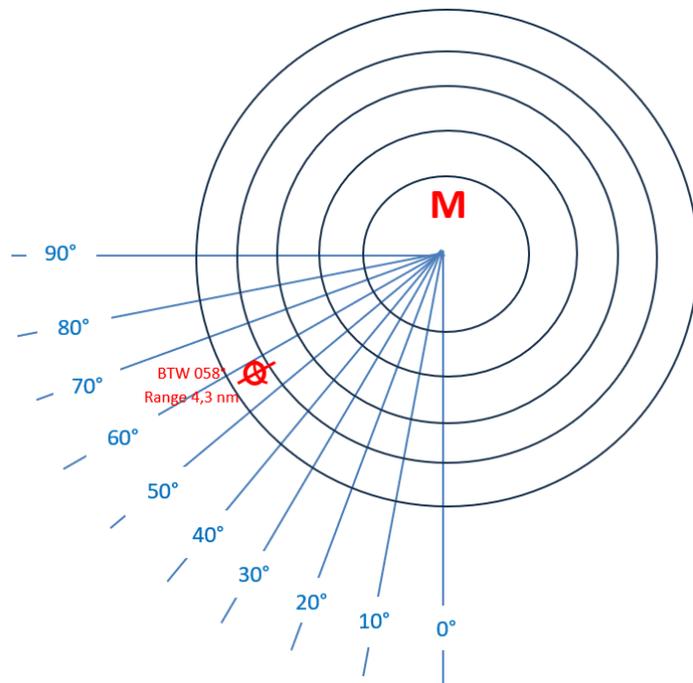
Relative Positionsbestimmung

Markiert man ein eindeutig identifizierbares Objekt als Wegpunkt erhält man über die Richtungs- und Entfernungsangabe zu diesem Objekt zwei zur Ermittlung des eigenen momentanen Standortes notwendigen Angaben.

Häufig genutzte Wegpunkte (zum Beispiel in der Ansteuerung des Heimathafens) kann man in der Karte mit einem sogenannten Spinnennetz versehen. Dies erleichtert das schnelle Eintragen solcher Positionsangaben in die Karte, die man als „bearing“

(= bearing to waypoint BTW) und „distance“ (= range)

zum Wegpunkt vom GNSS-Empfänger angeboten bekommt.



A92

VMG-Anzeige (Velocity Made Good),

die uns die laufende Berechnung der Annäherungsgeschwindigkeit zum nächsten Wegpunkt (beispielsweise einer Wendemarke auf der Regattabahn) anzeigt und uns so zum Beispiel „auf der Kreuz“ hilft die richtige Höhe zum Wind zu laufen und die optimalen Wendepunkte für unsere Schläge zu finden. Denn es kann sein, dass wir uns dem Ziel schneller auf Backbord-Schlägen oder auf Steuerbord-Schlägen nähern. Dies hängt zum Beispiel von der Strömung ab. Um hierzu Aufschluss zu bekommen können wir die VMG-Anzeige nutzen.

Hierbei handelt es sich um die laufende Berechnung der Annäherungsgeschwindigkeit – entlang des Sollkurses - zum eingegebenen Wegpunkt. Befindet man sich genau auf dem Sollkurs entspricht die gutgemachte Geschwindigkeit der tatsächlichen Geschwindigkeit (siehe linke Skizze). Weicht man vom Sollkurs ab, nimmt die gutgemachte Geschwindigkeit ab. Wenn der Abstand zum Wegpunkt nicht variiert, ist die VMG gleich Null.

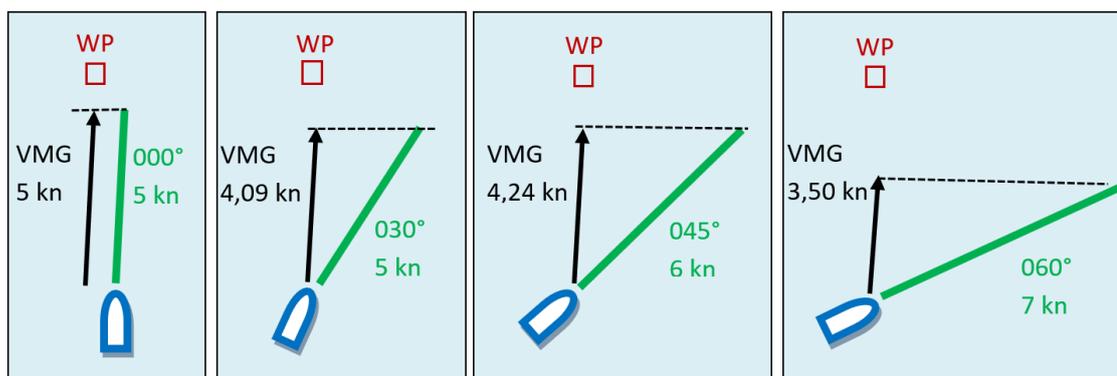
A91

Es gilt: $VMG (kn) = Fahrt (kn) \cos (Windwinkel)$

Zur Veranschaulichung:
WP liegt genau in Luv

- 000° Windwinkel bei 5 kn Fahrt = 5,00 kn VMG (unter Motor)
- 030° Windwinkel bei 5 kn Fahrt = 4,09 kn VMG (hart am Wind)
- 045° Windwinkel bei 6 kn Fahrt = 4,24 kn VMG (am Wind - Monohull)
- 060° Windwinkel bei 7 kn Fahrt = 3,50 kn VMG (am Wind - Catamaran)

An der Stelle der grössten Nähe zum Wegpunkt (Luvmarke) ist die VMG gleich Null und wird danach sogar negativ.



Was für die Luvgeschwindigkeit gilt, gilt auch für die Leegeschwindigkeit (downwind VMG), also die erreichbare Geschwindigkeit nach Lee. Auch hier wird in Folge der Aerodynamik des Schiffes die maximale Geschwindigkeit zum Ziel nicht platt vor dem Wind erreicht. Das GPS-Gerät nutzt die VMG auch dazu die ETA zu berechnen.

MOB-Funktion (Man over Board),

bei der wir unmittelbar durch Drücken einer speziellen MOB-Taste einen Wegpunkt generieren, zu dem wir wieder zurückgeführt werden. **Dieser Wegpunkt gibt uns natürlich die Position an, an der wir waren, als wir die Funktion betätigt haben** (im Ernstfall hoffentlich dicht bei der Stelle, an der unser Opfer über Bord gefallen ist). **Bei der Suche müssen wir die mögliche Abdrift berücksichtigen** (siehe: Kapitel 9 «Suche und Rettung im MOB-Fall»); **dies leistet GPS nicht**. Wenn wir davon ausgehen, dass die über Bord gegangene Person vertrieben ist und infolgedessen nicht mehr an der vom GPS angezeigten Position über Grund auffindbar ist, wird es notwendig ein Suchgebiet zu definieren und dies strukturiert nach einem bestimmten Suchmuster abzufahren.

Ankeralarm-Funktion

Bei der wir um unseren Schiffsort einen Schwojkreis definieren. Reisst der Anker aus und unser Schiff treibt aus dem definierten Kreis ertönt ein akustisches Signal.

Navigation nach Routen

Für eine komplette Törn-Planung werden die zuvor angelegten und als Liste verfügbaren Wegpunkte zu einer geplanten Route (und eventuellen Ausweichrouten) verbunden. Die Anzahl der Wegpunkte, die in einer Route gespeichert werden können, ist begrenzt und geräteabhängig (moderne Geräte erlauben die Erfassung von 500 Wegpunkten pro Route). Auch die Routen erhalten eindeutige Namen. Ist ein

Wegpunkt innerhalb der gewählten Route erreicht, kann ein Alarm definiert werden und es wird automatisch der als nächstes folgende Wegpunkt der Route als

Ziel eingestellt. Die Routendefinition kann wiederum direkt am GPS-Empfänger vorgenommen oder über einen PC mit entsprechender Software eingespeist werden.

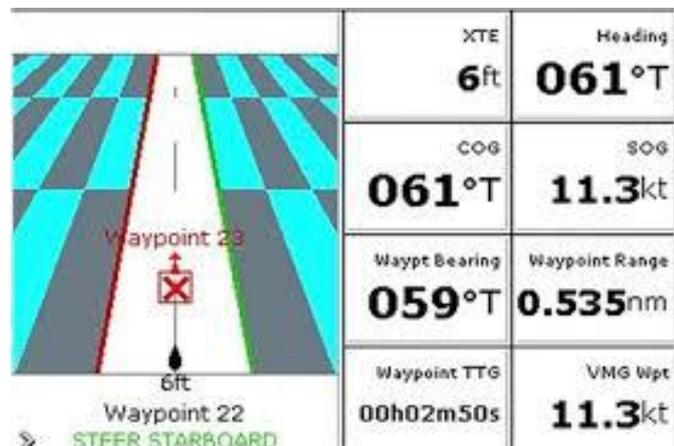
Die Seekarte sollten wir als Backup-System mitführen und auch in diese die Wegpunkte eintragen. Nutzt man als Wegpunkte Seezeichen ist Vorsicht geboten, weil man bei zielgenauer Ansteuerung womöglich mit dem Wegpunktziel kollidiert; es ist also besser nicht genau die Position eines Seezeichens einzuprogrammieren, sondern einen Ort in sicherer Entfernung.

Navigation nach Tracks

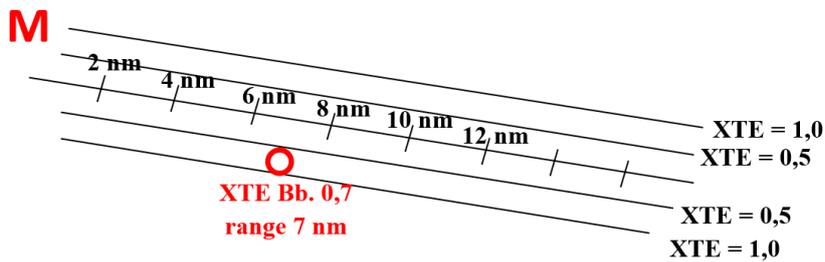
Tracks werden nicht eingegeben, sondern entstehen durch die Aufzeichnung von bereits gefahrenen Routen. Hat man die Track-Aufzeichnung aktiviert, werden die Standort-Koordinaten in kurzen Zeitabständen aufgezeichnet. Die Track-Line wird auf dem Display in der Regel als fein gepunktete Linie dargestellt. Am Ende des Törns kann man den Track für zukünftige Fahrten abspeichern oder sich über die „Trackback“-Funktion vom System über die Tracking-Route wieder an den Ausgangsort zurückführen lassen. Im Vergleich zu Routen liegen bei Tracks die Koordinaten der einzelnen Wegpunkte viel dichter. Die Chance, auf dem richtigen Weg zu bleiben, ist hier also am grössten. Der einzuschlagende Weg wird wieder in Form eines Richtungspfeils in der Kompass- oder der Kartendarstellung angezeigt.

Cross Track Error (XTE)

Der vom GPS angegebene Sollkurs zum Wegpunkt ist der KüG. Für die Steuerung am Magnet-Kompass müssen wir diesen – wie gehabt – beschicken. Von Zeit zu Zeit kontrollieren wir den am Kompass gesteuerten Kurs mit der GPS-Richtungsangabe zum Wegpunkt. Der Cross Track Error (XTE) hilft uns nun zusätzlich beim Kurshalten, denn er gibt uns an, wie weit wir vom Sollkurs nach Backbord oder Steuerbord abgewichen sind. Je nach Gerät lässt sich der XTE unterschiedlich anzeigen, gängig ist eine einer Autobahn ähnliche graphische Darstellung:

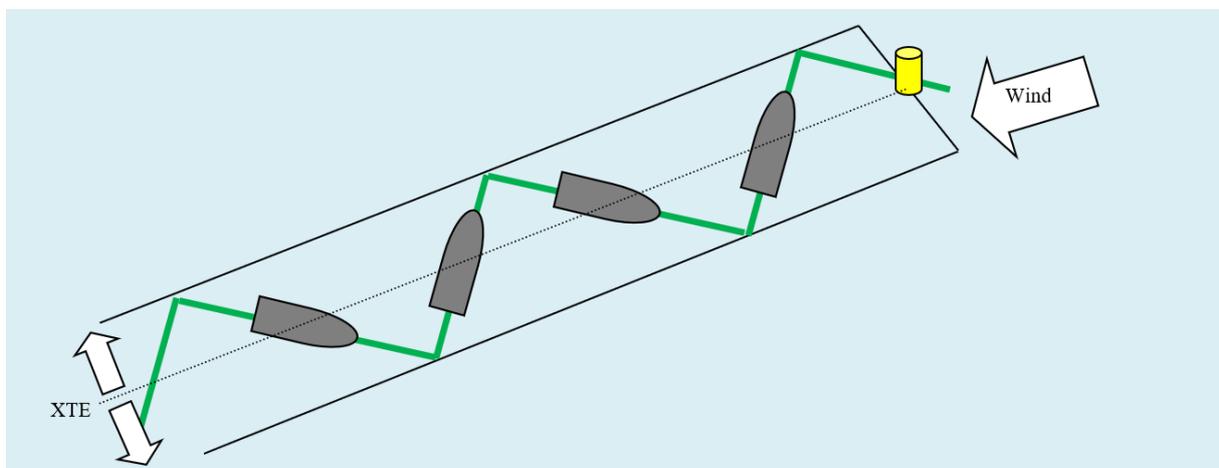


Mit der Angabe, wie weit man vom Wegpunkt entfernt ist ([waypoint range](#)) und der Information zur Kursabweichung (XTE) kann man auch seine aktuelle Position bestimmen.



Bei der Ansteuerung eines Wegpunktes in engen Fahrwassern kann man zusätzlich einen Korridor definieren, man definiert also eine maximal zulässige Abweichung vom Sollkurs. Auf dem Display wird der Korridor mit Parallelen zum vorgegebenen Kurs nach Backbord bzw. Steuerbord visualisiert; auf dem Display wird dann nicht nur die bloße Kursabweichung dargestellt, sondern auch ein mögliches Verlassen des Korridors. So soll vermieden werden, dass man beispielsweise ausserhalb eines Fahrwassers gerät und mit einer dortigen Untiefe kollidiert. Man bezeichnet diese Funktion als XTE – Cross Track Error.

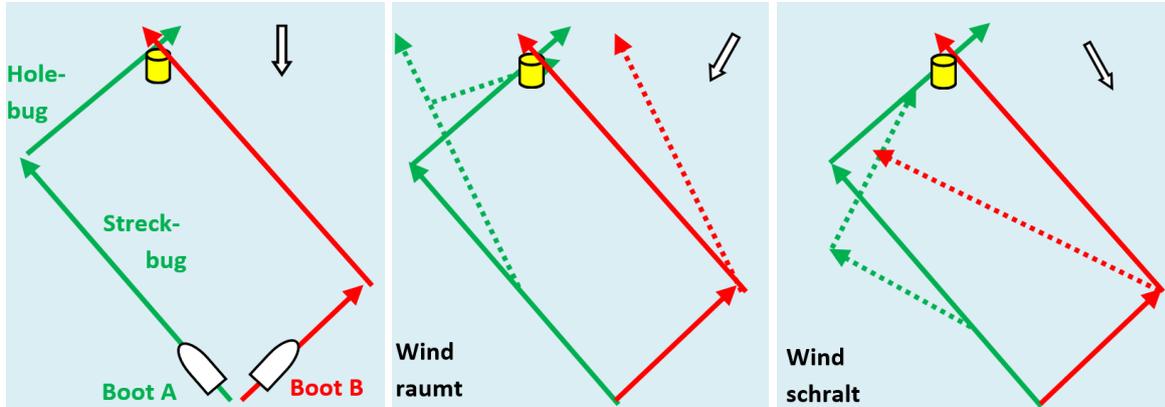
Liegt unser Wegpunkt, den wir als nächstes ansteuern, in Luv, dann können wir die GPS-Richtungsangabe als Mitte eines Korridors verstehen, in dem wir zum Wegpunkt hin aufkreuzen. Mit Hilfe der Seekarte können wir überlegen, wie breit der Korridor sein kann. Legen wir die Breite des Korridors beispielsweise auf 5 sm fest, dann müssen wir immer dann zur Wende ansetzen, wenn uns ein XTE von 2,5 sm angezeigt wird.



Wollen wir nun wissen, wann wir die letzte Wende einleiten müssen (mit der wir den Wegpunkt dann hoch am Wind ohne weiteren Schlag erreichen) merken wir uns den KüG auf jedem Bug. Sobald die Peilung zum Wegpunkt nun dem auf dem entsprechenden Bug ermittelten KüG entspricht, können wir die letzte Wende einleiten. Voraussetzung für dieses Vorgehen ist, dass sich die Wind- und Stromverhältnisse konstant verhalten.

Will man den Faktor Wind berücksichtigen, sollte man sich für das Aufkreuzen zu einem Wegpunkt in Luv (in Regatten der Wendemarke) für die beiden letzten Schläge noch mit der Unterscheidung zwischen **Streckbug und Holebug** befassen. Auf dem längeren Streckbug (**making tack**) nähern wir uns dem Ziel, auf dem kürzeren Holebug (**loosing tack**) gewinnen wir gegenüber dem Ziel Höhe. In der Darstellung entscheidet sich Boot A für die Reihenfolge Streckbug – Holebug; Boot B für die umgekehrte Reihenfolge.

Sollte der Wind raumen, hätte Boot B unnötig viel Höhe gelaufen; sollte der Wind schralen, hätte Boot B trotzdem die grössere Distanz zur Wendemarke. Boot A hat also die sichere Variante gewählt.



Gefahren bei der Navigation mit GPS

Der Verzicht auf GPS ist undenkbar geworden. GPS-Positionsangaben haben eine Genauigkeit von 13 m, wie wir oben erfahren haben und sind so in der Regel genauer als mittels traditioneller terrestrischer Peilungen ermittelte Positionen; **selbst in einer Seekarte mit einem grossen Massstab (z.B. einem Hafenplan mit 1:25.000) entsprechen 10 m Abweichung gerade einmal**

A14

0,4 mm:	25.000 m	→	1 m			
	2.500 m	→	0,1 m	=	10 cm	= 100 mm
	250 m	→	0,01 m	=	1 cm	= 10 mm
	25 m	→	0,001 m			= 1 mm
	10 m	→	0,0004 m			= 0,4 mm

Zum Vergleich: Der Durchmesser der Minen von gängigen Bleistiften liegt bei 2 mm.

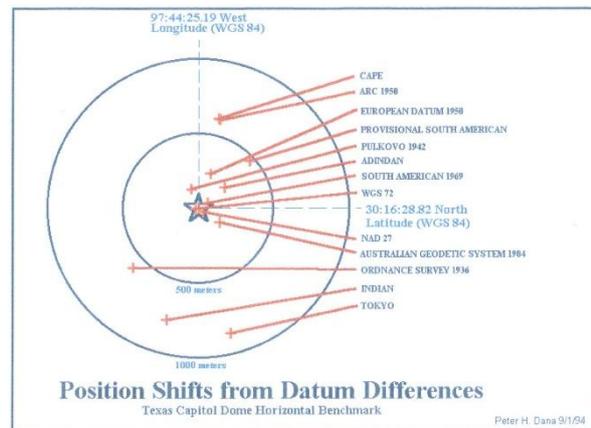
Wir sollten jedoch nie vergessen, dass GPS-Positionen eine trügerische Genauigkeit vermitteln; denn sowohl die Angabe zur eigenen Position als auch die Seekartenangaben zu Positionen von Untiefen, Wracks etc. müssen wir hinterfragen.

Zudem beruhen Positionsangaben in Seekarten (auch in europäischen) auf Vermessungen, die nicht selten Jahrzehnte zurückliegen; in vielen Karten wird der zeitliche Ursprung der Vermessung angegeben, daraus können wir schliessen mit welcher Genauigkeit die Vermessung erfolgte; **oft dürfte die Fehlertoleranz oberhalb der GPS-Genauigkeit liegen.**

A13

Aber selbst wenn genau vermessen wurde, kann sich eine Situation über die Zeit verändern; so wie Untiefen und Wracks wandern und durch Versandung neue Untiefen entstehen. Positionen, die auf den Karten eingetragenen Elementen können also ungenau sein.

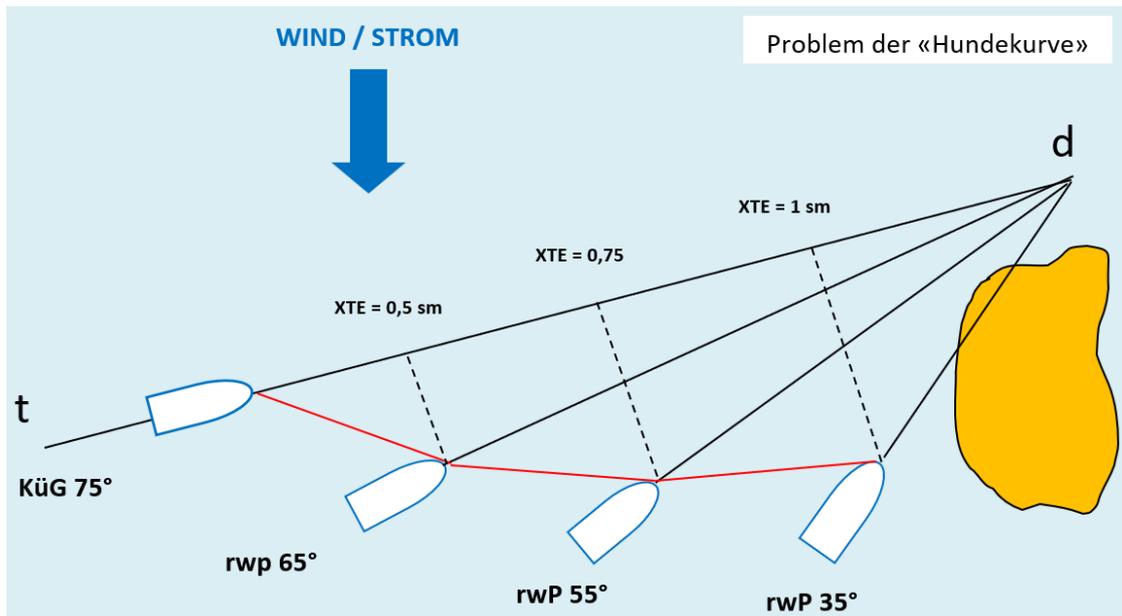
Es gibt aber noch eine andere Fehlerquelle: Von den ca. 7000 Karten und Plänen, herausgegeben vom Britischen Hydrographischen Dienst, kennt man von der Hälfte das Bezugssystem nicht.



Das geodätische Bezugssystem der Koordinatenangabe der GPS-Anlage (WGS 84) muss aber mit dem der Seekarte übereinstimmen oder umgerechnet werden. Ein abweichendes Bezugssystem kann einen Fehler in der Positionsangabe von 100 m bis 750 m (Tokio-Datum, jap. Seegebiete) zur Folge haben.

Nebst den systemimmanenten Schwächen erwachsen weitere Gefahren durch die ungeübte Nutzung der Satellitennavigation:

- Die Eingabe eines realen Ziels (zum Beispiel einer Tonne) als Wegpunkt birgt die Gefahr dort so genau hingeführt zu werden, dass man mit ihm kollidiert.
- Das GPS führt einen zu einem programmierten Wegpunkt. Ohne Kontrolle der Route auf eventuelle Gefahren (beispielsweise Untiefen) würde man vom System einfach genau dort hingeleitet. Bei der Ansteuerung eines Wegpunktes müssen wir also unbedingt prüfen, ob die Ansteuerungslinie sicher befahrbar ist, also beispielsweise frei von Untiefen, Sperrzonen und Verkehrstrennungsgebieten ist; sonst setzen wir uns auf der vom GPS angezeigten kürzesten Verbindung zum Wegpunkt unbekanntem Gefahren aus.
- Wird man während der Fahrt, beispielsweise durch seitlichen Wind und Tidenstrom versetzt, wird die Kursangabe zum einprogrammierten Ziel zwar ständig aktualisiert, so dass man zu jedem Zeitpunkt den zu steuernden Kurs angezeigt bekommt, trotzdem fährt man über Grund dann nicht direkt zum Ziel, sondern steuert eine so genannte „Hundekurve“. Diese führt einen gegebenenfalls wiederum in Gefahrenbereiche.



- Vorgeschlagene Wegpunktlisten werden auch von anderen Anwendern genutzt und führen gegebenenfalls zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen in der Nähe des Wegpunktes.

Kartenplotter

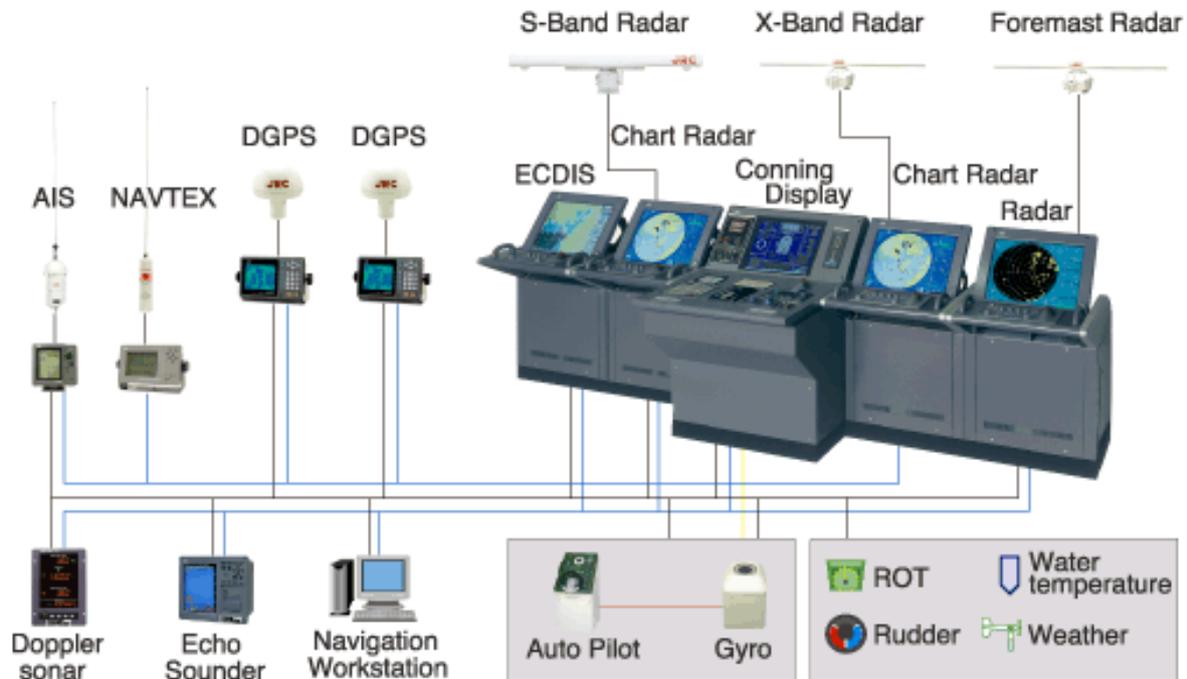
Kartenplotter – heutzutage in der Regel Farb-Kartenplotter - zeigen Seekarten in elektronischer Form auf einem Bildschirm an. Sie eignen sich sehr gut für die Planung eines Törns mit vielen Wegepunkten. Einmal ausgearbeitete Törns können für die nächste Reise gespeichert werden.

Vom GNSS bekommt der Plotter die Position des Schiffes, die zurück gelegte Route (den „Track“) und die Vorausrichtung (KüG) (das „Heading“) sowie die aktuelle Geschwindigkeit (FüG) übermittelt, diese Informationen werden auf der Karte laufend mit dargestellt.

Neben der Vernetzung mit dem GNSS besteht die Möglichkeit zur Kopplung des Plotters mit dem Radargerät und mit dem Autopiloten. Der Plotterbildschirm kann fest am Kartentisch montiert sein oder in wassergeschützter und sonnenlichttauglicher Bauart im Cockpit im Blick vom Rudergänger. Es gibt zwar auch Handgeräte mit GPS- und Plotterfunktion. Diese haben aber einen zu kleinen Bildschirm um damit als Hauptsystem anständig navigieren zu können. Eine andere Variante ist die Nutzung des PCs/Laptops als Kartenplotter. Unter Deck kann ein PC/Laptop dann auch noch für andere Zwecke eingesetzt werden.



ECDIS, das Electronic Chart Display and Information System, kommt aus der Berufsschifffahrt. Es handelt sich um ein elektronisches System zur Seekartendarstellung, welches es ermöglicht zu in der Karte dargestellten Objekten – beispielsweise Seezeichen - weitergehende Informationen – etwa aus dem Leuchtfeuerverzeichnis - abzurufen und anzuzeigen. Wie beim herkömmlichen Plotter wird auch ECDIS mit dem GNSS-Empfänger gekoppelt und zeigt so die aktuelle Position des eigenen Schiffes auf der Karte an. ECDIS bietet eine Reihe von Anwendungsfeatures, die die sichere Schiffsführung erleichtern sollen, so lässt sich beispielsweise eine minimale Wassertiefe angeben und das System unterstützt dann den Navigator bei der Auswahl der Route und gibt während der Passage auch Alarm, wenn die vorgegebene Sicherheitsmarge unterschritten wird. ECDIS ist dabei Teil eines hochintegrierten Systems zur navigatorischen Steuerung und technischen Kontrolle des Bootes und kommuniziert mit dem Autopiloten, dem Radar, dem Gyrokompass, dem AIS-Transceiver, dem Echolot, Navtex und weiteren elektronischen Komponenten.



Gefahren bei der Nutzung von Kartenplottern

- Die Bildschirme von Plottern sind im Vergleich zu Seekarten klein. Deshalb muss man bei längeren Passagen den Massstab verkleinern, um den Überblick der Route zu haben. In diesem Moment können jedoch wertvolle Details (wie Seezeichen) in der Anzeige unterdrückt werden.
- Die Qualität des Kartenmaterials kann sehr unterschiedlich sein (siehe die Ausführungen zu Seekarten in Kapitel 4 «Die Seekarte»); auch der Berichtigungsstand elektronischer Seekarten ist zumeist unklar oder nicht aktuell. Durch die Kopplung mit dem Satelliten-Empfänger und der Anzeige des Schiffsstandortes in der elektronischen Karte entsteht sehr schnell der Eindruck hoher Präzision. Ist das zugrunde liegende Kartenmaterial aber überaltert oder von schlechter Informationsqualität (wie bei Rasterkarten), dann ist diese vermeintliche Sicherheit gefährlich.

A94

Wir sollten unsere Routenplanung deshalb auf einer Papierseekarte nachvollziehen und unseren Schiffsort parallel – so oft wie möglich - durch die Verfahren der terrestrischen Navigation (siehe Kapitel 5 «Terrestrische Navigation») überprüfen.

Ein warnendes Beispiel für eine zu Technik-gläubige Nutzung der elektronischen Navigation ist die Strandung des Team Vestas beim Volvo Ocean Race 2014 auf einem Riff bei Mauritius. In der verwendeten Zoomstufe wurde das Riff nicht angezeigt und der dänische Skipper kommentierte den Navigationsfehler später mit der Aussage: „Wir hätten einmal reinzoomen sollen.“ Tatsächlich wird das Riff erst nach zwei weiteren Zoomstufen erkennbar.



NMEA-Daten

Das Protokoll der „National Marine Electronics Association“ (NMEA) ermöglicht den Datenaustausch zwischen verschiedenen Bordinstrumenten und die Anzeige der Daten auf Multifunktions-Displays (MFD), Kartenplottern, Tablets und Computern. Dem Skipper steht dadurch eine Fülle unterschiedlicher Informationen zur Verfügung:

Position			
LAT	GPS	latitude	Geografische Breite
LON	GPS	longitude	Geografischer Längengrad
GSV	GPS	satellites in view	Verfügbare Satelliten
HDOP	GPS	horizontal dilution of precision	Horizontalgenauigkeit
Zeit			
UTC	GPS	universal time coordinate	Koordinierte Weltzeit
DST	GPS + Einstellung	daylight saving time	Sommerzeit
SYS	GPS + Einstellung	system time	Zeit in der aktuellen Zeitzone
Wassertiefe			
DBT	Echolot + Einstellung	depth below transducer	Abstand zwischen Echolot-Gebener und Meeresgrund
DBK	Echolot + Einstellung	depth below keel	Abstand zwischen Kiel und Meeresboden
DBS	Echolot + Einstellung	depth below surface	Abstand zwischen Wasseroberfläche und Meeresboden (= aktuelle Wassertiefe)
Geschwindigkeit			
STW	Logge	speed through water	Fahrt durch Wasser (FdW)
SOG	GPS	speed over ground	Fahrt über Grund (FüG)
VMG	GPS + Windex	velocity made good	Gut gemachte Fahrt (= Luvgeschwindigkeit)
WCV	GPS	Waypoint closure velocity	Geschwindigkeit zum Wegpunkt
Kurs			
COG / TRK	GPS	Course over ground / track	Kurs über Grund (KüG)
HDG	Magnetischer Kompass	heading	Kompasskurs (MgK)
DRF	Logge + Kompass + GPS	drift	Versatz durch Wind und Strömung

Wegpunkt-Navigation			
BTW	GPS + Plotter	bearing to way-point	Direkter Kurs zum Wegpunkt
DTW	GPS + Plotter	distance to way-point	Kürzeste Entfernung zum Wegpunkt
DTR	GPS + Plotter	distance remaining in route	Gesamte verbleibende Distanz der restlichen Route entlang der Wegpunkte
XTE	GPS + Plotter	cross track error	Seitlicher Versatz zur Ideallinie
ETA	GPS + Plotter	estimated time of arrival	Voraussichtliche Ankunftszeit
TTG	GPS + Plotter	time to go	Voraussichtliche verbleibende Reisezeit
MOB	GPS + Plotter	man over board	Notfallfunktion, speichert aktuelle Position als Wegpunkt
Wind			
TWD	GPS + Windex	true wind direction	Wahre Windrichtung (Berechnung mit Hilfe von scheinbarem Wind, Kurs, Geschwindigkeit)
TWA	GPS + Windex	true wind angle	Wahrer Windeinfallswinkel (bezogen auf die Schiffslängsachse)
TWS	GPS + Windex	true wind speed	Geschwindigkeit des wahren Windes
AWA	Windex	apparent wind angle	Scheinbarer Windeinfallswinkel
AWS	Windex	apparent wind speed	Geschwindigkeit des scheinbaren Windes
AIS			(siehe Seite 23)
CPA	GPS + Radar / AIS	closest point of approach	Voraussichtlich dichteste Annäherung an ein Objekt
TCPA	GPS + Radar / AIS	time closest point of approach	Zeitpunkt beim Erreichen des CPA
ROT	Radar / AIS	rotation	Kursänderungsrate eines potenziellen Kollisionsgegners
BCR	GPS + AIS	bow crossing range	Voraussichtliche Entfernung eines Objektes, wenn dieses den eigenen Bug passiert
BCT	GPS + AIS	Bow crossing time	Zeitpunkt beim Erreichen der BCR
RADAR			(siehe Seite 27)

VRM	Radar	variable range marker	Einstellbare Entfernungsrings
EBL	Radar	Electronic bearing line	Elektronische Peillinie
HU	Radar	head up	Ausrichtung des Bildschirms auf tatsächliche Vorausrichtung
CU		course up	Ausrichtung des Bildschirms auf gewünschten Kurs
NU		north up	Ausrichtung des Bildschirms auf Nordrichtung
Meteo			
BPR	Barometer	barometric pressure	Aktueller Luftdruck
TMP	Temperaturmesser	water temperature	Aktuelle Wassertemperatur
Sonstiges			
TRP	GPS oder Sumlog	trip	Nach dem letzten Zurücksetzen der Anzeige zurückgelegte Distanz (GPS = DüG / Sumlog = DdW)
RSA		rudder sensor angle	Ruderlage

Automatisches Identifikationssystem (AIS)

AIS (Shipborne Automatic Identification System - auch als UAIS Universal Automatic Identification System bekannt) ist ein automatisches Schiffsidentifizierungs- und Überwachungs-System und als solches eine zusätzliche Informationsquelle für die Schiffsführung. Es ersetzt keine anderen Navigationshilfsmittel, sondern ergänzt diese. Somit dient AIS primär der Schiffssicherheit (vor allem der Kollisionsvermeidung), indem es die bordseitige Navigation, die Kommunikation (durch eindeutige Identifikation), die landseitige Verkehrsüberwachung und Verkehrslenkung sowie die Seenotrettung unterstützt.

Mit AIS ausgestattete Seeschiffe und Yachten in Fahrt senden untereinander statische und dynamische Daten sowie reisespezifische Informationen aus:

Statische Daten	(Datenupdate alle 6 Minuten; Sendehäufigkeit minütlich) <ul style="list-style-type: none"> • IMO-Nummer • Rufzeichen MMSI • Schiffsname • Länge und Breite des Schiffes • Art des Schiffes • Referenzposition des Positionssensors
Dynamische Daten	(Datenupdate abhängig von Änderungen; Sendehäufigkeit: Ankerlieger alle 3 Min., in Fahrt mit Kursänderung alle 2 sec.) <ul style="list-style-type: none"> • Position des Schiffes • Zeitpunkt der Position (UTC) • Kurs über Grund • Fahrt über Grund • Gesteuerter Kurs (Kielrichtung, Heading) • Fahrzustand (z.B. in Fahrt, manövrierunfähig, vor Anker/Mooring etc.) • Drehrichtung und Wendegeschwindigkeit
Reisespezifische Daten	(Datenupdate alle 6 Minuten; Sendehäufigkeit minütlich) <ul style="list-style-type: none"> • Tiefgang • Ladungskategorie (Gefahrgut) • Zielhafen und ETA • Routenplan

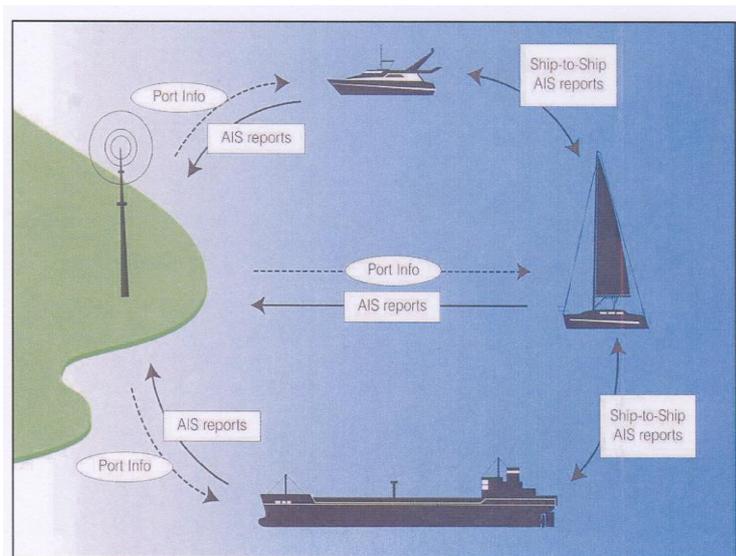
Die reisespezifischen Daten müssen von dem wachhabenden Offizier auf der Brücke manuell eingegeben werden.

Der Schiffsführer/Kapitän ist für die vom eigenen Schiff an andere Schiffe gelieferten Daten verantwortlich und soll deshalb

- die statischen Daten wie MMSI, Schiffsname, Rufzeichen, Antennenposition daraufhin prüfen, ob sie während der Installation richtig eingegeben wurden,

- die gesendeten dynamischen Daten überwachen, hier insbesondere die Position (muss in WGS 84 sein) sowie die Schiffsvorausrichtung und
- die Eingabe der reisebezogenen Daten wie Navigationsstatus, Schiffstyp, Zielhafen und ETA auf ihre Richtigkeit überwachen.

Alle diese Angaben werden auf den beiden dafür reservierten UKW-Kanälen AIS 1 und AIS 2 in bestimmten Zeitabschnitten automatisch ausgesendet und bei den Schiffen im Umkreis von circa 10 sm automatisch empfangen und auf deren Radarschirm sichtbar gemacht.



Intervalle der Positionsreporte:

Berufsschifffahrt	alle
vor Anker	3 min.
in Fahrt 0-14 kn	10 sec.
in Fahrt 14-23 k	6 sec.
in Fahrt > 23 k	2 sec.
Sportboot	30 sec.

Auf der elektronischen Seekarte moderner Kartenplotter und auf ECDIS-Systemen (siehe: Seite 17) erscheinen die AIS-Schiffe mit kleinen dreieckigen Symbolen auf ihrer Position. Zur Kollisionsverhütung werden die Schiffsbewegungen dargestellt und AIS-Targets im gefährlichen Nahbereich optisch kenntlich gemacht, zudem erhält der Schiffsführer Angaben über den zu erwartenden Passageabstand.

Nach SOLAS sind alle Fahrgastschiffe auf internationaler Fahrt und alle anderen Schiffe über 300 BRZ verpflichtet sich mit AIS (Class-A-Transceiver im S-Band) auszurüsten. Kleinere Schiffe wie Yachten und Fischerboote können freiwillig am AIS-System teilnehmen, Kriegsschiffe, Schiffe der Küstenwache, des Zolls etc. nehmen in der Regel nicht teil. Es wird also weiterhin Schiffe geben, die ohne AIS-Ausrüstung verkehren und somit auf AIS-Bildschirmen nicht erscheinen. Zudem dürfen ausrüstungspflichtige Schiffe die Signale der auf Yachten gebräuchlichen kostengünstigen Class-B-Geräte (X-Band) ausblenden, was

in vielen stark befahrenen Seegebieten auch tatsächlich so praktiziert wird. Zudem haben die Class-B-Transceiver eine geringere Signalstärke, sind also nicht aus derselben Distanz zu empfangen, übermitteln die dynamischen Daten mit grösserem zeitlichem Abstand und senden keine MMSI-Nummer, kein Rufzeichen und bei Ankerliegern keine Positionsangabe. Als Schiffsführer sind wir also - trotz AIS - nicht davon entbunden grösste Sorgfalt zur Einhaltung der Kollisionsverhütungsregeln walten zu lassen.

Umgekehrt funktioniert es: Auch Class-B-Transceiver empfangen die die Rufzeichen von in der Nähe befindlichen Berufsschiffen und können diese damit im Bedarfsfall direkt anrufen.

Übrigens gibt es auch noch Transceiver, die auf Tonnen und anderen Schifffahrtszeichen installiert werden (so genannte AtoNs), welche Informationen z. B. über Art, Bezeichnung und Position des Schifffahrtszeichens aussenden.

AIS-SART

Für den Seenotfall gibt es AIS-Search-and-Rescue-Transponder, die AIS-Signale aussenden. Bei den im Umkreis befindlichen Schiffen erscheint auf dem Radarbild auf der Seenotposition das AIS-SART Symbol und die Nachricht „SART ACTIVE“. Eine Identifikation erfolgt über die einmalig ab Werk programmierte Kennung. Die IMO hat den AIS-SART seit 2010 als gleichwertig mit dem Radar-SART anerkannt (siehe MSC. 256/84).



Bekanntermassen hat UKW eine quasioptische Reichweite, die AIS-SART-Signale werden also bei einer schiffstypischen Antennenhöhe in einem Umkreis von bis zu maximal 30 sm empfangen. Aktuell laufen Versuche mit AIS-SART-Empfängern, die an niedrig fliegenden Satelliten montiert wurden. Für den „Einbau“ in die Rettungsweste gibt es bereits kleine AIS-Sender, die die Position des Schiffbrüchigen anzeigen. Wegen der geringen Antennenhöhe lassen sich diese Signale allerdings nur in einem Radius bis zu 10 sm empfangen.

Symbolische Darstellung von AIS-Zielen auf dem Plotter:

AIS Target Types

	Unknown Vessel Type		Yacht
	Commercial Vessel		High Speed
	Land Based Station		*Blueforce
	Search and Rescue Aircraft		AToN (Aid to Navigation)
	Virtual AToN		Search and Rescue Transponders

AIS Target Status

	Lost Target (No border, crossed through)		Dangerous Target (Flashes red)
	Buddy Target (Triangle fill)		Uncertain Target (Dashed line)
	*Dangerous and Uncertain Target (Dashed line, flashes red)		AToN Target Off Position (Red border)

Additionally, relative and true vector options have been added to the AIS target, which can be distinguished by colour

	Relative Motion (Orange vector)		True Motion (Blue vector)
---	---------------------------------	---	---------------------------

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass es für Laptops und Tablets diverse Apps gibt, mit denen man sich die AIS-Schiffsdaten aus allen Seegebieten der Welt übermitteln lassen kann.

Nicht nur in der Ortsbestimmung, sondern auch in der Kollisionsverhütung, sind elektronische Daten immer mit Vorsicht zu bewerten. Das trifft sogar für die über UKW-Funk übermittelten AIS-Daten zu. Die Angabe, wann und wie nah man einem potenziellen Kollisionsgegner begegnet, wird vom AIS zwar zur Verfügung gestellt. Diese Berechnung basiert aber auf der Schiffsgeschwindigkeit beider Schiffe, welche stark schwankt, je nachdem, ob die Messung erfolgte, als sich ein Boot langsam vom Wellental zum nächsten Wellenkamm bewegt oder vice versa schnell vom Wellenkamm ins Wellental surft.

Radar-Navigation

Hinweis:

Die Radar-Navigation ist kein vorgeschriebener Prüfungsinhalt zum Erwerb des Schweizerischen Hochseeausweises, im Gegensatz zur englischen Yachtmaster-Ausbildung (siehe: Kapitel 1 «England») und deutschen Ausbildung für den SSS und SHSS (siehe Kapitel 1. «Deutschland»). Einige der SYA Training Center bieten zu diesem Thema eine Zusatzausbildung an. Die Geschäftsstelle der SYA erteilt hierzu gerne Auskunft.

Generelle Nutzung einer Radaranlage

Das Wort RADAR steht für „**R**adio **D**etection **A**nd **R**anging“; übersetzt handelt es sich also um das „Aufspüren und Vermessen mittels Radiowellen“, was auch als „Funkortung“ bezeichnet wird.

Eine Radaranlage an Bord dient als Hilfsmittel zur Ermittlung des eigenen Standortes und der Beobachtung anderer Verkehrsteilnehmer und des Küstenverlaufes zwecks Vermeidung von Kollisionen und Havarien. Geübte Nutzer erkennen zudem aufziehende Regengebiete und Sturmfronten. Bei guten Sichtbedingungen bietet uns eine Radaranlage eine Ergänzung zu den terrestrischen Navigationsmethoden mit der wir uns schnell ein Bild der Umgebung verschaffen können; bei schlechter Sicht ist es oft die einzig verbleibende Informationsquelle.

Vom Radar erfasste Objekte (targets) erscheinen als mehr oder weniger grosse Lichtpunkte auf dem Radarschirm. Jeder Lichtpunkt (Echopunkt) auf dem Bildschirm wird als Pip bezeichnet. Auf diese Weise werden einzelne Objekte wie Schiffe oder Bojen sichtbar, aber auch ganze Küstenverläufe.



Wir können aus dem Radarbild nun unterschiedlichste Informationen gewinnen:

Standortbestimmung

Mittels Radarbildauswertungen kann man seinen eigenen Standort ermitteln. Dieser ergibt sich aus der Peilrichtung zu anderen identifizierbaren Objekten mit bekannter Position, wie Bojen, markanten Kaps etc. Mit der EBL (Electronic Bearing Line) misst man – wie bei der optischen Seitenpeilungen - den Winkel zwischen der Kiellinie (recht voraus-Richtung) und dem Peilobjekt. Mit Radar gewonnene Peilwerte werden als Radar-Seitenpeilung (RaSP) bezeichnet, um diese in die Seekarte übertragen zu können, muss

man sie zuerst zu rechtweisenden Peilungen umrechnen. Mit dem (VRM – Variable Range Marker) kann man zum selben Objekt eine Abstandsmessung vornehmen. Mit einem Peilobjekt erhält man so zwei Standlinien (Peilrichtung und Entfernung), dies reicht bereits für eine Ermittlung des eigenen Standortes (Ob – beobachteter Ort).

Parallel indexing

Führt einen die Passagenplanung in Reviere mit eingeschränkter Durchfahrtsbreite (zum Beispiel zwischen Untiefen), so bestimmt man einen Korridor links und rechts des Kartenkurses (also zwei parallele Linien zum Kartenkurs), den man nicht verlassen darf (off-track-limit). Um sicherzustellen, dass man innerhalb dieses Korridors bleibt, sucht man auf der Seekarte bereits vor der Abfahrt nach geeigneten markanten Punkten, die ein deutliches Radarsignal erwarten lassen. Zu diesen berechnet man nun den korrespondierenden Abstand, den man auch am Ort der geringsten Distanz zum Peilobjekt (CPA) einhalten muss und kontrolliert mit der VRM-Funktion des Radars nun kontinuierlich die tatsächliche Distanz.

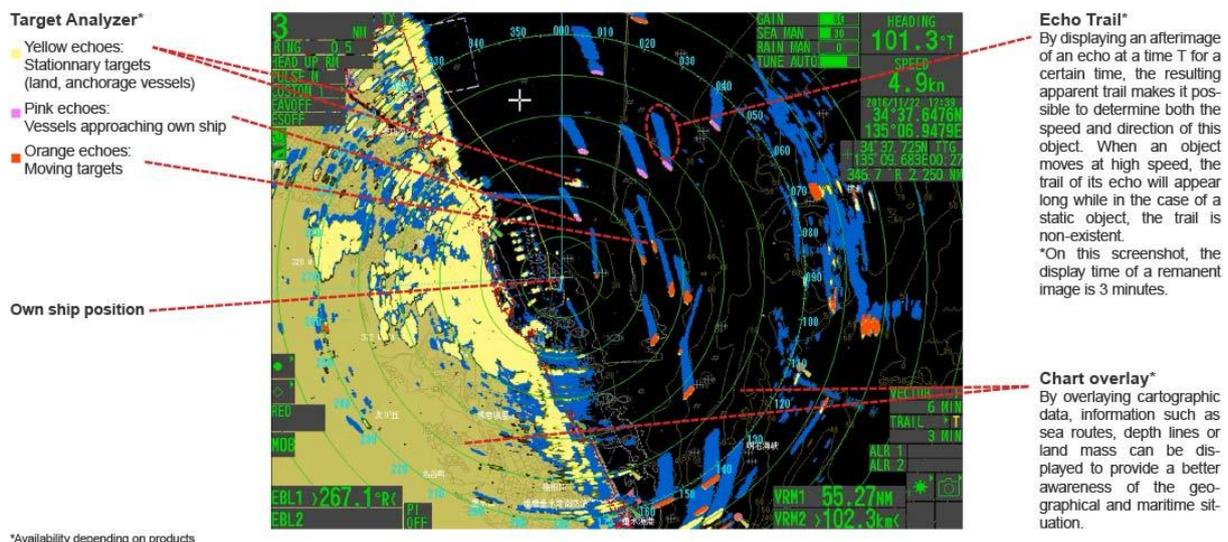
Kollisionsverhütung

Durch permanente Radarüberwachung anderer Schiffe ist festzustellen, ob man - bei Weiterfahrt auf gleichem Kurs und mit gleicher Geschwindigkeit - mit einem anderen Fahrzeug in den zu meidenden Nahbereich geraten würde. Ist dies der Fall ist zu ermitteln mit welcher Änderung von Kurs und/oder Fahrt der gewünschte Passierabstand eingehalten werden könnte.

Die Verfolgung der relativen Bewegung anderer Schiffe durch mehrere zeitlich aufeinanderfolgende Radarmessungen und die darauf basierende Vorausberechnung eines Passierabstandes, dem „Closest Point of Approach (CPA)“ erfolgt durch das Radar-Plotting.

Bei einer Radaranlage ohne automatische Plotting-Hilfe muss dies zeichnerisch-rechnerisch gelöst werden (siehe Seite 40). Eine Radaranlage mit **ARPA** (Automatic Radar Plotting Aid) nimmt uns die Rechenarbeit ab und ermöglicht uns eine schnelle, exakte sowie umfassende Situationsbewertung bei der Entscheidung zum gefahrlosen Passieren unter Beachtung der Kollisionsverhütungsregeln.

Durch Berechnungen und logische Ableitungen ermittelt ARPA z.B. ob sich ein Objekt bewegt, nähert oder stationär ist. Mit Signalanalysefunktionen wie dem "Target Analyzer" können diese Echos sogar leicht anhand von Farbcodes entsprechend ihrer Bewegung unterschieden werden. Mit anderen Funktionen wie dem "Echo Trail" wird die Bewegung eines Echos visualisiert.



Der Radarbildschirm sollte in der Nähe des Kartentischs eingebaut sein, da die Echos auf dem Radarbildschirm am besten interpretiert werden können, wenn man das Radarbild permanent mit der Seekarte abgleicht; wollen wir aus dem Radarbild beispielsweise mittels (Radarseiten-)Peilung Rückschlüsse auf unseren Standort ziehen, erfordert dies eine eindeutige Identifizierung der Radarziele. Moderne Radargeräte ermöglichen eine Kopplung mit dem Kartenplotter und somit die gleichzeitige Anzeige der elektronischen Seekarte und des Radarbildes (Overlay).

Eindeutig der Seekarte zuzuordnen sind:

- Quer zur Beobachtungsrichtung in die See hinausragende Kaps.
- Einzelne Inseln oder aus dem Wasser ragende Felsen.
- Die eigene Heimatküste, wenn man sich das Radarbild eingepägt hat.
- Mit Radarreflektoren ausgestattete Seezeichen in typischer Standortkonstellation zueinander.
- Seezeichen oder Leuchttürme mit einem Radarantwortgeber (RACON).

Zu den typischen Falschdarstellungen, die einen Abgleich mit der Seekarte erschweren, gehören:

- Durchgehende Küstenlinien werden unterbrochen dargestellt.
- Flache Strände und Bänke werden nicht gezeichnet.
- Feingliedrige Hafeneinfahrten und Flussmündungen verschwinden.
- Schattenzonen hinter Erhebungen täuschen falsche Wasserflächen vor.
- Erhebungen hinter flachen Küstenfeldern täuschen falsche Küstenlinien vor.
- Hinter dem Radarhorizont liegende Küsten mit langsam ansteigendem Gelände oder vorgelagerte Flachzonen erscheinen mit falschen Ein- und Ausbuchtungen und insgesamt zu weit entfernt.

Arbeitsweise einer Radaranlage

Radar funktioniert wie Schall. Ein Radargerät sendet strahlförmig gebündelte elektromagnetische Wellen (kurzwellige Mikrowellen) aus, diese werden von den getroffenen Objekten reflektiert. Ein Teil der reflektierten Wellen gelangt zurück zur Radarantenne (Radarscanner). Mittels Distanz- und Richtungsermittlung entsteht ein Umgebungsbild.

Distanzmessung:

$$D = 1/2 \times cT$$

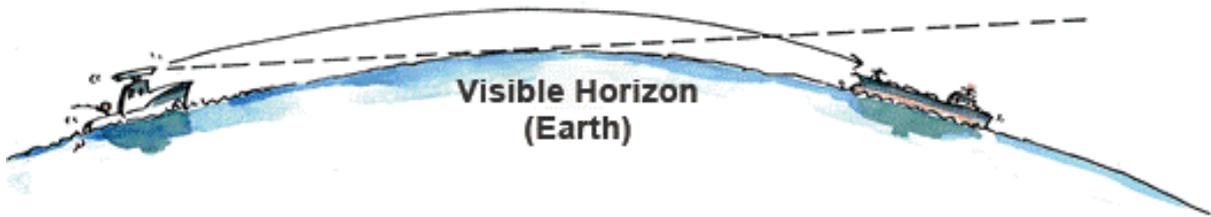
D: Abstand zwischen dem Radar und dem Zielobjekt

c: Lichtgeschwindigkeit (3×10^8 m/sec. = 300.000 km /sec.)

T: Zeit zwischen der ersten Ausgabe und dem Empfang eines Echos

Da Radargeräte elektromagnetische Wellen verwenden, die sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, haben sie den Vorteil, dass Informationen sehr schnell verarbeitet werden.

Die maximale Reichweite, in der Objekte vom Radar ausgemacht werden können, wird durch die Ausbreitung der Radarwellen limitiert. Radarwellen breiten sich entlang der Erdoberfläche aus; anders als Licht können sie der Erdkrümmung etwas folgen, was die Distanz, in der man Objekte ausmachen kann gegenüber der geografischen Sichtweite um circa 6% erhöht.



Die Radarsichtweite wird durch die Höhe der Radarantenne und Objekthöhe bestimmt:

$$\text{Radarsichtweite (sm)} = 2,2 (\sqrt{\text{Höhe der Radarantenne (m)}} + \sqrt{\text{Objekthöhe (m)}})$$

Wenn die Antenne am Mast beispielsweise in einer Höhe von 10 Metern befestigt ist, können wir ein 5 Meter hohes Objekt also bis zu einer Distanz von knapp 12 sm orten. Ist die Antenne hingegen am Geräteträger auf 3 Meter Höhe befestigt, verringert sich die Radarsichtweite auf knapp 9 sm. Damit steht die Reichweite der Radarmessungen im Konflikt zur Schiffsstabilität, da diese mit zusätzlichem Gewicht in der Höhe signifikant abnimmt.

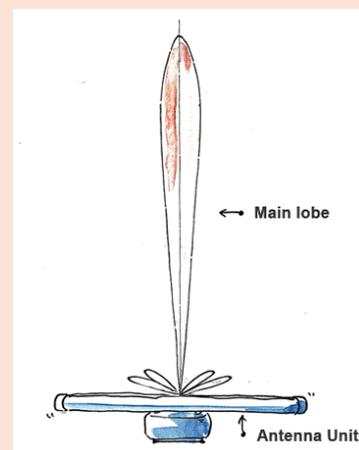
Da Mikrowellen nicht – wie Lichtwellen - von Wolken oder Nebel absorbiert werden, müssen wir uns nicht mit der meteorologischen Sichtweite der Radarwellen beschäftigen.

Die für die Radaraussendungen genutzten Frequenzen liegen entweder im Spektrum des S-Bands (3000 MHz) oder des X-Bands (9,3 – 9,5 GHz). Die kürzeren Wellen des X-Bands (3 cm) breiten sich geradliniger aus und bringen deshalb bessere Ergebnisse bei der Richtungsmessung und ein besser aufgelöstes Radarbild im Nahbereich; dies erleichtert auch das Auffinden von Tonnen und Hafeneinfahrten. Nachteile des X-Bandes sind eine stärkere Regendämpfung, eine stärkere Seegangsreflektion und eine geringere Reichweite.

In der Berufsschiffahrt wird deshalb zumeist ein zweites Radargerät mit getrennter Antenneneinheit auf dem S-Band (10 cm Wellenlänge) betrieben, mit dem man entferntere Ziele besser erkennen kann – ein Vorteil, der in der Sportschiffahrt mit der geringen Antennenhöhe und der damit verbundenen begrenzten Radarsicht weniger Bedeutung zukommt.

Richtungsmessung

Obwohl sich die auf Schiffen verwendeten Antennen um 360 ° drehen, ermöglicht ihre hohe Richtwirkung, dass ein Objekt sehr genau lokalisiert werden kann. Der von der Radarantenne gesendete Impuls breitet sich nicht punktförmig wie ein Laserstrahl, sondern in Form einer Keule aus. Je kleiner die Keulenbreite, desto besser ist die azimutale Auflösung, sprich die Genauigkeit der Richtungsmessung. Eine geringe Keulenbreite wird durch eine grosse Radarantenne erreicht; um die Keulenbreite zu halbieren, muss die Radarantenne doppelt so gross sein. Bei der Auswahl der Antenne steht deren Genauigkeit also im Konflikt zu Gewicht und Stromverbrauch.



Darstellung der Radarkeule

Durch eine starke richtungsmässige Bündelung der Funkwellen lässt sich zudem die Richtung ermitteln, in der das Hindernis bezogen auf die Position der Radarantenne, liegt. Für die Schifffahrt reicht diese zweidimensionale Messung aus, die mit Radargeräten des Typs PPI (Plan-Position-Indicator = Lageplan-Anzeiger) erfolgen.

Das rotierende Antennensystem tastet mit seinem gebündelten Peilstrahl die Umgebung ab. Die von Hindernissen reflektierten Echos werden auf dem Radarschirm als mehr oder weniger verstärkt leuchtende Punkte (pip's) dargestellt. So entsteht ein Bild der abgetasteten Umgebung, welches nach jeder Antennenrotation aktualisiert wird.

Aufgrund ihrer im Vergleich zur übrigen Schifffahrt zumeist recht geringen Grösse sind Yachten schlechte Peilobjekte, da sie nur ein geringes Radarecho erzeugen. Um das damit verbundene Risiko übersehen zu werden zu verringern, gibt es die Möglichkeit **Radarreflektoren** einzusetzen.

Als Alternative zu den passiven Radarreflektoren wird für die Sportschifffahrt auch der Einsatz so genannter Transponder (**aktive Radarreflektoren- RTE's**) empfohlen. Zum einen zeigen diese elektronischen Geräte an, wenn sie von einem Radarstrahl erfasst wurden, sodann weisen sie eine grössere Reichweite bei der Rückleitung des Radarstrahls und ein stärkeres Radarecho auf.

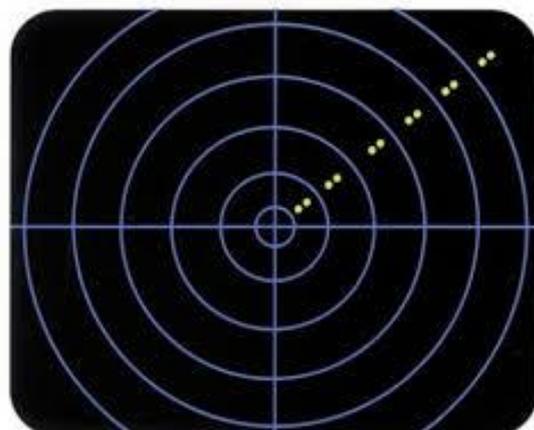
Die Anzeige besonderer Peilobjekte unterscheidet sich von den «normalen pip`s»; dazu zählen:

Radar(antwort)baken

Radarbaken strahlen Impulse aus, die vom Schiffsradar empfangen werden und als Markierung auf dem Bildschirm erscheinen. Normale Radarbaken (Ramarck) senden im 3-cm-Bereich ununterbrochen. Es ist nur eine Peilung der Bake möglich. Auf dem Radarbildschirm erscheint das Bakensignal (Morsezeichen) als geschlossene oder unterbrochene Linie. Diese verläuft radial vom eigenen Standort über den Bakenstandort zum Bildschirmrand. Radarantwortbaken (Racon) antworten während ihrer Sendezeit im Takt ihrer Kennung, wenn sie von den Impulsen einer Bordradaranlage getroffen werden. Die Baken arbeiten im 3-cm-Bereich (X-Band) bzw. im 10-cm-Bereich (S-Band) und

RADAR-SART

Eine besondere Art Radarantwortbake sind SAR-Transponder (SART). Sie gehören zu den funktechnischen Rettungsmitteln und erleichtern in Seenotfällen das Auffinden von Schiffbrüchigen. SAR-Transponder arbeiten im X-Band (3 cm). Das Signal erscheint im Radarbild als eine Reihe von 12 Einzel- oder Doppelstrichen.



Ein gutes Radarecho kann man erwarten, wenn

- ein Radarziel von vielen Impulsen getroffen wird
- die vom Radarstrahl getroffene Trennfläche quer zur Bündelung steht
- der getroffene Gegenstand möglichst gross ist
- die Wellenlänge in Relation zur Oberflächenbeschaffenheit nicht zu gross ist und
- das Radarziel die Strahlung nicht absorbiert.

Diese Zusammenhänge sind besser verständlich, wenn man sich mit den technischen Grundlagen eines Radarsystems befasst:

Funkwellen

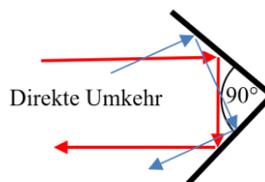
Die Ausbreitung von Funkwellen, lässt sich mit der Ausbreitung von Wellen vergleichen. Wirft man einen Stein auf eine ruhende Wasseroberfläche breiten sich vom Einschlagpunkt kreisförmige Wellen aus, die mit gleichbleibender Geschwindigkeit über die Wasseroberfläche wandern. Es gilt: Wellen gleicher Art breiten sich immer mit gleicher Geschwindigkeit aus. Dies gilt beispielsweise auch für Schallwellen, die sich mit einer Geschwindigkeit von 340 m/sec. (= Schallgeschwindigkeit) ausbreiten.

Bei Radarwellen handelt es sich um elektromagnetische Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Lichtgeschwindigkeit bedeutet 300.000.000 m/sec. bzw. 300.000 km/sec. (= 7 ½ Erdumrundungen / sec.).

Allerdings verlieren Wellen, während sie sich ausbreiten an Kraft; so wie Töne, die man mit zunehmender Entfernung zur Tonquelle immer leiser hört.

Echoprinzip

Funkwellen werden, wie Lichtstrahlen, beim Auftreffen auf einer Fläche so reflektiert, dass der Einfallswinkel dem Ausfallwinkel entspricht. Zwei mit einem 90°-Winkel zueinanderstehende Flächen kehren Funkwellen also direkt um.



Radarreflektoren sind so konstruiert, dass sie sich dieses Prinzip zu Nutze machen; sie nutzen sogenannte Triplespiegel (siehe rechts):



Sendepulsdauer

Ein Radargerät sendet nicht dauernd, sondern in kurzen Intervallen. Diese nennen sich Impulse. Zwischen den einzelnen Sendeimpulsen werden die reflektierten Echos empfangen. Die Impulsdauer (in Mikrosekunden) lässt sich in die Impulslänge (in Metern) umrechnen:

Impulsdauer	Lichtgeschwindigkeit 300.000.000 m/sec.	Impulslänge
1 Mikrosekunde	300.000.000 m x 0,000.001 sec.	= 300 m

0,1 Mikrosekunden	300.000.000 m x 0,000.000.1 sec.	= 30 m
0,01 Mikrosekunden	300.000.000 m x 0,000.000.01 sec	= 3 m

Im Nahbereich bis zu 4 km Distanz wird mit sehr kurzen Impulsen gesendet. Die kürzeste Impulsdauer bei heutigen Radargeräten liegt bei 0,05 Mikrosekunden. Diese Impulsdauer entspricht einer Impulslänge von $5 \times 3 \text{ m} = 15 \text{ m}$. Wegen dem Echoprinzip gilt zwischen der Antenne und einem georteten Hindernis die halbe Impulslänge, also theoretisch 7,5 m (praktisch rund 10 m). Dies ist der Mindestabstand zu einem Hindernis, welches vom Radar wahrgenommen werden kann; alles innerhalb der halben Impulslänge wird als tote Zone bezeichnet.

Radarreflektor, welcher eine Brücke kennzeichnen soll, muss also mehr als eine halbe Impulslänge vor der Brücke positioniert werden, damit die Brücke und der Radarreflektor auf dem Radarschirm als zwei getrennte Objekte erscheinen.



Frequenzbereich

Unter Frequenz (f) versteht man die Anzahl der Schwingung pro Sekunde. Frequenz wird in Hertz (Hz) gemessen.

Anwendungsabhängig gibt es verschiedene Frequenzbänder, die mit grossen Buchstaben bezeichnet werden. In der zivilen Schifffahrt haben die Radarwellen im X-Band beispielsweise eine Länge von 3,2 cm in einem Frequenzbereich zwischen 8 GHz und 12 GHz (1 GHz = 1 Milliarde Hertz / Sekunde). Radarwellen im S-Band haben eine Länge von 10 cm und eine Frequenz von rund 3 GHz.

Es gilt: Je kleiner die Wellenlänge, desto höher die Frequenz.

Sendeleistung

Mit zunehmender Distanz zum Sender verlieren elektromagnetische Wellen an Stärke. Deshalb braucht es eine angemessene Sendeleistung. Die Sendeleistung eines Radargerätes wird in Watt angegeben. Sie entscheidet über die Sendereichweite. Die Sendereichweite im X-Band beläuft sich auf rund 10 sm (= 18 km).

Eine Verdoppelung der Reichweite einer Radaranlage bei gegebenen technischen Daten, sowie gleichen meteorologischen Verhältnissen und gleichen Reflexionseigenschaften des Objektes – vorausgesetzt die Antennenhöhe würde es ermöglichen* – erfordert eine 16-fache Sendeleistung. Oder anders ausgedrückt führt eine Verdoppelung der Sendeleistung nur zu einer Verbesserung der Reichweite um weniger als 20%.

*Theoretische Radarsichtweite:

Die Radarkimm liegt tiefer als der optische Horizont, wegen der Beugung der Radarwellen meistens um 10% hinter der optischen Kimm. Entsprechend gilt:

$$\text{Radarkimm (sm)} = 2,2 \sqrt{\text{Antennenhöhe (m)}}$$

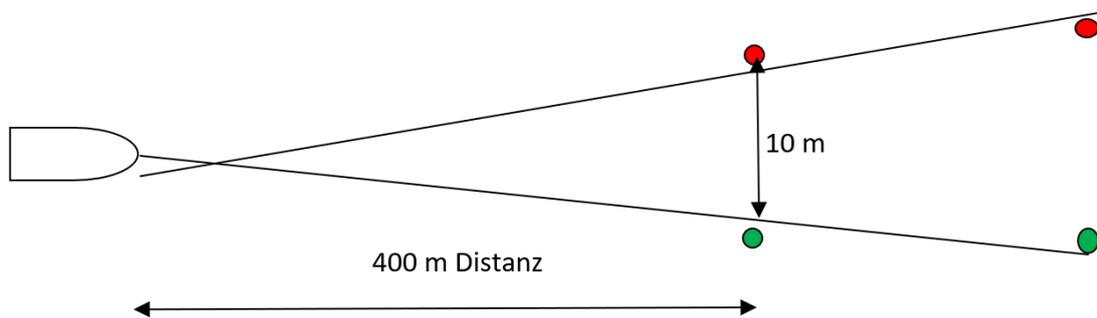
$$\text{Radarsichtweite (sm)} = 2,2 \sqrt{(\text{Antennenhöhe} + \sqrt{\text{Objekthöhe}})}$$

Antennenmotor – Drehung

Der unter der Radarantenne befindliche Antennenmotor hat die Aufgabe die Antenne – auch bei hohen Windgeschwindigkeiten - gleichmässig schnell zu drehen. Bei einer Drehgeschwindigkeit von 24 Umdrehungen pro Minute wird in 2 ½ Sekunden ein vollständiges Echobild erzeugt.

Antenne – Horizontale Bündelung

Bezüglich der horizontalen Bündelung der Radarantenne bestehen Vorgaben (wie z.B. in der Rheinschiffsuntersuchungsordnung); danach sollen zwei Gegenstände (Bojen), die 10 m auseinanderliegen, auf eine Distanz von 400 m auf dem Radarbildschirm auch als zwei getrennte Objekte dargestellt werden:



Um diese Vorgabe zu erfüllen, darf die horizontale Bündelung 1,2 Grad nicht überschreiten. Bei einer horizontalen Bündelung von 1,2 Grad beträgt die Bündelbreite in einer Entfernung von 400 m noch 8,37 m. Somit sind zwei Objekte, welche 10 m auseinander liegen, nicht in der gleichen Bündelung und werden als zwei nebeneinander liegende Objekte angezeigt.

Kreisumfang = $2 \times \text{Radius} \times \pi = 2 \times 400 \text{ m} \times 3,1415 = 2.513 \text{ m}$

Sektor 1,2 Grad ist der 300. Teil von einem Kreisumfang: $2.513 \text{ m} : 300 = 8,37 \text{ m}$

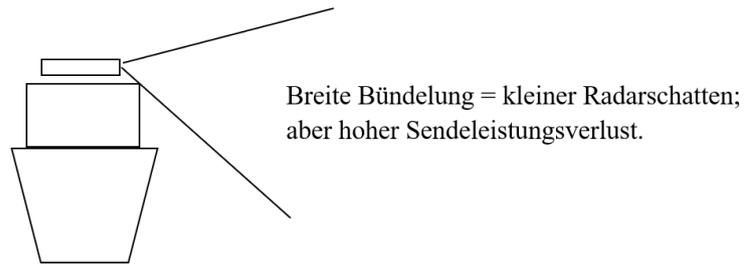
Es gilt: Das Auflösungsvermögen nebeneinander liegender Objekte ist abhängig von der horizontalen Bündelung. Je enger die Bündelung, umso besser und genauer können nahe beieinander liegende Objekte dargestellt werden. Je länger die Antenne ist, umso schmaler ist die horizontale Bündelung. Ein 6` Fuss Antenne ist im X-Band die kürzeste, welche obige Vorschrift erfüllt. Radaranlagen auf Yachten haben aber oft nur eine Bündelung von unter 4°!

2` Fuss Antenne = 61 cm	$70 \times 3 \text{ cm} : 61 \text{ cm} = 3,4^\circ$
6` Fuss Antenne = 1,80 m	$70 \times 3 \text{ cm} : 180 \text{ cm} = 1,16^\circ$
7` Fuss Antenne = 2,10 m	$70 \times 3 \text{ cm} : 210 \text{ cm} = 1,0^\circ$
8` Fuss Antenne = 2,40 m	$70 \times 3 \text{ cm} : 240 \text{ cm} = 0,87^\circ$
9` Fuss Antenne = 2,70 m	$70 \times 3 \text{ cm} : 240 \text{ cm} = 0,77^\circ$
10` Fuss Antenne = 3,00 m	$70 \times 3 \text{ cm} : 300 \text{ cm} = 0,70^\circ$

Obige Angaben gelten für Antennen im X-Band-Betrieb; im S-Band muss eine Antenne die dreifache Grösse haben, um dieselbe Auflösung zu erzielen.

Vertikale Bündelung

Die vertikale Öffnung einer Radarantenne muss etwa 30° (15° nach oben und 15° nach unten) betragen. Dadurch werden Objekte – trotz der nicht-kardanischen Aufhängung der Antenne - auch bei einem in der Welle rollenden Schiff erfasst.

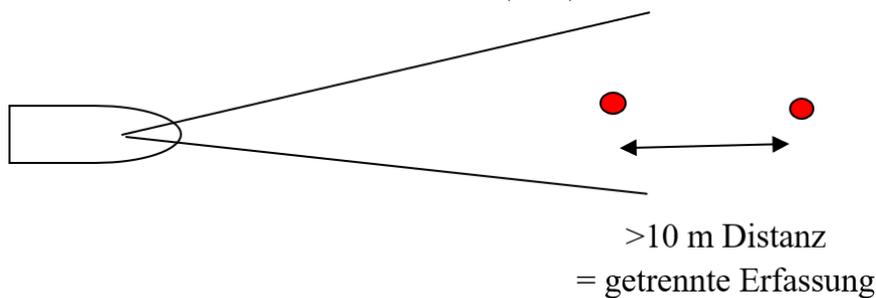


Echos können nur erwartet werden, wenn Zielobjekte vom Strahlenbündel erfasst werden; Objekte im Schatten des Bündels werden nicht ertastet. Der Radarschatten ist von der vertikalen Bündelung abhängig und vom Standort der Antenne.

Radiale Auflösung

Unter radialer Auflösung (Abstandauflösung) wird die getrennte Darstellung zweier Objekte, die in einer Linie hintereinander liegen, verstanden. Es gilt: Das Auflösungsvermögen hintereinander liegender Objekte ist abhängig von der Impulsdauer.

Bei einer Impulsdauer von 0,05 Mikrosekunden ist das Wellenpaket 15 m lang. Wegen des Echoprinzips ist dieser Wert zu halbieren. Daraus folgt, dass nur solche Objekte getrennt erfasst werden, welche zueinander mehr als 7,5 m (10 m) Abstand haben.



Azimutale Auflösung

Unter azimuthaler Auflösung (Winkelauflösung) versteht man das Winkelmaß, bei dem man zwei nahe beieinanderliegende Objekte gleicher Entfernung noch als zwei getrennte Echos wahrnimmt. Grössere Antennen haben normalerweise einen kleineren Abstrahlwinkel; je kleiner der Abstrahlwinkel ausfällt, desto besser wird die azimuthale Auflösung.

Echos am äusseren Rand des Bildschirms können, wie kleine Bögen aussehen, auch wenn das Ziel in Realität punktförmig ist (Verzerrung).

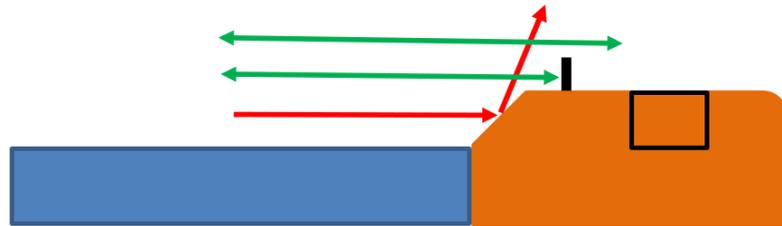
Eine Boje kann bei einer Distanz von z.B. einem Kilometer grösser, bei weiterer Annäherung wieder kleiner erscheinen.

Schmale Flüsse, Schleusen und Hafeneinfahrten werden enger als in Wirklichkeit dargestellt.

Mindestpunktgrösse

Die Mindestpunktgrösse ist der kleinste Punkt, der sich elektronisch auf dem Bildschirm darstellen lässt (0,3 mm). Kleine Objekte wie Bojen werden deshalb im Verhältnis zu gross dargestellt.

Die auf dem Radarschirm angezeigte „Trennlinie Wasser – Land“ stimmt oft nicht mit der Realität überein, sie ist in der Regel weiter landwärts. Der befahrbare Seeraum endet also früher!



Im Nahbereich wird der Radarstrahl zwischen Sender und Radarziel oft mehrfach reflektiert. Dadurch kommt es zu so genannten **Mehrfachechos**. Das erste Echo, das dem eigenen Schiff am nächsten liegt, ist dabei immer das wahre Echo. Die anderen Echos werden im gleichen Abstand neben den ersten aufgezeichnet und können ignoriert werden.

Exkurs: Breitband-Radar (auch Solid-State -Radar genannt)

Bei den oben beschriebenen klassischen Radaranlagen handelt es sich also um Impulsradare. In ihnen werden sehr energiereiche Impulse mit einigen Kilowatt Leistung von einem Magnetron erzeugt. Dies hat verschiedene Nachteile: Das Magnetron muss beim Starten des Radargerätes lange vorheizen, dadurch ist eine schnelle Inbetriebnahme des Radars nicht möglich. Es benötigt viel Strom und ist schwer. Die energiereichen Impulse gelten zudem als gesundheitsschädlich.

Anstelle des oben beschriebenen Impulsradars kommt auf Sportbooten mittlerweile verstärkt die neue Breitbandtechnologie (broadband) zum Einsatz. Statt mit durch ein Magnetron erzeugten Impulsen wird dort nach dem Dauerstrichprinzip – abgekürzt FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) gearbeitet. Mit besserer Bildschirmauflösung und ohne „blinde“ Zonen punktet diese im Nahbereich, da dort auch schwache Ziele deutlich angezeigt werden. Weitere Pluspunkte sind die sofortige Betriebsbereitschaft ohne Aufwärmphase, eine schwächere Strahlung, die es ermöglicht die Antenne gefahrlos in Cockpitnähe zu installieren und der geringe Stromverbrauch. Einen Nachteil hat die Broadband Technologie jedoch, sie kann sogenannte Radarantwortbaken (RACON), SART-Signale, sowie aktive Radartransponder (RTEs) nicht identifizieren und darstellen.

Bedienungsroutine

Die Bedienungsroutine bei jeder Inbetriebnahme besteht aus den folgenden Schritten:

- Prüfen, ob alle Drehknöpfe komplett auf „links“ (= Minimum) gedreht sind.
- Gerät am **Betriebsschalter (on/off)** auf Bereitschaft (**stand by**) stellen. Das Gerät braucht 2-3 Minuten Aufheizzeit, dann gehen Antenne und Sender in Betrieb und das Radarbild baut sich auf.
- **Bereichsschalter** auf 10 – 12 sm einstellen (allgemeiner Beobachtungsbereich).
- **Bildhelligkeit (brilliance, brightness)** einstellen, indem man den Knopf so weit nach rechts dreht, dass die Vorausanzeige (**heading marker**) gut sichtbar wird. Ringe (rings on/off) einschalten und auf deutliche Helligkeit regeln. Die Helligkeit muss bei Veränderung des Entfernungsbereiches nachgeregelt werden.

Moderne Radaranlage stellen mittlerweile verschiedene selbsterklärende Voreinstellungen zur Verfügung, zum Beispiel „Offshore“ oder „Hafen“. Wählt man diese nach der jeweiligen Anwendungssituation aus, kann man sich das folgende Feintuning stark vereinfachen.

- **Verstärkung (gain)** einstellen, indem man den Knopf so weit nach links einstellt, bis das Bild anfängt zu überstrahlen (zuzuschmieren). Bei Regen trübung die Verstärkung etwas mehr aufdrehen.
- **Kontrast (JFS-Filter)**: Dient dazu auf dem Bildschirm den grösstmöglichen Unterschied zwischen Echosignal und dem Hintergrund zu erzeugen. In der Grundeinstellung ist der Kontrastfilter ausgeschaltet. Der Kontrast-Filter auf mittlerer bzw. voller Stufe aktiviert automatisch die Sendepulsunterdrückung (GAIN) und die Unterdrückung von Störungen durch fremde Radargeräte (IR REJ).
- **Abstimmung (tuning)** so regulieren, dass die Konturen maximale Schärfe zeigen.
- **Kontur**
Darstellung des Radarbildes in kartenähnlicher Weise. Abwechselnd stark und schwach reflektierende Ziele werden als homogene Linien dargestellt. Dies vereinfacht einen Abgleich mit der Seekarte. Bei eingeschalteter Konturfunktion sind auch die Rausch- (GAIN) und Störunterdrückungsfilter (IR REJ) aktiviert.
- **Interferenz Reject (IR REJ)**
Unterdrückt die Störungen anderer Radargeräte. Es ist unnötig diesen Filter zu aktivieren, wenn einer der anderen Filter bereits eingeschaltet ist.
- **Seegang-Störung (STC)**: Erscheint ein Echo auf dem Bildschirm mal deutlicher, mal schwächer spricht man von einem „pumpenden“ Echo; die Ursache dafür ist fast immer hoher Seegang. Raue Wasserflächen sind bis zu 2 km sichtbar. Die **Seegangsentrübung (anti-clutter sea)** mindert die Verstärkung im Nahbereich, mit ihr filtert man störende Seegangsechos weg. Dabei können aber auch wichtige Echos verschwinden, d.h. bei falscher Benutzung können Navigations- bzw. Kollisionsverhütungsinformationen unter Umständen vollständig unterdrückt werden. Die beste Einstellung ist dann erreicht, wenn um den Mittelpunkt einige kleine unregelmässig auftauchende Echos erscheinen, die bei jeder Antennenumdrehung einen anderen Standort haben. Solche Echos sind meistens von Vögeln verursacht.
- Die **Regenentrübung (anti-clutter rain; auch Fast Time Control (FTC)** genannt) wirkt über alle Bereiche und kann Regen-, Schnee- und Hagelschauer so weit unterdrücken, dass Objektechos wieder sichtbar werden. Das Radarbild wird dabei in seiner gesamten Ausdehnung gleichmässig stark gefiltert. Die meteorologischen Einflüsse hängen von der verwendeten Wellenlänge ab. Kürzere Wellen reflektieren kleine Objekte stärker. Im X-Band hat Nebel wenig Einfluss, während Regen, Hagel und Schnee die Wahrnehmung schwächen, weil sie die Wellen absorbieren. Unter normalen Bedingungen wird diese Funktion also nicht benötigt. Bei sehr starken Regenfällen soll man den Clutter zusammen mit der Regenentrübung (FTC komplett nach rechts drehen) nutzen. Eine zweite Anwendung ist in Häfen mit viel querlaufenden Wellen. Bei eingeschaltetem Clutter sind auch die Rausch- (GAIN) und Störunterdrückungsfilter (IR REJ) aktiviert.
- Wir können uns für verschiedene **Darstellungsarten am Bildschirm** (Ausrichtungsmodi) entscheiden; üblich ist die Auswahl unter den drei sogenannten „relativ bezogenen Darstellungsarten“. Dazu gehören
 - **relativ Nord-stabilisiert (North Up)**
Die nach Norden gerichtete Anzeige wird häufig bevorzugt, weil die Ausrichtung des Radarbildes so mit der Papierkarte übereinstimmt. Kursänderungen haben keinen

Einfluss auf das Radarbild. Peilungen sind rechtweisend und können direkt in die Seekarte übertragen werden.

- **relativ voraus (Head Up)**
Im Head-up-Modus stellt die „nach oben“-Richtung des Displays den Kurs (= die tatsächliche Vorausrichtung) des Schiffes dar. In dieser Darstellung vorgenommene Peilungen sind Radarseitenpeilungen (RaSP), sie beziehen sich auf die Rechtvorauslinie (rwk). Zur Erinnerung: $RaSP + rwK = rwP$
- **relativ Kurs-stabilisiert (Course Up)**
Bei der Einstellung „Course up“ ist das Radarbild auf die Richtung ausgerichtet, welche als gewünschter Kurs eingegeben wurde.
- Bei allen drei Darstellungsarten erscheinen die vom Radarstrahl georteten Objekte in Anordnung zu unserem Schiffsort; dieser bildet den Mittelpunkt des Radarbildes. Anders ausgedrückt ruht das eigene Schiff in der Bildschirmmitte und die Echopunkte werden so angezeigt, wie sie sich relativ zum eigenen Schiff bewegen. Deswegen spricht man von relativen Darstellungen.
Im Normalbetrieb nutzen alle drei Modi den Kreiselkompass des Schiffes als Referenz für die Anzeige, was als Azimutstabilisierung bezeichnet wird. Wenn der Kreiselkompass jedoch ungenau wird oder nicht mehr verfügbar ist, muss das Radar auf den unstabilisierten Head-up-Modus eingestellt werden. Dies kann zu einer Verwischung von Land- und anderen Echos bei Kursänderungen führen.
Im Gegensatz zu diesen relativen Darstellungen bieten moderne Spitzengeräte auch die Einstellungsart „**True Motion**“ an. Bei dieser bewegt sich das eigene Schiff in Form eines kleinen Symbols über eine ruhende Karte; die sich bewegenden Ziele erscheinen mit ihren (absoluten) wahren Kursen und Geschwindigkeiten. **ARPA** (Automatic Radar Plotting Aid) bzw. das im Sportbootbereich übliche **MARPA** (Mini Automatic Radar Plotting Aid) sind dabei Funktionen, um die Bewegung anderer Schiffe anzuzeigen und durch die Berechnung von CPA und TCPA vor einer Kollisionsgefahr zu warnen. ARPA kann – im Gegensatz zu MARPA – darüber hinaus berechnen, wie sich Ausweichmanöver auswirken.
- **Erweiterte Voraussicht**
Option bei einigen digitalen rechteckigen Flachbildschirmen, die es dem Anwender ermöglicht ein grösseres Gebiet in Vorausrichtung zu observieren.
- **Entfernungsbereiche - Maximum Range**
Bei der Einstellung der Entfernung werden die Anzahl und der Abstand der Distanzringe automatisch angepasst. Die maximal mögliche Reichweite variiert mit der Antennenhöhe, der Objekthöhe, den atmosphärischen Bedingungen (Regen, Schnee, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperaturunterschiede), den technischen Spezifikationen (Sendeleistung, Impulslänge, Öffnungswinkel der Antenne, Antennenverstärkung, Abstimmung des Sende-/Empfangssystems, Empfindlichkeit, Bandbreite) und den Reflektionseigenschaften des Objektes.
- **Nahbereich - Minimum Range – (Sendeimpulsunterdrückung)**
Entfernung, bei der ein Radar-Reflektor mit einer Reflektionsfläche von 10 qm auf dem Bildschirm erkennbar ist. Die Darstellung ist niemals näher als 12 m zur Antenne (Mittelpunkt), wenn eine Messung mit dem variablen Messring (VBL) vorgenommen wird. Das Radarbild zeigt innerhalb dieser 12 m den abgestrahlten Sendeimpuls. Dies kann man mit der Sendeimpulsunterdrückung (MBS) korrigieren. Durch die Unterdrückung erscheinen aber auch keine Objekte in dieser Zone, auch wenn sie dort geortet wurden.

Kollisionsverhütung mit Hilfe des Radars

Wer in Seegebieten mit hoher Häufigkeit an verminderter Sicht verkehrt sollte eine Radaranlage an Bord haben. Für Yachten, die nach SOLAS nicht-ausrüstungspflichtig sind, ist eine Radarausstattung jedoch nicht vorgeschrieben.

In der KVR-Regel 7 (a) heisst es: „Jedes Fahrzeug muss mit allen verfügbaren Mitteln entsprechend den gegebenen Umständen und Bedingungen feststellen, ob die Möglichkeit der Gefahr eines Zusammenstosses besteht.“ In KVR-Regel 7 (b) heisst es weiter: „Um eine frühzeitige Warnung vor der Möglichkeit der Gefahr eines Zusammenstosses zu erhalten, muss eine vorhandene und betriebsfähige Radaranlage gehörig gebraucht werden, und zwar einschliesslich der Anwendung der grossen Entfernungsbereiche, des Plottens (= wiederholtes Festhalten von Peilung und Abstand eines Radarobjektes) oder eines gleichwertig systematischen Verfahrens zur Überwachung georteter Objekte.“ Daraus folgt, dass sofern sich eine funktionierende Radaranlage an Bord befindet, diese auch zwingend genutzt werden muss.

Dies gilt sowohl für Sichtbedingungen, auch nachts, bei denen die normalen Ausweichregeln (KVR 11 bis KVR 18) gelten, umso mehr noch bei verminderter Sicht, also dann, wenn sich Fahrzeuge untereinander nicht visuell wahrnehmen können. Der Ausdruck „verminderte Sicht“ bezeichnet gemäss KVR-Regel 3 (l) dabei jeden Zustand, bei dem die Sicht durch Nebel, dickes Wetter, Schneefall, heftige Regengüsse, Sandstürme oder ähnliche Ursachen eingeschränkt ist. Dann kommen die besonderen Ausweichregeln nach KVR-Regel 19 (d) zur Anwendung.

In KVR-Regel 19 (d) ist beschrieben, wie man sich zu verhalten hat, wenn man ein anderes Fahrzeug lediglich mit Radar ortet. Man muss ermitteln, ob sich eine Nahbereichslage entwickelt und/oder die Möglichkeit der Gefahr eines Zusammenstosses besteht. Es ist also festzustellen, ob man - bei Weiterfahrt auf gleichem Kurs und mit gleicher Geschwindigkeit - mit dem anderen Fahrzeug in Kollisionsgefahr gerät und, wenn ja, mit welcher Änderung von Kurs und/oder Fahrt der gewünschte Passierabstand eingehalten werden könnte.

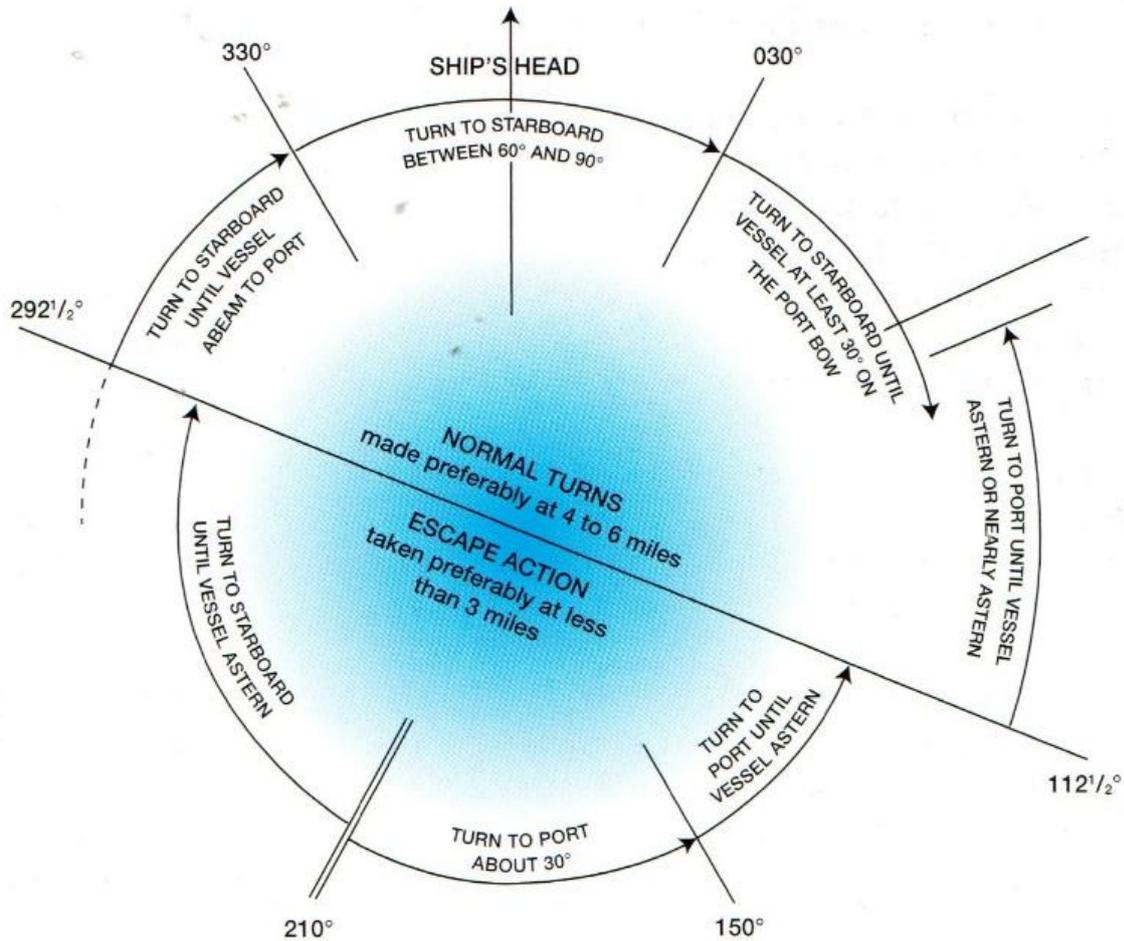
Nimmt man mit Hilfe des Radars ein Echo wahr, ist sich aber unsicher, ob es sich um ein falsches oder ein echtes Echo handelt, muss man aus Sicherheitsgründen immer annehmen, dass es sich um ein wahres Echo handelt. Dies ergibt sich auch aus der KVR-Regel 7 (a).

In den KVR werden dem Schiffsführer keine Distanzen vorgegeben, innerhalb derer er sich auf bestimmte Weise zu verhalten hat, da diese von Faktoren, wie der Schiffsgrösse, der Fahrtgeschwindigkeit, dem Seegebiet etc. abhängen.

Eine Idee zu probaten Distanzen im Yachtsektor gibt uns die Empfehlung aus der Schweizer Binnenschiffahrtsausbildung (siehe folgende Tabelle). In der Berufsschiffahrt bedarf es deutlich grösserer Distanzen, um ausreichend früh auf eine Kollisionsgefahr zu reagieren.

Wahrnehmen	800 – 1200 m	
Auswerten	600 – 800 m	
Reagieren	400 – 600 m	Kurskorrektur; Nebel-Schallsignal abgeben; Funkkommunikation über CH 16 aufnehmen; Kommunikation mit dem Wahrschauer; Anker bereithalten (falls sinnvoll); Bordalarm geben (falls Gefahr)
Passieren	0 – 150 m	
Beobachten		

Die Ausweichrichtung folgt klaren Vorgaben, die sich aus der KVR-Regel 19 (d) ergeben:



Jede Kursänderung muss klar erkennbar erfolgen. Man kann davon ausgehen, dass eine Änderung des anliegenden Kurses um mindestens 30° erforderlich ist, damit diese von einem potenziellen Kollisionsgegner eindeutig interpretiert werden kann.

Radarm Plotting ohne ARPA

Verfügt die Radaranlage über keine Navigationshilfe wie ARPA müssen wir die Auswertung des Radarbildes eigenständig vornehmen.

Dazu sollte man sich zunächst für eine Bildschirm-Darstellung entscheiden, die für den Benutzer eingängig ist.

Den in diesem Kapitel folgenden Berechnungs- und Zeichenbeispielen liegt der Head Up-Modus (recht voraus) zugrunde.

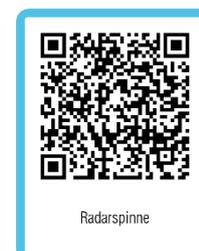
Der Head Up-Modus sei hier noch einmal kurz charakterisiert:

	Radar-Betriebsarten			
	<i>Head Up</i>	<i>Course Up</i>	<i>North Up</i>	<i>True Motion ARPA</i>
eigenes Fahrzeug	im Mittelpunkt	im Mittelpunkt	im Mittelpunkt	marschiert
Bildsenkrechte ist	Schiffslängsachse	Soll-Kurs	rwN/MgN	rwN/MgN
Ist-Kurs-Anzeige	Bildsenkrechte	Kursstrich	Kursstrich	Kursvektor
Festziele und Küstenkonturen laufen	von oben nach unten, außer bei Versatz	parallel zum Ist-Kurs, bei Versatz parallel zum KüG	parallel zum Ist-Kurs, bei Versatz parallel zum KüG	nicht, sie stehen, außer bei Strom
sich bewegende Ziele laufen	Relativkurs	Relativkurs	Relativkurs	wahren Kurs
Radarazimut ist	Seitenpeilung zum anliegenden Kurs	Seitenpeilung zum Soll-Kurs	rechtweisende oder Magnetkompaßpeilung	rechtweisende oder Magnetkompaßpeilung
Kollisionskurs wird angezeigt durch	stehendes Azimut bei anliegendem Kurs	stehendes Azimut	stehendes Azimut	Anzeige des Kollisionsorts (ARPA)
der voraussichtliche Passierabstand	kann direkt entnommen werden	kann direkt entnommen werden	kann direkt entnommen werden	wird vom Gerät berechnet
Bild bei Kurschwankungen	verschmiert	klar	klar	klar
Neuorientierung nach Kursänderungen	nötig	nötig	nicht nötig	nicht nötig

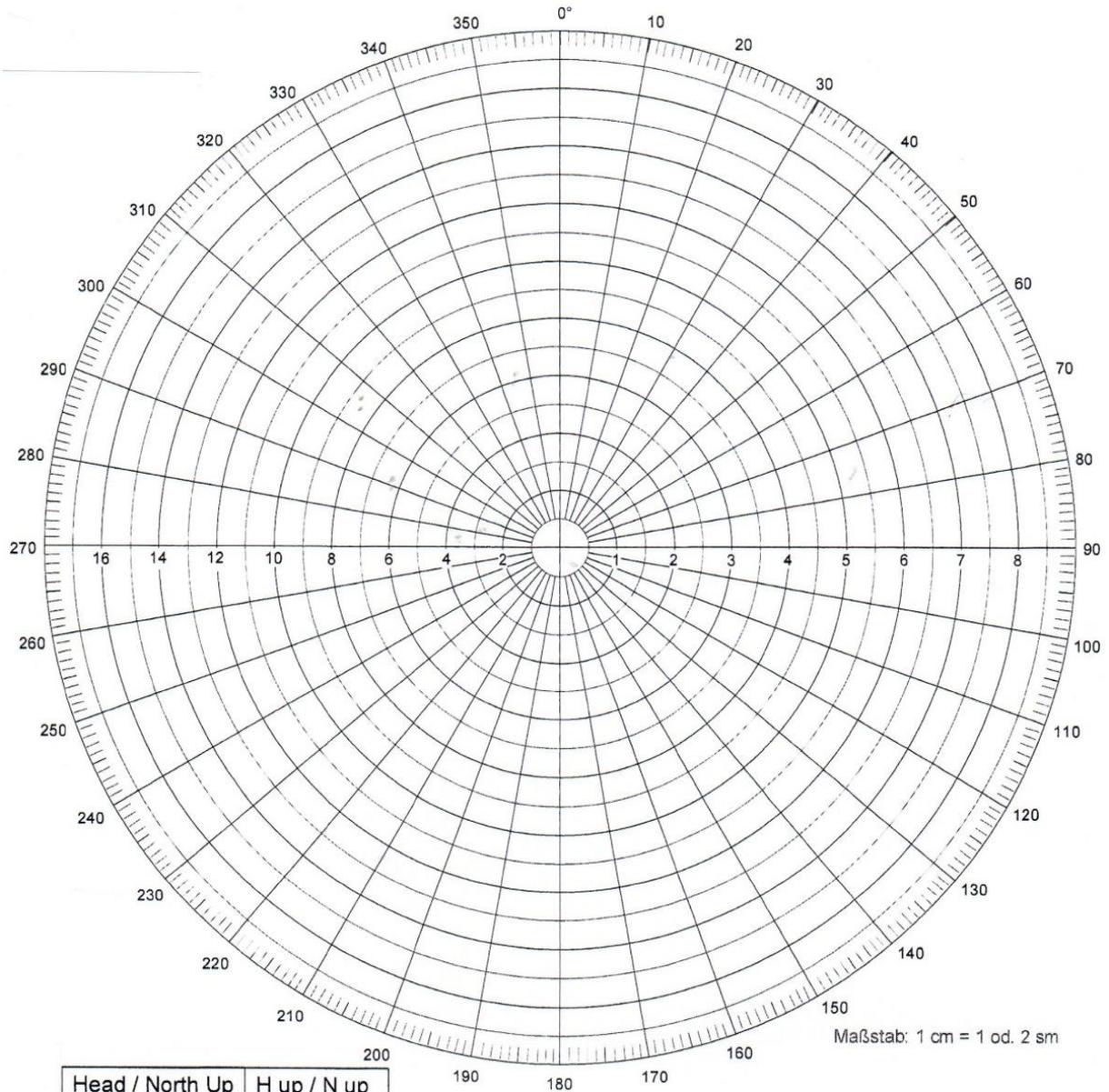
- Das Radarbild ist starr auf die Schiffslängsachse ausgerichtet.
- Das eigene Schiff steht im Bildmittelpunkt.
- Feste Ziele bewegen sich mit der Schiffsgeschwindigkeit senkrecht nach unten.
- Mitläufer behalten ihre Position.
- Überholende fallen von vorn zurück.
- Querläufer zeigen einen nach Achtern verfälschten Kurs.
- Ziele mit Eigenfahrt zeigen ihre Relativbewegung.
- Kollisionskurse werden durch „stehende Peilungen“ angezeigt.
- Potenzielle Kollisionsgegner bewegen sich auf dem Peilstrahl nach innen.
- Passierkurse (Vorausverlängerung des Relativkurses eines anderen Fahrzeuges) zeigen den realen Passierabstand und den realen Kollisionswinkel.
- Azimutwinkel sind Radarseitenpeilungen des Bildschirms ($RaSP + rwK = rwP$).

Radarspinne

Dann stellt man den Messbereich am Bildschirm auf z.B. 10 sm ein und identifiziert alle erfassten Fahrzeuge. Um die Bewegung der am Bildschirm ausgemachten Fremdfahrzeuge feststellen zu können, übernimmt man in festen Zeitabständen (z.B. alle 6 Min.) deren Radarseitenpeilung (RaSP) und Entfernung, also deren relative Position. Die entsprechenden Werte werden in ein Arbeitsblatt (vorgedrucktes Radar Plotting Sheet) übertragen, man spricht hier auch von der Radarspinne:



Über den QR-Code ist die [Blanko-Radarspinne](#) abrufbar.



Head / North Up	H up / N up
Bereich	18sm / 9sm
Eigenes Schiff A	
KA (rwK)	°
vA (FdW)	kn
1. Zeit	Uhr
1.RaSp / rwRaP	°
1. Abstand	sm
2. Zeit	Uhr
2.RaSp / rwRaP	°
2. Abstand	sm
Zeitunterschied	h

Fahrzeug B	
KBr (relativer Kurs)	°
vBr (rel. Geschw.)	kn
KB (tatsächl. Kurs)	°
vB (tats. Geschw.)	kn
Dichteste Annäherung:	
CPA	sm
SP CPA	°
rwP CPA	°
T CPA	Uhr

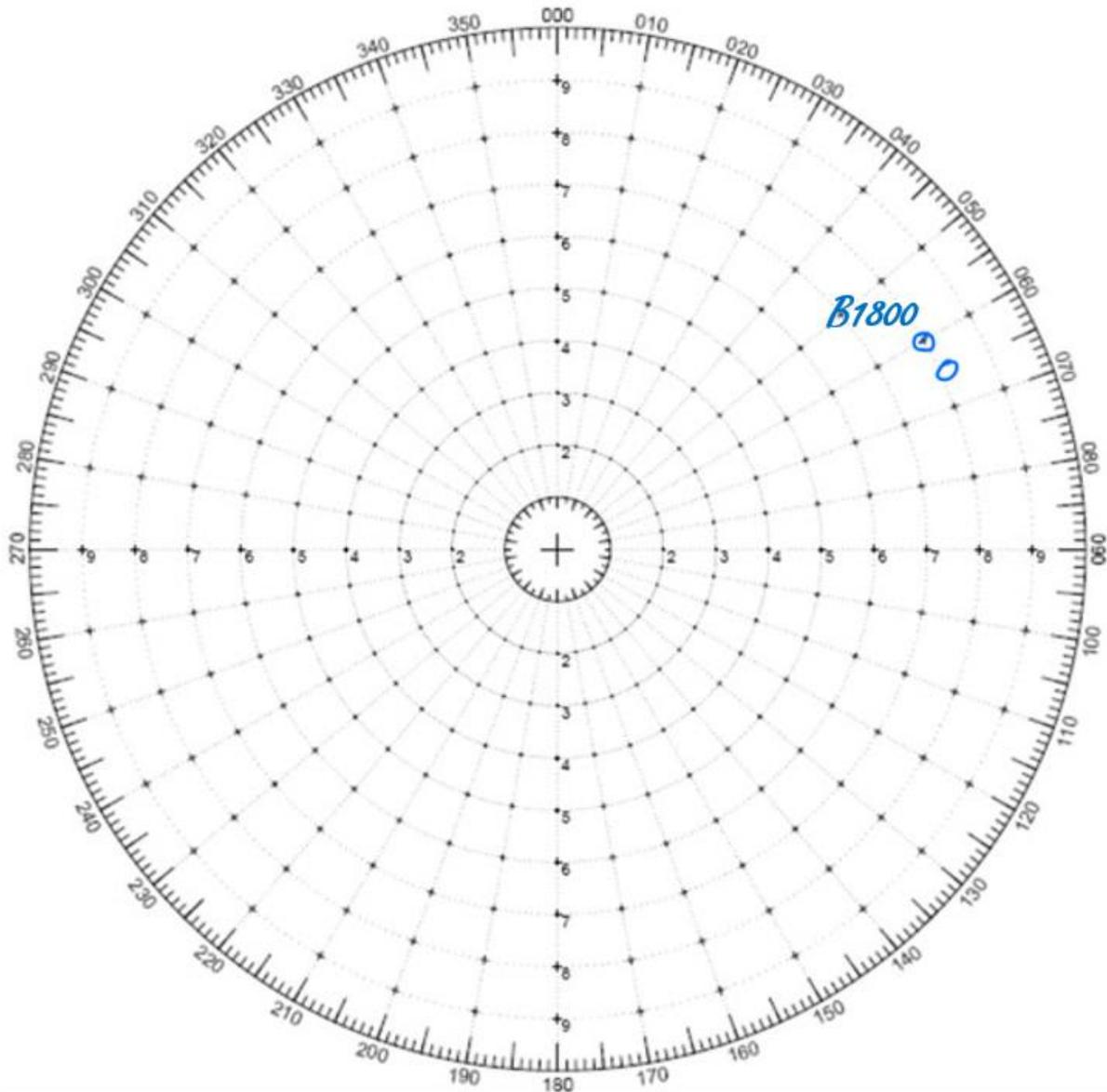
Objektbeobachtung

Wann immer wir auf dem Radarschirm ein Objekt (**target**) ausmachen und wir von einem Fremdschiff ausgehen, von dem für uns eine Kollisionsgefahr ausgehen könnte, messen wir seine Richtung (mit der EBL) und seine Distanz (mit dem VRM) und schreiben uns die Uhrzeit der Beobachtung auf. Das eigene Schiff wird immer mit dem Buchstaben „A“ bezeichnet. Das erste beobachtete Objekt (ein vermeintliches Fremdschiff) wird mit «B» bezeichnet. Sollten wir gleichzeitig mehrere Objekte (Fremdschiffe) auf dem Radarschirm wahrnehmen, werden diese fortlaufend alphabetisch benannt. Im folgenden Beispielfall wird es um nur ein beobachtetes Objekt gehen.

Nehmen wir an, wir hätten um 1800 LT (18:00 Uhr Lokalzeit) die folgende Richtung und Distanz eines Objektes ausgemacht:

TIME	RANGE	BEARING
<i>B₁₈₀₀</i>	<i>8.0 sm</i>	<i>060°</i>

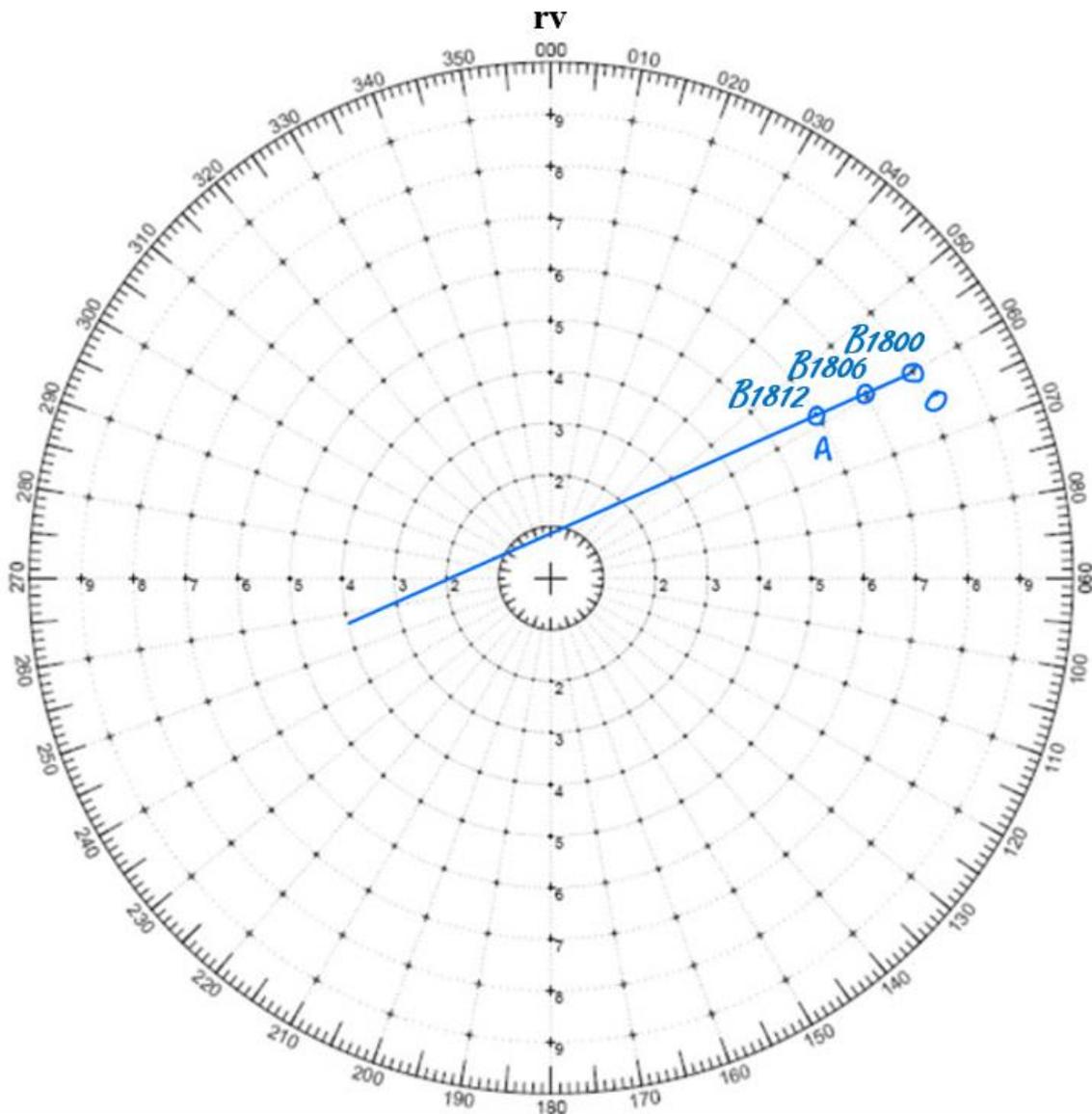
Wir übernehmen diese Angaben in das Radar Plotting Sheet. Als Massstab für die Distanzen wählen wir 1 cm = 1 sm. Die Richtung (Radarseitenpeilung RaSP) kann im hier genutzten Head Up-Modus direkt übernommen werden. Auf diese Weise erhalten wir den Punkt der ersten Beobachtung. Dieser wird mit dem Buchstaben „O“ bezeichnet.



Innerhalb gewisser Zeitspannen nehmen wir mindestens eine zweite und wieder danach im selben Zeitabstand gegebenenfalls eine dritte Peilung desselben Objektes vor. Es bietet sich an immer 6-Minuten-Intervalle zu wählen. Dies erleichtert später die Rechenarbeit. Die dazu gehörigen Werte notieren wir, um diese danach ebenfalls in das Radar Plotting Sheet zu übertragen. Im vorliegenden Beispiel sind dies folgende Werte:

TIME	RANGE	BEARING
<i>B₁₈₀₀</i>	<i>8.0 sm</i>	<i>060°</i>
<i>B₁₈₀₆</i>	<i>7.0 sm</i>	<i>059°</i>
<i>B₁₈₁₂</i>	<i>6.0 sm</i>	<i>057°</i>

Nachdem wir alle drei Positionen in das Radar Plotting Sheet übernommen haben, verbinden wir diese mit einer durchgezogenen Linie (dem Relativvektor); relativ, weil sich unsere eigene Position im Zeitraum zwischen den Peilungen ebenfalls verändert. Sodann verlängern wir diesen Relativvektor über die Mitte des Blattes hinaus. Den Punkt der letzten Beobachtung bezeichnen wir mit dem Buchstaben „A“. Bei dem anliegenden Rechtvorauskurs (rv) handelt es sich um unseren mwK.



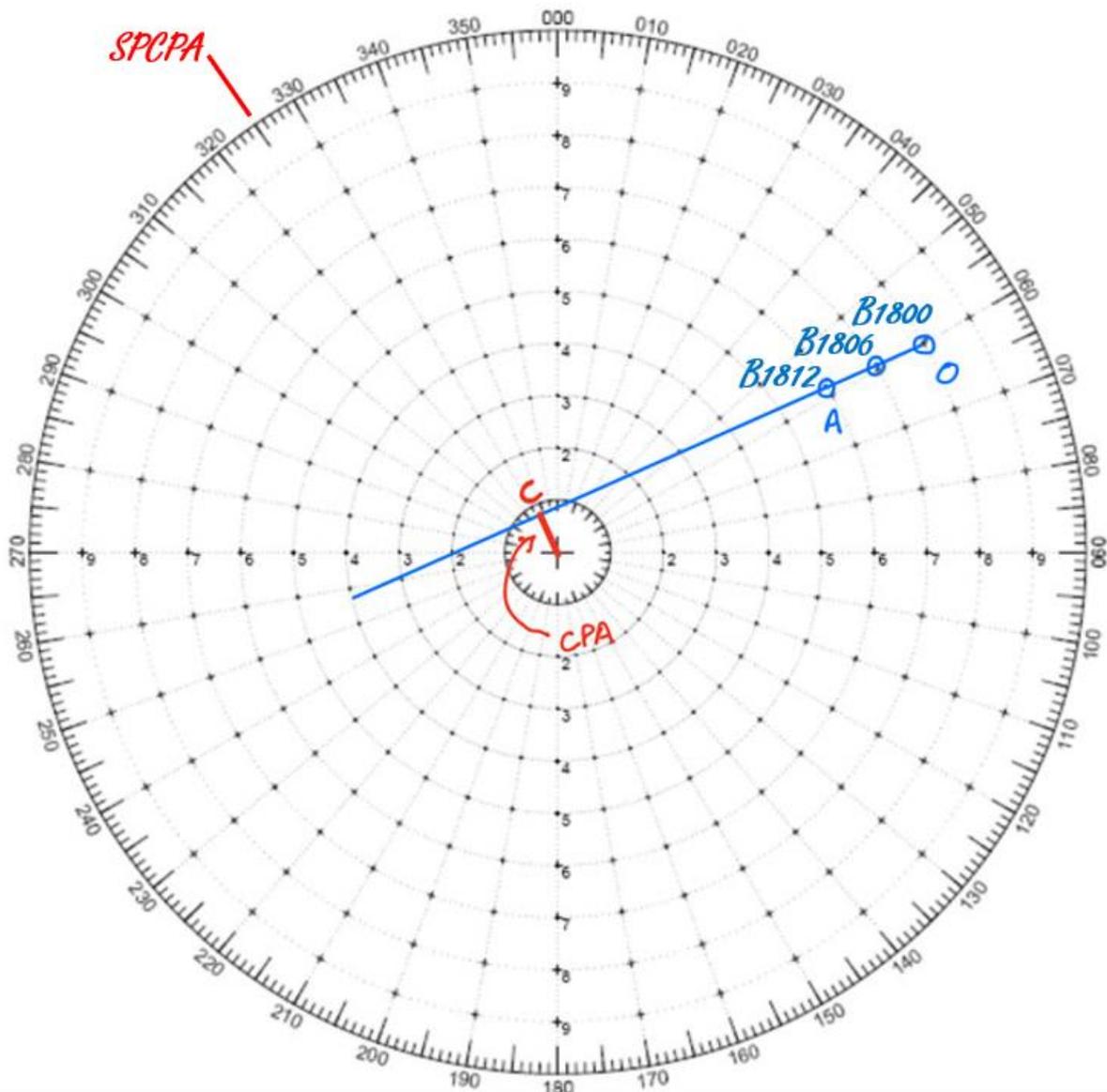
Dies ist die Linie der relativen Bewegung des Fremdschiffes zu unserem eigenen Schiff. Unsere eigene Position befindet sich in der Mitte des Radar Plotting Sheet.

Ermittlung des CPA

Um nun geringsten Passierabstand zu ermitteln, müssen wir diejenige Position auf der Linie der relativen Bewegung des Fremdschiffes herausfinden, die der Mitte des Blattes – also unserem eigenen Schiff - am nächsten liegt. Dies ist der so genannte CPA (closest point of approach). Dazu zeichnen wir ein Lot (90° Winkel) von der Linie zur Blattmitte.

Anhand der Länge des Lotlinie (Distanz zwischen dem Schnittpunkt der Lotlinie mit der Linie der relativen Bewegung des Fremdschiffes und dem Blattmittelpunkt) erhält man die Angabe des voraussichtlichen Passierabstandes. Voraussichtlich deshalb, weil die Ermittlung unter anderem davon ausgeht, dass beide Schiffe Ihren Kurs und ihre Geschwindigkeit unverändert beibehalten.

In unserem Beispiel beträgt der geringste Passierabstand rund 0,8 sm. Damit gerieten wir in den gefährlichen Nahbereich des Fremdschiffes.



Ermittlung der TCPA

Als nächstes interessiert uns die Zeit (TCPA – time of closest point of approach), zu der wir den nächsten Passierabstand CPA erwarten. Wir wissen, dass das Fremdschiff 12 Minuten für die Strecke von 2 sm zwischen «O» und «A» benötigt hat. Wir messen nun die Distanz von «A» nach «C» und erhalten einen Wert von 5,8 sm.

Daraus folgt, dass das Fremdschiff die Distanz von «A» nach «C» in 34,8 (=35) Minuten zurücklegt. Es gilt:

$$\text{TCPA} = (\text{Distanz A-C}) \times \text{Zeit (O-A)} / \text{Distanz (O-A)}$$

Im vorliegenden Beispiel also: $\text{TCPA} = 12 \times 5,8 / 2 = 34,8$

Wir haben also gut 30 Minuten Zeit, um die drohende Kollisionsgefahr abzuwenden. Für die Entscheidung, wer wie reagieren sollte, benötigen wir den absoluten Kurs und die absolute Geschwindigkeit des Fremdschiffes. Wir können diese bisher noch nicht ablesen, weil die bisherige Zeichnung nur relative Angaben verarbeitet. Relativ deshalb, weil sich unser Schiff während der drei Radarseitenpeilungen um 1800, 1806 und 1812 ebenfalls fortbewegt hat.

Ermittlung der SPCPA

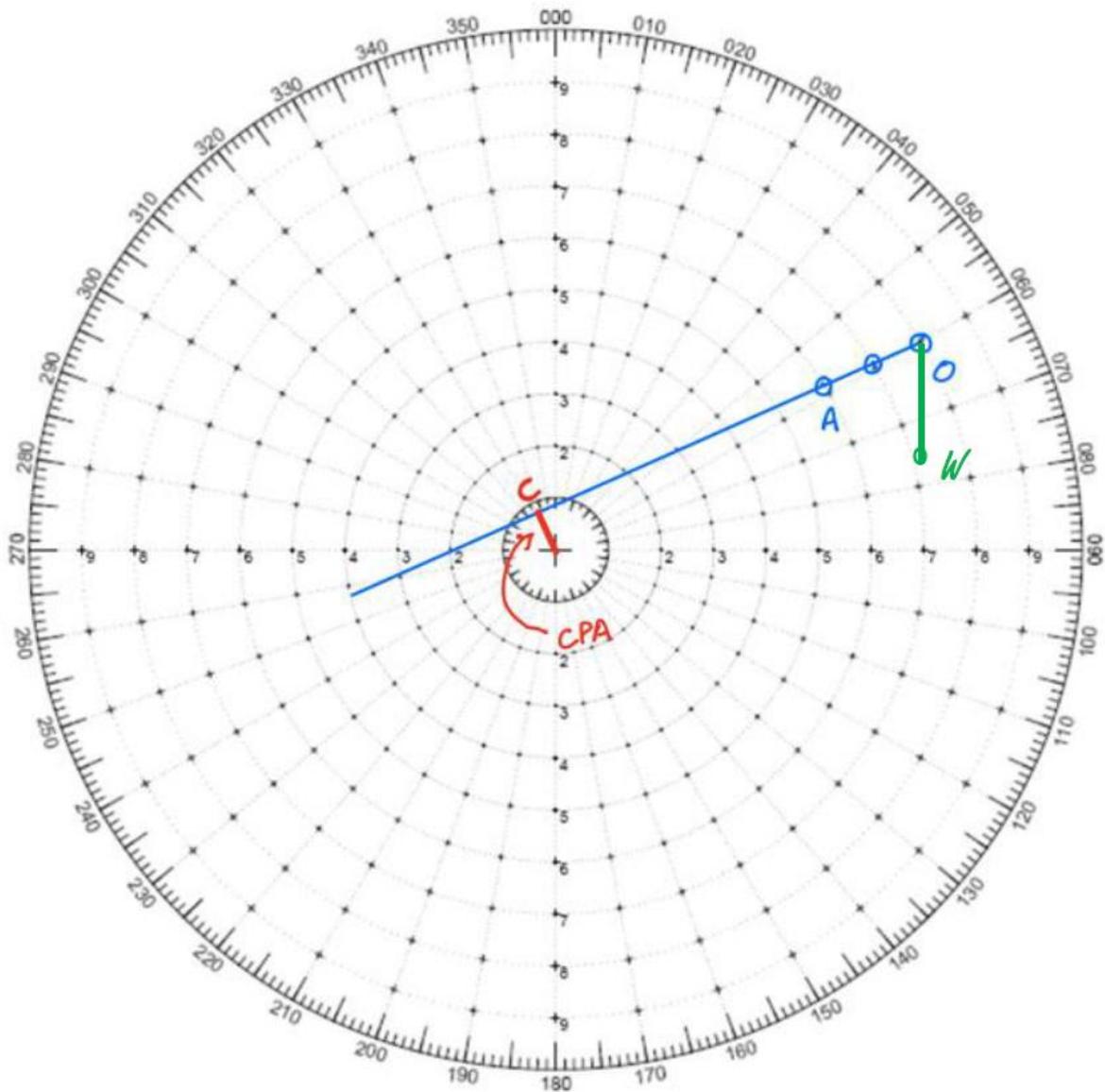
Die Seitenpeilung zum CPA kann man direkt aus der Radarspinne ablesen. Es ist der Winkel zwischen der Lotlinie und unserer Rechtvorausrichtung. In unserem Beispiel also 335° .

Die mwP zum CPA erhält man durch Addition: $\text{SPCPA} + \text{mwK} = \text{mwP}$

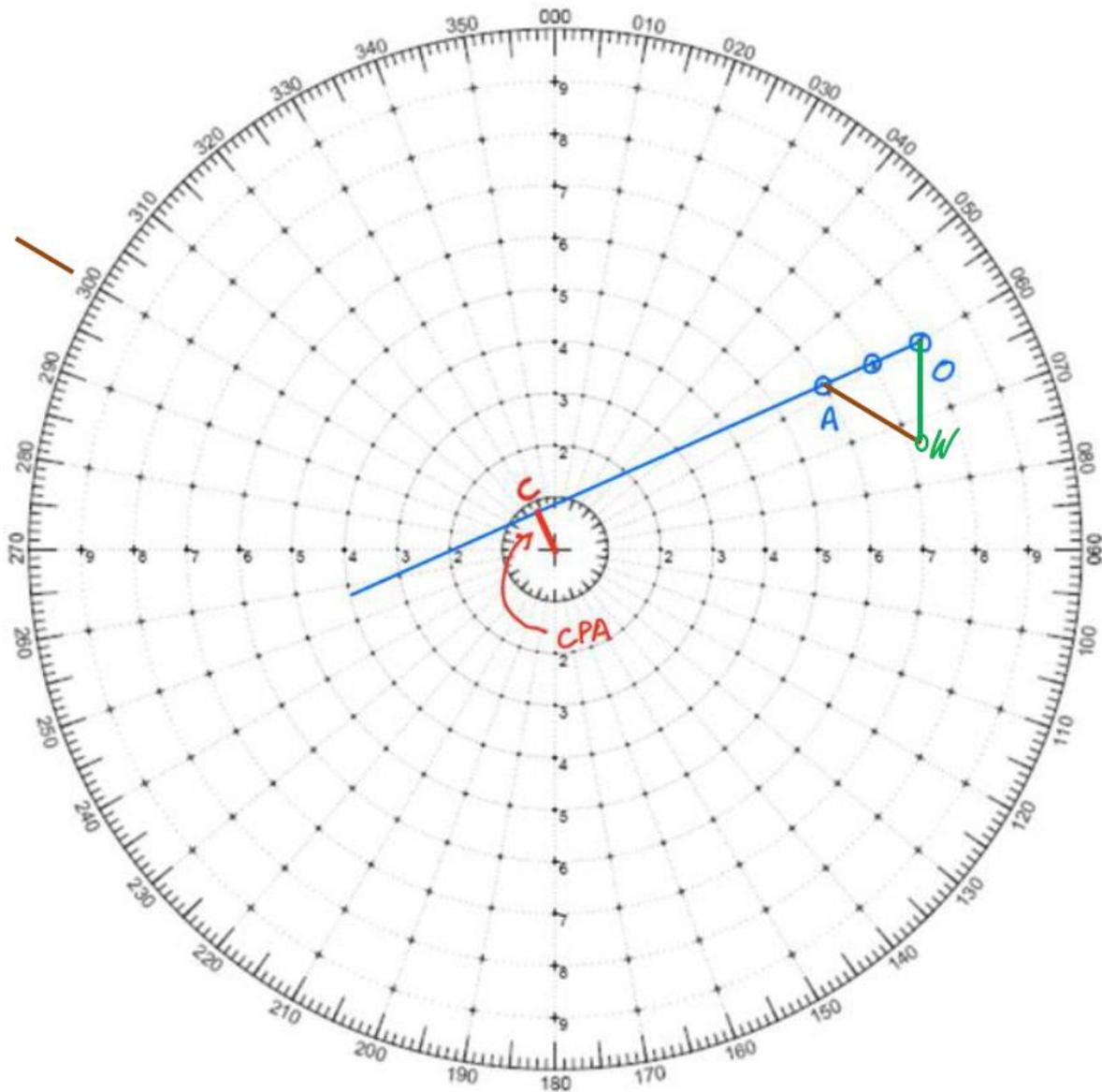
Das Wegedreieck O – W - A

Um nun den absoluten Kurs und die absolute Geschwindigkeit des Fremdfahrzeuges zu ermitteln, müssen wir den Effekt unserer eigenen Fahrt herausrechnen. Dazu bringen wir an Punkt «O» den sogenannten Eigenvektor an, der entgegengesetzt zu unserer Fahrtrichtung (auf dem Radar Plotting Sheet im Head Up Modus also nach unten) zeigt. Die Länge dieses Vektors gibt die zurückgelegte Distanz unseres Schiffes während der drei Peilungen an, also in 12 Minuten an.

Gehen wir in unserem Beispiel von einer Eigengeschwindigkeit von 12 kn ($12 \text{ sm/h} = 0,2 \text{ sm/ min.}$) aus, haben wir in 12 Minuten ($0,2 \text{ sm} \times 12 \text{ min.} =$) 2,4 sm zurückgelegt. Das Ende des Eigenvektors erhält die Bezeichnung "W".



Als nächstes verbinden wir die beiden Punkte "W" und «A» miteinander und erhalten auf diese Weise den Absolutvektor. Von diesem lässt sich nun die absolute Richtung des Fremdfahrzeugs ablesen: 300°. Zudem können wir die Länge des Absolutvektors messen («W-A» = 1,4 sm), dies ist die zurück gelegte Distanz im Beobachtungszeitraum von 12 Minuten, entsprechend beträgt seine absolute Fahrt in 60 Minuten: 7 kn



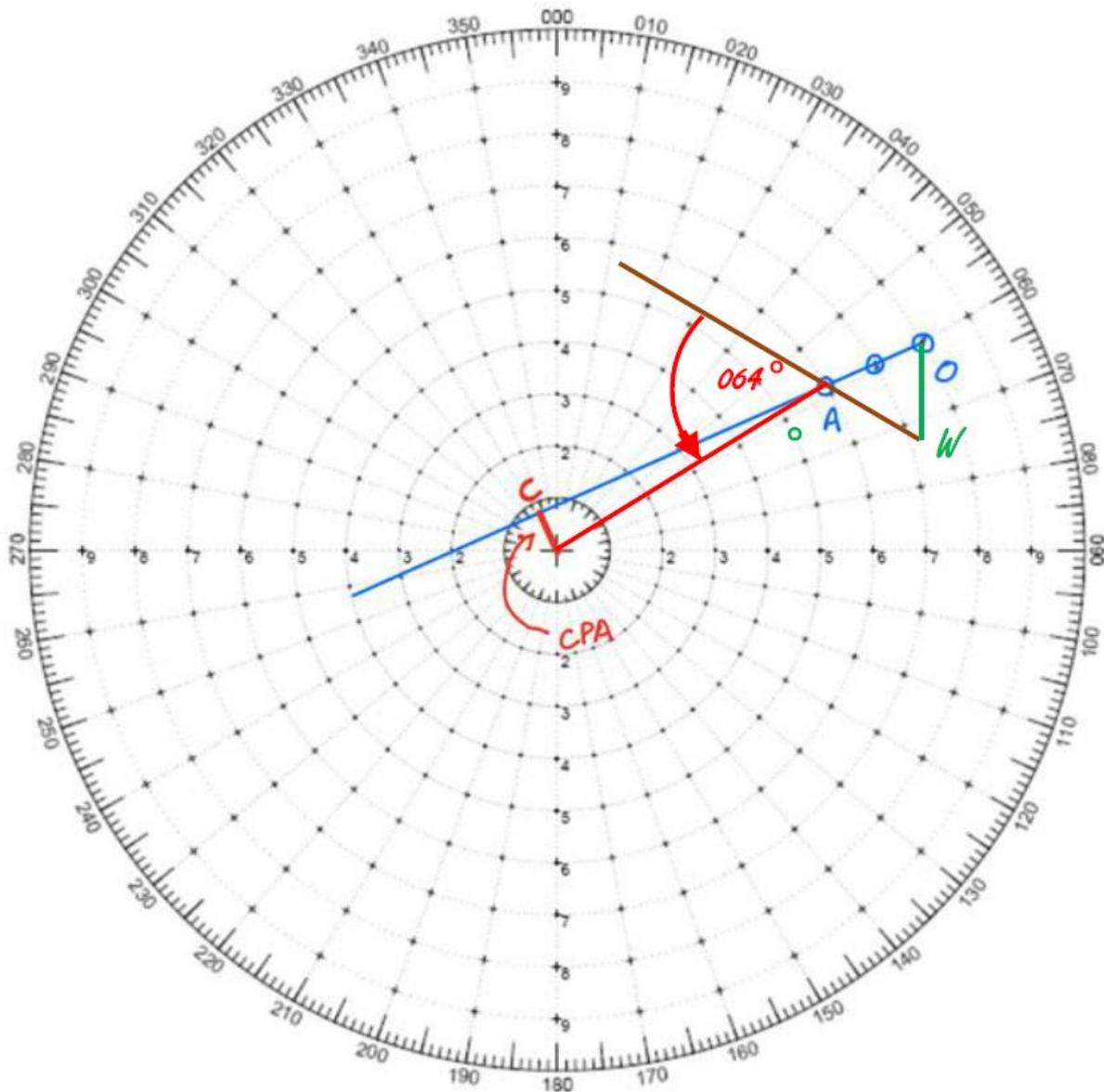
Das Konstrukt O – W – A mit dem Relativvektor des Fremdschiffes, dem invertierten Eigenvektor und dem Absolutvektor des Fremdschiffes wird auch als Wege-Dreieck bezeichnet (**O-W-A triangle**) bezeichnet. Dabei steht

O	für	<u>O</u> riginal position of the contact	
A	für	<u>A</u> rrived position of the contact	
WO	für	<u>W</u> ay of your <u>O</u> wn vessel	Eigenvektor
OA	für	<u>O</u> bserved contact of the movement	Relativvektor des Fremdschiffes
WA	für	<u>W</u> ay of <u>A</u> nother vessel	Absolutvektor des Fremdschiffes

Risikobeurteilung

Nun befassen wir uns mit der Lage der Schiffe zueinander. Dazu ermitteln wir die Ansicht (aspect) des Fremdschiffes; anders ausgedrückt interessiert uns wie uns das Fremdschiff peilt. Dazu verbinden wir im

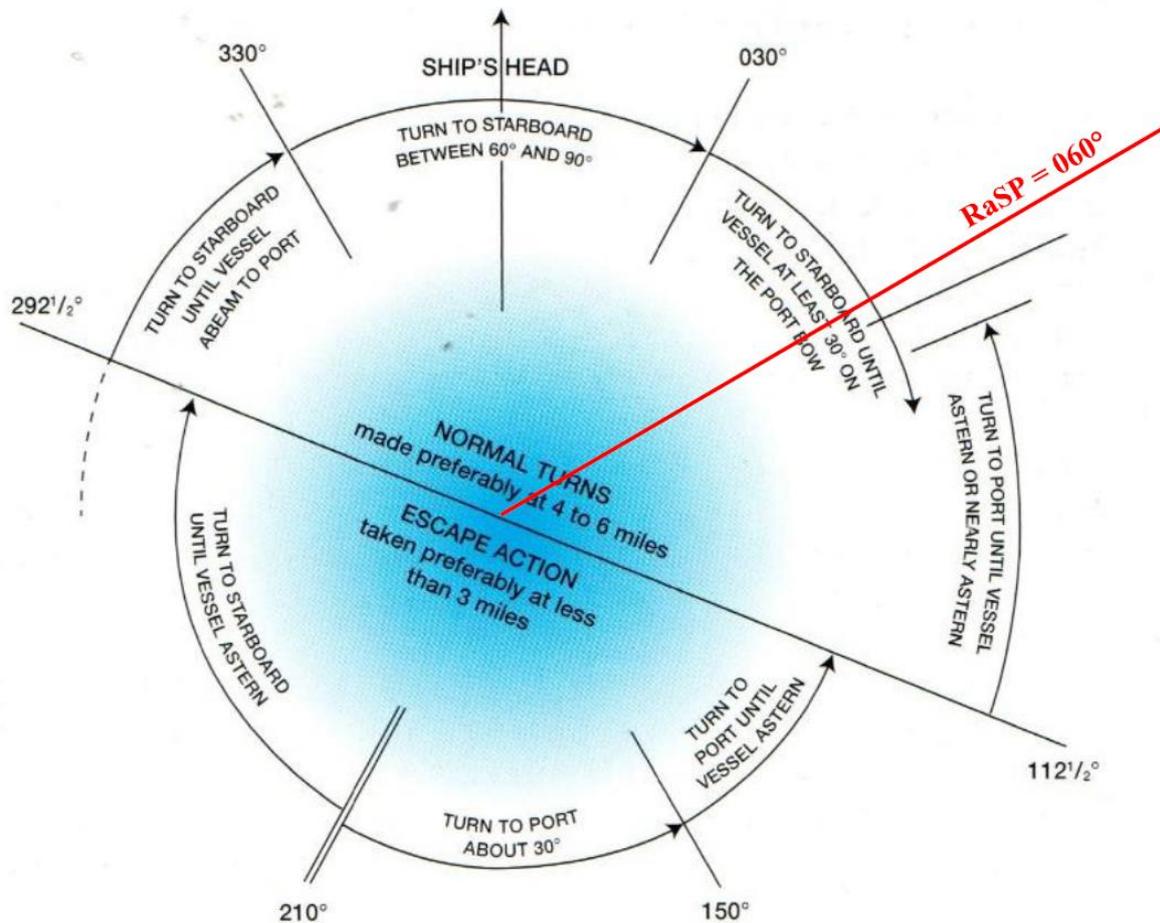
Radar Plotting Sheet die Position des eigenen Schiffes (= die Mitte der Radarspinne) mit der Position des Fremdschiffes zum Zeitpunkt der letzten Beobachtung (= Punkt «A»). Weiterhin verlängern wir den Absolutvektor «W»-«A», also die absolute Kurslinie des Fremdschiffes. Der Winkel zwischen diesen beiden Linien zeigt die gesuchte Ansicht an.



In unserem Beispiel peilt uns das Fremdschiff demnach in einem Winkel von 064° auf seiner Backbordseite. Wir benutzen hier bewusst nicht den Wert der RaSP (= 296°), sondern sprechen von einer Ansicht von 064° rot. Hätte uns das Fremdschiff auf seiner Steuerbordseite würden wir die Werte mit «grün» kennzeichnen. Es gibt also folgende Situationen:

Ansicht (aspect)	Interpretation
= 0	Wir laufen direkt auf den Bug des Fremdschiffes zu.
zwischen 0° und 180° rot	Wir laufen auf die Backbordseite des Fremdschiffes zu.
zwischen 0° und 180° grün	Wir laufen auf die Steuerbordseite des Schiffes zu.
= 180	Wir haben das Heck des Fremdschiffes recht voraus.

In Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen können wir daraus schliessen, welche Fremdschiffe für uns ein Kollisionsrisiko darstellen und welche nicht. Das gibt uns die Möglichkeit bei der weiteren Beobachtung die kritischen Situationen zu priorisieren. Zu den kritischen Fällen zählen alle Fremdschiffe mit roter Ansicht auf unserer Steuerbordseite bzw. mit grüner Ansicht auf unserer Backbordseite. In unserem Beispiel (064° rot) haben wir es also mit einer kritischen Situation zu tun. Erinnern wir uns an die KVR-Regel 19 (d), welche uns vorgibt, wie wir auszuweichen haben:



In unserem Beispiel peilen wir das Fremdschiff B auf ungefähr 060° (RaSP) zu unserer Kurslinie. Wir befinden uns also in einem Sektor, der uns vorgibt, ein Ausweichmanöver nach Steuerbord zu fahren, und zwar so, dass wir das Fremdfahrzeug danach mit mindestens 030° nach Backbord peilen, also müssen wir unseren Kurs um wenigstens 090° nach Steuerbord ändern. Dies entspricht auch dem Geist der KVR - Regel 8 (b): „Jede Änderung des Kursus / oder der Geschwindigkeit zur Vermeidung eines Zusammenstosses muss, wenn es die Umstände zulassen, so gross sein, dass ein anderes Fahrzeug optisch oder durch Radar sie schnell erkennen kann ...“

Bei obigem Vorgehen haben wir jedoch die Fahrtrichtung des Fremdschiffes unberücksichtigt gelassen. Das heisst, wir wissen nicht, wie sich der CPA durch unsere Kurskorrektur verändert.

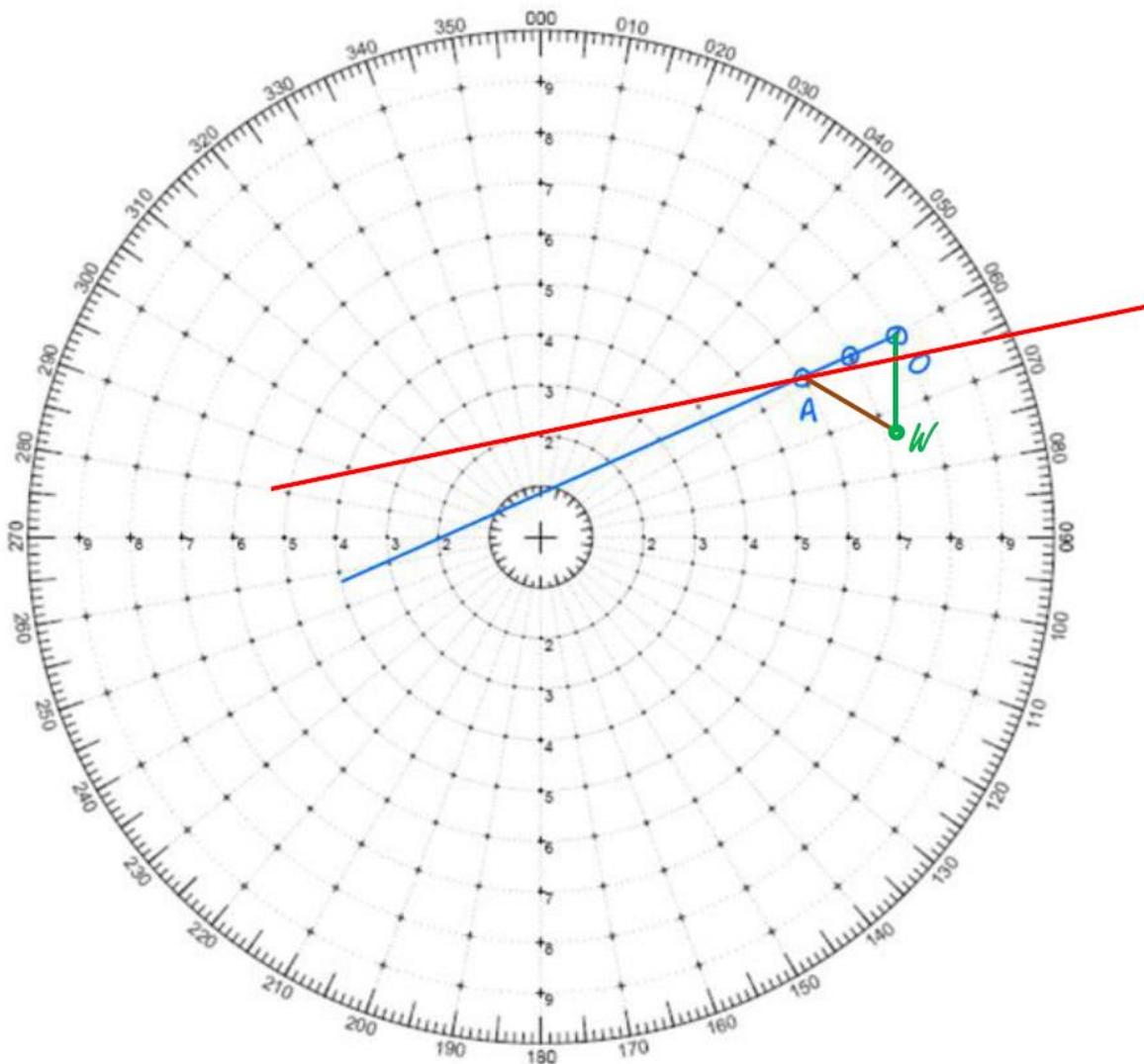
Ein besseres Vorgehen ist es sich zu überlegen, wie klein der CPA-Wert werden darf, ohne dass das Fremdschiff in unseren Nahbereich gerät. Gehen wir einmal davon aus, dass uns der oben ermittelte CPA von 0,8 sm zu riskant ist und wir zur Sicherheit einen CPA von mindestens 2 sm wünschen. Mit Hilfe des Radar Plotting Sheet lässt sich nun zeichnerisch ermitteln,

- a) mit welcher Kursänderung oder
- b) mit welcher Anpassung der Fahrtgeschwindigkeit

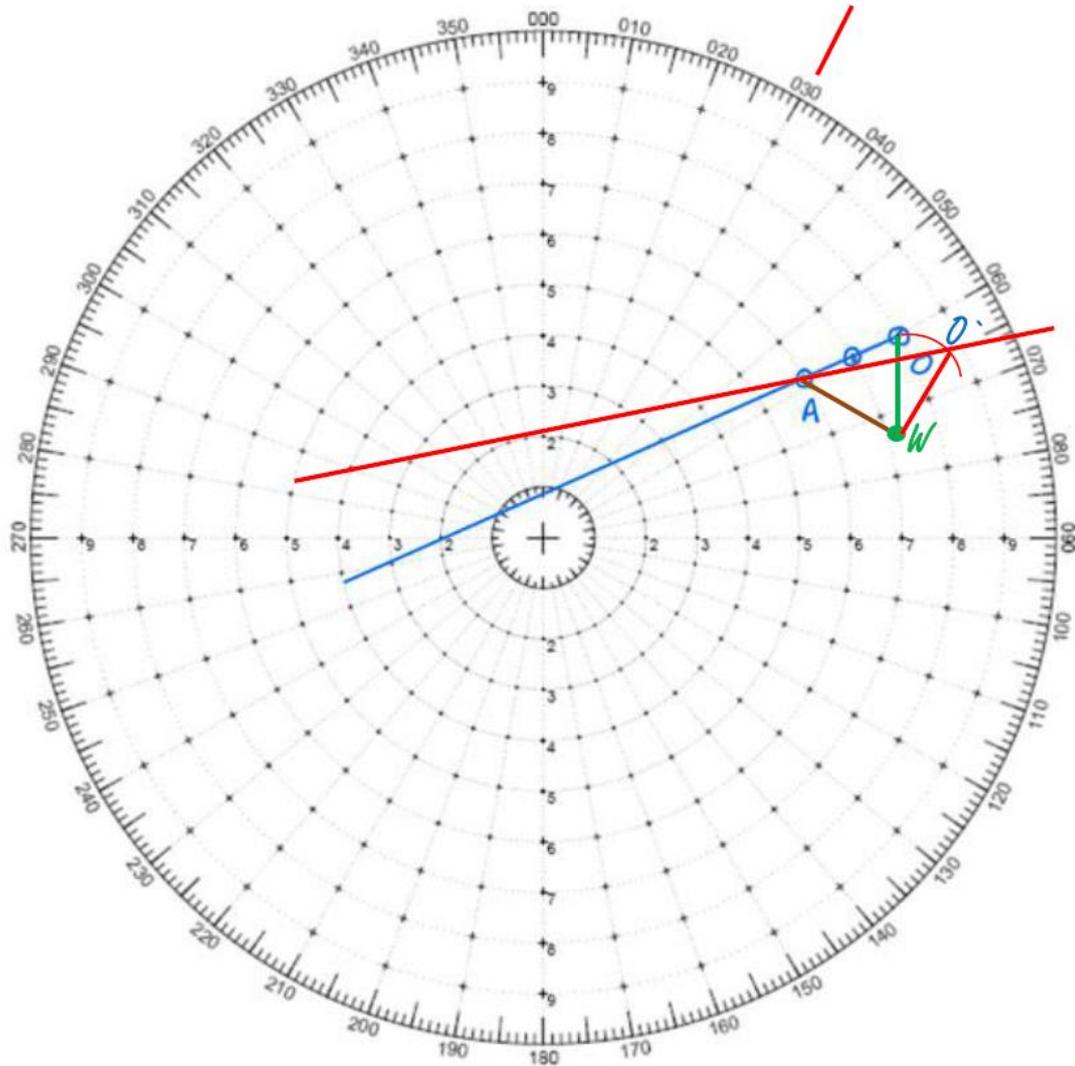
wir das erreichen würden. Hätten wir ARPA an Bord würden wir solche Informationen über die Funktion Trial Manoeuvre sofort abrufen können. Das ginge viel schneller. Aber mit der Zeichnung kommen wir auch zum Ziel.

Anpassung des eigenen Kursus

Als erstes müssen wir die Linie zwischen dem gewünschten CPA (2 sm Sicherheitsabstand) und dem Punkt «A» konstruieren:

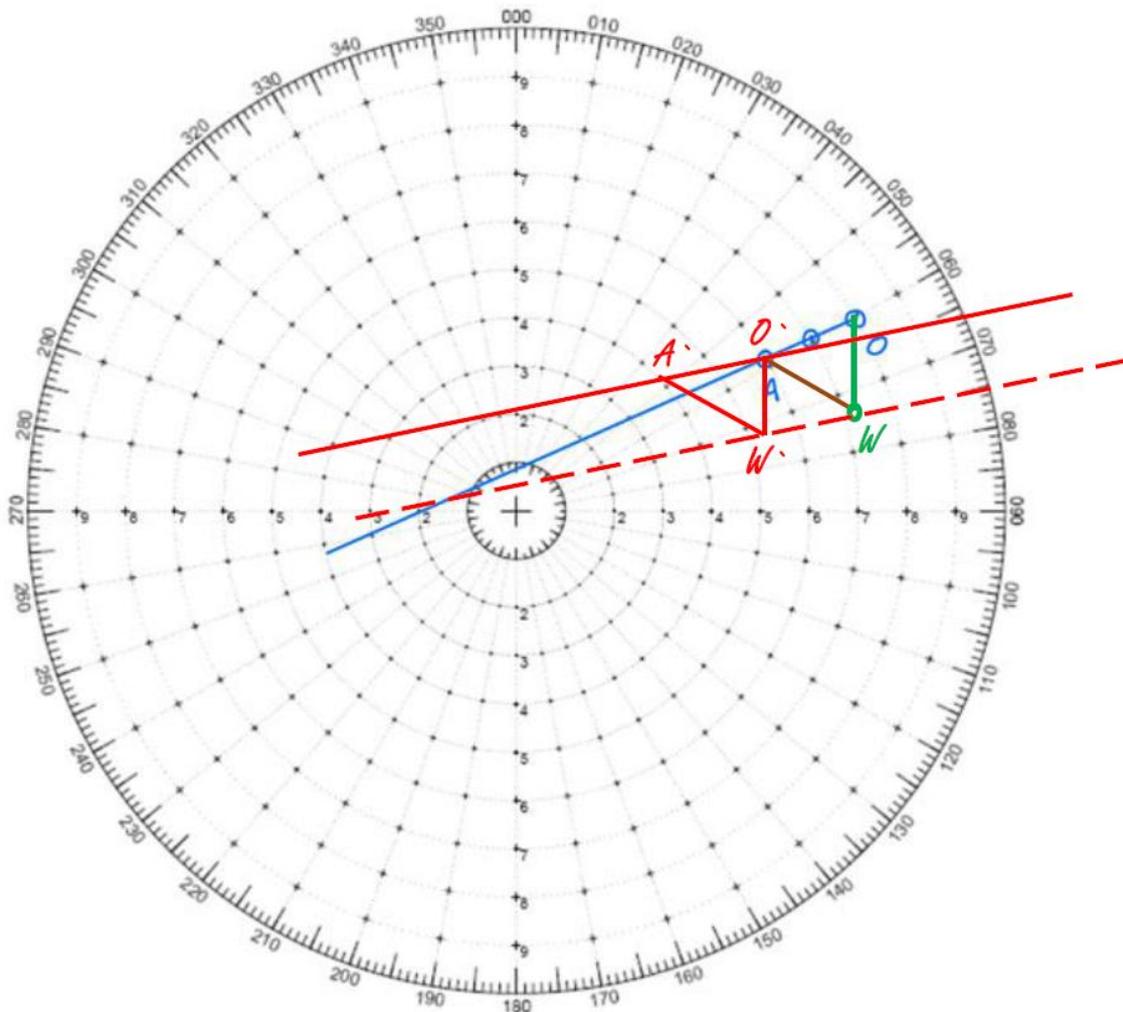


Wenn wir unsere Fahrtgeschwindigkeit nicht verändern, bleibt die Linie „W-O“ gleich lang, denn sie repräsentiert zur Erinnerung den Eigenvektor, also die Strecke, die unser Eigenfahrzeug zwischen 1800 und 1812 zurückgelegt hat. Wir nehmen die Vektorlänge in den Zirkel und stechen diesen in Punkt „W“ ein. Der Schnittpunkt mit dem Relativvektor des Fremdschiffes ist unser neuer Punkt „O“. Wir verbinden die Punkte „W“ und „O“ mit einer Linie. Die Richtung „W-O“ lesen wir ab, dies ist die von uns einzuleitende Kursänderung: 030° nach Steuerbord. Für den gewünschten CPA reicht also eine deutlich kleinere Kursänderung, als uns die grobe Auslegung nach KVR-Regel 19 (d) auferlegt (siehe oben).



Anpassung der eigenen Fahrtgeschwindigkeit

Möchten wir wissen, wie wir unsere Fahrtgeschwindigkeit anpassen müssen, um einen CPA von 2 sm zu erhalten, gehen wir wie folgt vor:



Wir zeichnen wieder eine Linie durch den gewünschten CPA und den Punkt „A“. Parallel zu dieser Linie zeichnen wir eine parallele (gestrichelte) Linie durch den Punkt „W“. An Punkt „A“ bringen wir den Eigenvektor in entgegengesetzter Richtung an. Dort wo der Eigenvektor die gestrichelte Linie schneidet, liegt Punkt „W`“. An diesem neuen Punkt „W`“ bringen wir den Absolutvektor des Fremdschiffes („W“ – „A“) an. Dort wo dieser die Linie mit dem gewünschten CPA schneidet, liegt „A`“. Die Strecke „O` - „W`“ ist die Distanz, welche wir in 12 Minuten zurücklegen, wenn wir den gewünschten CPA einhalten. In unserem Beispiel also rund 1,9 sm. Rechnerisch ergibt sich dann die Distanz, welche wir mit dieser Fahrtgeschwindigkeit in 60 Minuten bewältigen würden, sprich die gesuchte Fahrt (kn), die wir wählen müssen: $1,9 / 12 * 60 = 9,5$ kn (anstelle der ursprünglichen 12 kn).

Weitere Ausweichoptionen

Es lassen sich zeichnerisch auch Kombinationen darstellen, also z.B. die Frage um wieviel wir unsere Fahrtgeschwindigkeit noch reduzieren müssen, wenn wir unseren Kurs um 010° nach Steuerbord ändern oder um wieviel beide Schiffe ihre Kurse ändern müssen, um den gewünschten CPA einzuhalten.

Grundsätzliche Probleme beim Radar Plotting

- Wann soll man handeln? Um mehrere gegenseitige Ausweichmanöver der auf Kollisionskurs befindlichen Fahrzeuge zu vermeiden, kommt es auf das richtige Timing an.
- Kurskorrektur oder Korrektur der Fahrtgeschwindigkeit? Was ist für den potenziellen Kollisionsgegner klarer erkennbar?
- Berücksichtigt mein Ausweichmanöver auch die anderen Verkehrsteilnehmer? Wie verändert mein Ausweichmanöver den CPA zu weiteren Fremdfahrzeugen?

In der Literatur werden sogar drei Stufen der Situationskomplexität definiert:

1. Stufe: Mein Schiff ist in Konflikt mit nur einem anderen Schiff.
2. Stufe: Mein Schiff ist in Konflikt mit einem anderen Schiff, aber es gibt im Gefahrenbereich mindestens ein weiteres Schiff.
3. Stufe: Mein Schiff ist nicht im Konflikt mit einem anderen Schiff, aber gerät in den Konflikt zweier anderer Schiffe.

- Der rechnerische und zeichnerische Aufwand kostet Zeit. In welcher Reihenfolge ermittle ich die Werte, wenn gleichzeitig mehrere potenzielle Kollisionsgegner auftauchen?

Spezielle Probleme im Head Up-Modus

- Lag der Steuerkurs bei der Peilung genau an? Sonst ergeben sich grosse Ungenauigkeiten.
- Bei jeder Kursänderung schwenkt das Bild gegen die Drehrichtung des Schiffes. Geht die Neuorientierung am Bildschirm dabei schnell genug?
- Kleine Kursschwankungen lassen das Bild azimuthal hin und her tanzen (verschmierte Konturen). Lassen sich die Peilziele genau genug ermitteln?

Fazit beim Radar Plotting

Die zeichnerische Genauigkeit kann trügen!

Für neue Kurs-Fahrtgeschwindigkeit-Varianten sind die CPA und TCA aller gepeilten Fahrzeuge sofort neu zu ermitteln und es ist zu beobachten, ob die nächsten 6-Minutenpeilungen den Erfolg eines Ausweichmanövers bestätigen.

LORAN-C / eLORAN

Vor Einführung der satellitengestützten Navigation waren landgestützte Funkortungsverfahren eine massgebliche Navigationshilfe. Durch sie ist es möglich durch das gleichzeitige Empfangen der Signale mehrerer Sendestationen – auch ohne Landsicht - einen Standort zu ermitteln. Man spricht auch von Hyperbelnavigation, da sich die Funksignale auf der Karte in Hyperbelform darstellen lassen. Das Prinzip beruht darauf, dass alle Beobachter, die von zwei Punkten auf der Erde dieselbe Entfernung haben, auf einer hyperbelförmigen Standlinie stehen. Mithilfe spezieller Empfänger kann man an Bord nun elektromagnetische Wellen auswerten und über grosse Distanzen hinweg die Entfernungen zu Sendern ermitteln. Empfängt man die Signale zweier Senderpaare lassen sich zwei hyperbelförmige Standlinien ermitteln. Deren Schnittpunkt ist der eigene Standort. Wegen der Krümmung der Hyperbeln werden die Schnittwinkel zwischen den Standlinien mit zunehmender Entfernung von den Senderpaaren kleiner, dies führt mit zunehmender Entfernung von den Sendern zu einer Ortungsgenauigkeit.

Die wetterunabhängige und ständig verfügbare Funknavigation stellt heute nur noch eine Sicherheitsalternative (Back-up-Lösung) beim Ausfall der Satellitennavigation dar. Das englische Decca-System wurde bereits vollständig abgeschaltet. Das einzige noch in Betrieb befindliche System ist LORAN. Dieses wurde während des 2. Weltkrieges für die Allwetternavigation von Schiffen und Flugzeugen im Nordatlantik und Pazifik entwickelt und steht für «LONg RANge Navigation system». Nach dem Krieg wurde das System auch für die zivile Nutzung frei gegeben.

Vorsicht ist in der Dämmerung, in der Nacht sowie bei Gewittern geboten, denn dann kann sich durch Phasenverschiebungen bei den Funksignalen die Positionsgenauigkeit einschränken.

Zur Verbesserung der Reichweite und der Genauigkeit der Standortbestimmung wurde in den 50er Jahren das verbesserte System LORAN C entwickelt. LORAN C arbeitet auf der Frequenz 100 kHz. Eine LORAN-C-Senderkette besteht ebenfalls aus einem Hauptsender (MASTER) und 2-4 Nebensendern (SLAVE).

Die Bedienung eines automatischen LORAN-C-Empfängers ist sehr einfach, da die umständliche visuelle Identifizierung der Signale entfällt und keine manuellen Justierungen zur Messung der Laufzeit bzw. Phasendifferenz erforderlich sind. Nach der Einstellung der gewünschten LORAN-C-Senderkette und der gewünschten Nebensender wird die Standlinien-Nummer je nach Signalstärke nach wenigen Sekunden oder Minuten automatisch und fortlaufend angezeigt. Zur Auswertung der Standlinien-Anzeigen benötigt man spezielle LORAN-Navigationskarten oder LORAN-Tabellen, um den Standort des Fahrzeuges in geographischen Koordinaten (Breite/ Länge) zu bestimmen.

Auf diese Hilfsmittel kann man verzichten, wenn der LORAN-C-Empfänger mit einem zusätzlichen Rechner ausgerüstet wird, der den Standort direkt in Breiten- und Längengraden anzeigt. Wie beim GPS-Empfänger bietet der Funkempfänger weitere, über die reine Positionsbestimmung hinaus gehende, Funktionen. So lassen sich Wegpunkte speichern und mit Hilfe der Funknavigation ansteuern.



Im Einsatz befindet sich noch das Nordwest-Europäische Loran-C-System (NELS). Es besteht derzeit aus acht Loran-C-Stationen, zusammengefasst zu vier Ketten, die vom zentralen Kontrollzentrum in Brest gesteuert werden. Damit ist in Europa eine zufriedenstellende Abdeckung gegeben. Vor allem im Mittelmeer arbeitet Loran C sehr gut.

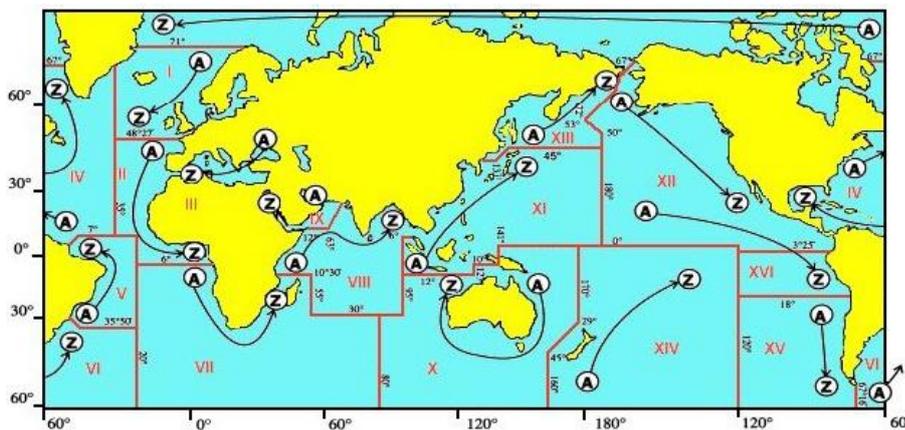
Es gibt aber kaum noch Empfangsanlagen auf dem Markt, da sich einige Länder – u.a. auch Deutschland – bereits 2005 aus dem Betrieb von NELS zurückgezogen haben. Auch wenn eine komplette Abschaltung unwahrscheinlich ist, hat die Funkortung in der Sportschifffahrt aktuell keine hohe Bedeutung.

Die Weiterentwicklung zum e-Loran-System eröffnet zur Freude der Navigations-Nostalgiker jedoch eine neue Perspektive für die Funkortung. Das System wurde weiterentwickelt und aktuell werden wieder neue Senderanlagen errichtet, die dann dem neuen Standard eLORAN (enhanced LORAN) dienen sollen. Bei diesem wurde die Positionsgenauigkeit auf +/- 8 m verbessert, so dass das System nun mit GPS wettbewerbsfähig ist und dieses bei dessen Ausfall ersetzen kann. Neue Senderketten für eLORAN sind in den USA, der Republik Korea, Indien, Vietnam und im Königreich Saudi-Arabien geplant. Die noch existierenden Sendeanlagen des LORAN C sind mit dem neuen Standard kompatibel und können bei Bedarf wieder in Betrieb genommen werden.

NAVTEX

NAVTEX („NAVigational TEXT Messages“) dient zur Verbreitung von Sicherheits- und Wetterinformationen (Maritime Safety Information) und ist ein Teildienst des weltweiten GMDSS (siehe: Kapitel 9 «GMDSS»).

Über NAVTEX werden vor allem **Nautische Warnnachrichten (NWN)**, meteorologische Warnnachrichten sowie Informationen über Seenotfälle verbreitet. Diese dienen der kurzfristigen Warnung der Schifffahrt vor eingetretenen oder unmittelbar bevorstehenden Gefahren, wenn deren sofortige Kenntnis für eine sichere Schiffsführung oder für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs erforderlich ist. Sie werden von den Küstenfunkstellen der Verkehrszentralen für deren Zuständigkeitsbereiche ausgesendet. Dies ist durch die International Maritime Organisation (IMO) international geregelt; diese hat die Weltmeere in 16 **Navareas** (international festgelegte Seewarnggebiete) eingeteilt. Es ist eine Erweiterung um fünf weitere Navareas vorgesehen, die die arktischen Gewässer abdecken sollen.



Einige Stationen und Organisationen halten die aktuell gültigen NAVTEX-Meldungen ergänzend zur kurzen Funkausstrahlung auf Internetseiten zum wahlfreien Abruf bereit.

Die über NAVTEX verbreiteten NWN betref-

fen in der Regel

- Ausfall von Leuchtfeuern, Nebelschallanlagen und Tonnen, soweit die Hauptschiffahrtswege betroffen sind,
- gefährliche Wracks auf oder an den Schifffahrtswegen und ggf. ihre Bezeichnung,
- Einrichtung wichtiger neuer oder Änderung bestehender Hilfen für die Navigation,
- die Anwesenheit grosser, schwer manövrierender Schleppzüge in Gewässern mit dichtem Schiffsverkehr,
- treibende Minen,
- Gebiete, in denen Such- und Rettungs- sowie Öl- und Chemikalienbekämpfungsmassnahmen stattfinden,
- Bekanntgabe von Schiffen und Flugzeugen, die in oder über Seegebieten in Not befindlich, überfällig oder vermisst gemeldet sind,
- neu entdeckte Felsen, Untiefen, Riffe und Wracke, die eine Gefahr für die Schifffahrt darstellen und ggf. ihre Bezeichnung,
- unvorhergesehene Änderung oder Aufhebung festgelegter Wegführungsmassnahmen, Kabel- oder Rohrlegearbeiten, das Schleppen von grossen getauchten Gegenständen zu Forschungs- oder Untersuchungszwecken,
- der Betrieb von bemannten Unterwasserfahrzeugen oder andere Unterwasseraktivitäten, die eine mögliche Gefahr auf oder an Schifffahrtswegen darstellen,

- Errichtung von Meeresbauwerken auf oder an Schifffahrtswegen,
- erhebliche Funktionsstörungen von Funknavigationsdiensten,
- Informationen über besondere Operationen, welche die Sicherheit der Schifffahrt unter Umständen grossräumig beeinträchtigen können, wie militärische Übungen, Verlegung von Bohrplattformen, Raketenstarts usw.

Nautische Warnnachrichten zur kurzfristigen Warnung der Schifffahrt vor eingetretenen oder unmittelbar bevorstehenden besonderen Gefahren, durch die Menschenleben bedroht werden, erhalten den Zusatz „vital“ (NWN vital). Als Meteorologische Warnnachrichten gelten Seewettervorhersagen und im Winter Eisberichte.

Die Reichweiten der NAVTEX-Sender betragen in der Regel 100 bis 500 sm. Alle NAVTEX-Stationen senden mit dem fehlerkorrigierenden Funkfernsehverfahren SITOR-B auf der Frequenz 518 kHz (unter bestimmten Voraussetzungen auch auf anderen Frequenzen im KW-Bereich) in Englisch und auf 490 kHz in der Landessprache. Um zu vermeiden, dass sich die Sender gegenseitig stören, senden sie nach einem Sendeplan.

Die NAVTEX-Empfänger sind fest auf die Sendefrequenz eingestellt und drucken eine Nachricht sofort bei Empfang aus. Sender und Informationsumfang sind wählbar. Um alle notwendigen Informationen rechtzeitig zu erhalten, sollte der Empfänger mindestens acht Stunden vor dem Auslaufen eingeschaltet werden.



Meldungsaufbau

- | | |
|---------|--|
| Block 1 | Alle Meldungen im Navtex beginnen mit 'ZCZC'.
Es folgen die Kennbuchstaben der Sendestation. |
| Block 2 | Es erscheinen die Sendezeit, der Sender und die Angabe zum Nachrichteninhalt
130200 UTC AUG 06 IRAKLIO RADIO / WEATHERFORECAST
= Wetterbericht von Iraklion Radio vom 13. August (06) 02.00 UTC |
| Block 3 | Es erscheint eine Information zum Status der Sturmwarnungen
NO GALE |
| Block 4 | Es erscheint der Bericht zur aktuellen Wetterlage
(Positionen von Hochs und Tiefs)
SYNOPSIS OF SURFACE WEATHER CHART 122100
UTC HIGH PRESSURES 1023 HPA ARE COVERING NORTHEAST
BALKANS AND LOW PRESSURES 1010 HPA SOUTH TURKEY
Hier wird die Wetterlage vom Vortag (12. August – 21:00 UTC) beschrieben. |
| Block 5 | Es erscheint die detaillierte Wettervorhersage für die einzelnen Seegebiete
FORECAST FOR 24 HOURS FROM 130400 TO
140400 UTC SOUTHWEST CREATAN FINE NORTH 4 OVER
WEST VARIABLE 3 MODERATE GOOD SAMOS SEA FAIR NORTH
4 LOCALLY 5 MODERATE GOOD
Hier findet sich die detaillierten Wettervorhersagen für die einzelnen Seegebiete, in diesem Fall die Vorhersage für 24 Std. für 13.(8.06) 04.00 Uhr UTC bis zum 14.(8.06) 04.00 Uhr UTC. Die einzelnen Teile bedeuten: Bedeckung - Windrichtung / Windstärke – Seegang - Sicht. |

Block 6 Es folgt meist eine Voraussicht auf die folgenden 12 Stunden
 OUTLOOK FOR THE NEXT 12 HOURS A LIGHT INCREASE
 OF THE NORTHERN WINDS OVER ALL HELLENIC SEAS IS EXPECTED

Block 7 Das Ende einer Sendung wird immer mit NNNN# bezeichnet.

Eine technische Alternative zu NAVTEX ist das **SafetyNet**. SafetyNet nutzt das INMARSAT-Satellitensystem. Meldungen können für die Grossbereiche Atlantischer Ozean (Ost oder West), Indischer Ozean und Pazifischer Ozean oder ein frei wählbares, kleineres Gebiet ausgesendet oder abgefragt und empfangen werden. Auch Gebiete ohne NAVTEX-Empfang werden abgedeckt. Es werden Schiffssicherheitsinformationen sowie Wettermeldungen und Sturmwarnungen verbreitet. Seenotmeldungen können bei der Informationsauswahl nicht ausgeblendet werden.

Exkurs: NAVTEX in Deutschland

In Deutschland erhält die Seewarndienstzentrale Emden als zentrale Sammelstelle Seewetterberichte und Warnungen vom Deutschen Wetterdienst (DWD), sowie Informationen vom MRCC Bremen Rescue Radio, vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und von den Wasser- und Schifffahrtsämtern des Bundes und gibt diese in Form von NWN heraus. Früher wurde die Deutsche Bucht mit englischsprachigen Informationen des BSH von einem Sender in den Niederlanden abgedeckt. Allerdings waren die NAVTEX-Empfangsbedingungen in der Deutschen Bucht schlecht. Deswegen wurde am 29.08.2006 der Betrieb eines eigenen NAVTEX-Senders in Pinneberg aufgenommen, mit ihm wurde der Empfang verbessert und die NWN werden zusätzlich in deutscher Sprache verbreitet. Für die deutschen Ostseegebiete werden wie bisher in englischer Sprache Warnnachrichten über Schweden, Kennung J verbreitet. NAVTEX-Sendungen in deutscher Sprache erscheinen mit dem Kennbuchstaben L zu folgenden Zeiten:

01:50 - 02:00	Ostsee:	Windwarnungen und nautische Warnungen, Wettervorhersagen
05:50 - 06:00	Nordsee:	Windwarnungen und nautische Warnungen, Wettervorhersagen
09:50 - 10:00	Ostsee:	Windwarnungen und nautische Warnungen, ggf. Eisberichte
13:50 - 14:00	Nordsee:	Windwarnungen und nautische Warnungen, ggf. Eisberichte
17:50 - 18:00	Ostsee:	Windwarnungen und nautische Warnungen, Wettervorhersagen
21:50 - 22:00	Nordsee:	Windwarnungen und nautische Warnungen, Wettervorhersagen

NAVTEX-Sendungen für die deutschen Hoheitsgewässer in der Nordsee in englischer Sprache werden unter dem Kennbuchstaben S zu folgenden Zeiten ausgestrahlt:

03:00, 07:00, 11:00, 15:00, 19:00 und 23:00 UTC