

# Radar auf Sportbooten

## Begriffserklärungen:

Radar = Radio detection and ranging

EBL = electronic bearing line

VRM = Variable Range marker

ARPA = Automatic radar plotting aid

## Grundeinstellung:

1. Gain, Sea-Clutter (STC) und Rain-Clutter (FTC) auf 0 stellen
2. Helligkeit so einstellen, dass das Bild gerade eben nicht anfängt grau zu werden
3. Kontrast so hoch einstellen, dass die Buchstaben auf dem Schirm gerade eben nicht unscharf werden.
4. Gain so hoch drehen, dass das Bild außerhalb des Nahbereichs ( $> 3$  sm) gerade leicht griesig wird.
5. Sea-Clutter so hoch regeln, dass die Seegangsechos im Nahbereich deutlich rückläufig sind, aber nicht vollständig verschwinden.
6. Im weiteren Verlauf Gain, Sea-Clutter und Rain-Clutter immer wieder nachregeln.

## Entfernungsbereich:

Im freien Seeraum: typ. 6 sm, höher als 12 sm selten sinnvoll

Im Revier: 0,5 – 3 sm je nach Erfordernis

## Regenechos:

Großflächig, unscharf begrenzt, an der Vorderkante heller als dahinter.

Können durch die Regenenttrübung reduziert werden.

Im Regengebiet liegende Ziele werden dadurch evtl. wieder sichtbar. Real muss damit gerechnet werden, dass sie nicht sichtbar werden, da Regen die Radarstrahlen so stark streut, dass die Radarenergie zu ca. 95% verloren geht.

## Reichweite:

Hängt i.d.R. vor allem von der Radarkimm ab:

Radarkimm:  $2,23 \times \sqrt{h}$  Antenne

Reichweite gegenüber einem Ziel:  $2,23 \times \sqrt{h_1} + 2,23 \times \sqrt{h_2}$

Radarkimm bei 6 m Antennenhöhe = 5,46 sm

## **Ausbreitungsgeschwindigkeit:**

300m/ usec  $\approx$  1sm/ 6 usec

## **Sea-Clutter (Sensitivity time control)**

Lokale Reduktion der Verstärkung im Nahbereich

Ziel: Wegdämpfen der Seegangsechos im Nahbereich

## **Tuning:**

Bei Sportbootanlagen erforderlich, da Sendefrequenz des Magnetrons nicht stabil; erfolgt in der Regel automatisch

## **Azimutale Auflösung bzw. Horizontale Bündelung:**

Bedingt durch Breite der Radarkeule und Reflexionseigenschaften des Zieles.

Bei gut reflektierendem Ziel und im Nahbereich (Nebenkeulen) ist die azimutale Auflösung schlechter.

Typ. Beispiel: Hafeneinfahrt

Faustregel:  $AA \approx 240$  : Antennenbreite

Bei 45 cm Antennenbreite  $\approx 5,3^\circ$

Bei 60 cm Antennenbreite  $\approx 4,0^\circ$

Bei 100 cm Antennenbreite  $\approx 2,4^\circ$

Bei 120 cm Antennenbreite  $\approx 2,0^\circ$

## **Impulslänge/-dauer (PD):**

Typ. Impulslänge = 30 – 450 m  $\Leftrightarrow$  0,1 – 1,5 usec.

$\Rightarrow$  radiale Auflösung = 7,5m – 225 m

PD  $\uparrow \Rightarrow$  Reichweite  $\uparrow$ , Innere Totzone  $\uparrow$  und Radiale Auflösung  $\downarrow$

## **Impulsfolgefrequenz (PRF):**

Liegt typ. Bei 500 – 4.000 Hz.

Bestimmt die unzweideutige Radarreichweite (wg. möglicher Zeit für den Empfang) und die Datenrate.

PRF ist proportional zu 1/ Reichweite. Bei 4000 Hz liegt die unzweideutige Radarreichweite bei 20 sm.

Ziele die weiter entfernt sind, werden, vorausgesetzt sie geben ein empfangbares Echo, an der falschen Stelle abgebildet (Überreichweitenechos).

PRF ist proportional zur Datenrate. Höhere Datenrate bedeutet sauberere Echos und bei Anwendung des Korrelationsverfahrens ein niedrigeres Risiko des Zielverlustes.

Erhöhung der PRF bedeutet eine Erhöhung der Datenrate bei niedrigerer unzweideutiger Reichweite

Anpassung erfolgt bei modernen Radaranlagen i.d.R. automatisch.

## **Radiale Auflösung bzw. Radiale Zieldiskriminierung:**

Auflösung [m] = PD [usec] x [300 m/usec]/ 2 = PD [usec] x 150

PD = 0,3 usec ==> A = 50 m

PD = 1 usec ==> A = 150 m

## **Mindestfläche eines Radarechos:**

F = Impulslänge/2 x Keulenbreite

## **Streuungsverluste im X Band (10 GHz; 3cm Wellenlänge):**

Regen 25 mm/h: 95%!

Nebel (Sw 30 m): 40%

Im Regen werden in hinter der Regenfront liegende Ziele u.U. unsichtbar. Das ist durch die Regenentrübung nicht zu beseitigen.

## **Innere Totzone („Nahauflösung“):**

Entspricht der halben Impulslänge + der Zeit, die das Gerät braucht, um von Senden auf Empfang umzuschalten. In der Praxis ist die Innere Totzone wg. der Seegangsechos noch etwas größer.

## **Stromverbrauch:**

Bei 3 kw Radar und 12 V Anlage ca. 4 A im Sendebetrieb und ca. 1 A im Standby.

24h Radarbetrieb brauchen damit ca. 100Ah.

## **Antennenbündelung / Radarkeule:**

Keulenbreite wird angegeben innerhalb der - 3 db Punkte (Abfall der Energie auf unter 50%)  
Jede Antenne hat zudem kleine Nebenkeulen.

## **SART:**

Abkürzung für search and rescue transponder

Erzeugt im X-Band eine Linie von 12 hintereinander liegenden Einzel- oder Doppelpunkten. Die Punkte haben einen Abstand von 0,6 sm. Der Fußpunkt liegt innen und wg. der Reaktionszeit des SART nicht genau am Ort, an dem der SART sich befindet, sondern etwas abgesetzt davon.

Bei Suche nach einem SART sollte ein Entfernungsbereich von 6 – 12 sm geschaltet werden, damit der SART auch auf dem Radarschirm erkannt wird. Die Reichweite in der ein SART gefunden werden kann hängt ab von der Höhe des SART und der Antennenhöhe des Suchschiffs. Beispiel:

Wenn SART im Wasser ohne Antennenabschattung → Reichweite bei 4m Antennenhöhe 4 sm.

Einfache Sportbootradars schaffen es nach dem Ergebnis von Studien i.d.R. nicht SART-Signale darzustellen!

Wichtig bei der Suche: Gerät richtig einstellen, d.h. Gain rauf, STC und FTC runter.

## **Vertikale Bündelung:**

Beträgt typ. 25 – 30°

Vorteil

Radar funktioniert auch noch bei nicht zu starker Krängung

Nachteil:

Reichweitenverlust („Energieverschwendung“)

## **Welche Antennenhöhe?**

Wenn höher:

Mehr Seegangsechos

Schlechtere Stabilität

Größere Reichweite

Guter Kompromiss für Yachten: Antennenhöhe 4m, Radarkimm damit bei 4,4 sm.

Bei 6 m Antennen Höhe läge die Radarkimm bei 5,5 sm.

## **Tageslichtradar:**

Digitale Verarbeitung der empfangenen Echos (Analogteil ist mit konventionellem Radar identisch)

Unterdrückt Störechos durch Korrelationsverfahren (z.B.3/4).

Sollte deshalb nie im head up Modus betrieben werden (Gefahr des Zielverlustes).

Pumpende Echos können unterdrückt werden.

Korrelationsverfahren funktioniert bei höherer Datenrate (d.h. höherer PRF) besser.

## **Radarreflektor nach SOLAS:**

Nach SOLAS für alle Schiffe < BRZ 150 in der Form vorgeschrieben, dass eine Entdeckung erfolgt  
Unterschied zwischen Stahlrumpf und GFK ist bedeutungslos (verschwindet in den Seegangsechos)

## **Aktiver Radarreflektor:**

Stabile Reichweite von ca. 7 sm.

Braucht Strom.

Echo stark genug, um ARPA-Anlagen auszulösen!

Reflektionsfläche ca. 80m<sup>2</sup>

## **Passiver Radarreflektor:**

Reflexionseigenschaften hängen ab von der inneren Kantenlänge

Die Reflexion steigt mit der 4. Potenz der inneren Kantenlänge.

Eine Verdoppelung der Kantenlänge versechzehnfacht die Reflexionsfläche.

Radarreflektoren mit kleinen Spiegeln sind daher wertlos.

Minimum: 30 cm Innenkantenlänge, dies entspricht einem Gesamtquerschnitt von 457 mm.

(Reflexionsfläche ohne Krängung: 37m<sup>2</sup>),

Anbringung: So hoch wie möglich

Yachtstellung: je ein Corner genau nach vorne und hinten (Empfehlung des BSH für Segelyachten)

6er Stellung: 1 Corner genau nach oben, ergibt symmetrische Abstrahleigenschaften, sinnvoll für Motoryachten

## **Head up Modus:**

Hat schwerwiegende Nachteile:

Bei synthetischen Radarbildern Zielverlust möglich

Radarbild verschmiert bei eigener Kursänderung

Nach einschlägiger Rechtsprechung kein gehöriger Gebrauch der Radaranlage gemäß §7b der KVR

Ortsbestimmung mit Radar.

1. Optische Peilung und Radarentfernungsmessung
2. Radarentfernung mehrerer Objekte
3. Radarpeilung und Radarentfernung
4. Radarkreuzpeilung mehrerer Objekte

## **Peilgenauigkeit:**

Peilobjekt sollte möglichst nah sein.

$XTE = \tan(\text{Peilfehler [Grad]}) \times \text{Entfernung}$

Radial: bei gutem Gerät 1 – 1,5% vom geschalteten Entfernungsbereich

Azimutal.

## **RACON:**

Steht für Radarantwortbake.

Großtonnen sind häufig mit RACON bestückt

Radarantwortbaken reagieren auf den Empfang eines Radarimpulses mit der Aussendung eines eigenen Radarsignals, häufig in Form eines Morsebuchstabens: Dieser erscheint auf dem Radarschirm radial vom eigenen Schiff weg nach außen gerichtet und liegt mit seinem Fußpunkt nahezu genau auf der Bake, so dass diese eindeutig identifiziert und gepeilt werden kann. Die Bake befindet sich also auf der Innenseite des Echos (!).

FTC (Regenenttrübung) kann Racon Signale unterdrücken.

RACON produziert häufig Interferenzstörungen und Nebenzipfelechos, auch diese können mittels FTC unterdrückt werden.

Wiederkehr: gibt den Zeitraum an, nachdem eine neue Darstellung des Racon Signals auf dem Bildschirm erfolgt.