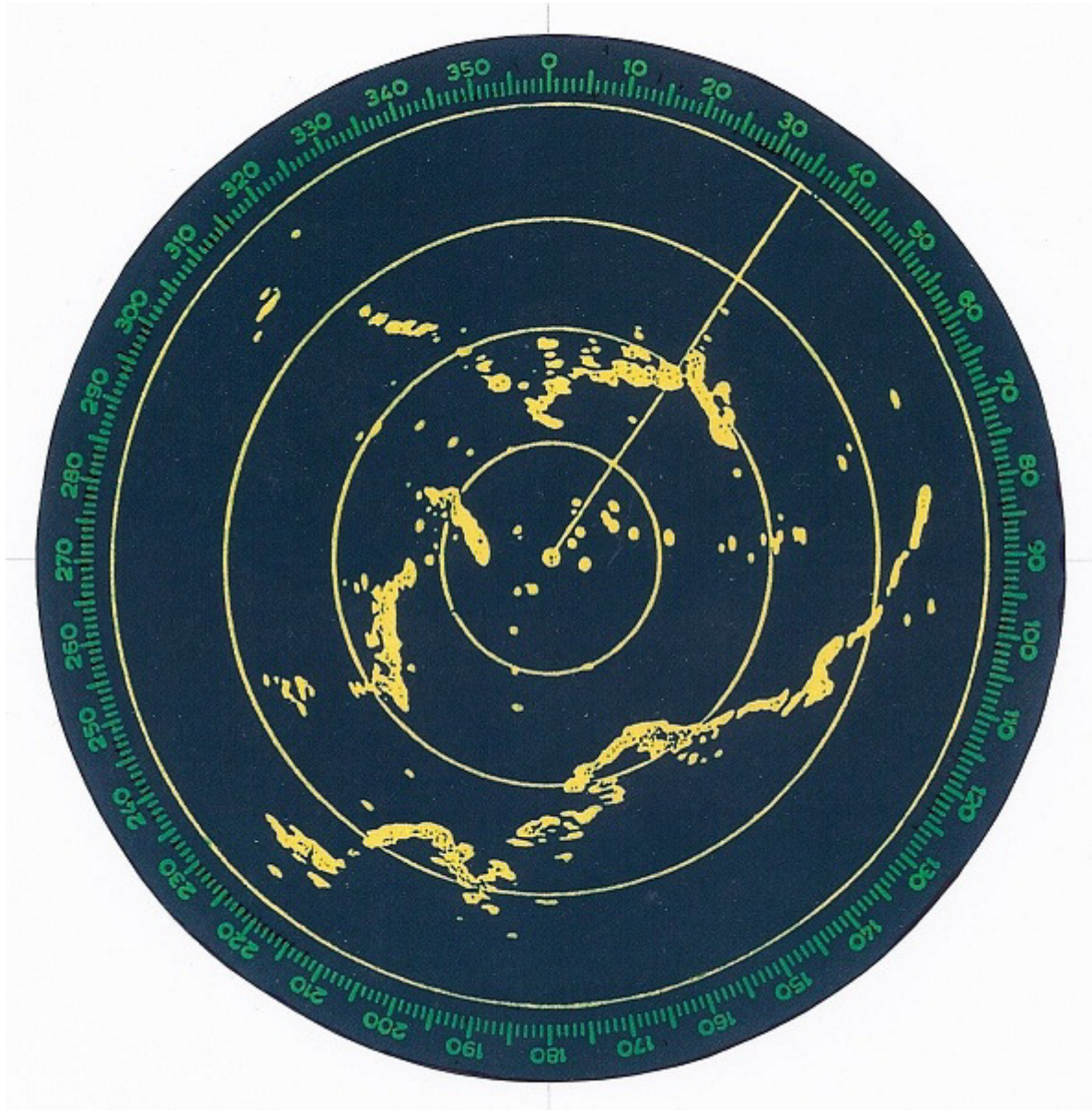


DIETER A. J. LUNGE



Das Radarbuch

Auch für Sportbootfahrer

DIETER A. J. LUNGE

SCHIFFSRADAR

Entwicklung seiner Technik und Anwendung

Grundlagen

Heruntergeladen von der Webseite von Bobby Schenk (www.bobbyschenk.de)

Weitere Informationen unter: <http://www.yacht.de/schenk/n005/radar.html>

Erläuterungen zum Titelbild – „Südwestliche Ostsee“ – Abb.6-2

Copyright by Dieter A.J. Lunge 04/1999

04/2013 überarbeitet

SCHIFFSRADAR

Diese Ausarbeitung widme ich meinen Kindern Stefanie und Christian.

Der Verfasser

S C H I F F S R A D A R

Vorwort	7
 1 Orten und Abbilden Objekte – entdecken, vermessen und aufzeichnen	
1.1 Ortungs-Prinzip	9
1.2 Darstellungs-Prinzip	10
 2 Abtasten und Loten Impulse – bündeln, senden und empfangen	
2.1 Radarwellen – Radarantenne	13
2.2 Radarimpulse	15
2.2.1 Impulsdauer/-länge, Laufzeit und Impulsfrequenz	16
2.2.2 Impulstrefferzahl/-leistung/-tastverhältnis und Mittlere Sendeleistung	17
2.3 Radarecho-/Signalaufbereitung	18
 3 Markieren und Stabilisieren Objektmarkierungen – zuordnen, einrichten und anzeigen	
3.1 Radarbild-Koordinaten – Analoge Radarsignal-Verarbeitung	19
3.2 Radarbild-Ursprung	21
3.2.1 Zentrierung	21
3.2.2 Dezentrierung	23
3.3 Radarbild-Stabilisierung	24
3.3.1 Basis-Stabilisierung – Schiffsrichtungs-Orientierung (<i>Orientation</i>)	24
3.3.2 Kompass-Stabilisierung	25
3.3.3 Log-Stabilisierung	25
3.4 Radar-Objektmarkierungen – Nachleuchtschleppen	26
 4 Orientieren und Tracken Objekte/Eigenschiff – darstellen, fixieren und bewegen	
4.1 Relative Radarbild-Darstellung – <i>Relative Motion Presentation/RM</i>	29
4.1.1 Relative Darstellung, vorausorientiert – <i>RM, Head-Up</i>	29
4.1.2 Kompass-Stabilisierung – Radarbild-Orientierung (<i>Orientation</i>)	31
4.1.2.1 Relative Darstellung, kursorientiert – <i>RM, Course-Up</i>	33
4.1.2.2 Relative Darstellung, nordorientiert – <i>RM, North-Up</i>	34
4.2 Absolute Radarbild-Darstellung – <i>True Motion Presentation/TM</i>	36
4.2.1 Log-Stabilisierung – Eigenschiff-Bewegung (<i>Track</i>)	37
4.2.1.1 Absolute Darstellung, seestabilisiert, kursorientiert – <i>TM, Watertrack/Course-Up</i>	38
4.2.1.2 Absolute Darstellung, grundstabilisiert, nordorientiert – <i>TM, Bottomtrack/North-Up</i>	40
4.2.1.3 Seestabilisiert – grundstabilisiert (<i>Watertrack – Bottomtrack</i>)	41
4.2.2 <i>GPS</i> -Stabilisierung – Radarbild-Orientierung (<i>Orientation</i>) und Eigenschiff-Bewegung (<i>Bottomtrack</i>)	43

S C H I F F S R A D A R

5	Einbauen und Bedienen	
	Anlagen – zusammensetzen, anordnen und einstellen	
5.1	Radareinbau	45
5.2	Radarbedienung	46
5.2.1	Grundeinstellungen (Abstimmung)	46
5.2.2	Betriebseinstellungen für die Darstellung	47
5.2.3	Betriebseinstellungen für Ortung und Navigation	49
6	Auffallen und Erfassen	
	Objekte/Echos – erkennen, vergleichen und intensivieren	
6.1	Radarechos	51
6.1.1	Land und ortsfeste Objekte	52
6.1.2	Wasserfahrzeuge und andere Objekte	53
6.1.3	Seezeichen (passiv)	54
6.1.4	Seezeichen/Landmarken (aktiv, mit Kennung) – Radarbaken	55
6.1.5	Erfassungsabstände	56
6.2	Radarquerschnitt	57
6.3	Radarreflektoren (passiv)	57
6.3.1	Tripelspiegel	58
6.3.1.1	Reflektorgruppen	60
7	Verzerren und Auflösen	
	Objekte/Echos – abbilden, verschmelzen oder trennen	
7.1	Radarbild-Verzerrung	63
7.1.1	Azimutale Verzerrung	63
7.1.2	Radiale Verzerrung	64
7.2	Radarbild-Auflösung	65
7.2.1	Azimutale Auflösung	65
7.2.2	Radiale Auflösung	66
7.2.3	Nahauflösung	67
7.3	Verzerrung – Auflösung	67
8	Anwenden und Auswerten	
	Navigieren und Kollisionen verhüten	
8.1	Navigieren mit Radar	71
8.1.1	Voraus- und Parallelmarker	71
8.1.2	Peilung und Abstand ermitteln – Standort bestimmen	73
8.2	Kollisionsverhütung mit Radar – Begegnungsabläufe	75
8.2.1	„Stehende Peilung“	77
8.2.2	„Plotten“ – Situation dokumentieren	79
8.2.2.1	„Einfach-Relativplot“	81
8.3	Automatische Hilfsmittel für Ortung und Navigation	87
8.3.1	<i>ARPA/Automatic Radar Plotting Aid</i>	87
8.3.2	<i>AIS/Automatic Identification System</i>	88

S C H I F F S R A D A R

9	Stören und Täuschen	
	Unerwünschte Markierungen – deuten, minimieren oder ausschließen	
9.1	Radar-Störechos/-Störanzeigen	89
9.1.1	Seegang	89
9.1.2	Niederschläge	90
9.1.3	Fremdradar	92
9.2	Radar-Scheinechos	93
9.2.1	Indirekte Echos (über schiffseigene Spiegel)	93
9.2.2	Indirekte Echos (über externe Spiegel)	95
9.2.3	Nebenzipfel-Echos	97
9.2.4	Verspätete Echos – Überreichweite	98
	Nachwort	100
 10	 Suchen und Finden	
	Bezeichnungen und Begriffe – entschlüsseln, übersetzen und nachschlagen	
10.1	Abkürzungen (Bedienung und Auswertung)	101
10.2	Stichwörter	103
 11	 Anhang	
	Historische Dokumente – ATLAS WERKE A.G. Bremen, Zweigbüro Hamburg	
11.1	Persönliche Unterlagen des Verfassers (1952)	111
11.2	Hafenradar Hamburg (1952/3)	113
11.3	Radarservice Hamburg (1954/62)	115

*Sämtliche abgedruckten Radarbilder stammen von Analog-Radaranlagen –
aus Bedienungsanleitungen der ATLAS-WERKE A.G., Bremen*

Vorwort

*Ein **Radargerät** ist ein wichtiges beruhigendes **Navigationshilfsmittel**,
das von einem kritischen Beobachter
mit viel **Einfühlungsvermögen** eingesetzt werden will und muss.*

Wegen der schnellen technischen Entwicklung, u. a. bedingt durch neue Computer-Technologien, konnten/können die technischen Möglichkeiten der Radarbildauswertung und der Radarbedienung laufend verbessert werden. Dies führt vielfach zu unübersichtlich wirkenden – den üblichen Umfang erheblich übersteigenden – Gebrauchsanleitungen, die wenig Platz für Erklärungen von grundsätzlichen Zusammenhängen lassen.

Deswegen sollte sich jeder Radarnutzer mit Hilfe dieser Darstellung möglichst umfassend über das Grundlegende der Radartechnik, das vorwiegend anhand der analogen „Datenverarbeitung“ erläutert wird, informieren. Der Anwender wird manche Erklärung für physikalische Erscheinungen oder Grenzen finden, die er bisher als gegeben hingenommen hat. Es wurde bewusst auf umfangreiche Formeln und spezielle Erläuterungen von Aufbau und Funktion elektronischer Bauteile oder „Schaltungen“ bzw. schwer verständlicher physikalischer Vorgänge verzichtet.

Diese Beschreibung ist nicht nur für den Sportschiffer, der möglicherweise noch mit einem RM-Radar ausgerüstet ist, gedacht; sie bietet sicher – als Nachschlagewerk – auch vieles für den interessierten Nautiker, dem ein komfortables ARPA zur Verfügung steht und der sich nicht nur über die Anfänge sondern auch über grundsätzliche Dinge der Radartechnik und ihrer Möglichkeiten informieren möchte.

Jeder im laufenden Text erstmalig erscheinende radarbezogene Begriff und jeder charakteristische Zahlenwert sind **fett** gedruckt.

*Über den üblichen Rahmen hinausgehende Erklärungen und wissenswerte Ergänzungen sowie historische Anmerkungen und Erläuterungen zu früheren Zusatzeinrichtungen werden kursiv geschrieben. Auch engl./amerik. Begriffe bzw. deren Abkürzungen oder **orange gedruckte Rechenbeispiele** sind in gleicher Form in den Text aufgenommen.*

Außerdem sind Hinweise zu weitergehenden Möglichkeiten im Zusammenhang mit der digitalen Datenverarbeitung oder aufgrund neuer Entwicklungen, die nicht in Verbindung mit einem Analogradar angewandt werden können, – grün markiert – hervorgehoben.

*Einfache Umrechnungsgleichungen bzw. **Faustformeln** für wesentliche Daten, die es dem Leser erlauben, bei der Anwendung eines Radargerätes oder dessen Anschaffung, objektiver urteilen zu können, werden blau herausgestellt.*

*Darüber hinaus sind **grundsätzliche Fakten** gelb gekennzeichnet.*

– Ein interessierter Laie wird durch die Lektüre des 1. Abschnittes umfassend informiert. –

Jeder Radarbeobachter soll durch das Studium dieser Ausarbeitung in die Lage versetzt werden, das Vermögen seiner Radaranlage richtig einzuschätzen. Denn bei einer Objekt-/Kontaktbegegnung/-verfolgung oder bei einer Ansteuerung muss er – auch unter Berücksichtigung der Verzerrungen – das Beobachtungsergebnis entsprechend beurteilen bzw. bewusst in Frage stellen können.

Die Zeit, zu der das Radar – vor allem aus Gründen relativ hoher Wartungskosten – das „Kapitäns-Kino“ war (das Sichtgerät vereinzelt sogar noch vor „Unbefugten“ durch ein Schloss geschützt), ist längst vorüber. Zumal die Ausfallquote und damit die Reparaturkosten infolge der Halbleitertechnik – verglichen mit der Röhrentechnik – und der dadurch bedingten Verlagerung fast sämtlicher Betriebsspannungen in den Niederspannungsbereich gravierend gesenkt werden konnte. Außerdem wurden mehrere kostspielige spezielle Hochvakuum-Röhren durch robustere Halbleiter-Bauteile ersetzt, und die Betriebskosten dadurch noch einmal reduziert. Die Betriebssicherheit einer Radaranlage ist in einem Maße gestiegen, von dem vor 30/40 Jahren noch niemand zu träumen wagte.

Inzwischen sind auch Fragen, die vor zehn/zwanzig Jahren aktuell waren, kaum noch angebracht. Damals hieß es aus Sicht der Klein- oder Sportschiffahrt zum Beispiel:

- „Ist eine relative vorausorientierte Darstellung ausreichend?“ ... oder ...
- „Muss es True Motion sein?“ ... oder ...
- „Wenn schon True Motion, warum dann noch die Ausgaben für ein (Mini-)ARPA? –

Die höher-komplexen integrierten Bausteine, die stark verbesserten LC-Bildschirme und der infolge Vereinfachung gestiegene Bedienkomfort bei erschwinglichen Preisen sowie das steigende Verständnis der Anwender im Umgang mit elektronischen Anlagen neuester Technik machen Erklärungen, wie sie zum Teil auch noch in dem folgenden Text behandelt werden, fast überflüssig; sie wurden jedoch nicht gestrichen, weil sie auch auf die Problematik bei der Entwicklung bzw. bei der Anwendung hinweisen. –

Die vorliegende Beschreibung geht nicht auf die „Höhere Radarnavigation“ ein!

Unabhängig von den Vorkenntnissen und der Erfahrung wird bei unsichtigem Wetter und/oder bei unübersichtlichem Schiffsverkehr von einer verantwortungsbewussten Schiffsführung eine angemessene Aufmerksamkeit im Rahmen der Anwendung eines Radargerätes erwartet.

Ein Radargerät ist nur so gut wie sein Beobachter.

Das Radarbild ist nicht grundsätzlich eine „alles umfassende elektronische (See-)Karte“ mit dem aktuellen Schiffsverkehr. Es zeigt zwar die herrschende Situation in der Umgebung des eigenen Schiffes, doch mit den physikalisch bedingten Einschränkungen einer Radarortung. Der Anwender muss dringend davor gewarnt werden zu glauben, dass die Aussage seines Radarbildes automatisch immer optimal ist; eine korrekte Bedienung ist unerlässlich und eine kritische Betrachtung angebracht.

Deshalb – ein derart sensibles Gerät wie das Radar, mit seinen scheinbar übernatürlichen Fähigkeiten, verlangt, dass man die Grundlagen seiner Technik versteht und sich mit ihm identifiziert, um seine Fähigkeiten – auch als Sportbootfahrer – im Interesse der Schiffsicherheit voll ausnutzen zu können.

1999/2007

Dieter A.J. Lunge

Der Verfasser hat die Radartechnik und deren Anwendung nicht nur erlernt und erprobt – sondern „erlebt“.

1 Orten und Abbilden · Objekte – entdecken, vermessen und aufzeichnen

Die Bezeichnung **RADAR** ist die Abkürzung des angloamerikanischen Ausdruckes **RA**dio **D**etecting **A**nd **R**anging.

*Seinem Namen nach kann ein **RADAR** mit Hilfe elektromagnetischer Wellen Objekte – Küsten- und Uferformationen bis hin zu Einzelzielen – entdecken und deren Position in Bezug auf den eigenen Standort ermitteln. – Das bedeutet: **Orten**.*

Die Aufgabe für die Entwickler bestand darin, eine Rundsicht-Anlage zu schaffen, die im Stande sein sollte, das Umfeld systematisch zu untersuchen, d. h. Entfernung und Richtung zu entdeckten Zielen bzw. Objekten zu bestimmen – eine Art Vermessung. Das Gerät sollte außerdem in der Lage sein, die Messergebnisse in einer allgemein verständlichen Form darzustellen.

1.1 Ortungs-Prinzip

Erfahrungsgemäß scheiden scharf gebündelte Lichtstrahlen für die angestrebte Ortung aus, weil Nebel und Dunst nicht durchdrungen werden können; ihre **Reichweite** wäre eingeschränkt – eine zuverlässige Erfassung von **Objekten** nicht gewährleistet. Die für eine nautische Ortung brauchbaren Strahlen nutzen höchstfrequente – durch Versuche ermittelte – elektromagnetische Wellen aus dem **Zentimeterband**.

Bei der Verwirklichung der oben genannten Forderungen ist man mit Rücksicht auf die Physik, die Geräteabmessungen und die Kosten – vor allem bei einem zivilen Einsatz – gezwungen, einen Kompromiss zu finden. Zwar bleibt die Notwendigkeit einer exakten **Entfernungsmessung** eindeutig erkennbarer Objekte bestehen, doch, je weniger Aussagen über ihr Aussehen verlangt werden, desto gröber darf der für diese Aufgabe erforderliche gebündelte **Ortungsstrahl** sein – das verbilligt die Anlage. Die Ungenauigkeit sollte natürlich ihre Grenzen haben; schließlich würde man nur noch ganz grob feststellen können, ob sich in einem bestimmten Bereich irgendetwas befindet oder nicht. Wenn also wichtige Objekte in größerem Abstand von einander nicht mehr einzeln, sondern zusammenhängend dargestellt werden, wird die Methode unbrauchbar.

Die Qualität einer Ortung hängt vom „Charakter“ – von Form und Inhalt – des Ortungsstrahles ab. Diese Faktoren bestimmen die **Auflösung** – die Möglichkeit, benachbarte Objekte zu unterscheiden.

Die Vorteile der sehr kurzen elektromagnetischen **Trägerwellen**, die die zur Vermessung erforderlichen **Ortungsimpulse** transportieren, bestehen in ihrer relativ guten Bündelbarkeit und einer annähernd geradlinigen, quasioptischen, Ausbreitung bei genügender Reichweite. Die korrekte vollständige Bezeichnung für diese Radartechnik lautet **(Im)Pulsradar** – es ist praktisch eine Horizontallotung. Die Impulse, kleine elektromagnetische „Wellenpakete“, abgestrahlt von einer **Richtantenne**, bewegen sich mit **Lichtgeschwindigkeit** fort, werden dann von den ihnen im Wege stehenden (sichtbaren) Hindernissen, nach quasioptischen Gesetzen, als **Echos** reflektiert und letztlich als **Signale**, „Informationen aus dem Umfeld“, von einem Sensor wieder aufgelesen.

*Die Radarortung funktioniert bei der Schifffahrt nur,
weil Reflexionen von der Wasseroberfläche lediglich bei „besonderen Ereignissen“
empfangen werden und weil diese (Stör-)Echos – in den Ausnahmefällen –
dann auch noch weitgehend beherrschbar sind.*

Da sich die beachtenswerten Objekte nur in einer Ebene bewegen, braucht auch nur in der Horizontalen mit einem mittleren Höhenwinkel von 0° – und nicht im Raum, vertikal gefächert – gesucht zu werden. Diese Tatsache verbilligt den technischen Aufwand für die Drehantenne erheblich. Früher bildete ein **Parabolspiegel** (Hohlspiegel) diese Antenne; heutzutage verwendet man vorwiegend einen **Schlitzstrahler**, der aus einem geschlitzten **Hohlleiter** (Wellenleiter), einem rechteckigen Kupferrohr, gefertigt und vor Witterungseinflüssen durch ein Kunststofffenster geschützt ist. Beide Antennenarten sind frei drehend. In speziellen Fällen können sie durch eine Kunststoff-(Radar-)haube (*Radom*) vollständig abgedeckt werden.

Die Sendeantenne dient meistens auch als Messfühler (Sensor) – als Empfangsantenne. Die empfangenen Echos werden nach ihrer Verstärkung und Verarbeitung durch eine Mess- und Anzeigevorrichtung in einem besonderen Koordinatensystem ausgewertet.

1.2 Darstellungs-Prinzip

Ein Schiffsradar liefert als Ergebnis seiner Lotungen eine kartenähnliche Abbildung der Wasser-(Erd-)Oberfläche mit allen im Umfeld sichtbaren Objekten – soweit sie von ihm erfasst werden. **Eigenschiff** oder **Own Ship** gilt als Bezeichnung für den Ausgangspunkt der Aufzeichnung; es sind stehende Begriffe in der Radarortung, die dem „Angelpunkt des Radarumfeldes“, dem eigenen – Radarantennen-(!) – **Beobachtungsstandort**, entsprechen.

Die Art und Weise der Wiedergabe der Messdaten bezeichnet man im Englischen mit *Plan Position Indicator* – **PPI** –; frei übersetzt: „Lageplan-Anzeiger“.

Für die Bilddarstellung (*Display*) sorgt das **Radarsichtgerät** mit einer **Katodenstrahlröhre** (*Cathode Ray Tube (CRT)*) oder inzwischen vielfach mit einem Bildschirm, gebildet aus Flüssigkristallen; platz- und energiesparend (s.u.). Ursprünglich lieferte eine kreisrunde (Braunsche-) **Bildröhre** mit radialer **Strahlableitung** die unmittelbare, die klassische Präsentation. Diese „alte“ Technik veranschaulicht das Prinzip am besten; dabei werden die Echos nach ihrem Empfang verstärkt und sofort ihrer Position gemäß angezeigt – sie könnten nicht reproduziert werden. Das bedeutet: die Messergebnisse werden analog dargestellt; daher **Analogradar**.

Das „Bild“ eines Analogradars ist das Ergebnis des anschließend beschriebenen Vorgangs: Solange die Radarantenne keinen Impuls aussendet, erscheint im Zentrum der Bildröhre durch Auftreffen des Elektronenstrahls auf den Bildschirm ein schwacher Lichtpunkt. Wenn dann ein gerichteter Lotimpuls gesendet wird, beginnt dieser Punkt, eine feine Leuchtspur schreibend, als **Schreib-/Ablenkstrahl** (*Sweep*) bezeichnet, zum Rand der Bildröhre zu laufen; von dort springt er zurück. Empfängt der Sensor während dieser Ablenkbewegung Echos des Impulses (Signale), so zeigt sich nach deren Verstärkung im Zuge der Schreibspur eine entsprechende Anzahl „hellgetasteter“ Punkte. Diese bilden auf dem Radarschirm Leuchtflecke – **Objektmarkierungen**. Da sich ein Impuls und möglichst auch sein zugehöriger Schreibstrahl mit konstanter Geschwindigkeit bewegen, werden die Abstände vom Zentrum zu den aufgezeichneten Echos in der Regel im naturgetreuen Verhältnis markiert.

Einer drehbaren **Ablenkspule**, der Vorrichtung, die den Schreibstrahl zum Rande der Bildröhre lenkt, wird die Information über die Änderung der Antennenstrahlrichtung auf elektromechanischem Wege durch eine **Drehwinkelübertragung** vermittelt. Bei der Aufzeichnung von Objekten größerer Ausdehnung wird Markierung für Markierung aneinandergereiht. Nach einem vollständigen Umlauf entsteht dadurch eine kartenähnliche **Darstellung** mit maßstäblichen Distanzen; ein(e) „Bild“/„Karte“ von der gesamten einsehbaren Umgebung, in deren Mittelpunkt die Drehantenne arbeitet. (Abb. 1-1)

Durch die Wahl der Ablenkgeschwindigkeit des Schreibstrahls wird dem zeichnenden Radius eine vorbestimmte Strecke, die den **Übersichtsbereich** ergibt, zugeordnet. Die entsprechenden **Laufzeiten** liegen in der Größenordnung von **Mikrosekunden**. Mit einem Umschalter kann der Bereich beispielsweise in folgenden Schritten verändert werden:

1/2 - 1 - 2 - 4 - 8 - 16 - 32 sm. Der absolute **Bild-(Karten-)Maßstab** ist vom ausgewählten Übersichtsbereich und der Größe des Bildschirms abhängig.

Beim Analogradar wurden Bildröhren mit einem Durchmesser von **5 Zoll** bis **16 Zoll** – **12,5 cm** bis **40 cm** verwendet.

*Der Außendurchmesser einer 7-Zoll-Bildröhre beträgt: 7 Zoll x 2,54 cm/Zoll = 17,8 cm; davon stehen etwa 85% als nutzbarer **Bilddurchmesser** für die Abbildung zur Verfügung; das sind in diesem Fall ca. **15 cm**. Ein **4-sm-Übersichtsbereich** hat in Wirklichkeit einen Durchmesser von $2 \times 4 \text{ sm} \times 1852 \text{ m/sm} = \mathbf{14.816 \text{ m}}$. Aus beiden Werten ergibt sich ein Verhältnis von $0,15 \text{ m} : 15.000 \text{ m}$ – einem Kartenmaßstab von **1 : 100.000** vergleichbar.*

Normalerweise würden die Leuchtflecke eines Radarbildes nach ihrem Erscheinen sofort wieder verschwinden. Um aber den Eindruck eines quasi-stehenden Bildes zu erhalten, wurden die Bildschirme mit einer nachleuchtenden Phosphorverbindung, deren Zusammensetzung die Nachleuchtdauer der Markierungen beeinflusste, beschichtet. Der **Bildschirmbelag** erlaubte monochrom erscheinende Radarbilder; vorwiegend in Orange oder Grün/Gelb, auf schwarzem Untergrund. Das Schirmbild kam auch als Negativbild – dunkle Aufzeichnungen auf hellem Grund – vor; die Darstellung war dann aber meistens umschaltbar.

Jetzt sind vorwiegend Farbbildschirme üblich.

<i>Radarbild – Kartenähnliche Darstellung</i>	<i>Abb.1-1</i>
	<i>Bereich:</i> 40(10) sm <i>Mittelpunkt:</i> – Radar-Standort – Eigenschiff/Own Ship <i>Erläuterungen zur Darstellungsart:</i> Abschnitt 4.1.2.2 zum Seegebiet: Abb.6-1/2

Bei der modernen **Rasterscan-Darstellung** (Abb. 11-16) – Sichtgeräte dieser Technik bezeichnet man auch als „Tageslicht-Radar“ – werden die Videosignale digitalisiert und das Koordinatensystem mit Hilfe von integrierten Schaltkreisen umgewandelt.

Damit können dann **Farbfernseh-Bildröhren** oder auch **Flüssigkristall-Bildschirme** (*Liquid Crystal Display* (LCD)) ohne eine drehbare Ablenkspule, über **Bildspeicher** angesteuert – im Gegensatz zum Analogradar – „Stehende (von einem „Computer“ erstellte) Bilder“ wiedergeben. Allerdings werden dadurch gerade Linien, wenn sie nicht in Richtung der Hauptachsen verlaufen, abhängig von der Bildpunkt- bzw. Pixelgröße, mehr oder weniger stufenförmig abgebildet.

Die Echos erscheinen am Tage z. B. Gelb, Wasser sowie nicht einzusehende Flächen Mittelblau und nicht mehr aktuelle Reflexionen – den beim Analogradar nachleuchtenden Flecken vergleichbar – bei Bedarf Braun. Die Vorderkanten der Markierungen können während der Dunkelheit z. B. auch Orange auf schwarzem Untergrund und die Beschriftung in rötlichem Farbton abgebildet werden. Neuerdings setzen sich diese polychromen Darstellungen mit unterschiedlichen Möglichkeiten zu einer vielfältigen Kennzeichnung von Objekten und Informationen durch.

Zusammenfassung:

*Eine Schiffsradaranlage ist ein **Laufzeitmessgerät**,
ein „Horizontal-Echolot“,
dessen rotierende Richtantenne laufend Impulse aussendet,
dabei – einem Scheinwerfer ähnlich – den Horizont abtastet und Echos erwartet,
um deren Daten nach der Auswertung
in Form einer kartenähnlichen Darstellung aufzuzeichnen.*

*Es handelt sich um eine **Rundsuch-/sicht-** oder auch **Panorama-Anlage**,
die im Bordbetrieb – infolge einer zu niedrigen „Vogelperspektive“ –
nur einen eingeschränkten – quasioptischen – Überblick bieten kann, dessen
Darstellung aber nicht mit einer grobkörnigen Fotografie verwechselt werden darf.*

Historische Entwicklung:

Die Radartechnik – mit ihren heute üblichen Frequenzen im Zentimeterband – wurde in den Kriegsjahren 1940-1945 vorwiegend in England mit großem Aufwand weiter entwickelt. Zu dieser Zeit nannte man in Deutschland eine Entwicklung mit vergleichbarem Ziel: **Funkmesstechnik**; doch wurden hier nur Geräte im längerwelligen Bereich – 2,50 m bis 50 cm – ohne PPI erprobt und verwendet.

Das kurzwelligere Messverfahren mit seinen bis dahin unvorstellbaren Möglichkeiten der **Zielansprache** – einschließlich der sehr plausiblen kartenähnlichen Abbildung – war für die Schiffsartillerie, die Luftabwehr und die U-Bootjagd mehr als außergewöhnlich, wenn auch die Qualität der Auflösung nicht mit den heute erreichbaren Ergebnissen verglichen werden kann.

Die kontinuierliche aktuelle Radarbilddarstellung des Umfeldes bei großer Reichweite, vor allem über See, – unabhängig von der Tageszeit und meistens nicht wesentlich beeinflusst durch die Witterung – bedeutete damals eine phantastisch anmutende Einrichtung von hohem taktischen Wert.

Nach einer mehr als 70-jährigen Entwicklungszeit ist das RADAR heutzutage – häufig auch bereits für Kleinfahrzeuge und Sportboote – zum Standard für die Schifffahrt geworden. Neben den bekannten navigatorischen und kollisionsverhütenden Möglichkeiten bietet ein Radargerät in Küstennähe – mit Einschränkungen(!) – praktisch die „aktuelle Illustration“ für eine GPS-Position.

2 Abtasten und Loten • Impulse – bündeln, senden und empfangen

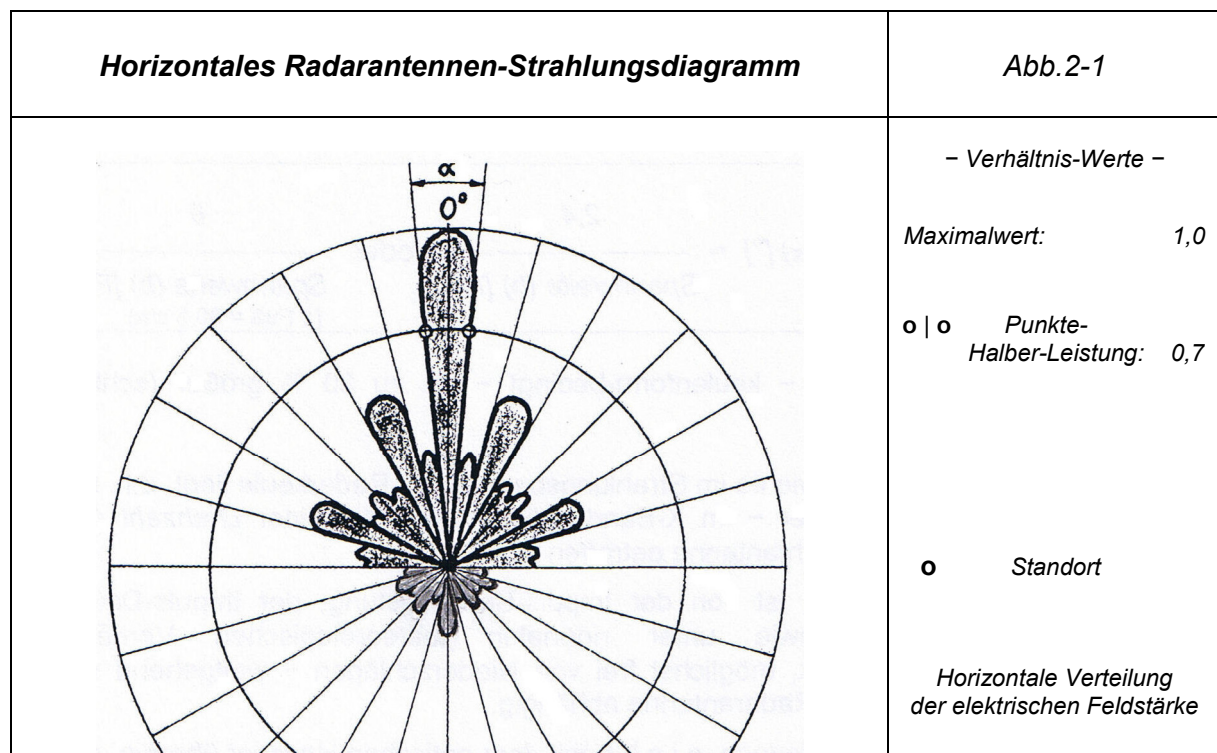
Die Eigenschaften eines Radarimpulses sind abhängig von der Frequenz seiner Trägerwelle, der Trägerfrequenz, und seinem „Volumen“.

2.1 Radarwellen – Radarantenne

Je kleiner die Trägerwelle des Ortungsimpulses – je kürzer ihre **Wellenlänge** – desto kleiner dürfen die Gegenstände sein, um dennoch erfasst zu werden; dies gilt aber leider auch für die unterschiedlich großen „Elemente“ der atmosphärischen Niederschläge.

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**, bei einer Frequenz von **9375 MHz** (9,4 GHz), oder eine Länge von **10 cm** im **S-Band**, bei einer Frequenz von **3020 MHz** (3 GHz). (Abschn. 2.2)

Der Radarortungsstrahl, den die sich drehende Richtantenne in der Horizontalen aussendet, ähnelt einer konisch geformten Keule mit elliptischem Querschnitt, in deren Bereich sich die Lotimpulse ausbreiten. Das vollständige **Antennendiagramm** (Abb. 2-1) zeigt außer der **Hauptkeule** noch viele, meist unschädliche **Seitenkeulen** oder **Nebenzipfel**, sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Ebene. Als horizontaler Öffnungswinkel einer Radarantenne gilt der Winkel (α) zwischen den Punkten, an denen die Spannung des elektrischen Feldes im elektromagnetischen Umfeld dem 0,7-fachen der – in dem betreffenden Abstand gemessenen – maximalen Spannung beträgt. Dies sind die **Punkte-Halber-Leistung** (*Half Power Points*).



Die Richtantenne ist das Objektiv einer Radaranlage.

Die Mittellinie der Hauptkeule – die **Antennenstrahlrichtung** – wird auf dem Bildschirm durch den Schreibstrahl dargestellt.

Wegen der erforderlichen **Winkelauflösung**, d. h. wegen der Notwendigkeit, Einzelobjekte „für sich“ darzustellen (Abschn. 7.2.1), sollte die Hauptkeule in ihrer horizontalen Ebene möglichst scharf gebündelt sein. Im Gegensatz dazu muss ihre vertikale Öffnung, in Anbetracht einer nicht-kardanisch aufgehängten Antenne, etwa **30°**, je 15° nach oben und unten, betragen, um bei stampfendem und/oder rollendem Schiff möglichst kein Objekt zu verfehlen.

Je schlechter allerdings die Bündelung, desto großzügiger die Energieverteilung. Diese Streuung führt schließlich auch zu einer Schwächung des elektromagnetischen Feldes und damit zu einer Beeinträchtigung der Reichweite.

Der horizontale **Bündelungswinkel** (α) der Strahlungskeule einer Richtantenne ist von der Wellenlänge (λ) der Trägerwelle und von der **Antennenspannweite** (b) abhängig. Der Winkel wächst mit der Wellenlänge, wird jedoch mit zunehmender Spannweite wieder kleiner, also günstiger.

$$\text{Antennen-Bündelungswinkel } (\alpha) [^\circ] \approx \frac{3 \times \text{Radar-Wellenlänge } (\lambda) [\text{cm}]}{4 \times \text{Antennen-Spannweite } (b) [\text{m}]}$$

Auf Grund der Forderung nach „zumutbaren“ Antennenausmaßen, kommt für die Klein-/Sportschiffahrt aber nur das X-Band, mit seinen 3-cm-Wellen, in Betracht.

2 Winkelgrade einer **1,2-m- / Vier-Fuß-Antenne** sind ein brauchbarer Wert – Abschnitt 7. Radarantennen mit dieser Spannweite sind jedoch verhältnismäßig teuer und wegen ihres Platzbedarfes auf Sportfahrzeugen meistens nicht unterzubringen. Dagegen stellen **4 Winkelgrade** einer **0,6-m- / Zwei-Fuß-Antenne** einen „gerade noch zu verantwortenden“ Kompromiss dar; dieser Wert sollte möglichst nicht unterschritten werden.

Für die Bündelung einer 3-cm-Radarantenne gibt es eine Faustformel:

(Spannweite in Metern bzw. in Fuß; 1 Fuß = 12 Zoll = 30,5 cm)

$$\text{X-Band-Antennenbündelg. } (\alpha) [^\circ] \approx \frac{2,4}{\text{Spannweite } (b) [\text{m}]} \quad \text{oder} \quad \frac{8}{\text{Spannweite } (b) [\text{Fuß}]}$$

Infolge eines „unsauberen“ Strahlungsdiagrammes kann sich in der Praxis – verglichen mit dem Nennwert – ein bis zu 20 % breiterer Bündelungswinkel ergeben.

Die Reichweite der Strahlung ist außer von der Form der Strahlungskeule, der Antennenbündelung, im Wesentlichen von dem Energieinhalt des Impulses sowie – unter normalen meteorologischen Verhältnissen, d. h. bei normalem Luftdruck, möglichst frei von Niederschlägen – von der **Antennenaufstellungshöhe** (h_A) oberhalb der Wasseroberfläche, der „Augeshöhe“, abhängig.

Die **Radarkimm** (a_K) stimmt nicht mit dem optischen Horizont überein; sie liegt tiefer; wegen der Beugung der Radarwellen meistens um etwa 10 % des Abstandes hinter (unter) der optischen Kimm.

$$\text{Radarkimm-Abstand } (a_K) [\text{sm}] \approx 2,2 \sqrt{\text{Antennenhöhe } (h_A) [\text{m}]}$$

Auf Grund des besonderen Verhaltens einer Zentimeterwelle an der Grenze Luft-Wasser, das die Form der vertikalen Antennenkeule – abhängig von der Wellenlänge – beeinflusst,

werden flache Objekte von der Strahlung einer X-Band-Radarantenne besser erfasst als von S-Band-Impulsen.

Bei der Bestimmung der theoretischen **Radarsichtweite** (a_0) ist neben der Antennenhöhe (h_A) auch die **Objekt-/Zielhöhe** (h_O) zu berücksichtigen:

$$\text{Radarsichtweite } (a_0) [\text{sm}] \approx 2,2 \left(\sqrt{\text{Antennenhöhe } (h_A) [\text{m}]} + \sqrt{\text{Objekthöhe } (h_O) [\text{m}]} \right)$$

Radarsichtweite bei 4 m Antennen- und 9 m Objekthöhe: etwa $2,2 \times (\sqrt{4 \text{ m}} + \sqrt{9 \text{ m}}) = 11 \text{ sm}$.

Der so genannte **Nahbereich** erstreckt sich bis zu etwa **3 sm**. Die Ausdehnung eines **Nächstbereiches** – um den Radarantennenstandort herum – wird nicht näher definiert; sein äußerer Radius wäre bei etwa **300 m** anzusetzen.

In der Nähe des eigenen Schiffes werden Objekte unterhalb der Hauptstrahlungskeule häufig noch durch vertikale Nebenzipfel erfasst, die dann bei entsprechender Einstellung von „Nahechodämpfung“ und „Regenentrübung“, auch einen Empfang von Echos ermöglichen. (Abschn. 5.2.2) Letztlich ergibt sich auf Grund physikalischer und geometrischer Bedingungen an der Wasseroberfläche ein „**Toter Kreis**“, dessen Radius etwa dem **1,5-fachen** der Höhe der Radarantenne entspricht.

Bei der Ermittlung des Mindestabstandes für die maßstabsgerechte Erfassung eines Objektes gelten die unter Abschnitt 7.2.3 – **Nahauflösung** – beschriebenen Kriterien.

2.2 Radarimpulse

In Zusammenhang mit der Messung der Entfernung von Objekten durch horizontales Loten bestehen die folgenden typischen Begriffe der **Impulsmesstechnik**:

Es gibt die Trägerfrequenz für den Sendeimpuls mit seiner Impulsdauer bzw. -länge und einer Laufzeit; außerdem eine Impulsfolgefrequenz, die Impulstrefferzahl, das Impulstastverhältnis sowie die Impulssende- und die Mittlere Sendeleistung.

Maßgebend für die **Impulsfolgefrequenz** ist ein Oszillator; der formt auch den **Auslöse-/Tastimpuls** (*Trigger*) für alle zeitabhängigen Vorgänge. Durch ihn werden gleichzeitig der **Rechteckimpuls** und die Strahlablenkung gestartet sowie der Nullpunkt der Entfernungsmessringe festgelegt. Eine Vorstufe des Impulssenders bestimmt die Impulsdauer; der **Modulator**, ein Hochspannungsschalter (Röhre oder Halbleiter) bestimmt Impulsform und Impulsleistung und schließlich bestimmt eine Endstufe die bei einem Schiffsradar in der Regel unveränderbare **Trägerfrequenz**. Diese Endstufe bildet ein **Magnetron**, die englische „Schlüssel-Entwicklung“ auf dem Gebiet der Zentimeterwellen-Technik im Zweiten Weltkrieg (am Anfang der 40er-Jahre) – es ist ein so genannter Hohlraumresonator, praktisch die „Herzkammer“ eines Radars.

In den Jahren 1940/47 wurde ein Magnetron noch durch eine Funkenstrecke getestet. Dabei bewirkten sternförmig angeordnete Kontaktstäbe – auf einem Wellenstummel des Wechselstromgenerators für die Stromversorgung rotierend – etwa zweihundert 4-kV-Hochspannungsüberschläge (Tastimpulse) pro Sekunde. (Abschn. 2.2.1)

Der Ortungsimpuls oder treffender das „dreidimensionale **Impulspaket**“ breitet sich mit Hilfe seiner Trägerwelle innerhalb der Hauptstrahlungskeule aus, während sich die Radar-richtantenne, der „elektromagnetische Scheinwerfer“, von Sendeimpuls zu Sendeimpuls um Bruchteile eines Winkelgrades weiterdreht.

Der Vorgang einer Lotung entspricht vergleichsweise dem gleichmäßigen „Abrollen eines Bandmaßes“, dessen Anfang sich mit der Lichtgeschwindigkeit von 300.000.000 m/s bzw. mit **300m/μs** oder „nautisch“ mit **0,162sm/μs** über das Umfeld bewegt.

Dabei stellt die steile, d. h. die möglichst kurzzeitig das Spannungsmaximum erreichende **Impulsvorderflanke** für das elektromagnetische „Zwei-Wege-Maßband“ sowohl eine defi-

nierte Anlegekante als auch – bei der Rückmeldung des Impulses, als Echo – eine klare Ablesemarke dar; für das Radarbild ergibt sich dadurch ein deutlicher, scharfer Leuchtfleck. Ein brauchbares Messergebnis erfordert ferner eine gewisse Dauer des Impulses; das bedeutet einen ausreichenden Energieinhalt des Impulspaketes, damit, trotz Verschleißes auf einem gegebenenfalls weiten Weg, noch ein verwertbares Echo, als Signal, zurückkehren kann.

2.2.1 Impulsdauer/-länge, Laufzeit und Impulsfrequenz

Die **Impulsdauer** (t_i), Sendezeit, liegt, je nach Übersichtsbereich, zwischen **0,05** und **2 Mikrosekunden** (μs). Damit kann der Impuls, das Impulspaket, in Ausbreitungsrichtung – da abhängig von der Lichtgeschwindigkeit – eine geometrische Ausdehnung, deshalb auch **Impulslänge** (l_i), von etwa **15 m** bis **600 m** erreichen. (Abschn. 7.1/2)

$$\text{Impulslänge } (l_i) [m] = 300 [m/\mu s] \times \text{Impulsdauer } (t_i) [\mu s]$$

Die **Laufzeit** (t_l) eines Impulses zu einem Objekt und die Zeit für den Rückweg zur Radarantenne – als Echo – ergibt sich aus der doppelten **Objekt-/Zielentfernung** (d_o). Sie bestimmt die Schreibdauer des Elektronenstrahls vom Mittelpunkt der Bildröhre bis hin zu seiner Markierung auf dem Radarbild; nach folgender Formel, bei einem Abstand in Seemeilen:

$$\text{Laufzeit } (t_l) [\mu s] = 12,35 [\mu s/2sm] \times \text{Objekt-/Zielentfernung } (d_o) [sm]$$

Eine zuverlässige Erfassung der Objekte verlangt eine gewisse Trefferquote (Abschn. 2.2.2) und damit eine entsprechende **Impulsfrequenz** (f_i) bzw. Lotfolge oder auch Impulsfolgefrequenz (s.o.). Andererseits muss, je nach Leistungsfähigkeit des Senders und gemäß der theoretisch zu erreichenden Radarsichtweite, eine **Impulstastpause** (t_p) eingehalten werden, die etwa der Dauer eines Laufweges von 2×50 sm bis 2×100 sm entsprechen sollte. In der Praxis bedeutet dies für die großen Übersichtsbereiche eine Impulsfrequenz von beispielsweise **1.000 Hz**. Zwischen den Impulsen liegt damit eine Pause von etwa einer Milli- bzw. 1000 Mikrosekunden ($t_p \approx 1 / f_i$); abzüglich der kaum nennenswerten Impulsdauer. Dieses Intervall ist für eine eindeutige Aufzeichnung der Echos notwendig und vergleichbar mit der Öffnungsdauer eines Fensters für deren Empfang – genannt **Zeitfenster**; es begrenzt den Übersichtsbereich ($d_{o \max}$), der sich unter Berücksichtigung der Laufzeit ergibt:

$$\text{Bereichsgrenze } (d_{o \max}) [sm] = \frac{1.000.000 [\mu s/s]}{12,35 [\mu s/2sm] \times \text{Impulsfrequenz } (f_i) [Hz]}$$

Die Tastpause vermeidet, wie oben angedeutet, dass „Echo-Informationsketten“ übereinander geschrieben (gezeichnet) werden. (Abschn. 9.2.4) Der Zeitraum gewährleistet in der Regel, dass das letzte Echo heimgekehrt ist, bevor der nächste Impuls folgt.

Eine Impulsfolgefrequenz von 1000 Hz, mit einer Tastpause von 1000 μs , erlaubt Impuls und Echo einen Laufweg von maximal $1.000 \mu s \times 0,162 \text{ sm}/\mu s = 162 \text{ sm}$ und damit die maßstabsgerechte Darstellung von Objekten in Entfernungen bis zu höchstens $162 / 2 \text{ sm}$ oder gemäß der obigen Formel: $1.000.000 / 12,35 \times 1000 = 81 \text{ sm}$.

Wird in kleineren Übersichtsbereichen mit geringerer Energie, bei kürzeren Impulsen, gesendet, so darf die Anzahl der Impulse pro Zeiteinheit beträchtlich gesteigert werden. (Abschn. 7.2.2)

2.2.2 Impulstrefferzahl/-leistung/-tastverhältnis und Mittlere Sendeleistung

Ein Objekt reflektiert solange, wie es von der Hauptstrahlungskeule (α) der mit der anlagentypischen Drehzahl (n_A) rotierenden Richtantenne getroffen wird. Werden alle Einflußgrößen berücksichtigt, ergibt sich für ein **Punktziel** unter günstigen Bedingungen pro Umlauf folgende **Impulstrefferzahl** (n_i):

$$\text{Impulstrefferzahl } (n_i) = \frac{\text{Impulsfrequenz } (f_i) [\text{Hz}]}{6} \times \frac{\text{Antennenbündelung } (\alpha) [^\circ]}{\text{Antennendrehzahl } (n_A) [\text{U/min}]}$$

Je höher die Trefferzahl, desto zuverlässiger die Darstellung; dank einer gehaltvolleren Echoserie und damit eines intensiveren Leuchtflecks. Die üblichen Schiffsradaranlagen erzielen etwa **10 bis 150 Treffer**. Das notwendige Mindestmaß – bei kleinen Objekten meistens seegangsabhängig – sind erfahrungsgemäß **5 Treffer** pro Überlauf.

X-Band-Antennen arbeiten üblicherweise mit einer **Drehzahl** von etwa **20 bis 30 U/min** (in Sonderfällen bis zu 80 U/min; s.u.); S-Band-Antennen mit etwa **8 U/min**.

Durch eine hohe Eigenfahrt und/oder durch sehr schnelle Gegner, die dann möglicherweise auch noch wiederholt ihren Kurs ändern, können in den kleinen Bereichen, unter 3 Seemeilen, bei der Objekt-/Zielverfolgung auf dem Radarbild große Lücken entstehen.

In derartigen Fällen wäre es möglich die Aufzeichnungsschritte durch Steigerung der Antennendrehzahl (bei entsprechend konstruiertem Motor) zu verkürzen. Die angegebene Formel bestätigt, dass eine geringere Impulstrefferzahl bei einer höheren Drehzahl durch eine höhere Impulsfolgefrequenz, die in diesen Bereichen sowieso üblich ist, ausgeglichen werden würde. (Abschn. 7.2.2)

Die für eine Ortung notwendige **Impulsleistung** (N_i) des Magnetrons einer zivilen Schiffsradaranlage liegt erfahrungsgemäß zwischen **3 kW** und **30 kW**.

In dem Zusammenhang ist sicher interessant zu wissen, dass 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 – eine 16-fache Sendeleistung erfordert. Deshalb bewirkt eine Verdoppelung der Sendeleistung theoretisch nur eine Verbesserung der Reichweite um weniger als 20 %.

Da nur kurzzeitig gesendet wird, ist die Impuls-(Sende-)Leistung nicht für die Ermittlung des Verbrauchs im Rahmen des Energiehaushaltes maßgebend; dafür kommt die **Mittlere Sendeleistung** (N_m) in Betracht. Um sie zu ermitteln, muss das sog. **Impulstastverhältnis** (q_i) berücksichtigt werden.

Der Begriff Impulstastverhältnis kennzeichnet das Verhältnis von Impulsdauer (t_i) zu **Impulsabstand** (t_a); wobei t_a dem reziproken Wert der Impulsfrequenz (f_i) entspricht und der Impulstastpause (t_p) (Abschnitt 2.2.1) ähnelt. Er wird häufig auch **Impulswiederkehr** genannt.

$$\text{Impulstastverhältnis } (q_i) = \frac{\text{Impulsdauer } (t_i) [\mu\text{s}] \times \text{Impulsfrequenz } (f_i) [\text{Hz}]}{1.000.000 [\mu\text{s/s}]}$$

*Bei einer Impulsdauer von **1 μs** und einer Impulsfrequenz von **1000 Hz** entsteht gemäß obiger Formel ein Impulstastverhältnis von: $1 \times 1000 / 1.000.000 = 1 : 1000$.*

Die Mittlere Sendeleistung – das Produkt von Impulsleistung und Impulstastverhältnis – wird auch als Dauerstrichleistung bezeichnet.

$$\text{Mittl.-Sendeleistg. } (N_m) [W] = \frac{\text{Imp'leistg. } (N_i) [kW] \times \text{Imp'dauer } (t_i) [\mu s] \times \text{Imp'frequenz } (f_i) [Hz]}{1.000}$$

2 Beispiele: 40 sm-Bereich – 30-kW-Magnetron – 1,0 μs – 1000 Hz

$$N_m = 30 \times 1,0 \times 1.000 / 1.000 = 30 \text{ W} \quad - \quad 30 \text{ W} / 30.000 \text{ W} = q_i = 1:1.000$$

½ sm-Bereich – 3-kW-Magnetron – 0,05 μs – 4000 Hz (Abschnitt 7.2.2)

$$N_m = 3 \times 0,05 \times 4.000 / 1.000 = 0,6 \text{ W} \quad - \quad 0,6 \text{ W} / 3.000 \text{ W} = q_i = 1:5.000.$$

Bei Dauerbetrieb würde die für die Impulse aufgewandte Energie dem Verbrauch einer kleinen Glühlampe entsprechen.

Der geringe mittlere Leistungsaufwand kennzeichnet den Vorteil der Impulstechnik und erklärt damit die Verwendbarkeit solcher Anlagen auch in der Klein- und Sportschifffahrt mit ihren begrenzten Energiequellen. Natürlich müssen zu dieser Leistung, die nur die Sendestufe betrifft, noch der Stromverbrauch einer Bildröhre bzw. der eines Flüssigkristall-Bildschirmes und der des Antennenmotors addiert werden; hinzukommt der bei Kleinanlagen unwesentliche Verbrauch aller anderen elektronischen Schaltkreise.

Der Leistungsbedarf für Schiffsradaranlagen liegt zwischen **30 W** und **1500 W**.

*Das „Arbeiten mit einem Hammer“ ist ein Beispiel
für den guten Wirkungsgrad einer Impulstechnik.*

2.3 Radarecho-/Signalaufbereitung

Wegen der gemeinsamen Antenne muss ein **Duplexer** – das ist ein Sende-/Empfangsumschalter (*Transmit/Receive Cell*) (Abschn. 7.2.3); auch **Antennenweiche** genannt – während der Sendezeit des Magnetrons den empfindlichen Eingang des Empfängers vor Über-/Hochspannung schützen.

Die Trägerfrequenz*) eines rückkehrenden Echos wird in der Kristalldioden-Mischstufe eines Überlagerungsempfängers, dessen Technik bereits für den Rundfunkempfänger entwickelt wurde, mit den Zentimeterwellen eines so genannten abstimmbaren Hilfsoszillators zu einer längerwelligeren Zwischenfrequenz gemischt. Anschließend erfolgt deren Weiterverarbeitung – unter Berücksichtigung und/oder Korrektur möglicher störender Einflüsse durch eine sinnvolle Bedienung – in einem breitbandigen Zwischenfrequenzverstärker mit speziellem Videogleichrichter, um dann als möglichst eindeutiges **Videosignal** zur Helltastung für die Radarbilddarstellung zur Verfügung zu stehen.

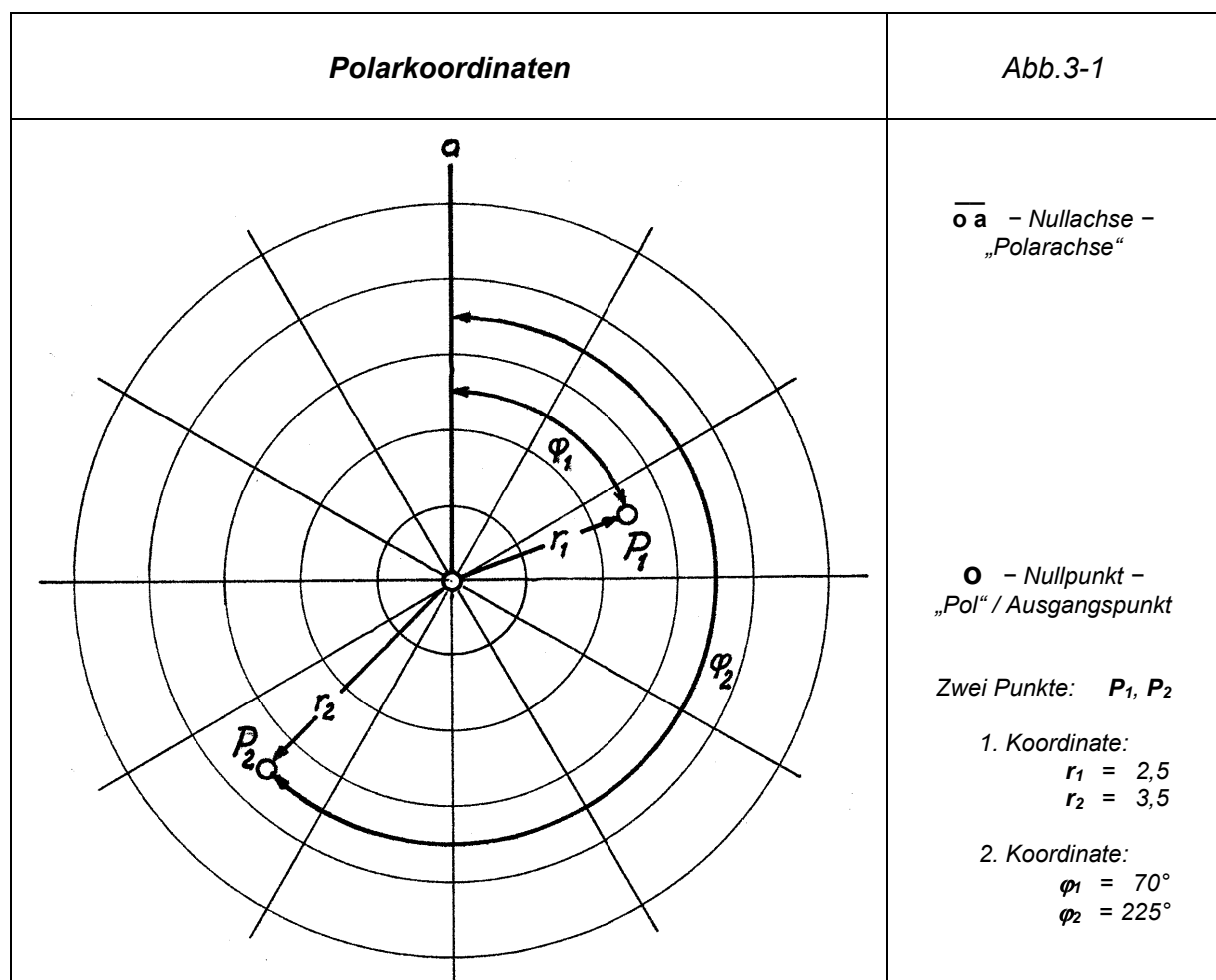
**) Die Beherrschung der höchstfrequenten Radarwellen, der Zentimeterwellen, ist problematisch – sowohl bei deren Transport (deshalb, vor allem im X-Band, die Notwendigkeit eines Hohl-(Wellen-)leiters, anstatt eines (Koax-)Kabels (Abschn. 5.1)) – als auch bei deren Verstärkung (darum eine Zwischenfrequenz).*

3 Markieren und Stabilisieren · Objektmarkierungen – zuordnen, einrichten und anzeigen

Vor der Beschreibung des Bildformates eines (Analog-)Radars – mit seinen unterschiedlichen Formen und den sich daraus ergebenden Begleiterscheinungen – werden das Prinzip eines Markierungsvorganges auf dem Bildschirm und die notwendigen Vorbedingungen für eine zweckmäßige Darstellung betrachtet.

3.1 Radarbild-Koordinaten – Analoge Radarsignal-Verarbeitung

Eine sorgfältige Behandlung der Informationen – der Impuls-/Echo-Messdaten – im Rahmen des so genannten **Polarkoordinaten**-Systems ist Voraussetzung für die Brauchbarkeit eines Radarbildes. Das Ergebnis der Datenauswertung präsentiert der *Plan Position Indikator* (PPI), bei dem die Zielsprache durch zwei Koordinaten auf den Radarantennenstandort bezogen wird. Einige Zusammenhänge wurden bereits im Abschnitt 1.2 erwähnt.



Zunächst soll der Abstand zu dem Punkt „P“ einer Objektmarkierung, die Entstehung seines Radius „r“ – der ersten Koordinate im System – angesprochen werden. (Abb. 3-1) Der Ausgangspunkt des durch den *Trigger* gestarteten Schreibstrahls entspricht dem Koordinatennullpunkt (o) – auch „Pol“ genannt – in diesem Fall: Eigenschiff.

Eigenschiff wird zum „Nabel des Radarbildes“ (Abschn. 3.2) – **auch bei einer Rasterscan-Darstellung**. Die Dauer der Ablenkung bis zu dem Radarbildpunkt eines Objektes gleicht der Gesamtlaufzeit eines Impulses und des zugehörigen Echos mit konstanter (Licht-) Geschwindigkeit. Ein verzerrungsfreies Radarbild wird durch eine gleichmäßige Geschwindigkeit des Schreibstrahls – durch dessen Linearität von 0 an – beim Ablaufen des Radius (r) gewährleistet. D. h. die korrekten und damit maßstabsgerechten Distanzen der Objekte, der „Punkte auf der Karte“, sind das Ergebnis einer exakten Funktion der zeitabhängigen elektronischen Schaltkreise. –

*Die Linearität der Startphase, etwa die des Nächstbereiches, war bei einem Analogradar, im Gegensatz zum Rasterscan-Radar, oft schwierig zu erzielen. Eine Nicht-Linearität führte zu einer Verzerrung – oft Einschnürung – der Darstellung; die wurde dann als Bottleneck, **Flaschenhals-Effekt**, bezeichnet. –*

Zeitgleich mit dem Schreibstrahl startet ein Oszillator mit einer dem Übersichtsbereich angepassten Frequenz, die den gegenseitigen Abstand der **Entfernungs(mess)ringe** bestimmt. (Abschn. 5.2.3) Ihre Genauigkeit sollte besser als **1,5 %** des eingeschalteten Bereiches sein. Bei Nutzung dieser Markierungen sind durch Exzentrizität oder Parallaxe, wie sie sich z. B. bei auf eine Schutzscheibe gedruckten Ringen ergeben könnten, keine Fehler zu erwarten, da die Position eines Messringes, als künstliches Dauerecho mit vorgegebenem Radius (Entfernung), unmittelbar durch den Schreibstrahl bestimmt wird.

Die zweite Koordinate für eine definierte Ortsbestimmung von „P“ ist ein Winkel, mit „ ϕ “ bezeichnet. So wie für die Entfernungskoordinaten auf dem Bildschirm ein Nullpunkt festgelegt wurde, wird für die Winkelkoordinate eine sog. Polarachse (**o-a**), eine Nullachse, als Referenz angenommen, die durch eine auf dem Radarbild – gegenüber einer Gradskala – sichtbaren Bezugslinie dargestellt wird. (Abschn. 3.3.1) Bei exakter Einstellung von Schreibstrahlursprung und Strahlrichtung der Radarantenne entspricht die zweite („Azimut“-)Koordinate der Schiffspeilung. (Abb. 3-1)

Daten von Abstand und Winkel bilden die Grundlage für eine Ortung.

Die Objekt-/Zielansprache bezieht sich auf 0 und die Nullachse.

– Beide Koordinaten-Anfänge müssen justiert werden. –

Eine brauchbare Panorama-Aufnahme erfordert, dass Antenne und Bildaufzeichnung synchron drehen, d. h. dass der Schreibstrahl eines Analogradars, nach Ablauf einer Rundum-Messung, zu Beginn des nächsten Umlaufs wieder genau dort – bei der gleichen Antennenstrahlrichtung – ansetzt, bei der die erste Aufzeichnung begann. Dadurch liegen dann – bei stationärer Drehantenne – aufeinander folgende Lotungen zu einem ruhenden Objekt praktisch unverwischt übereinander.

Die Drehbewegung der Antenne kann durch ein Paar elektromechanischer **Drehmelder** (je einer in der Antenne und im Sichtgerät), einer Biegsamen Welle ähnlich, an die Ablenkspule übermittelt werden. Wegen der geforderten Übereinstimmung muss die Drehwinkelübertragung schlupffrei – und darum mit wesentlich höherer Drehzahl als die Antenne – arbeiten. Die hochtourigen Umdrehungen werden anschließend im Sichtgerät wieder rückübersetzt; auf diese Weise wird eine Genauigkeit von $\pm 0,5^\circ$ erreicht.

Bei einwandfreier Funktion von Winkelübertragung und Strahlablenkung können die Signale, ohne jegliche elektronische Rechenoperation, unmittelbar – das bedeutet: analog – vom Bildverstärker übernommen, abgebildet und für die Zielansprache genutzt werden.

(Abschn. 3.2.1 u. 3.3.1)

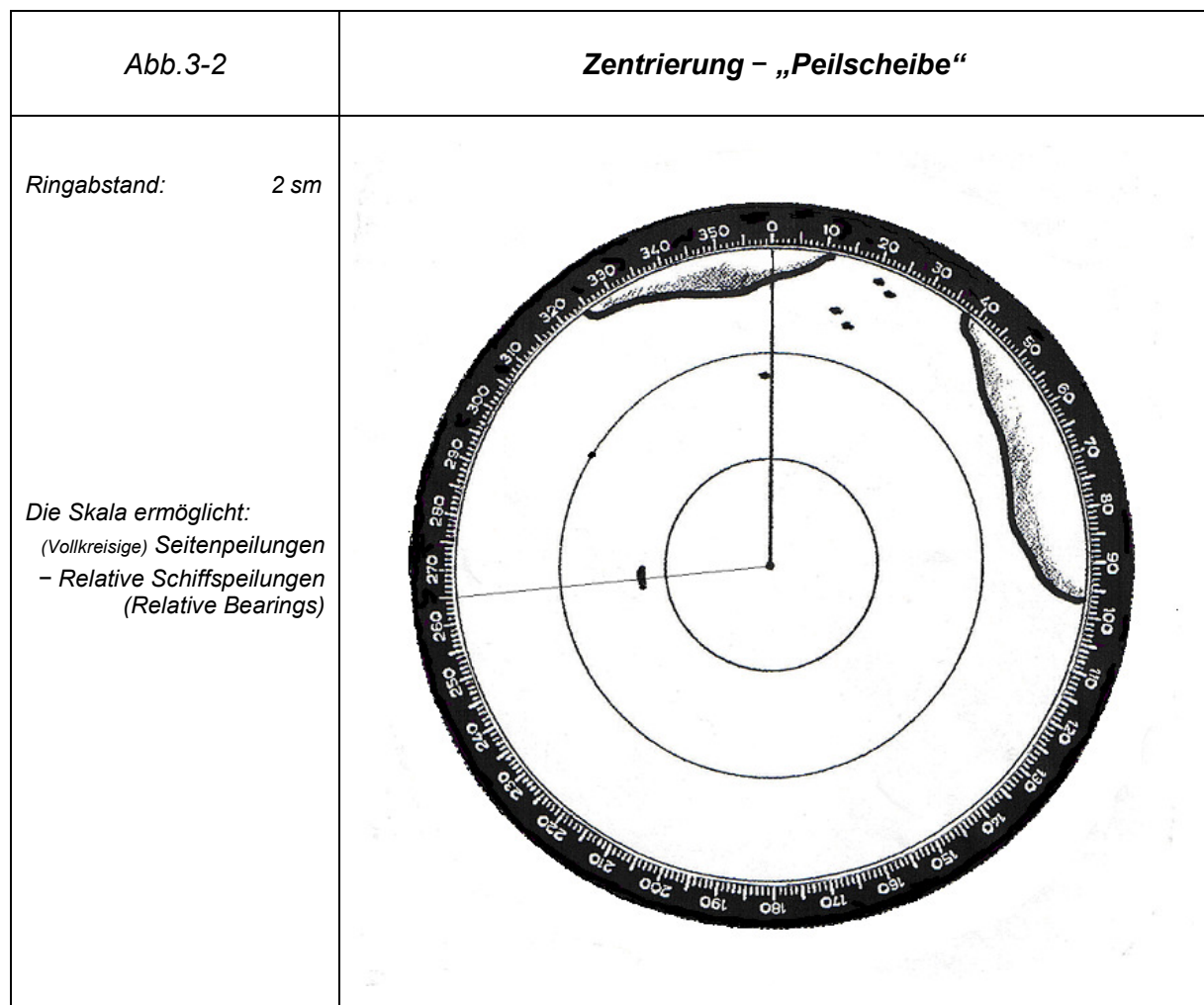
Die Polarkoordinaten der klassischen analogen Daten einer jeden Markierung müssen für eine digitale **Rasterscan-Darstellung** in rechtwinklige **X/Y-Koordinaten** umgewandelt, umgerechnet, werden (Abschn. 1.2) – das „kostet eine gewisse Zeit“.

3.2 Radarbild-Ursprung

3.2.1 Zentrierung

Auf einer Katodenstrahlröhre, wie sie ein Analogradar zur Bildaufzeichnung verwendet, erscheint der unabgelenkte Elektronenstrahl als schwacher Lichtpunkt etwa in der Mitte der kreisrunden Bildröhre. Die das Radarbild umgebende gedruckte oder gravierte **Gradskala** ist praktisch eine **Peilscheibe**, eine Richtungsrose. Vorbedingung für brauchbare Ergebnisse beim **Radarpeilen** (Abschn. 8.1.2), ist allerdings, dass sie nur bei exakt – auf den Mittelpunkt der Peilscheibe – justiertem **Bildursprung**, d.h. nach interner Grund-Einstellung des Elektronenstrahls, benutzt werden darf.

Der Normalfall des Betriebes einer Rundsuch-Radaranlage erlaubt bei Verwendung der genannten Bildröhrenform rundum, theoretisch, die gleiche Sichtweite.



Erkenntnisse aus Abb. 3-2:

Bei zentriertem Bild rundum die gleiche Übersichtweite.

Objekt an Backbord, (Vollkreisige) Seitenpeilung – Radarpeilung: „265°“;

entspricht einer halbkreisig gezählten Seitenpeilung von: $(360^\circ - 265^\circ = 095^\circ)$ „Backbord 095°“ – „Etwas achterlicher als querab“.

(Thema „Radarpeilen“ – Abschn. 8.1.2)

Radarpeilungen sind relativ

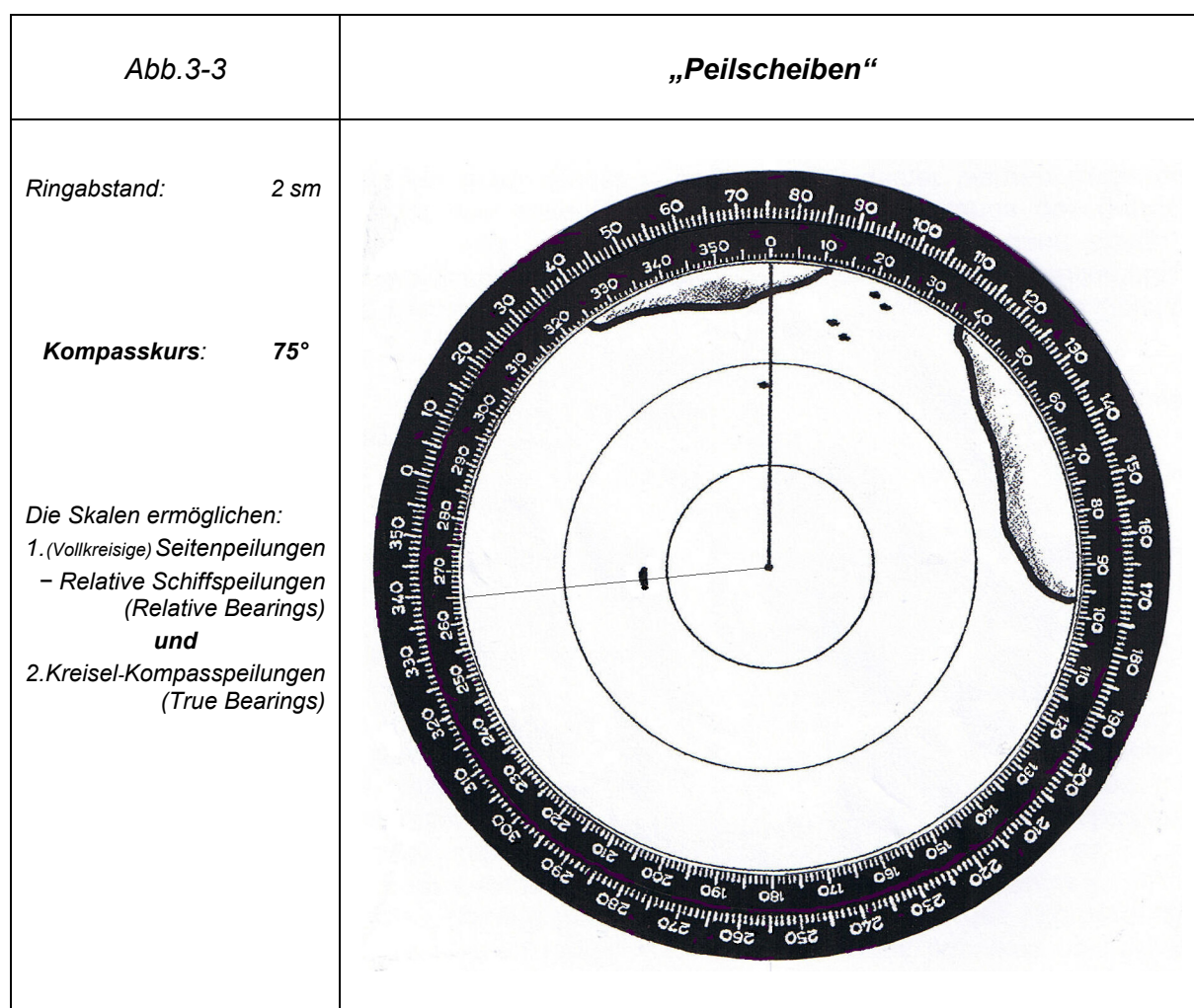
– bezogen auf den Beobachtungs-/Radarantennenstandort und eine **Bezugslinie**.

Die Umsetzung von zusätzlichen Informationen über nautisch relevante Daten erforderte bei einem Analogradar oft eine aufwendige (fein-)mechanische Einrichtung, vorausgesetzt, dass dafür genügend Platz innerhalb des Sichtgerätes zur Verfügung stand.

In diesem Zusammenhang sei der Vollständigkeit halber erwähnt, dass bereits 1944 die ersten amerikanischen Relative-Motion-Schiffsradaranlagen über eine zweite (äußere), einer Kursänderung entgegengesetzt drehenden Gradskala, eine sog. **True Bearing Scale**, verfügten, die von einem Kompassdrehmelder angetrieben wurde.

Dadurch war es möglich – bei der zu der Zeit generell üblichen zentrierten Darstellung – Kreiselkompasspeilungen zu nehmen, wenn der anliegende Kompasskurs über 0° der festen Skala, der **Relative Bearing Scale**, eingestellt wurde. (Abb. 3-3)

Entsprechend vorbereitete Sichtgeräte konnten durch einen Bausatz (True-Bearing-Kit, TBK) hochgerüstet werden. (Abschn. 4.1.2)



Erkenntnisse aus Abb. 3-3:

Objekt an Backbord,

1. Seitenpeilung – Radarpeilung (innen): „265°“.

2. (Kreisel-)Kompasspeilung (außen): „340°“,

($265^\circ + 075^\circ = 340^\circ$; Seitenpeilung + Kompasskurs = Kompasspeilung).

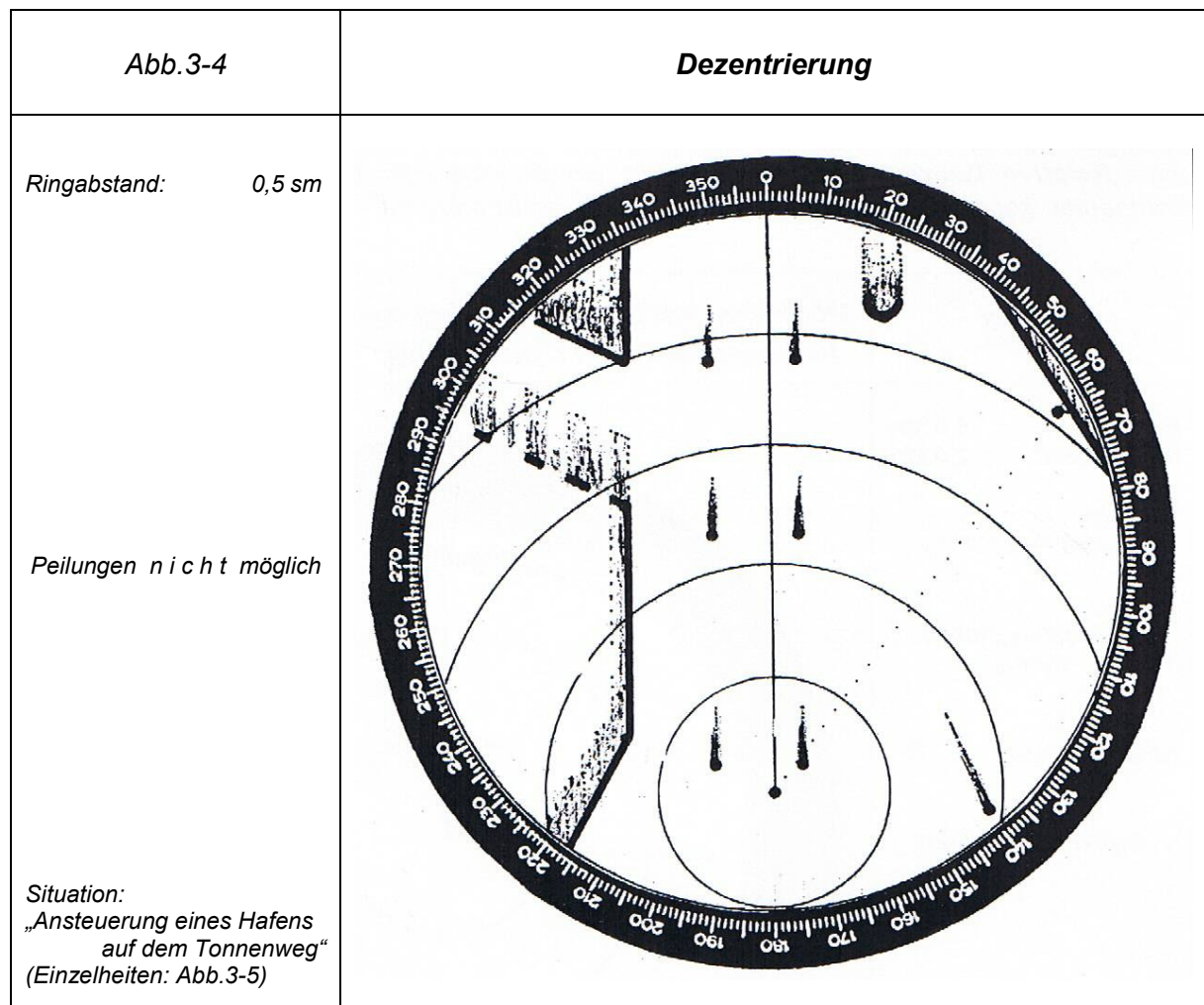
(Thema „Radarpeilen“ – Abschn. 8.1.2)

3.2.2 Dezentrierung

Einen Sonderfall der Platzierung des Radarbild-Ursprungs stellt die, bei Bedarf schaltbare, Verschiebung des Nullpunktes dar. (Abschn.5.2.2)

Diese **Dezentrierung** (*Off-Center(-ing)*) – meistens um den Betrag des halben Radius entgegen der Vorausrichtung – veranschaulicht Abb. 3-4. Trotz Verbleibens im gleichen Übersichtsbereich, das bedeutet bei gleichem Bildmaßstab, kann die Übersicht in dem ausgewählten Bereich – durch Dezentrierung z.B. nach achteraus – um mindestens **50 %** nach voraus erweitert werden; sinnvoll u. a. für Fahrzeuge, die auf mehr oder weniger breiten Gewässern – Flüssen – navigieren müssen.

Bei einigen Fabrikaten bestand die Möglichkeit, den Ausgangspunkt – Eigenschiff – in jede beliebige Richtung zu verlagern; so, dass dann beispielsweise auch der Bereich zweier seitlicher Quadranten in die entsprechende Gegenrichtung ausgedehnt werden konnte.



Erkenntnisse aus Abb. 3-4:

Sicht voraus: 2,5 sm – trotz des 1,5-sm-Bereiches.

Das Objekt an Steuerbord voraus (Bildrand) peilt nicht 62°!

(Thema „Radarpeilen“ – Abschn. 8.1.2)

Bei *Dezentrierung* –
eine Peilung nicht an einer konzentrischen Gradskala ablesen.

Das digitale *Rasterscan*-Radar verwendet eine parallaxefreie, am Bildrand elektronisch eingeblendete Gradskala, die auf Eigenschiff – den Schreibstahl-Ursprung – ausgerichtet ist und die sich nicht nur der möglichen Exzentrizität des Bildzentrums (Abb.11-16) sondern auch einer rechteckigen Fernseh-Bildröhrenform bzw. dem beliebigen Format eines Flüssigkristall-Bildschirms oder Bildbereiches anpassen kann.

Damit wird das Justieren der Bildmitte bei einem *Rasterscan*-Sichtgerät überflüssig.

(Abschn.3.2.1)

3.3 Radarbild-Stabilisierung

Ein Radar(sicht)gerät muss bei Betriebsbeginn zu dem Umfeld, in dem es operieren soll, eine Beziehung herstellen. Durch diesen Umstand wird die Lage der Markierungen der empfangenen Echos auf dem Radarbild beeinflusst.

Einmal betrifft es den Bezug des Sensors – der Richtantenne – zu der Plattform, von der aus die Anlage orten soll. Außerdem können es Verknüpfungen mit Kompass und Log oder einem *GPS* sein; mit Systemen, die eine Richtungs- bzw. eine Standortänderung der Plattform gegenüber dem Umfeld registrieren.

Die Darstellung wird hierdurch – den unterschiedlichen Forderungen entsprechend – angemessen stabilisiert oder auch orientiert bzw. gestützt, so, dass sich verschiedene **PPI-Darstellungsarten** ergeben.

3.3.1 Basis-Stabilisierung – Schiffsrichtungs-Orientierung (*Orientation*)

Eine eindeutige Radardarstellung erfordert im Rahmen einer **Basis-Stabilisierung** eine **Schiffsrichtungs-Orientierung** und damit nicht nur eine entsprechend ausgerichtete Antenne sondern auch eine bestimmte Lage der Nullachse – der andauernden Kennzeichnung einer Vorzugsstrahlrichtung – auf dem „Radarbild“.

Die Groborientierung der Richtantenne erfolgt häufig bereits bei dem Einbau dadurch, dass der Antennenflansch (oft mit einer Markierung) ungefähr der gewünschten Bezugsrichtung gemäß montiert wird. Ein, meist nur innerhalb eines begrenzten Sektors, zu justierender Kontakt in der Antenne erzeugt die auf dem Bildschirm sichtbare und damit auch jederzeit kontrollierbare Linie (Nullachse), die den Bezug der Mittellinie der Hauptstrahlungskeule zu ihrer Basis – zum Schiff – mit der Vorzugsrichtung liefert.

Auf der anderen Seite muss – bei einem Analogradar mit Übermittlung der Antennenstrahlrichtung durch Drehmelder – eine sog. **Zwangssynchronisierung** der Ablenkspule der Bildröhre und damit dem Schreibstrahl, die Bezugslinie für die Anzeige, unter Berücksichtigung der Gradskala, nach dem Einschalten richtungsgerecht zuweisen. Denn die eindeutige elektromechanische Kupplung zwischen Radarantenne und Ablenkspule wird durch das Ausschalten des Gerätes immer wieder unterbrochen. Infolgedessen ist es notwendig, dass sie nach jedem Einschalten, möglichst automatisch, wiederhergestellt wird.

Im Verlauf der Zwangssynchronisierung werden die Kupplungshälften mit Hilfe zweier Bezugspunkte – einem Kontakt an dem Antennenschaft und dessen Gegenstück gegenüber der Ablenkspule – (wieder) stimmig miteinander verbunden.

Das bedeutet, dass die **Radarbild-Stabilisierung** damit beginnt, dass der Schreibstrahl in einer definierten Position eine Verbindung zu der mit der Basis verschraubten und ausgerichteten Radarantenne sucht – die Darstellung, die **Bildlage**, wird durch den Vorgang für die laufende Anwendung **basisstabilisiert** und dabei meistens **vorausorientiert**; auch **Head-Up (H-UP)** genannt. Dieser Standardfall der Schiffsrichtungs-Orientierung bewirkt, dass ein „recht voraus“ liegendes Objekt, bei zentrierter Darstellung, immer in Richtung 0° der umgebenden Gradskala, auf der **Vorauslinie (Headmarker/HM)** abgebildet wird. Im Englischen durch den Zusatz *UP* – aufwärts gerichtet – gekennzeichnet.

*Eine einmalige sorgfältige **Ausrichtung der Drehantenne**
ist **Vorbedingung** für die Brauchbarkeit der möglichen **Radarpeilungen**.*

Bei einigen Radargeräten kam eine einfachere (kostengünstigere) elektromechanische Drehübertragung zum Einsatz. In dem Fall musste die Bildlage nach dem Anlaufen der Radarantenne, deren Richtungsempfänger im Sichtgerät, anhand der Vorauslinie mechanisch auf 0° justiert werden. Damit entfiel die Zwangs-Synchronisierung.

Anfang der 50er-Jahre gab es sogar Kleinanlagen, die eine gut geölte mechanische Biegsame Welle für die Anbindung des Sichtgerätes an die Antenne und damit für eine starre Basis-Stabilisierung verwendeten. (Abb. 11-9)

Die Basis-Stabilisierung muss nicht grundsätzlich eine Voraus-Orientierung beinhalten. So kann z.B. ein Fährschiffbetrieb für ein Radarsichtgerät und dessen Schiffsrichtungs-Orientierung einen Sonderfall bedeuten. Wenn das Fährbett über den Achtersteven mit Rückwärtsfahrt (bei Wechsel der Seiten(-laternen)) angelaufen wird, erfordert der Einsatz eine weitere (angepasste) Basisstabilisierung mit einer zweiten Bezugsrichtung.

*Im einfachsten Fall kann das Radar durch Umschaltung **achterausorientiert, Stern-Up (S-UP)**, werden. Auf großen Fähren wird häufig – bei entsprechenden Sichtverhältnissen – auf der Brücke zusätzlich ein achterausorientiertes Sichtgerät oder auf einer zweiten, achteren, Brücke eine weitere Radaranlage installiert. Dann in beiden Fällen mit einem „eigenen Vorausmarker“ (H-UP) – 180° (Regel-)Schiffsrichtung entsprechend.*

Rückblick:

Nachdem das Radar – durch die erfolgreichen Einsätze in den Kriegsjahren (1943/45) – seine Brauchbarkeit für die Zielsprache bewiesen hatte, ergab die Praxis, dass die Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen der Navigation durch die Wahl unterschiedlicher Darstellungsarten und durch die Aufzeichnung von Bewegungsabläufen bzw. durch die (automatische) Verfolgung eines Objektes äußerst vielfältig sein können. Dabei wird vorausgesetzt, dass die notwendigen Randbedingungen – unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten und vor allem der Kosten, im Hinblick auf die zivile Verwendung – zu erfüllen sind.

Eine weitergehende Nutzung des Radargerätes verlangt, dass das Verhalten der Radarbilddarstellung bzw. auch das von Eigenschiff neben den beschriebenen Voraussetzungen – wie bereits angedeutet – noch durch navigatorisch relevante Informationen beeinflusst werden muss. Die Darstellung kann durch die Übermittlung aktueller Kompassdaten kurs- und durch die Einspeisung entsprechender Logdaten außerdem eigenfahrtunabhängig gemacht werden. Diese Darstellungsarten werden unter folgenden Begriffen behandelt:

Kompass-Stabilisierung und Log-Stabilisierung.

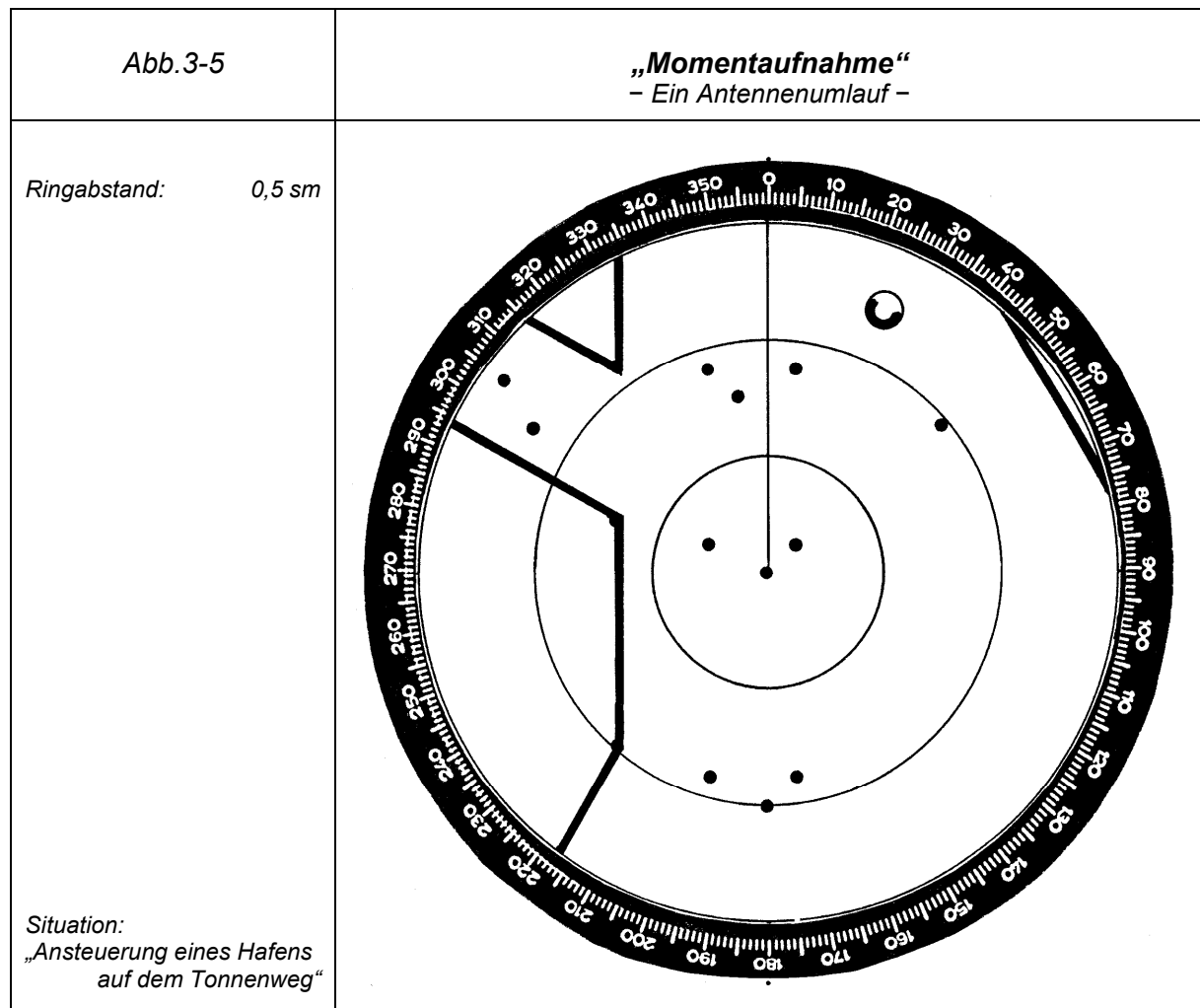
Wegen der vielfältigen Verzahnung der unterschiedlichen Stabilisierungs-Modi sind die beiden Themen „Kompass-Stabilisierung“ und „Log-Stabilisierung“ an dieser Stelle von der unmittelbaren Textfolge abgekoppelt. Sie werden, zwecks sinnvollerer Zuordnung, erst im Abschnitt 4 – „Orientieren und Tracken“ – beschrieben und sind deshalb unter:

4.1.2 Kompass-Stabilisierung – Radarbild-Orientierung bzw.

4.2.1 Log-Stabilisierung – Eigenschiff-Bewegung eingeordnet.

3.4 Radar-Objektmarkierungen – Nachleuchtschleppen

Bei der Aufzeichnung eines Radarbildes entspricht grundsätzlich jeder einzelne Antennen-umlauf einer Momentaufnahme des Umfeldes. Die Abstände aller Objektmarkierungen zu Eigenschiff sind – unabhängig von der Darstellungsart – natürlich wahr und damit maßstabsgerecht; vorausgesetzt die Strahlableitung arbeitet korrekt.



Dies ist ein Beispiel für weitere Betrachtungen (auch in Abschnitt 4), mit einer angenommenen Konfiguration – („Identifizierung der Objekte nach Beobachtungen und Vergleich mit der Seekarte“):

An Backbord: Stromkajen, ein Hafenbecken, darin 2 Objekte – 1 Dalben, 1 Fahrzeug.

An Steuerbord voraus: 1 Bohrinsel, 1 Fahrzeug und die Uferbegrenzung der Flussmündung.

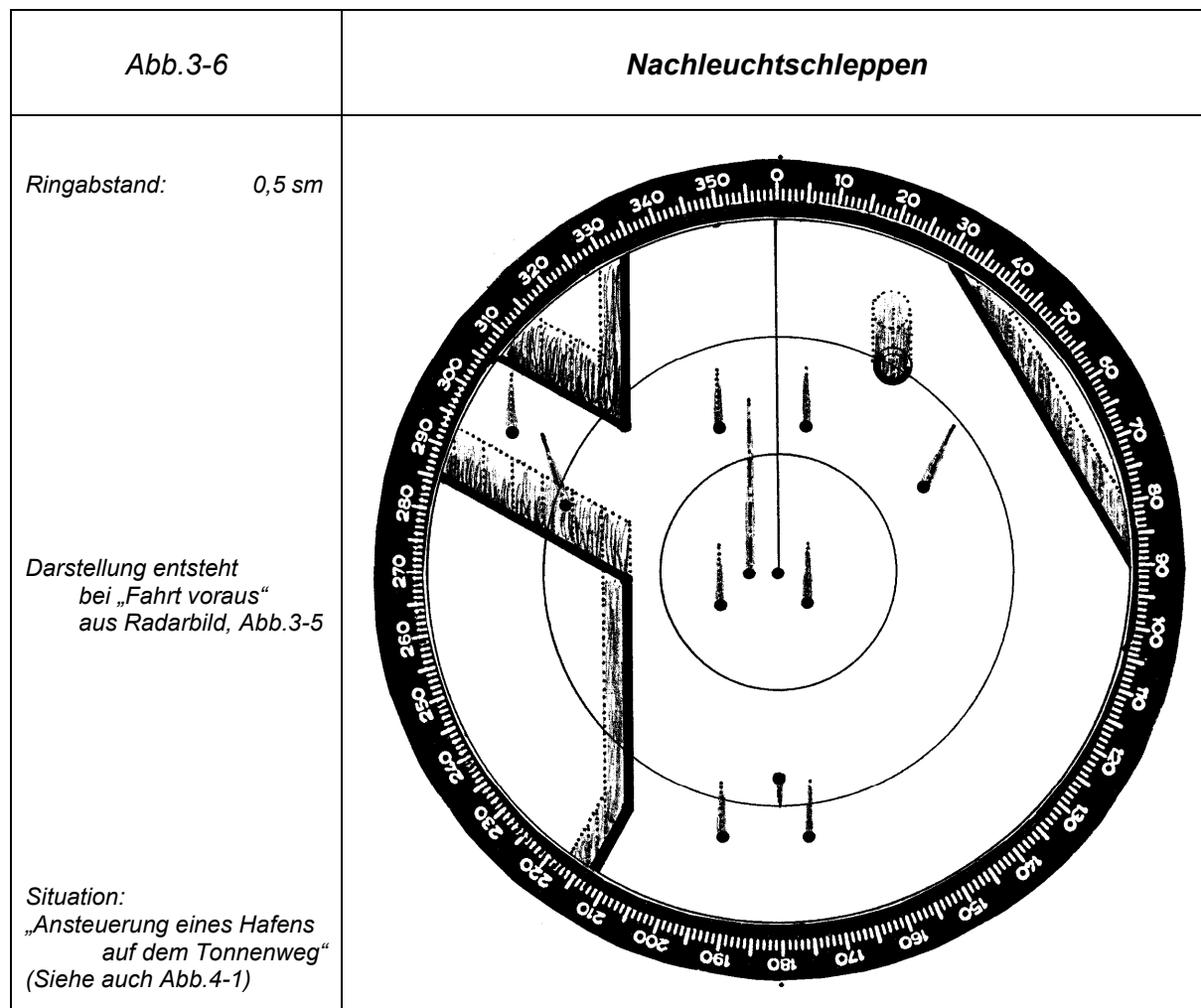
Außerdem: 3 x 2 Fahrwassertonnen und 2 Fahrzeuge, voraus und achteraus im Fahrwasser.

Der übliche Betrieb eines analogen Sichtgerätes, die Darstellung einer „Dauerfolge von Momentaufnahmen“, erzeugt hinter jedem Leuchtfleck – abhängig von der Änderung der Position seines Sensors – infolge der Bildschirmbeschichtung eine **Nachleuchtschleppe** (Nachleuchtspur). (Abb. 3-6 u. 4-1/2) Das Wissen um deren Erscheinungsform kann bei der Beurteilung des Verhaltens der Objekte – ruhend (stationär) oder in Fahrt – und damit, bei dem Versuch ihren „Charakter“ – Land/Seezeichen oder Fahrzeuge – zu erkennen, hilfreich sein. Außerdem können Nachleuchtschleppen auch etwas über ein besonderes Umfildverhalten aussagen. Dabei ist die Darstellungsart ausschlaggebend.

Es ergeben sich zwei Hauptgruppen von möglichen Radardarstellungsarten; sie werden den Bewegungsmustern der Objekte entsprechend bezeichnet. Entweder sind die Bewegungen

relativ, bezogen auf Eigenschiff (Abschn. 4.1), oder sie sind – mit Einschränkungen(!) – absolut, bezogen auf die Umgebung. (Abschn. 4.2) Im Englischen lautet die Bezeichnung:

Relative-Motion-* oder *True-Motion-Presentation; abgekürzt: ***RM*** bzw. ***TM***.



Nachleuchtschleppen sind verblässende – bei Punktzielen „kommaförmige“ – vorhergegangene Objektmarkierungen. Ihre mehr oder weniger sichtbare Länge ist bei einem Analogradar von der Geschwindigkeit der Verursacher, vom eingeschalteten Übersichtsbereich, von der Bildgrundeinstellung und dem Bildschirmbelag sowie von der Umfeldbeleuchtung des Bildschirms, dem subjektiven Empfinden des Beobachters und dem Adaptionsgrad seiner Augen – der Anpassung an die herrschenden Lichtverhältnisse – abhängig. Ihre normale Lebensdauer beträgt etwa **15 bis 90 Sekunden**.

Einerseits können diese Nachleuchtschleppen eine brauchbare Begleiterscheinung sein, andererseits üben sie einen weniger (Abb. 3-6 u. 4-1) bis sehr störenden (Abb. 4-2) Einfluss auf das Radarbild aus. Die Tendenz, wie die Objektmarkierungen ihre Bewegungsrichtung änder(te)n, wird durch deren Spuren/Schweife, auch *Trails* genannt, erkennbar. Sie sind damit natürlich ebenfalls, je nach Darstellungsart, entweder eigenschiffbezogen, relativ oder bei entsprechend konstruierten Anlagen wahr bzw. absolut gegenüber Wasser oder Grund. (Abschn. 4.2.1) Das Zerlegen der Positions-Änderungen bzw. Bewegungen in Einzelkomponenten, so, wie es der Segler bereits – von den Einflüssen durch Wind oder Strom her – kennt, erleichtert die Vorstellung und das Verständnis für die Vorgänge.

*In einer Bildfolge sind **Richtung, Länge und Form** der Nachleuchtschleppen nicht nur von den spezifischen Positionsänderungen der jeweiligen Objekte, sondern auch von der **Darstellungsart** abhängig.*

Beim *Rasterscan*-Radar entstehen keine Nachleuchtschleppen, da der Bildschirmbelag einer Fernsehbirne oder ein LCD-Schirm ein Helligkeitssignal nicht speichert. Doch können die Spuren andersfarbig als die aktuellen Echos – mit einstellbarer Lebensdauer, einer Belichtungszeit vergleichbar – durch die Schaltung „Nachleuchtspur“ (*Trail*) angewählt und in ähnlicher Weise, aber nicht kommaförmig, dargestellt werden. (Abschn. 1.2 u. 5.2.3)

Außerdem ist es bei *True Motion* und entsprechender Konstruktion möglich, zurückliegende Positionen von Eigenschiff oder von anderen Objekten durch die Schaltung „Fahrwegverlauf“ (*Target-Track / Past Positions*) in einstellbaren zeitlichen Abständen von z. B. **drei, sechs oder zwölf Minuten** und den dazwischen liegenden Fahrweg durch eine Punktreihe zu markieren und damit die Vergangenheit zu dokumentieren. (Abschn. 5.2.3)

*Die Bezeichnung **Track** gilt normalerweise nur für die Fahrt über Grund. Im erweiterten Sinn steht Track für die fortgeschriebenen Positionsänderungen eines Fahrzeuges unter Berücksichtigung von Kurs und Geschwindigkeit; in diesem Fall, die des Radarträgers – gegenüber der „Fahrebene“, auf die sich seine Bewegung bezieht. (Abschn. 4.2)*

Die jeweils möglichen Auswirkungen der unterschiedlichen Darstellungsarten eines analogen Radarbildes auf das Verhalten der aufgezeichneten Objekten sollen die in Abschnitt 4 folgenden Beispiele mit der in Abbildung 3-5 nachgebildeten Objektkonfiguration deutlich machen. Die Objekte erscheinen wie in einem Simulator ohne die radartypischen Verzerrungen. Bei den gezeichneten Darstellungen – invers wegen der einfacheren Zeichentechnik – werden eine gleichmäßige Drehwinkelgeschwindigkeit und ein konstanter Drehkreisradius angenommen. Drei Entfernungsmessringe im Abstand von jeweils 0,5 Seemeilen unterteilen einen 1,5-sm-Bereich. Obendrein sind die Nachleuchtschleppen der Deutlichkeit halber länger dargestellt, als sie normalerweise in der Praxis erscheinen würden. Die angedeutete Länge entspricht einer Anzeigedauer von etwa drei Minuten, bei einer Eigenfahrt von etwa 5 kn durchs Wasser.

4 Orientieren und Tracken · Objekte/Eigenschiff – darstellen, fixieren und bewegen

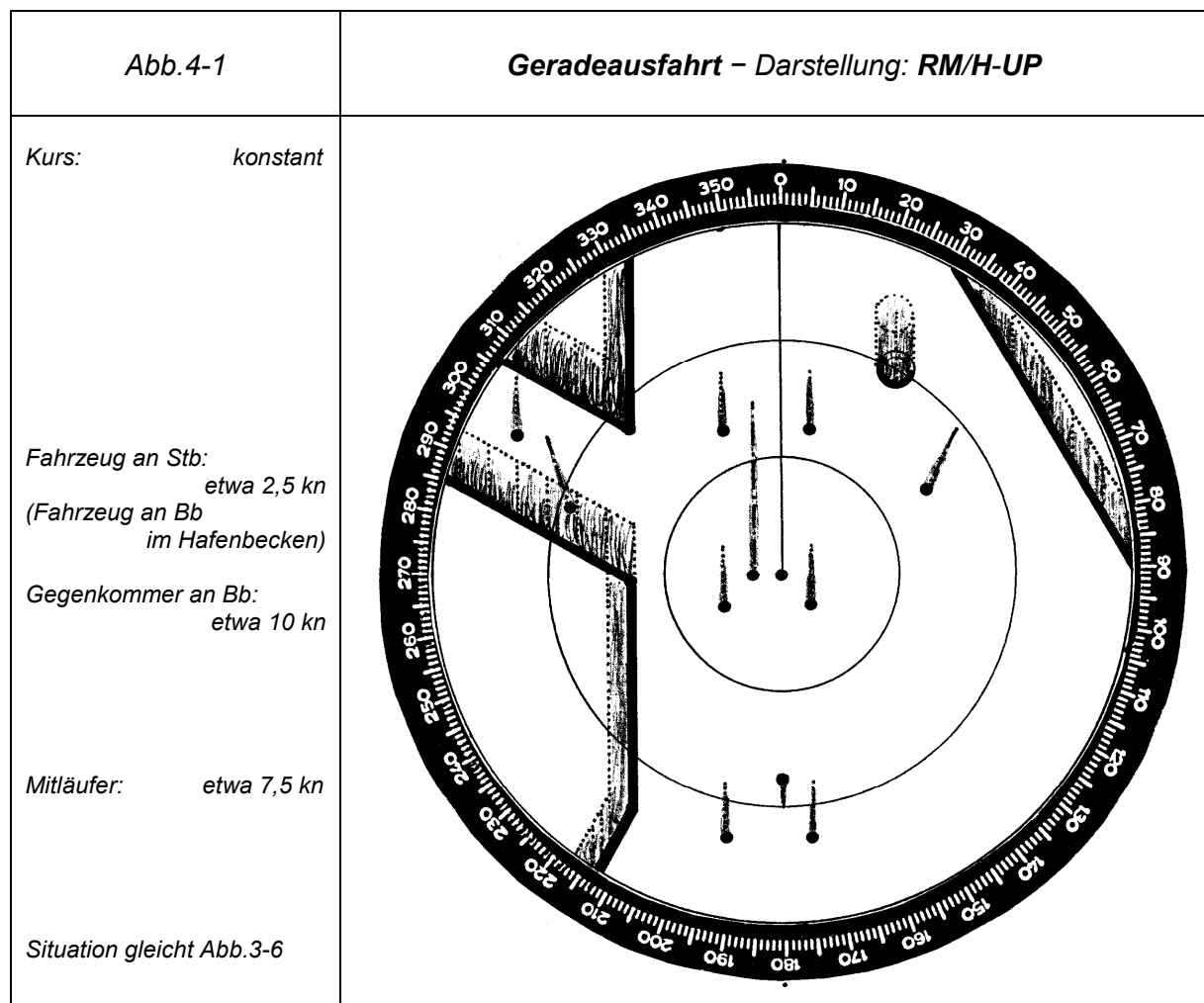
4.1 Relative Radarbild-Darstellung – *Relative Motion Presentation/RM*

Für eine **Relative Darstellung** ist generell der fixierte **Bild-Ursprung** (Eigenschiff) charakteristisch.

4.1.1 Relative Darstellung, vorausorientiert – *RM, Head-Up*

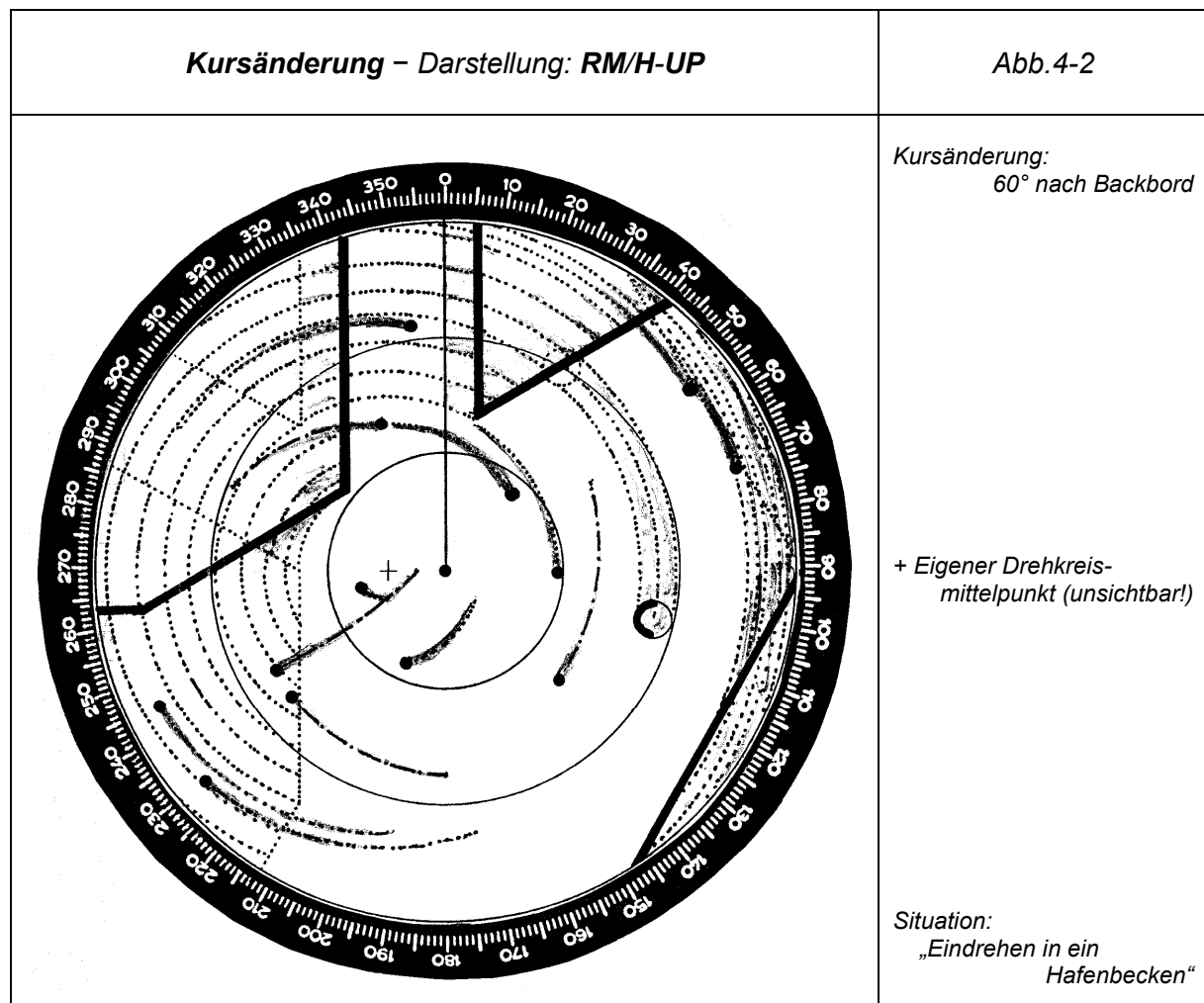
Dieser Orientierungs-Modus besagt, dass die Bezugslinie – in diesem Fall die Vorauslinie – grundsätzlich unverrückbar/starr aufwärts zeigt – **H-UP**. Bei zentriertem Eigenschiff, hat sie damit einen unmittelbaren Bezug zu 0° der fest stehenden Gradskala eines analogen Sichtgerätes. (Abschn. 3.2 u. 3.3.1)

Bei dem „speziellen“ Angebot unterschiedlicher Orientierungsmöglichkeiten neuerdings auch durch einen „Orientierungs-Wahlschalter“ über „Head-Up“ anwählbar. (Abschn. 5.2.2)



Erkenntnisse aus Abb.4-1:

Bei Geradeausfahrt bilden alle Objektmarkierungen durch die Bewegung des eigenen Schiffes vorwiegend parallel zur eigenen Kielrichtung verlaufende Nachleuchtschleppen – in den meisten Fällen in eigener Fahrtrichtung.



Erkenntnisse aus Abb.4-2:

Bei eigener Kursänderung (nach Backbord) schwenkt, dreht sich, das Umfeld in entgegengesetzte Richtung – in diesem Fall im Uhrzeigersinn.

Nach Betrachtung der Abbildungen 4-1/2 kann zusammenfassend festgestellt werden:

Die unveränderliche, feste Eigenschiff-Position einer vorausorientierten Relativen Darstellung – quasi egozentrisch – hat auf dem Bildschirm bei eigener Fahrt zwangsläufig zur Folge, dass sich bei einem Analogradar hinter allen Markierungen – mit Ausnahme von Eigenschiff – Nachleuchtschleppen bilden. Sie entstehen durch die fortschreitenden Positionen aller Objekte als relative Spuren, deren jeweilige Länge in erster Linie durch den Weg des eigenen Schiffes während der „Speicherphase“ bestimmt wird.

Verglichen mit der Vorauslinie, verlaufen die Nachleuchtschleppen vorwiegend parallel – in eigener Fahrtrichtung; bei Mitläufern so lange wie sie langsamer als das eigene Schiff sind (Abb.4-1). Bei eigener Kursänderung erzeugt jede andere Objektmarkierung – um den nicht sichtbaren eigenen Drehkreismittelpunkt – in Drehrichtung einen Bogen als Nachleuchtschleppe. (Abb.4-2)

Hinzukommen grundsätzlich die spezifischen Positionsänderungen eines jeden sich bewegendes Objekts, bedingt durch dessen Kurs und Geschwindigkeit – dargestellt wird schließlich die geometrische Addition aller Komponenten.

Die Nachleuchtschleppen sind bei konstantem Kurs mehr oder weniger gut zuzuordnen; doch bei Änderung des eigenen Kurses wird die Bildaufzeichnung unübersichtlich. Dies macht sich bei ausgedehnten Landzielen besonders störend bemerkbar.

*Bei „bloßer“ **Basis-Stabilisierung** zeigt die Darstellung laufend
Veränderungen des Umfeldes –
abhängig von der **eigenen Fahrt** und dem **eigenen Kurs**.*

Durch Billigung des von der eigenen Vorstellung, und somit von der Realität, abweichenden, mehr oder weniger gestörten, ungewohnten relativen Bewegungsmusters – einer Darstellung mit sich bewegend stationären Objekten – entfallen zum einen die Notwendigkeit der Verarbeitung von Kompassdaten und zum anderen die Bereitstellung und Übermittlung eigener Geschwindigkeitswerte von einem Log.

Wenn man also als Sportschiffer auf jegliche zusätzliche Datenübermittlung verzichtet oder verzichten muss, begnügt man sich mit der einfachsten „Ausgabe“ eines Radars – mit einer vorausorientierten Relativen Darstellung (*RM/H-UP*). Ein derart „starres“ Analogradar erlaubte aus konstruktiven Gründen generell, erhebliche Kosten einzusparen.

Doch nicht nur die Scheu vor dem technischen Aufwand bei dem für lange Zeit maßgebenden Stand der Technik, sondern auch die Tatsache, dass für die Kollisionsverhütung bei der Navigation „(eigentlich) alles relativ abläuft“ – das Musterbeispiel ist die „Stehende Peilung“ für die Erkennung eines Kollisionskurses –, hatten die Brauchbarkeit der „preiswerten“ Relativen Darstellung immer wieder bestätigt, und sie bei der Analogtechnik als „wirtschaftlichen Standard“ über einen langen Zeitraum erhalten.

*Trotz mancher Unzulänglichkeit erhält ein gewissenhaft beobachtender
Sportschiffer – selbst mit einem „nur“ vorausorientierten **RM-Radar** –
eine weitreichende „**Übersicht** bei Nacht und Nebel“
– auch wenn diese Darstellungsart offiziell „nicht gehörig“ ist.*

Die Radarbilddarstellung ist – wie bereits im Abschnitt 3.3.1 erwähnt – durch zusätzliche Stabilisierungsschritte noch weiter zu vervollkommen, damit ein natürlicherer Eindruck von den Vorgängen im Umfeld und eine durch das Verhalten von Eigenschiff weniger beeinflusste – verschmierte – Darstellung entsteht.

4.1.2 Kompass-Stabilisierung – Radarbild-Orientierung (*Orientation*)

Diese Form der Stabilisierung ist sowohl bei Relativen als auch bei Absoluten Darstellungsarten sinnvoll. Für eine Relative Darstellung ist sie allerdings nicht unbedingt zwingend – im Gegensatz zur Basis-Stabilisierung.

Nach Einstellung der Vorauslinie anhand der Gradskala vermittelt das Radarbild dem Beobachter eine bestimmte Lage des Umfeldes; anschließend wird sie von einem geeigneten Kompasssystem automatisch den aktuellen Kursänderungen entsprechend geführt; d. h. die Drehübertragung zwischen der Antenne und der Ablenkspule wird beeinflusst. Dabei schwenkt die Vorauslinie, als Merkmal der eigenen Kielrichtung, im richtigen Drehsinn – um den Betrag der Kursänderung – über(!) das Radarbild; sie deutet den Kompasskurs an.

Die **Kompass-Stabilisierung** beruhigt die Lage des Radarbildes. Dies ist besonders deutlich bei starkem Gieren kleinerer Fahrzeuge im Seegang zu erkennen. Die daraus resultierende **Radarbild-Orientierung** ergibt – von den Einflüssen der eigenen Fahrt abgesehen – ein quasistarres, durch eigene Kursänderungen unverdrehbares, Umfeld. Bei einem bestimmten Orientierungsmodus, kann die Vorauslinie – ein zentriertes Bild des

Analogradars vorausgesetzt – einen unmittelbaren Bezug zu der feststehenden Gradskala des Sichtgerätes haben; sie vermittelt dann die geographische Richtung, den Kompasskurs, sehr anschaulich. (Abb. 4-4)

Ein üblicher **Magnetkompass** ist nicht in der Lage, übertragbare Daten eines Magnetkompasskurses (MgK) zu liefern. Brauchbar für diese Aufgabe wäre nur ein sog. „Fernkompass“, der „elektrisch-magnetische“ **Fluxgate-Kompass** (s.u.); auch(!) mit einer aus Missweisung und Ablenkung (Deviation) bestehenden Fehlweisung.

War früher ein Fahrzeug der Berufsschifffahrt mit einem kompensierten Fluxgate-Kompass ausgerüstet, konnte der missweisende Kurs (mwK) mit Hilfe eines elektromechanischen Wandlers, eines Drehmellers, direkt über ein Getriebe (s.u.) an das analoge Sichtgerät übertragen werden. – Eine Einrichtung, die jedoch allein wegen des Platzbedarfes bei Kleinanlagen auf Sportbooten kaum zu verwenden gewesen wäre.

Die Alternative zum Fluxgate-Kompass ist der **Kreiselkompass**. Er liefert den Kreiselkompasskurs (KrK) mit einer vorwiegend höheren Anzeigegenauigkeit. Seine Fehlweisung besteht aus einem kurs-, fahrt- und breitenabhängigen „Fahrfehler“ und einem „Kreisel-A“.

*Auch dessen Kurswerte wurden über Drehmeller, sog. **Kreiseltöchter**, mit angepassten platzraubenden Getrieben unmittelbar, analog, vermittelt – entweder ablesbar an einer zweiten Gradskala (TBK, Abb. 3-3) oder um die Stellung der Ablenspule, die Bildlage, zu beeinflussen. Diese Vorrichtung nannte sich im Englischen: North-Stabilizing-Kit (NSK); auch sie kommt für Kleingeräte (s.o./u.) nicht in Betracht.*

Ein automatisch berichteter Kreiselkompasskurs wird heutzutage im Rahmen der digitalen Datenverarbeitung direkt von der „Elektronischen Navigation“ übermittelt (s.u.).

Für die Sportschifffahrt ist der Kreiselkompass jedoch – bisher – wegen seiner Abmessungen und seines Leistungsbedarfs nicht einzusetzen.

Inzwischen bietet sich auf Sportbooten nur der Fluxgate-Kompass wegen seines geringen Gewichtes und Platzbedarfs sowie der digitalen Datenverarbeitungstechnik (s. u.) zur Verwendung mit einem *Rasterscan*-Radar an. Um aber – bei starkem schiffseigenem Magnetfeld – eine spürbare Fehlbeeinflussung der Lage des Radarbildes durch die kursabhängige Deviation zu vermeiden, wird eine „Elektronische Steuertafel“, die die Kompensierung vermittelt, dringend notwendig. Die Abweichungen werden durch diese Maßnahme automatisch zum missweisenden Kurs (mwK) hin korrigiert.

(Soll-)Kurs-Orientierung (**C-UP**) oder Nord-Orientierung (**N-UP**) nennt man die unterschiedlichen Möglichkeiten der Kompass-Stabilisierung.

*Dank der sog. **NMEA-Schnittstellen** (National Marine Electronic Association) können die Daten zwischen den Einzelgeräten der „Elektronischen Navigation“ inzwischen problemlos digital ausgetauscht und – vom Rasterscan-System „akzeptiert“ – im Radar verarbeitet werden. Dies gilt auch für die Kreiselkompassdaten, denn eine Kreiseltöchter ist für das Sichtgerät nicht mehr erforderlich.*

*Das **Analogradar** kennt diese Möglichkeiten **nicht**.*

Bevor die beiden Arten der Orientierung des Radarbildes durch die Kompass-Stabilisierung erläutert werden, soll der häufig verwendete und zu Missverständnissen Anlass gebende Begriff „kursstabilisiert“ betrachtet werden:

Diese Bezeichnung will ausdrücken, dass die Stabilisierung mit der Vorzugsrichtung nach oben(!) dem – zu Beginn eines Fahrtabschnittes – gewählten (anliegenden) Kurs entsprochen und die Vorauslinie einer zentrierten Darstellung dabei mit 0° der umgebenden relativen Gradskala korrespondiert hatte. Das Radarbild ist damit, korrekt bezeichnet, „sollkursorientiert“. Zur Kennzeichnung der Ausgangsrichtung sind unterschiedliche Begriffe wie Ausgangs-, General-, Soll-, oder Vorzugskurs üblich.

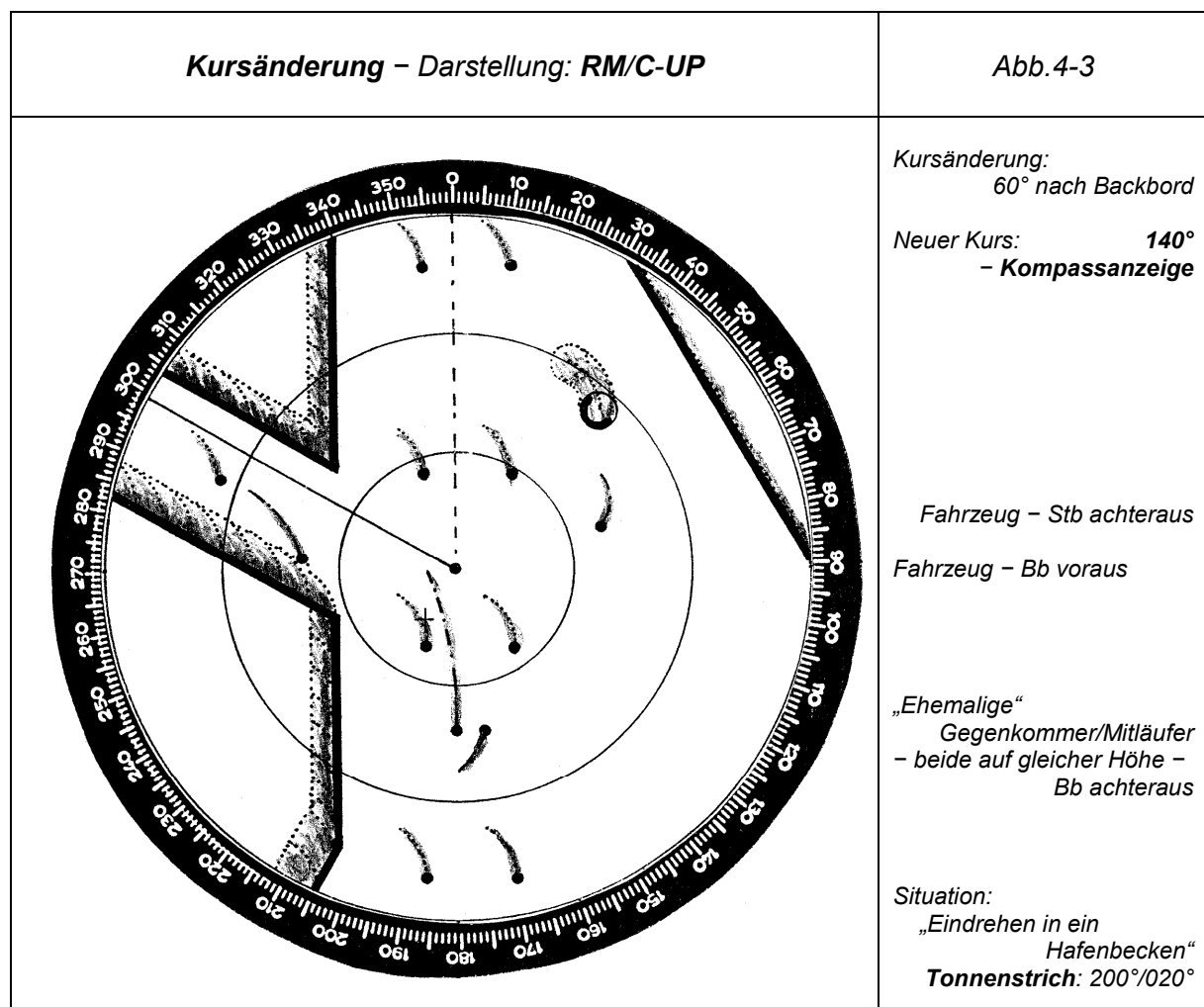
4.1.2.1 Relative Darstellung, kursorientiert – RM, Course-Up

Eine Kompass-Stabilisierung verlangt, dass die Kompassdaten-Übertragung (z.B. ein NSK, Abschn. 4.1.2) im Rahmen der Inbetriebnahme des Radargerätes aktiviert wird.

Der Modus **C-UP** (Abb. 4-3) erfordert wegen der Verknüpfung, dass bei anliegendem Kurs (Kompasskurs) die Vorauslinie auf 0° der Gradskala eingestellt (Abschn. 5.2.2) **oder die Orientierungsart „Course-Up“ direkt angewählt (Abschn. 5.2.2)** wird.

Daraufhin orientiert sich das Radarbild – bis auf Widerruf – an diesem Kurs. Abgesehen davon, dass die Situation eine derartige Darstellung als sinnvoll erscheinen lässt, ist für manchen Anwender hiermit der Gewohnheit Genüge getan, dass der Voraussektor – mäßige Kursänderungen vorausgesetzt – im oberen Bereich des Radarbildes platziert ist. Bei dieser Betriebsart ist jedoch eine fest stehende Peilskala wegen des gierenden oder gegebenenfalls abdrehenden Vorausmarkers wertlos.

Die mit einer „Elektronischen Peillinie“ (EBL) (Abschn. 5.2.3) möglichen Radarpeilungen müssen digital ablesbar sein.



Erkenntnisse aus Abb. 4-3:

Verglichen mit der vorausorientierten Darstellung (Abb. 4-2), ist dieses Radarbild weniger verschmiert. Jede Markierung beschreibt „nur“ ein Abbild des Weges der eigenen Kursänderung; bei Fahrzeugen natürlich noch ergänzt um deren Kurs-/Fahrtkomponenten – je kleiner der Maßstab desto weniger – subjektiv gesehen – störend.

Die Vorauslinie entfernt sich bei Änderung des Kurses um den entsprechenden Betrag von der Nullmarke der Gradskala – der Ausgangseinstellung.

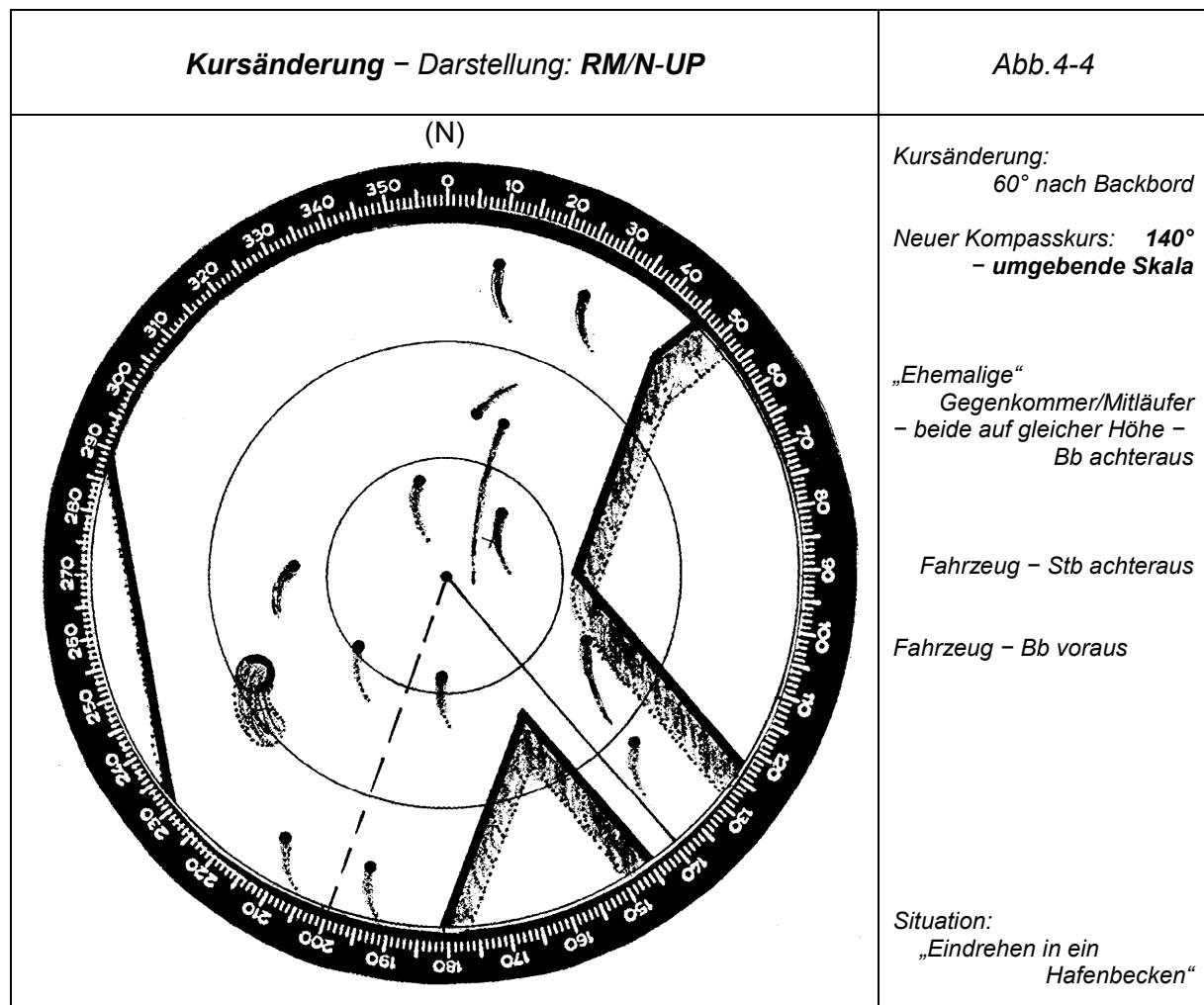
Nach größeren **Kursänderungen**
sollte die Orientierung des Radarbildes korrigiert werden – **C-UP**.

Grundsätzlich beruhigt eine **Kompass-Stabilisierung** das **Umfeld**; dadurch ist
die störende Wirkung der **Nachleuchtschleppen** bedeutend geringer.

4.1.2.2 Relative Darstellung, nordorientiert – **RM, North-Up**

Für die Relative Darstellung gibt es ferner den wesentlich häufiger angewandten Modus einer Kompass-Stabilisierung, die Nord-Orientierung, **N-UP** (Kompassnord); sie ist für einen Sportschiffer häufig sehr ungewohnt. Die seekartenähnliche Lage der Darstellung hat bei zentriertem Bild einen unmittelbaren Bezug zur (festen) Gradskala; denn die Vorauslinie wird so eingestellt, dass ihre Richtung dem anliegenden Kurs (Kompasskurs) entspricht **oder deren Orientierung über „North-Up“ (Abschn. 5.2.2) direkt angewählt wird.**

Im Fall einer Dezentrierung muss der Kurs anhand einer digitalen Anzeige eingegeben werden.



Erkenntnisse aus Abb. 4-4:

Abgesehen von einer anderen Ausrichtung des Bildes, gleicht das Verhalten der Nachleuchtschleppen dem in Abb. 4-3, denn die Vorauslinie wird auch vom Kompass geführt.

Dagegen ähnelt die Lage dieser Darstellung – die seiner stationären Objekte – der gewohnten Orientierung einer Seekarte.

Bei **Nord-Orientierung** und zentriertem Bild wird die feste **Gradskala** – nach korrekter Eingabe des Kurses – zur **Kompassrose**.

Je nach verwendetem Kompasssystem entspricht dann 0° :
Kompassnord (MgN) bzw. missweisend Nord (mwN) oder Kreiselnord (KrN).

Die kompassstabilisierten Darstellungen erfordern beim **Radarpeilen**,
die dem installierten Kompass entsprechenden
– nicht automatisch berücksichtigten – Anteile einer **Fehlweisung** anzubringen,
um die **rechtweisende Peilung** (rwP) zu ermitteln. (Abschn.8.1.2)

Es gibt Anlagen, die in der Lage sind, bei der digitalen Anzeige der Richtung der „Elektronischen Peillinie“ (EBL) automatisch den anliegenden Kompasskurs zu berücksichtigen, so dass sich eine Kompasspeilung ergibt.

Bei lang andauernden südlichen Kursen und wenig geübten Anwendern könnte es, im Verlauf von Radar-(Seiten-)Peilungen mit einer nordorientierten Darstellung, allerdings zur Verwechslung der Seite kommen. In diesem Fall wäre die (soll-)kursorientierte Darstellung ein Modus, der dem Radarnavigator entgegenkommt; denn der „Vorteil“ einer Voraus-Orientierung bliebe praktisch erhalten. In der Regel ist jedoch die (Kompass-)Nord-Orientierung des Radarbildes für einen Nautiker unumgänglich und die „unmittelbare“ Vergleichsmöglichkeit mit der Seekarte – der gewohnten Darstellung – mehr als „vorteilhaft“.

Die unter Abschnitt 3.2.1 erwähnte Übermittlung von analogen Kompassdaten mittels einer Kreiseltochter an das Radarbild ermöglichte Kreiselkompasspeilungen mit Hilfe einer (zweiten) sog. True Bearing Scale, die das Gieren und Kursänderungen des eigenen Schiffes berücksichtigte. Dieser Vorgang hatte nichts mit einer Kompass-Stabilisierung, die die Vorauslinie beeinflusst, zu tun. Die Bilddarstellung war eindeutig schiffsvorausorientiert; die starre Vorauslinie zeigte nach oben – auf 0° relativ.

Inzwischen ist die Kompass-Stabilisierung für die Berufsschifffahrt – und dabei vor allem die Anwendung der Nord-Orientierung – in den meisten Situationen längst selbstverständlich.

Auch für den Sportschiffer bedeuten **kompassstabilisierte Relative Darstellungsmodi**
– im Vergleich zu RM/basisstabilisiert/vorausorientiert –
eine wesentliche Verbesserung der **Qualität** seiner Radarnavigation
– dank exakterer Peilungen und erheblicher Reduzierung der Nachleuchtschleppen.

Im Bemühen um eine eindeutige Erkennung „echter Objekte“ bei Seegang ist die Kompass-Stabilisierung bei der digitalen Signaldatenverarbeitung ein Muss.

4.2 Absolute Radarbild-Darstellung – *True Motion Presentation/TM*

Die **Absolute Darstellung** (*TM*) verlangt eine umfassende Stabilisierung der Bildaufzeichnung. Basis- und Kompass-Stabilisierung sind für den *TM*-Betrieb Vorbedingung. Die bekannten Varianten sind in der gleichen Form wie bei der Relativen Darstellung möglich. Die Lage des Radarbildes, sollkurs- (*C-UP*) oder nordorientiert (*N-UP*), richtet sich dabei nach den Einsatzbedingungen bzw. den Anforderungen oder Praktiken der Schiffsführung.

Hinzu kommt die Notwendigkeit, den Einfluss der eigenen Fahrt auf die Gesamtdarstellung mit Hilfe einer **Log-Stabilisierung** weitgehend zu vermeiden; dadurch wird zwangsläufig die Forderung nach einem „sauberen“ – beim Analogradar durch Nachleuchtschleppen möglichst ungestörten – Umfeld erfüllt.

Zu diesem Zweck muss Eigenschiff, der Bildausgangspunkt, den aktuellen Geschwindigkeitsdaten entsprechend beeinflusst werden. Die Darstellung ist dadurch gekennzeichnet, dass fest stehende Objekte auch auf dem Bildschirm ihre Lage nicht verändern (sollten).

Eigenschiff läuft unter Markierung seiner eigenen Nachleuchtschleppe mit seiner Eigengeschwindigkeit durchs Wasser (FdW) oder bei Erfüllung besonderer Randbedingungen mit absoluter Fahrt über Grund (FüG); Eigenschiff wird geschoben/geführt – getrackt.

Die Nachleuchtschleppen markieren nun nicht mehr die relativen Spuren, wie bei der Relativen Anzeige (*RM*), sondern sie deuten die „wahren“ Fahrtrichtungen aller sich bewegend Objekte an.

Für beide Darstellungsarten – für beide *Track*-Modi – gilt die Kurzbezeichnung *True Motion*.

Wie welche *TM*-Darstellung – mit einem KdW oder mit einem KüG – bei unterschiedlichen Fahrtwerten entsteht, wird anschließend im Abschnitt 4.2.1, „Log-Stabilisierung“ erklärt.

Ein analoges TM-Sichtgerät wurde auch als „Kursradar“ bezeichnet.

Um Eigenschiff – beim *True-Motion*-Betrieb – zu Beginn der Beobachtungen genügend Bewegungsfreiheit zu verschaffen, muss es – muss der Nullpunkt – so weit wie möglich entgegen der Fahrtrichtung verschoben, d.h. dezentriert werden. Damit anschließend das sich bewegend Eigenschiff im Verlauf seines Kurses nicht am Rande der Bildröhre „im Nichts“ verschwindet, und auch noch „genügend freie Sicht voraus“ geboten wird, wird es spätestens beim Abstand eines drittel oder viertel Radius – vielfach wählbar – vor dem Bildrand wieder automatisch entgegen seiner aktuellen Fahrtrichtung zurückgesetzt. Und zwar so, dass die Vorauslinie durch den Mittelpunkt der Bildfläche weist, um möglichst lange eine ungestörte Beobachtung zu erlauben.

Die Neuorientierung nach dem Zurücksetzen der durch die Nachleuchtschleppen stark beeinträchtigten Deutlichkeit des Bildes ist für den Beobachter eines Analogradars gewöhnungsbedürftig – aber unvermeidlich!

Wegen der bei *True Motion* generell dezentrierten Radarbilder ist eine zentrierte Gradskala unbrauchbar. Deshalb müssen digitale Anzeigen der Winkelwerte von Voraus- und Peillinie für Kurs- und Richtungsinformationen sorgen. (Abschn. 5.2.2/3)

*Bei einer **Absoluten Darstellung (TM)** Kurse und Peilungen
niemals an einer zentrierten – festen – **Gradskala** ablesen.*

Der oben genannte Vorbehalt für das Ablesen des Kurses bzw. der Peilungen gilt nicht bei einer von der Eigenschiff-Position abhängigen Teilung einer **mitlaufenden Skala**; sie ist jedoch nur beim digitalen *Rasterscan*-Radar elektronisch machbar. (Abschn. 3.2.2) Die digitale Datenverarbeitung präsentiert die Informationen oft zusätzlich in einem Datenfenster oder auf einem alphanumerischen Feld des Bildschirms.

Ältere digitale Groß-Anlagen mit kreisrunder Bildröhre verwendeten für die Kursanzeige häufig eine auf der zentrierten Gradskala **wandernde Kursmarke** – ein Kompromiss.

4.2.1 Log-Stabilisierung – Eigenschiff-Bewegung (Track)

Die Log-Stabilisierung bietet durch Berücksichtigung der eigenen Fahrtwerte – bezogen auf die Umgebung – die notwendige maßstabsgerechte Fahrtkompensierung für die Bildaufzeichnung einer Absoluten Darstellung (TM). Auf diese Weise besteht dann die Möglichkeit, die Markierungen der stationären Objekte – bis zum Zurücksetzen von Eigenschiff – für eine gewisse Dauer weitgehend bzw. total zu fixieren.

Analoge Fahrtwerte, mit der „pro Takt“ ermittelten Wegstrecke, übernimmt die Ablenkeinrichtung der Bildröhre eines Analogradars schrittweise von einem geeigneten Log.

Ein **Staudruck**- oder ein **Sumlog** misst die Fahrt durchs Wasser, auf dem Weg in Kielrichtung. Dieser Modus wird im Englischen mit **Watertrack** (WT) bezeichnet.

Damit wird eine Form der Log-Stabilisierung ermöglicht, die – wegen der Herkunft ihrer Messdaten – Oberflächenwasser bezogen ist und die deshalb auch **see-/wasserstabilisiert** genannt wird. Die sich daraus ergebende Darstellung mit dem Kurs durchs Wasser (KdW) – mit Ausnahme der Querkomponente einer Abdrift durch den Wind – ist für die Beurteilung der Situation im „Rahmen der **Kollisionsverhütung**“ bei Versetzung geeignet. Denn die TM/WT-Darstellung ist nur der See, dem Wasser, – nicht dem Grund – gegenüber absolut; die Vorauslinie kennzeichnet den gesteuerten Kompasskurs.

Ein modernes **Impellerlog** liefert eindimensionale digitale Fahrtwerte.

Ein zweidimensionales hydroakustisches **Dopplerlog**, mit einem digitalen Datenausgang, misst außer der Längskomponente der Eigenfahrt auch noch die Querkomponente einer Abdrift durch den Wind und damit exakt die Fahrt durchs Wasser (FdW). Für ein Rasterscan-Radar werden in diesem Fall die Messwerte über eine NMEA-Schnittstelle eingespeist. – Die Vorauslinie deutet (wieder) den Kompasskurs an.

Alternativ bietet ein besonders leistungsfähiges zweidimensionales Doppler-Log neben der Betriebsart **Watertrack** (WT) einen zweiten Modus, den **Bottomtrack** (BT). Der kann – bis zu mindestens **100 m** Tiefe – Grund bzw. Tiefwasser bezogene Werte liefern und damit in vielen küstennahen Gewässern die Fahrt über Grund (FüG) messen.

Diese andersartige Logstabilisierung wird als **grund-** oder (meeres-) **bodenstabilisiert** („gestützt“) bezeichnet. Es handelt sich – im Küstenvorfeld – um vorwiegend absolute Daten, unabhängig von jeglicher Abdrift und/oder Versetzung – brauchbar für eine „**reine Radar-navigation**“. (Abschn. 4.2.1.3)

Grundstabilisierte Daten könnten bei passendem Datenformat aber auch von irgendeinem Funkortungssystem stammen; kurze Mittlungszeiten, um große Sprünge in der Darstellung zu vermeiden, vorausgesetzt. Die Vorauslinie entspricht auch dabei grundsätzlich, wie oben, dem Kompasskurs und damit meistens nicht der Kurslinie – der Bewegungsrichtung.

Am besten geeignet und am genauesten ist zurzeit das 1991 eingeführte Satelliten-Navigationssystem **GPS** (*Global Positioning System*). Die Verbindung zu diesem meist zuverlässigen System erlaubt es, die gewünschten Werte genau zu bestimmen; eine NMEA-Schnittstelle ist natürlich Vorbedingung.

Weitere Überlegungen zur Übernahme der Daten vom GPS in Abschnitt 4.2.2.

Durch die beiden möglichen Fahrtmessmethoden kann jeweils ein – dem Verwendungszweck angemessener – Fahrweg (Track) gewählt werden.

Es gab analoge TM-Sichtgeräte, die durch eine zusätzliche manuelle Eingabe der Querkomponente einer Winddrift den exakten eigenen Weg durchs Wasser und/oder nach Berücksichtigung eines Stromes auch den Weg über Grund darstellen konnten und damit in beiden Fällen jeweils eine absolute Aufzeichnung ermöglichten.

In den folgenden Abschnitten werden beide Arten der Eigenschiff-Bewegung (Fahrtkompensierung) – bei zum Teil unterschiedlichen Orientierungsmodi – behandelt.

4.2.1.1 „Absolute Darstellung“, seestabilisiert, kursorientiert

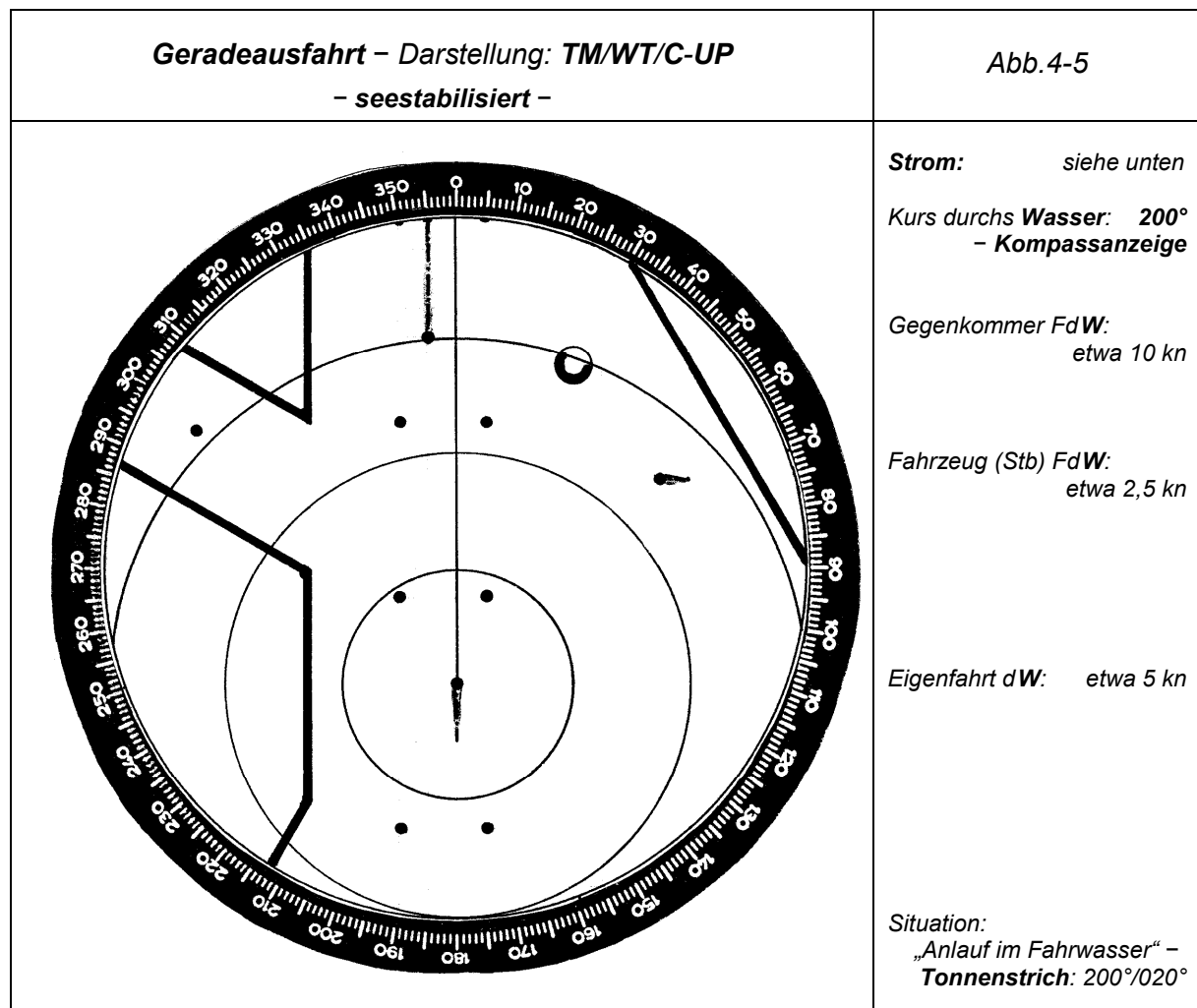
– **TM, Watertrack, Course-Up**

Neben den Kursdaten wird die eigene Fahrt durchs Wasser (FdW/WT) durch die Übernahme analoger Logdaten vermittelt.

Vergleichbar mit entsprechenden Forderungen bei der Relativen Anzeige ist auch im *True-Motion*-Betrieb – in Sonderfällen oder für Liebhaber – die Vorauslinien-Anzeige im oberen Bereich des Radarbildes, der Sollkurs-Modus, schaltbar.

Bei anliegendem Kurs wird die Vorauslinie, die zu Beginn fast immer auf einem Durchmesser liegt, manuell – aufwärts gerichtet, **C-UP** – eingestellt oder nach „Wahl der Orientierung“ (*Orientation*): „**Course-Up**“ eingerichtet. (Abschn. 5.2.2). – Eine exakte Einstellung auf 0° ist in den meisten Fällen, wegen sowieso möglicher bzw. unvermeidlicher Kurschwankungen/-änderungen, nicht unbedingt notwendig.

Kompasskurs (HM) und Peilungen (EBL) müssen digital abgelesen werden können.



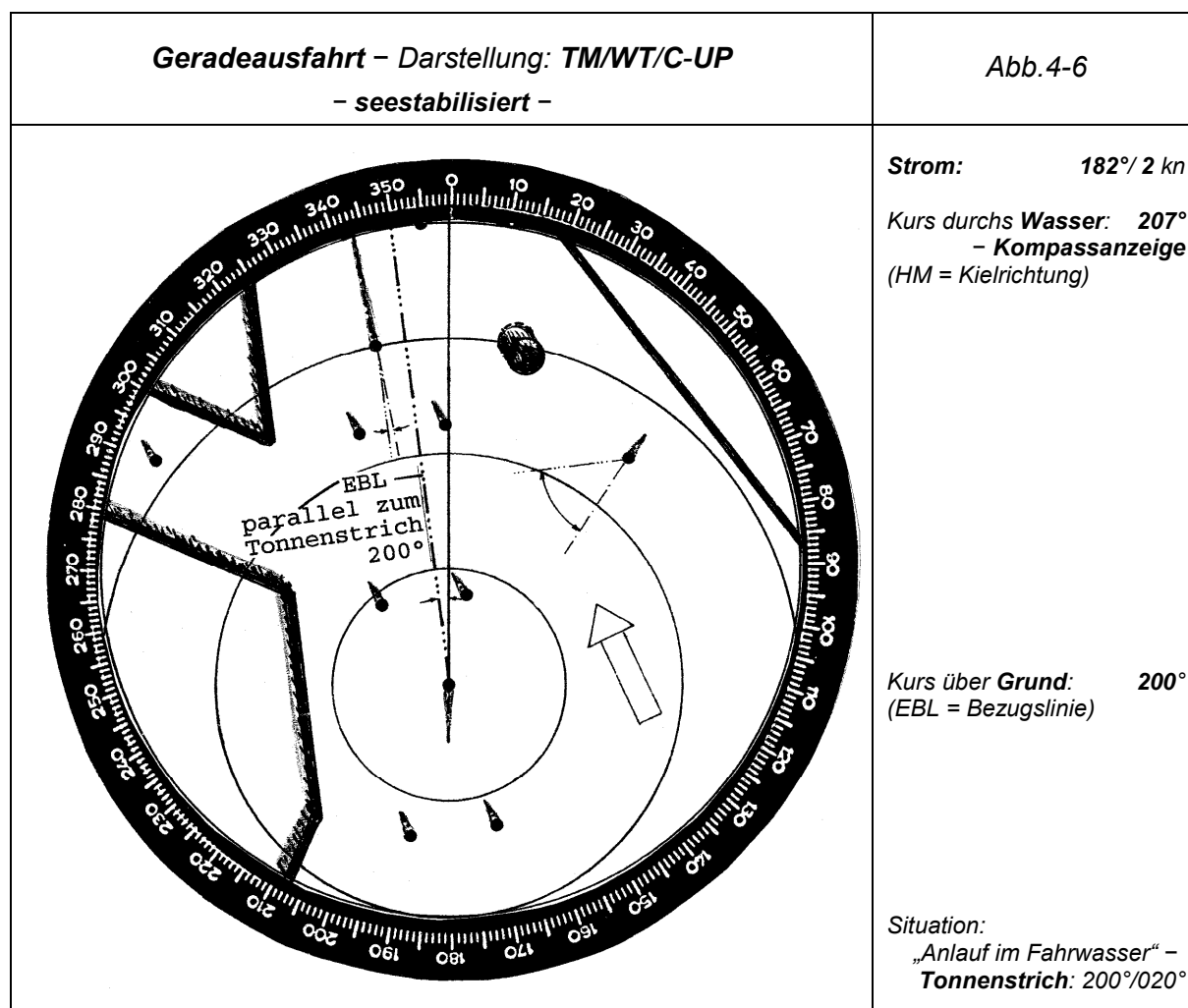
Erkenntnisse aus Abb. 4-5:

Im Vergleich zu Abb. 4-1 bilden die Festziele keine Nachleuchtschleppen.

Ein derartiges Bild kann bei Verwendung eines Staudruck- oder eines Sumlogs für eine Absolute Darstellung im *Watertrack*-Betrieb entstehen. Es besagt, dass keinerlei Versetzung besteht.

Falls jedoch in dem vorliegenden Beispiel – bei auflaufendem Wasser – ein Strom laufen sollte, der sich nicht parallel zum Tonnenstrich bewegt, würde der durch die Vorauslinie gekennzeichnete Kompasskurs weitgehend dem Kurs durchs Wasser (KdW) entsprechen.

Er würde aber nicht mit dem Kurs über Grund (KüG), der über den Tonnenweg führen soll, übereinstimmen, weil die Versetzung durch Vorhalten kompensiert wird. (Abb. 4-6)
 Durch den äußeren Einfluss entstehen dann generell hinter allen Festzielen Nachleuchtschleppen; denn der *TM/WT*-Betrieb ist genau genommen nicht (völlig) absolut.
 Die anschauliche Bestätigung einer derartigen Situation erhält man auf dem Radarbild durch Vergleich der Vorauslinie/Kielrichtung (*HM*) mit einer Hilfslinie, mit dem „Elektronischen Peilstrich“ (*EBL*; *Digitalanzeige!*), der dem korrekten Kurs über Grund (KüG), der geforderten Bewegungsrichtung des Schiffes – dem Fahrwasserverlauf (Tonnenstrich) entsprechend – eingestellt wird. Die Winkeldifferenz ergibt das Maß der Versetzung.
 (Abschn. 8.1.1) Im *Watertrack* (*WT*) führt die Eigenschiff-Bewegung dann zu folgender Darstellung:



Erkenntnisse aus Abb. 4-6:

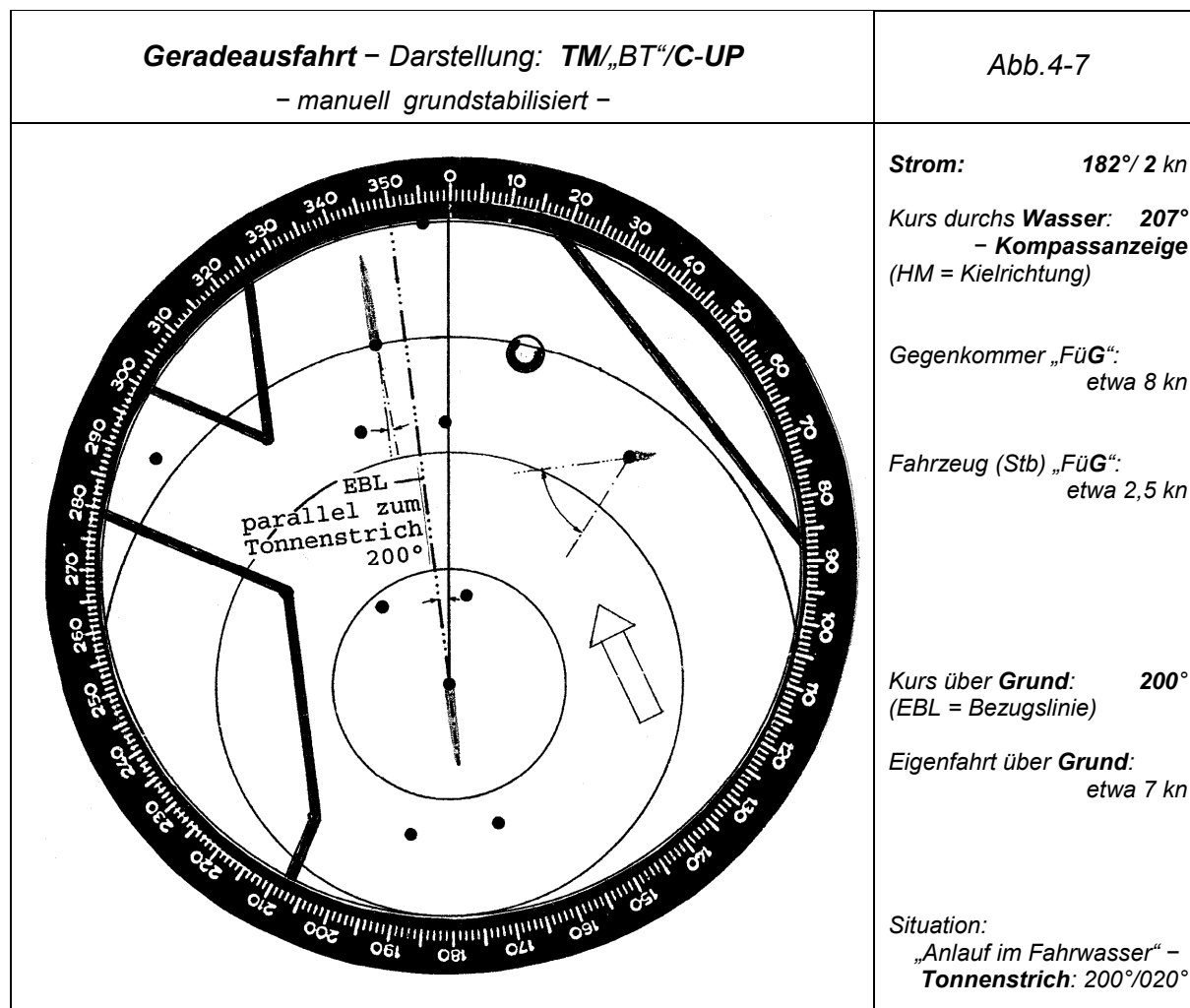
Die Richtungen der Nachleuchtschleppen der Fahrzeuge unterscheiden sich von denen in Abb. 4-5. Außerdem bilden sich nun auch hinter den Festzielen, Tonnen und Kaianlagen, Nachleuchtschleppen.

Die Differenz der Marker-Richtungen (Bezugslinien) ergibt das Maß der Versetzung:

$$HM \cdot 360/000^\circ - EBL \cdot 353^\circ = 7^\circ.$$

Sobald eine **Versetzung** durch Strom und/oder Wind herrscht zeigen die **Festziele im Watertrack** bei der Absoluten Darstellung (*TM*)
 – trotz korrekter eigener Kurs- und Geschwindigkeitsdaten –
Nachleuchtschleppen in Richtung der Versetzung.

Einige ältere *TM*-Analoganlagen boten im *True-Motion*-Betrieb die Möglichkeit, Richtung und Geschwindigkeit der Versetzung von Hand einzugeben und damit die Festziele zu verankern. (Abschn. 4.2.1) Die Darstellung wird dadurch empirisch grundstabilisiert. Das entsprechende Radarbild – mit einer manuellen Strom-Kompensierung von „182°/ 2 kn“ – sieht wie bei einem echten *Bottomtrack*-Betrieb (*BT*) aus. (Ein Analogradar könnte die digitalen(!) Daten eines grundstabilisierenden Dopplerlogs, wie bereits erwähnt, nicht verarbeiten.)



Erkenntnisse aus Abb. 4-7:

Die Festziele bilden keine Nachleuchtschleppen.

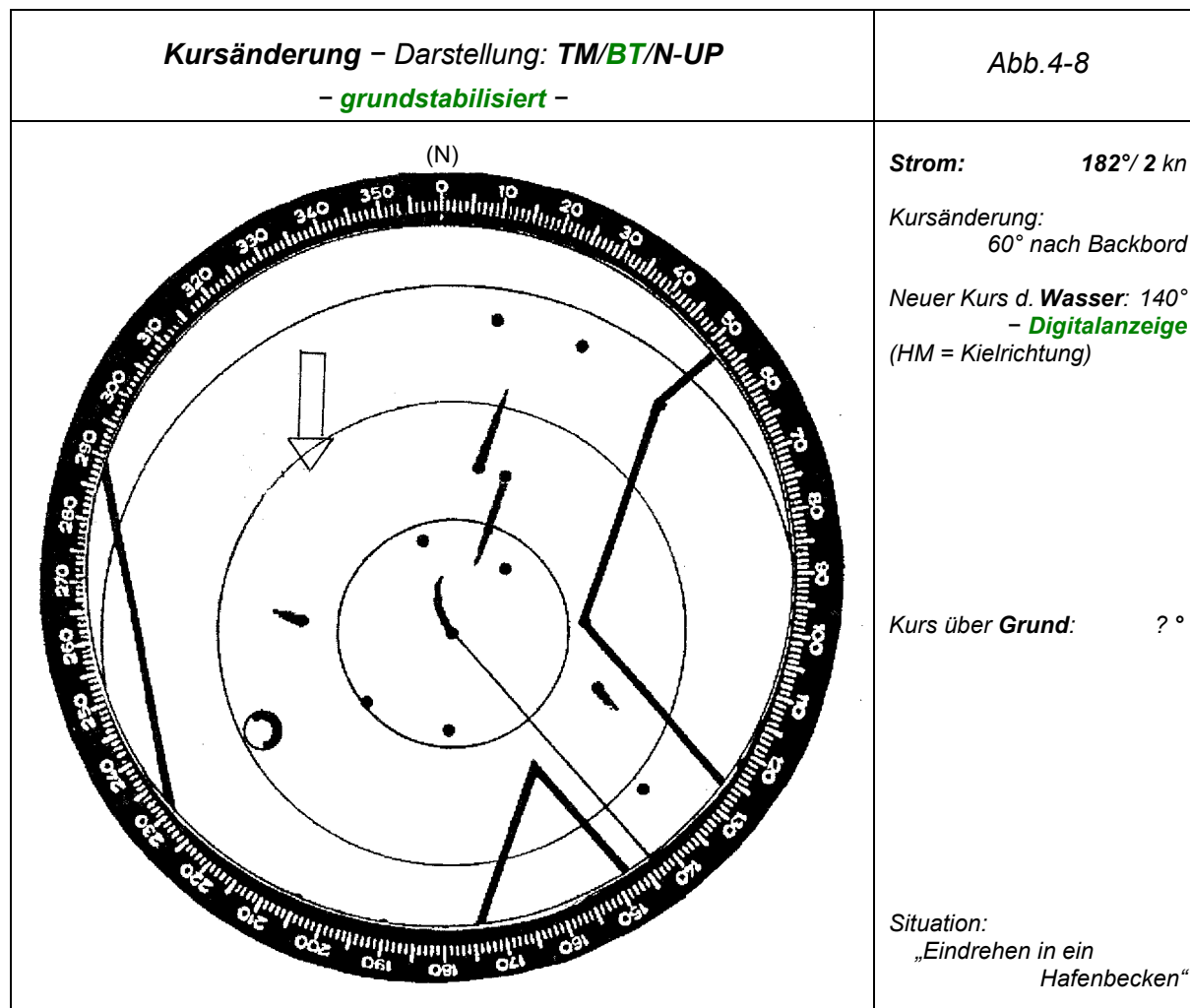
Diese grundstabilisierte Darstellung zeigt, dass die Eigenschiff-Nachleuchtspur mit der Bewegungsrichtung, dem Kurs über Grund (KüG), übereinstimmt. Die EBL wird entsprechend eingestellt. Die Winkeldifferenz der Bezugslinien, **HM** und **EBL** (digitale Anzeige), und damit das Maß der Versetzung ist, verglichen mit Abb. 4-6, natürlich identisch. Die Nachleuchtschleppen aller Fahrzeuge bestätigen das Umschwenken der Vektorrichtungen – „Wasser“ ↔ „Grund“. (Abschn. 4.2.1.3)

4.2.1.2 Absolute Darstellung, **grundstabilisiert**, nordorientiert

– **TM**, **Bottomtrack**, North-Up

Da meistens eine Darstellung, die der üblichen Seekarten-Orientierung – weitgehend – entspricht, gewünscht wird, ist auch bei der *TM*-Darstellung die Nord-Orientierung, **N-UP** (Kompassnord), vorherrschend. Die Vorauslinie wird deshalb mit Hilfe einer digitalen Anzeige auf den anliegenden Kurs (mwK bzw. KrK) (Abschn. 4.1.2.2) eingestellt – **oder die Orientierungsart „North-Up“ direkt angewählt.** (Abschn. 5.2.2)

Angenommen ein leistungsfähiges Dopplerlog würde grundstabilisiert – im **Bottomtrack** – den aktuellen analogen Eigenfahrtwert der Fahrt über Grund (FüG) liefern können, ergäbe sich – statt der Darstellung in Abb. 4-4 – folgendes Bild:



Erkenntnisse aus Abb. 4-8:

Im Vergleich zur Relativen Darstellung (RM/N-UP) (Abb. 4-4) zeigt dieses Beispiel, dass nur noch – abgesehen von den absoluten Nachleuchtschleppen der anderen Fahrzeuge – die Eigenschiff-Nachleuchtschleppe, als Folge der eigenen Kursänderung, den wahren Drehkreisbogen – beeinflusst durch die Versetzung – zeichnen würde.

Beim Rasterscan-Radar wäre dessen Abbildung mit Hilfe der Aufzeichnung der „Nachleuchtspur“ (Trail) oder des Verlaufs des „Fahrweges“ (Target-Track) möglich.

Für eine nordorientierte Darstellung auch noch einen Watertrack-Modus durchzuspielen erübrigt sich, da er in seiner Auswirkung (Kursänderung und Nachleuchtschleppen) praktisch der Kombination der Darstellungen, Abb. 4-6/8, entsprechen würde.

4.2.1.3 Seestabilisiert – **grundstabilisiert** (Watertrack – **Bottomtrack**)

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass in der Praxis natürlich auch die Darstellungen der vorhergegangenen Beispiele (Abb. 4-1 bis 4-4) durch Versetzung beeinflusst werden würden; denn deren Auswirkung auf die Positionen der Fahrzeuge ist unabhängig von der Darstellungsart. Die Feinheiten der durch eine zusätzliche (überlagerte) Bewegung, verursacht durch Wind und/oder Strom, erweiterten Fahrtkomponenten-Anteile der Nachleuchtschleppen eines jeden Objektes sind nicht immer deutlich zu erkennen. Sie wurden

deshalb – und auch um die gleichzeitige Behandlung unterschiedlicher Einflüsse wegen besserer Verständlichkeit zu vermeiden – noch nicht besprochen.

Beim nunmehrigen Stand der fortgeschrittenen Erläuterungen erscheint der Hinweis auf die Abarten jedoch unbedingt notwendig. Denn durch Abdrift und/oder Versetzung erwachsen Konsequenzen, die einem Radarfahrer bewusst sein sollten/müssen. (Abschn.8.2)

Die resultierenden Fahrtkomponenten der einzelnen Fahrzeuge unterscheiden sich jeweils – abhängig vom *Track*-Modus (Abb.4-6/7) – durch Länge und Richtung ihrer Vektoren und damit auch durch anders erscheinende Nachleuchtschleppen/Spuren.

Aus diesem Zusammenhang ergeben sich für die Fahrweg-Anpassung bei einer Absoluten Darstellung (*TM*) mit vorgegebener Log-Stabilisierung – falls ein *ARPA* (Abschn. 8.3.1) **nicht zur Verfügung steht** – folgende Konsequenzen:

*Die alternative Anwendung einer **see-** bzw. **grundstabilisierten** Darstellung ist
– aus Gründen der Log-Datenverarbeitung –
jedoch nur bei einem **digitalisierten** Radarsichtgerät möglich.*

Ein seestabilisiertes *TM/WT*-Radarbild vermittelt durch die Richtung der Nachleuchtschleppen die Lage, der anderen Fahrzeuge. (Abb. 4-6) Auf dem Tonnenweg zeigt der Gegenkommer seine Steuerbordseite, „Grün“ (*Aspect*), und der Radarfahrer zeigt ihm „Rot“; obgleich sich beide auf parallelen Übergrund(!)-Kursen entgegenkommen, entspricht dies den Tatsachen.

Bei einer kritischen Nachleuchtschleppen-Betrachtung muss man sich jedoch immer gegenwärtigen, dass die Fahrzeuge auf einem Tonnenweg, in der Regel, mit korrektem Kurs (KüG) laufen und dass – falls Strom geht – der Kompasskurs (Vorauslinie/Kiellinie) und die absolute Bewegungsrichtung zwangsläufig nicht übereinstimmen können. (Abb.4-7)

Deshalb wäre es, wenn möglich, angebracht, in einem durch stationäre Objekte begrenzten Fahrwasser oder im Küstenvorfeld – wobei das jeweilige Umfeld meistens brauchbare Referenzpunkte bietet ...

*... im „Rahmen der **reinen Radarnavigation**“ im **Bottomtrack** zu laufen.
Bei der Absoluten Darstellung mit der Fahrt über Grund (**BT**)
sind alle Spuren (*Trails/Tracks*) absolut.*

Im „Freien Seeraum“ kann jedoch eine starke Versetzung im **BT**-Betrieb, bei relativ geringen Geschwindigkeiten der Fahrzeuge, bewirken, dass – bei unsichtigem Wetter und „Anwendung der KVR“ im Laufe einer Begegnung – ihre Spuren und damit ihre Lage, infolge unpassender Radardarstellung, verkehrt interpretiert werden. (Abschn. 8.2) Dies könnte zu falschen Entscheidungen führen; denn alle schwimmenden Objekte bewegen sich im gemeinsamen – vorwiegend gleich gerichtet strömenden – „Medium Wasser“, das sich gegenüber der Erdoberfläche, dem Meeresboden (Grund), verschiebt.

Die seestabilisierte *TM/WT*-Darstellung präsentiert die absoluten Verhältnisse im „Freien Seeraum“ unabhängig von dem Maß der gemeinsamen Versetzung; deshalb wird, bei der Begegnung mit anderen Fahrzeugen, empfohlen ...

*... im „Rahmen der **Kollisionsverhütung**“
– vor allem bei Strom, wenn es keine festen Anhaltspunkte gibt –
(die „**Bottom-(track-)Bindung**“ aufzugeben und) im **Watertrack** zu laufen.*

4.2.2 **GPS-Stabilisierung** – Radarbild-Orientierung (*Orientation*) und Eigenschiff-Bewegung (*Bottomtrack*)

Würde sich eine nordstabilisierte *Rasterscan*-Darstellung bei einem **GPS** „einklinken“ und die eigene Position laufend von diesem System übernehmen – mit einem Analogradar nicht möglich – bedeutete dies eine **absolute Nordorientierung**.

Dann entspricht die Nullrichtung der eigenschiffbezogenen Gradskala seekartengemäß der Richtung des Meridians (rwN). Damit wären dann alle Angaben absolut. Die Vorauslinie zeigt weiterhin den Kompasskurs(!) – die Kielrichtung – und damit die Lage von Eigenschiff.

Aus den *GPS*-Daten werden außer der Bewegungsrichtung, dem Kurs über Grund, – zusätzlich als Kurslinie (markiert durch zwei Pfeile) dargestellt – auch die grundstabilisierten Fahrtwerte (*BT*) errechnet.

Ein derart ausgerichtetes Radarbild stellt einen unverrückbaren Ausschnitt einer exakt orientierten „Oberfläche des Globus“ dar, auf der Eigenschiff „quasi metergenau“ positioniert wird. Das bedeutet: „*Global Positioning*“ (*GPS*) ist imstande, Eigenschiff zu führen und damit das Umfeld auf dem Radarbild gegenüber dem Grund **total** zu stabilisieren – zu fixieren.

*Auf Grund seiner Satelliten-Daten liefert **GPS** den **Bottomtrack**
und macht für das Radar die Kompass- und Log-
– aber nicht die Basis-Stabilisierung – überflüssig
Die Radar-Darstellung ist damit **absolut – GPS-orientiert/-stabilisiert**.*

Das *GPS* arbeitet auf einer Frequenz von etwa 1.500 MHz (**20 cm** Wellenlänge).

Schlussfolgerung:

Steht ein ARPA (Abschn. 8.3.1) nicht zur Verfügung, so wird die Bedeutung der für gravierend erachteten Vor- bzw. Nachteile der verschiedenartigen Fahrt-/Kursangaben von den jeweiligen „Anhängern“ häufig unterschiedlich eingestuft. Letztlich wird das an Bord installierte Log bestimmen, welche Betriebsart für das Radar gewählt werden kann (muss).

Die Möglichkeiten, die die Darstellungsvarianten und die vielseitigen geometrischen Hochrechnungen bei einem ARPA-Betrieb erlauben, scheinen die Bedeutung des einen oder anderen Modus der Log-Stabilisierung zu relativieren.

Dennoch kann niemand dem Radarfahrer die gewissenhafte Beobachtung, die Beantwortung der Frage nach der „Stehenden Peilung“ – ob die Gefahr einer Kollision besteht oder ob sich eine „Nahbereichslage“ (Abschn. 8.2.2) entwickelt – abnehmen.

*Eine Ergänzung der Aussage der Radardarstellung und damit eine Steigerung der Entscheidungskriterien für den Radarbeobachter könnte noch durch die Überlagerung des Radarbildes mit der „Elektronischen Seekarte“ eines **Kartenplotters** (Chart Plotter) oder durch dessen zusätzliche Verwendung erreicht werden.*

Doch die „Totale Sicherheit“ erkaufte man sich mit „all dem Aufwand“ nicht. – Auch bei der Anschaffung eines Radars gilt es für den Sportschiffer meistens, aus Kosten- oder Platzgründen, „die Verhältnismäßigkeit der Mittel zu wahren“!

An dieser Stelle soll der große Fortschritt durch die NMEA-Schnittstellen gewürdigt werden, die die unmittelbare elektronische Verknüpfung aller navigatorisch interessierenden Daten der unterschiedlichsten Sensoren überhaupt erst ermöglichen; einschließlich der Auswertung der Koordinaten, die die Ortungssysteme liefern und deren Akzeptanz durch die digitale Rasterscan-Technik.

Im Gegensatz dazu stehen die nur zum Teil möglichen analogen Informationen, die der Analogradar-Betrieb von den apparativ und dadurch auch räumlich meist sehr umfangreichen Navigationsgeräten bzw. deren Adaptern verlangte.

5 Einbauen und Bedienen • Anlagen –

zusammensetzen, anordnen und einstellen

5.1 Radareinbau

Eine Radaranlage besteht aus einer **Drehantenne** und einer separaten bzw. einer in das Antennengehäuse integrierten **Sende-/Empfangseinheit** sowie einem **Sicht-/Bediengerät** und einer gemeinsamen oder einer auf die genannten Einheiten aufgeteilten **Stromversorgung**. Beim Einbau der einzelnen Geräteeinheiten ist der jeweilige Mindestabstand zum Magnet- bzw. Fluxgate-Kompass gemäß den Herstellerangaben einzuhalten.

Größere Schiffe (BRZ ≥ 10.000) müssen über mindestens zwei Radaranlagen verfügen können; in Einzelfällen über eine dritte – fahrtrichtungsbedingt. (Abschn. 3.3.1)

Die Antennen unterscheiden sich in erster Linie durch ihre Spannweite, abhängig von dem Frequenzband und der gewünschten Auflösung. (Abb. 7-6)

*Alle Geräteeinheiten für die **Wartung** zugänglich einbauen.*

Die Radarantenne wird so installiert, dass die Sicht nach voraus nicht durch Masten, Ladeposten oder Aufbauten beeinträchtigt wird – bei Kleinfahrzeugen möglichst weit oberhalb der Wasserlinie. Für ausrüstungspflichtige Schiffe verlangt das **BSH** – Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie – einen sog. **kernschattenfreien Bereich** von **355°** bis **005°** innerhalb des Voraussektors. Das bedeutet, dass die Antenne nicht auf der Mittellinie des Schiffes angeordnet werden darf, wenn sich vor ihr Schattengeber oder Reflektoren befinden. Bei derartigen Gegebenheiten sollte sie mindestens um **ein Zehntel** ihres Abstandes zu diesem Hindernis – nach Steuerbord versetzt – montiert werden. Denn, da die Steuerbordseite die „kritische“ Seite ist, wird die Radarantenne auf dieser Seite des Schiffes aufgestellt, um „wenigstens“ in den beiden Steuerbord-Quadranten „freie Sicht“ zu haben. (Abschn. 6.1 u. 9.2.1)

Auf Schiffen mit sehr hohen Brückenaufbauten und – dadurch bedingt – mit extrem hohem Antennenstandort ist der daraus resultierende „Tote Kreis“ zu berücksichtigen; zumal dann, wenn diese Fahrzeuge (Fähren!) in sehr engen Gewässern, unter Umständen bis in ein Fährbett hinein, manövrieren müssen. Bei solchen Anforderungen wird dann häufig eine zusätzliche Anlage mit einer Radarantenne in geringer Höhe – auf der Back – installiert.

Sende-/Empfangseinheiten von Anlagen der Großschifffahrt wurden meistens unter Deck (**Transmitter-Down**) installiert und über eine spezielle frequenzabhängige Speiseleitung auf kürzestem Wege mit der Drehantenne verbunden. Der X-Band-Betrieb verlangt in der Regel einen Hohl- oder Wellenleiter (*Waveguide*), ein rechteckiges Kupferrohr, das wegen möglicher Kondenswasserbildung(!) vorzugsweise vertikal verlegt wurde. Im Falle eines S-Band-Betriebes kann die Verbindung auch durch ein **Koaxkabel** hergestellt werden.

Klein-(Yacht-)Radargeräte verwenden kombinierte Antennen-/Sende-/Empfangseinheiten, bei denen ein kleiner Strahler, witterungsgeschützt, unter einem *Radom* von etwa 90 bis 60 cm Durchmesser rotiert. Die „großen“ frei drehenden Radarantennen sind jedoch wegen ihrer besseren Auflösung – dort, wo es vom Platzbedarf her möglich ist – immer zu bevorzugen. Dennoch haben die kleinen auch ihre Vorteile: sie sind einfacher zu montieren und unempfindlich gegenüber Leinen und Segel; sie bieten ein geringeres Toppgewicht, benötigen keinen Hohlleiter und vor allem für ihren Antrieb weniger Leistung, weil der Strahler – durch den Wind unbelastet – rotieren kann. Der Einbau erfolgt auf Segelschiffen auch halbkardanisch, krängungsunabhängig, in einer Wiege.

Neuerdings vermeidet man auch bei Radaranlagen für die Berufsschifffahrt – infolge der Entwicklung „unempfindlicherer“ Bauelemente (Wartung!) – generell die Speisung der Antennen über einen Hohlleiter oder ein Koaxkabel, bringt die Sende-/Empfangeinheit selbst bei leistungsfähigeren Anlagen in dem Antennengehäuse (**Transmitter-Up**) unter, verbessert dadurch den Wirkungsgrad und vereinfacht die Installation erheblich.

Um das Radarbild überhaupt optimal nutzen zu können, darf man grundsätzlich den negativen Einfluss des Tageslichtes bzw. den einer künstlichen Beleuchtung oder gar den einer möglichen Sonneneinstrahlung sowie Reflexionen durch eine helle Deckenverschalung oder Rückwand auf das Schirmbild nicht unterschätzen. Bei der Wahl des Aufstellungsortes für das Sichtgerät wird dringend empfohlen, auf eine gewisse Abschirmung bzw. eine Schwärzung (matt !) des reflektierenden Bereiches zu achten.

Diese Empfehlung gilt auch bei der Verwendung von Flüssigkristall-Bildschirmen; sie ist selbst bei „Tageslichtbildschirmen“ sehr zweckmäßig.

Generell ist das *Rasterscan*-Sichtgerät ein großer Fortschritt gegenüber dem analogen Sichtgerät mit seiner unentbehrlichen Sichthaube oder einer „Radarkabine“ mit ihrem Vorhang.

5.2 Radarbedienung

Alle Bedienungs-Einstellungen erfolgen am Sichtgerät. Einige der hier aufgeführten Schalt- bzw. Einstellschritte können sich, je nach Anlage, infolge interner Voreinstellungen oder (leider nicht immer optimaler) automatischer Regelungen erübrigen; dennoch werden alle Standardschritte beschrieben. – Es ist auch nicht zwingend, dass alle aufgeführten Einstellmöglichkeiten angeboten werden; denn deren Umfang ist häufig eine Kosten- und/oder Platzfrage.

Es ist möglich, dass laufende Entwicklungen auch neue Bedienelemente für die Beeinflussung bzw. Auswertung des Radarbildes (z.B. beim *ARPA*) hervorbringen. Die aktivierten Einstellungen und – häufig damit verbunden – auch das Ausmaß ihrer Wirkung werden heutzutage vielfach durch eine grafische Balkenanzeige auf dem Bildschirm in Datenfenstern oder auf einem alphanumerischen Feld sinnfällig markiert.

Zur Kennzeichnung der Schalter und Regler hat sich vor allem bei Kleinanlagen vielfach eine „Symbolik“ durchgesetzt, die – statt der englischen bzw. amerikanischen Beschriftung – meistens auch von allen anderssprachigen Anwendern verstanden wird. Bei den nun folgenden Erläuterungen der Bedienelemente stehen die deutschen Bezeichnungen an erster Stelle. (Im laufenden Buchtext stehen Bedienelemente in Anführungszeichen).

5.2.1 Grundeinstellungen (Abstimmung)

Die hier empfohlene Reihenfolge der Grundeinstellungen ist immer einzuhalten.

1. Hauptschalter (*Off/Stand-by/On*):

Über „Bereit“ (*Stand-by*) auf die Betriebsstellung „Ein“ (*On*) schalten und damit dann auch die Drehantenne und den Sender in Betrieb setzen. Bei mit Glühfaden beheizten Elektronenröhren muss ein Aufwärmzeitraum von zwei bis drei Minuten berücksichtigt werden.

2. Helligkeit und Verstärkung (*Brilliance/Intensity und Gain*):

Diese beiden Regler bzw. Tasten nach links drehen oder auf „–“ schalten.

3. Seegangs- und Regenenttrübung (*ACS/STC und ACR/FTC*) (Abschn. 5.2.2):

Diese Regler bzw. Schalter auf „unwirksam“ regeln oder aus(*Off*)schalten.

4. (Übersichts-)Bereich/Bereichs(-Wahl-)schalter (Range/Range Selector):

Auf einen mittleren Bereich von etwa **6 bis 8 sm** – jenseits des Wirkungsbereiches der Seegangsenttrübung/Nahechodämpfung – schalten.

5. Impulslänge(-dauer) (Pulse Length/Duration):

Auf „kurz“ (*Short*) schalten – falls möglich.

6. Helligkeit (Brilliance/Intensity):

So einregeln, dass der Schreibstrahl (*Sweep*) gerade sichtbar wird – auf optimalen Kontrast. Den Kontrast im Laufe des Betriebes nicht verändern!

*Eine übermäßige **Bildhelligkeit**
kann das **Erfassen** von **Objekten** nicht verbessern.*

7. Verstärkung (Gain):

So weit steigern, bis ein sandiger/griesiger – Untergrund gerade sichtbar wird; damit ist dann das sog. **Rauschen**, die Grenze einer sinnvollen Echo-/Signalverstärkung, erreicht. (Dies gilt auch für ein Nachregeln.)

8. Abstimmung (Tuning):

Falls nicht automatisch, so abstimmen, dass möglichst viele – einzelne(!) – Objekte dargestellt werden und/oder die Abstimmanzeige ihr Maximum erreicht. – Nach manueller Einstellung – bei längerer Betriebsdauer – gegebenenfalls nachregeln.

Bei fehlerhafter automatischer Abstimmung (Automatic Frequency Control/AFC) ist es möglich, dass sich sog. „Tortenstücke“ – Sektoren mit und ohne Zieldarstellung – zeigen, falls ein stabiler Zustand nicht erreicht werden kann.

9. Verstärkung (Gain):

Wenn notwendig nachregeln.

5.2.2 Betriebseinstellungen für die Darstellung

Diese Betriebseinstellungen ergänzen die „Grundeinstellungen“ und beeinflussen die Darstellung.

Vorauslinie/-marker (Headmarker (HM)/Heading Line (HL)) (Abschn. 5.2.3):

Diese Navigationshilfslinie – ein „hell getasteter“ Schreibstrahl – dient zur Markierung der Vorausrichtung (Kielrichtung). (Abschn. 8.1.1)

Das Bedienelement kann, bei zentriertem Bild und Relativer Darstellung, auch zum Einstellen der Vorauslinie auf 0° der Grad-/Peilskala – falls dies nicht automatisch geschieht – dienen (Abschn. 3.3.1) und damit gleichzeitig die Bildlage bestimmen.

Kompass/Kurs (Compass/Course):

Bei kompassstabilisiertem Bild die Lage der Vorauslinie dem anliegenden Kurs entsprechend (*C-UP* oder *N-UP*) einstellen. (Abschn. 4.2/3)

Orientierungs-Wahlschalter (Orientation) –

voraus-, (soll-)kurs- oder **nordorientiert** (*Head-Up – Course-Up – North-Up*):

Die Bildlage, die Orientierung der Darstellung, und damit die Einstellung der Vorauslinie ist – bei digitalen Anlagen – häufig direkt wählbar. (Abschn. 4.2/3)

(Übersichts-)Bereich/Bereichsschalter (Range/Range Selector):

Den Übersichtsbereich der gegebenen Situation anpassen.

Seegangsenttrübung/Nahechodämpfung (Anti Clutter Sea (ACS)/

Sensitivity Time Control (STC)):

Die „zeitabhängige Regelung der Empfindlichkeit“ des Verstärkers so einstellen, dass in einem Bereich bis hin zu etwa **5 sm** möglichst viele Einzelheiten erkennbar werden. Denn diese Regelung reduziert – entfernungs-(zeit-)abhängig – die Amplituden aller Echos aus dem durch Seegang beeinträchtigten Bereich und unterdrückt dadurch die oft schwächeren, störenden Seegangsreflexionen. – Nach Änderung der Impulslänge die „Nahechodämpfung“ nachregeln. (Abschn. 9.1.1)

*Mit der „**Seegangsenttrübung**“ sehr „behutsam“ umgehen –
d.h. den Seegang niemals völlig unterdrücken.*

*Im Nah- und Nächstbereich sorgt die „Nahechodämpfung“ auch
für eine bessere **Auflösung** von „Objektansammlungen“.*

Regenenttrübung (Anti Clutter Rain“ (ACR)/Fast Time Constant (FTC)):

Die „Regenenttrübung“ bei auftretenden Niederschlägen einschalten oder einstellen. Denn diese kann die Qualität der Echos, d. h. die zeitabhängige Steigung ihrer Vorderflanken, erkennen und sie dadurch unterscheiden. Dabei kennzeichnet „Fast“ (schnell/kurz) den „Charakter“ der sog. Zeitkonstante (*Time Constant*), des Schaltungsgliedes für die Differenzierung der Signale, und bestimmt damit das Richtmaß für die Verstärkung durch den Bildverstärker. (Abschn. 9.1.2)

*Die „**Regenenttrübung**“ – falls manuell regelbar –
in allen Bereichen „gefühlvoll“ handhaben.*

*Auch diese Regelung ermöglicht häufig eine bessere **Auflösung**
von Objekten einer „massiven Zusammenballung“.*

Auf der Suche nach einem fernen oder schlecht reflektierenden Objekt sollte man die „Regenenttrübung“ vollständig abschalten.

Impulslänge(-dauer) (Pulse Length/Pulse Duration):

Mit dem Umschalter „kurz“ (*Short*) oder „lang“ (*Long*) einen kürzeren bzw. längeren, als den mit dem Übersichtsbereich automatisch geschalteten, Impuls wählen.

Einige Anlagen bieten die Möglichkeit in den mittleren und großen Entfernungsbereichen, die Impulslänge, den „Inhalt“ des Impulspaketes, bei Einschränkung der Reichweite, d.h. auf Kosten der Früherkennung fernerer Objekte zu reduzieren.

Die Erkennbarkeit, die Auflösung, von radial hintereinander liegenden Objekten – als separate Ziele – kann dadurch verbessert werden. (Abschn. 6 u. 7.2.2)

Bei herrschender **Überreichweite** hilft eine kürzere Impulslänge außerdem zu vermeiden, falsch platzierte (echte) Echos von „sehr fernen“ Objekten darzustellen. (Abschn. 9.2.4) Andererseits fördert die Steigerung des Energieinhaltes eines Impulses – durch seine Verlängerung – eine frühzeitigere Erfassung mäßig reflektierender Objekte.

Dezentrierung (Off-Center(ing)):

Mit Hilfe dieses Schalters besteht die Möglichkeit, den Ursprung („Mittelpunkt“) des Radarbildes, Eigenschiff (*Own Ship*), entgegen der Fahrtrichtung zu verlegen und damit vorzugsweise den Vorausbereich – bei gleichem Maßstab – zu erweitern. Dies ist vor allem bei der Revierfahrt nützlich. Einige Anlagen erlauben eine Dezentrierung in jede beliebige Richtung. – Es muss jedoch unbedingt beachtet werden, dass an einer das Radarbild umgebenden festen Gradskala keine Radarpeilungen (Abb. 3-4) und auch keine Kurse abgelesen werden dürfen. (Abschn. 3.2.2)

Stufenlose Veränderung des größten Maßstabes (Zoom):

Anlagen einiger Hersteller, die nicht über einen schaltbaren Bereich von „ $\frac{1}{4}$ -sm“ bzw. „ $\frac{1}{2}$ -sm“ verfügten, boten die Möglichkeit, den Maßstab des kleinsten Übersichtsbereiches – z. B. „ $1\frac{1}{2}$ -sm“ – entweder stufenlos zu verändern oder per Schalter zu halbieren. Dabei ist wichtig, dass die Entfernungsmessringe sichtbar(!) bleiben, um als Anhalt für den Maßstab der Darstellung zu gelten.

Falls jedoch die Auflösung ungenügend ist – weil die Antennenspannweite zu gering oder weil der kürzeste Impuls zu „lang“ ist – bringt eine Vergrößerung des größten Maßstabes, ein „kleinster Bereich“, generell keinen auflösenden Vorteil. (Abschn. 7)

5.2.3 Betriebseinstellungen für „Ortung“ und „Navigation“

Die anschließend beschriebenen Schalter und Regler sind zum Teil anlagenspezifische Bedienelemente. Ihre Betriebseinstellungen unterstützen die Ortung und Navigation.

Viele dieser Hilfsmittel konnten/mussten erst im Rahmen der digitalen Datenverarbeitung entwickelt werden.

Vorauslinie/-marker (Headmarker (HM)/Heading Line (HL)):

Die „Vorauslinie“ kann durch Tastendruck vorübergehend ausgeschaltet werden, falls ein schwaches Ziel „recht voraus“ gesucht/vermutet wird. (siehe auch Abschn. 5.2.2)

Entfernungsmessringe/Abstandsringe (Markers/Rings):

Feste, unveränderliche konzentrische Ringe zur Abschätzung der Entfernung eines interessierenden Objektes. (Abschn. 3.1) Sie unterteilen den eingeschalteten Übersichtsbereich in gleichmäßig „tiefe“ (breite) Entfernungszonen. Je nach Bereich oder Herstellerphilosophie erfolgt eine Aufteilung durch zwei bis sechs Ringe, deren gegenseitiger Abstand meistens digital angezeigt wird.

Gradskala/Richtungsrose (Bearing Scale/Rose):

Konzentrische (gravierte) relative Gradskala – „0°“ oben(!) – am Rande des Radarbildes, mit deren Hilfe man, bei zentriertem Bild, Radarpeilungen nehmen kann.

Diese Gradskala wird bei einem digitalen Bild elektronisch erzeugt. (Abschn. 3.2.2)

Beweglicher Entfernungsmessring (Variable Range Marker (VRM)):

Verschiebbare Markierung, die auf/an ein Objekt „gefahren“ werden kann, um dessen Entfernung auf **0,01 Seemeile** (1/10 Kabellänge [kbl]), etwa **20 m** „genau“ bestimmen zu können. (Abschn. 8)

Elektronische(r) Peillinie/-strich (Electronic Bearing Line (EBL)/

Electronic Bearing Marker (EBM)):

Um den Bildmittelpunkt, Eigenschiff (Own Ship) schwenkbare radiale(r) Linie/Strich, mit der/dem man – auch bei dezentriertem Bild (Off-Center) – Radarpeilungen nehmen kann, weil deren Wert dann digital angezeigt wird. (Abschn. 8)

Neuerdings ist es bei digitalen Datenaustausch möglich, durch automatische Berücksichtigung des anliegenden Kurses, eine Kompasspeilung direkt – digital – anzuzeigen. –

EBL und VRM sind bei modernen Anlagen häufig zweifach vorhanden. Dann hat die zweite Peillinie oft die Bezeichnung „schwimmender EBL“ (Floating EBL/FLT-EBL). Diese Peillinie kann beliebig platziert und damit auch als „Peillineal“ – für vielfältige Aufgaben – genutzt werden.

Peil-Lineal und/oder Markierung (Cursor):

1. Ursprünglich nannte man ein mechanisch drehbares, zentriertes(!) Fadenkreuz – oft mit parallelen Hilfslinien – zum Bestimmen einer Radarpeilung bzw. zur Markierung einer Richtung oder zur Kontrolle eines Parallelabstandes *Cursor*. (Beim

Ablesen einer Richtung ist eine mögliche Parallaxe(!) zu vermeiden.)

2. Eine beliebig bewegbare elektronische Markierung (ein kleines Fadenkreuz oder ein kleines Quadrat mit Zentrierung) trägt auch die Bezeichnung *Cursor*. Sie wird mit Hilfe eines *Roller Balls/Trackballs*, einer „umgedrehten Maus“, oder entsprechender Bedienelemente auf das näher zu bestimmende Objekt „gefahren“. Für die gewählte Position des *Cursors* werden entweder sein Abstand zu Eigenschiff und seine Peilung oder – bei Anschluss an ein *GPS* – auch sein geographische Standort mit Länge und Breite digital angezeigt.

Bei „intelligenten“ Anlagen, z. B. bei einem *ARPA*, kann der *Cursor* aktiviert und dann zum Zwecke der automatischen Zielsprache/-verfolgung auf den Gegner „gesetzt“ werden.

Parallelmarker/-markierung (*Parallel Index (PI)*):

Beliebig, z. B. parallel zur Bewegungsrichtung, verschiebbare – dem *FLT-EBL* ähnliche – Navigations-Hilfs-/Richtlinien(-Paare). Sie ermöglichen, Fahrwege – in einem bestimmten Abstand von exponierten Punkten – zu planen (Abschn. 8.1.1) und/oder zu kontrollieren. Es stehen meistens mehrere Parallelmarker zur Verfügung. Die Anzeige der entsprechenden Werte erfolgt in Datenfenstern.

Fahrwegverlauf (*Target-Track/Past Positions*):

Eine Möglichkeit, Fahrwege (*Tracks*, Abschn. 3.4) ausgewählter Objekte und den von Eigenschiff mit Markierungen in bestimmten einstellbaren Zeitintervallen zu kennzeichnen, zu dokumentieren. Die „Wegpunkte“ werden dabei durch eine punktierte Linie – dem Fahrweg entsprechend – miteinander verbunden.

Man wählt „glatte“ Bruchteile einer Stunde, so dass die Längenmessung eines Intervalls die unkomplizierte Bestimmung der Geschwindigkeit erlaubt – meistens 3 min (1/20 Stunde), **6 min** (1/10 Stunde) oder 12 min (1/5 Stunde).

Allein der Vergleich der Markierungspunkt-Abstände verschiedener Objekts Spuren ermöglicht – bei der Absoluten Darstellung – eine unmittelbare Einschätzung der Geschwindigkeiten – relativ zueinander.

Überlagerungs-Störsperre (*Interference Rejection (IR)*):

Bei digitalen Anlagen eine Schaltung, mit deren Hilfe die Interferenzstörungen unkenntlich gemacht werden können. – Nicht anwenden, wenn eine Radarbakenanzeige genutzt werden soll. (Abschn. 6.1.4 u. 9.1.3)

Nachleuchtspur (*Trail*):

Bei digitalen Radaranlagen: die Darstellung vorhergegangener Positionen der sich bewegenden Objekte – Nachleuchtschleppen ähnlich, aber nicht „kommaförmig“ – für eine einstellbare Dauer, in einer „anderen“ Farbe. (Abschn. 3.4)

Warnsektor (*Guard Zone (GZ)*):

Die Möglichkeit einen Sektor mit wählbarem Winkel und einem Kreisbogen als **Schwelle** – in einem der Situation angepassten Abstand – in das Radarbild einzublenden. Sobald ein Objekt in diesen Bereich einwandert, ertönt ein Signal. (Bei Seegang problematisch!)

Alarm (*Alarm*):

Bei einigen Anlagen ist es außerdem möglich, nach dem Abstecken eines „Warnsektors“, auf „*Stand-by*“ zu schalten; dies ergibt den sog. **Stromsparmodus**. Dann ist die Bildröhre ohne Versorgungsspannungen – außer der Röhrenheizung – und der Bildschirm dunkel. Läuft ein Objekt in den markierten Sektor ein, so ertönt ein Signal und die Anlage geht selbsttätig in Betrieb.

6 Auffallen und Erfassen · Objekte/Echos –

erkennen, vergleichen und intensivieren

Für eine optimale Auswertung des Radarbildes – bei zweckmäßiger Bedienung – ist es dringend notwendig, dass ein „Radar-Neuling“ – bei gutem Wetter – die Markierungen immer wieder mit der Wirklichkeit vergleicht und die Einstellungen probt. Denn eine eindeutige Objektortung ist in der Regel von einer angemessenen Verarbeitung der Echos durch eine fachgerechte Grundeinstellung (Abschn. 5.2) mit Hilfe von „Helligkeit“, „Verstärkung“, „Abstimmung“, „Nahechodämpfung“/„Seegangsenttrübung“, „Regenenttrübung“ und möglicherweise auch von der Wahl der „Impulslänge“ abhängig. (Abschn. 5.2.2 u. 7.2.2)

Dabei ist es wichtig, dass man die Grenzen der wirklichkeitsnahen Darstellung und die anlagenbedingten **Verzerrungen** zu berücksichtigen lernt. (Abschn. 7) Außerdem muss man üben, Art und Ausmaß möglicher **Störechos/-anzeigen** und **Scheinechos** einzuschätzen. (Abschn. 9)

Tiefdruckwetterlagen können eine zusammenhängende Darstellung des Verlaufes niedriger Küsten oder Strände, vor allem auf größere Distanz, erheblich beeinträchtigen; dies gilt meistens auch für einen „gewohnten“ **Erfassungsabstand** (Abschn. 6.1.5) bei allen anderen Objekten.

6.1 Radarechos

In der Radar-Umgangssprache sind für einen Leuchtfleck, „ein Echo“, die Begriffe Objekt, Gegner oder **Ziel** (*Target*) nebeneinander gebräuchlich. Ein erstmalig auftauchendes schwaches Echo wird häufig als **Pip** oder **Blip** bezeichnet; aus einem Pip entwickelt sich oft eine deutliche Objektmarkierung, auch vielfach („militärisch“) als (**Radar**)-**Kontakt** bekannt. So genannte „kräftige Echos“ sind das Ergebnis intensiver Reflexionsserien.

Bei eingehender Betrachtung eines Radarbildes wird man feststellen, dass optisch sehr gut erkennbare Ziele meistens auch deutlicher zur Anzeige gebracht werden als solche, die weniger gut auszumachen sind. Die **Rückstrahlintensität** ist im Wesentlichen von der Material- und der Oberflächenbeschaffenheit der Objekte und außerdem von der Stellung ihrer Reflexionsfläche(n) – „aus Sicht der Radarantenne“ – abhängig.

Eine Reflexion läuft stets nach Gesetzen der Optik ab: „Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel“ und „Gerichtete, regelmäßige Reflexionen ergeben wirkungsvollere Echos als diffuse, gestreute“. – Dabei sollte man sich immer vergegenwärtigen, dass ein Radarecho nur einen Bruchteil der abgestrahlten Energie eines Impulses, vielfach in der Größenordnung von nur einem Millionstel oder noch weniger, ausmacht.

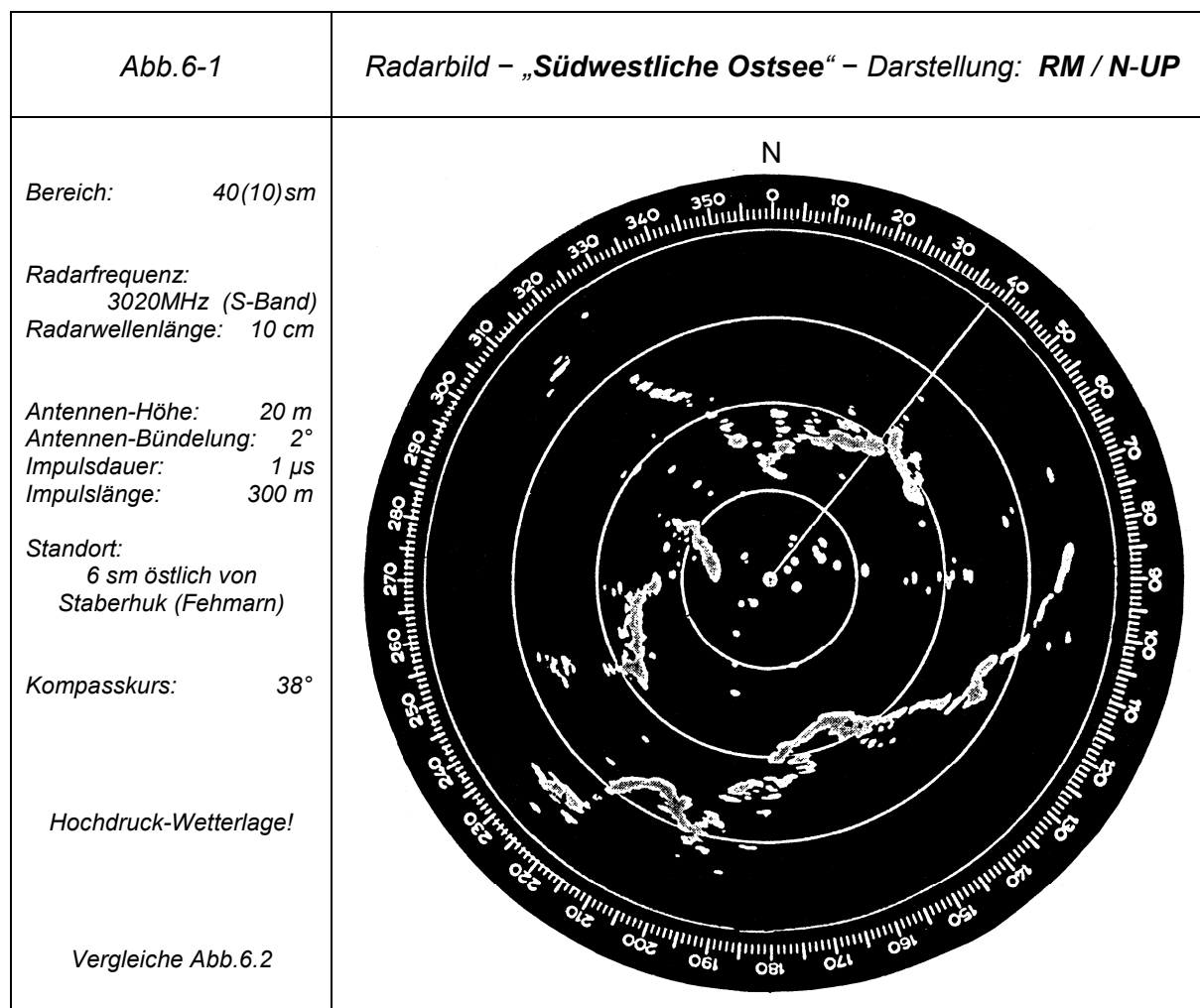
Metall reflektiert wesentlich besser als andere Materialien oder durch elektrisch leitende Bestandteile bzw. umfangreiche „Beschlüge“ verunreinigter Kunststoff, der sich in reinem Zustand kaum bemerkbar macht. Nur exakt senkrecht zum Ortungsstrahl stehende ebene Flächen sind besser zu erfassen als unregelmäßige bzw. zerklüftete Oberflächen; weniger gut dagegen glatte gekrümmte. Häufig reflektieren feuchte Objekte besser als trockene. Voraussetzung für eindeutige Echos von einer geneigten ebenen, aber gleichmäßig „rauen“ Fläche ist, dass der Durchmesser der einzelnen „Elemente ihrer Struktur“ größer als die Länge der ortenden Radarwelle ist.

Eine ruhige Wasseroberfläche oder eine plane nicht lotrecht zum auftreffenden Impuls stehende, glatte(!) Fläche (z.B. die Außenhaut eines Tarnkappenschiffes oder -flugzeuges) bietet für ein Radar keine verwertbaren Reflexionen.

Die „vollständige“ Abbildung eines markanten, azimuthal ausgedehnten Objektes, bzw. einer geschlossenen Küstenkontur erfordert, dass bei der Annäherung auf jeden Fall das Erreichen der entsprechenden Radarkimm-Distanz, abhängig von der Höhe der eigenen Antenne, abgewartet wird – bevor man „auswertet“. (Abschn. 2.1)

Wegen des quasioptischen Verhaltens der Radarwellen ergeben sich auch Schatten-sektoren. Denn jedes Objekt/Hindernis, das so groß ist, dass es hinter ihm liegende Objekte/Ziele verdecken kann, verursacht auch auf dem Bildschirm einen langen Schatten. Diese Schatten sind einmal topographisch bedingt oder sie werden von großen Schiffen, Gebäuden bzw. Industrieanlagen verursacht; auch der Baumbestand spielt eine Rolle.

Schattensektoren bilden sich außerdem hinter schiffseigenen Aufbauten und Containern oder bereits hinter „Schornsteinen“ und Masten, falls deren Durchmesser mehr als **50 %** der Radarantennenspannweite beträgt; bei geringerem Ausmaß sind meistens nur kurze **Kernschatten** sichtbar. Wenn irgend möglich, vermeidet man die schädliche Auswirkung eines bordeigenen Schattengebers bereits bei der Einbauplanung. (Abschn. 5.1 u. 9.2.1)



6.1.1 Land und ortsfeste Objekte

Hohe Küsten (Steilufer), Kirchtürme, Hochhäuser und Industrieanlagen werden oft schon sehr früh, bei einer Entfernung von **15 bis 20 sm**, erkannt; wohingegen flache Ufer und/oder Deiche wegen ungünstiger Reflexionsbedingungen erst auf kürzere Distanz, **2 bis 4 sm**, zur Anzeige gebracht werden. In Küstenrevieren, in flachen Tidegewässern mit trocken fallenden Sänden, kann sich das Radarbild während des Gezeitenstromes laufend ändern. In einem Seegebiet mit schlecht reflektierenden Stränden (Abschn. 2.1) können benachbarte, landeinwärts gelegene Hochspannungs-Leitungsmasten oder Windkraftanlagen – wegen ihrer regelmäßigen Anordnung meistens gut zu identifizieren – vielfach eindeutige Anhaltspunkte liefern.

Gebirgige Lagen sind nicht nur im Hinterland, sondern bereits im Nahbereich, wegen der geringen vertikalen Antennenbündelung deutlich zu erkennen. (Abschn. 6.1.2 u. 7.1.2)

Aus der Ferne gesehen scheinen Brücken grundsätzlich eine Wasserstraße zu sperren.

Reflektoren querender Hochspannungsleitungen – Warnhinweise für den Flugbetrieb – werden häufig erfasst (Abschn. 6.3.1.1) und können dann – auf Wasserflächen – stationäre Ziele vortäuschen. Befindet man sich fast oder direkt unter den genannten Objekten, lösen sich ihre Markierungen in jedem Fall auf. („Objekte in großen Höhen“ – Abschn. 6.1.2)

Kartenausschnitt – „Südwestliche Ostsee“ passend zu dem Radarbild – Abb.6-1	Abb.6-2
 Langeland – Lolland – Fehmarn Belt – Falster – Gedser Odde – Kadetrinne – Darßer Ort Lübecker B. – Dahmes Höft – Mecklenburger B. – Poel – Buk – Warnemünde – Fischland	Bereich: 40(10)sm Standort: 6 sm östlich von Staberhuk (Fehmarn)

6.1.2 Wasserfahrzeuge und andere Objekte

Die Intensität der Anzeige von Schiffszielen richtet sich meistens nach deren Größe, ihrem Baumaterial, dem Beladungszustand (Tiefgang) und ihrer Lage zur Radarantenne. Außerdem beeinflussen selbstverständlich die Aufbauten – bei Frachtern natürlich einschließlich des Ladegeschirrs – sowie die Decksladung die Wirksamkeit der Rückstrahlung. Generell ergibt die Anzeige jedoch keinen verwertbaren Aufschluss über die Masse eines Objektes. Klein-(Sport-)fahrzeuge – vor allem solche aus Kunststoff – reflektieren in der Regel erst auf kürzere Distanz ein „mäßiges“ Echo; deshalb sollten deren Skipper für eine bessere Radar-Erkennbarkeit ihrer Schiffe sorgen. (Abschn. 6.3)

Bei sehr großen Handelsschiffen mit achtern angeordneter Brücke ist es möglich, dass für die Besatzungen der Klein-(Sport-)Schifffahrt bzw. für die Schiffsführungen der Großschifffahrt – trotz Beachtung der erwähnten Einbauempfehlungen – Probleme auftreten. Dann könnte z. B. die Decksladung von großen Containerschiffen die Radarsicht vor den Vorsteven derart beeinträchtigen, dass der „Tote Bereich“ an der Wasseroberfläche auf bis zu zwei Schiffslängen oder mehr erweitert wird.

Diese Tatsache wird für die „Kleinen“ besonders kritisch; zumal dann, wenn bei einem hohen Sportboot-Verkehrsaufkommen in engen Fahrwassern, die eindeutige Beurteilung der Situation wegen der vielfältigen Objekte für die Großschifffahrt ohnehin beeinträchtigt

ist. In derartigen Fällen würde eine zusätzliche Radaranlage – mit einer niedrigen Antenne auf der Back – den Überblick für die Schiffsführung wesentlich verbessern. (Abschn. 5.1)

Die übliche Radardarstellung eines Schiffszieles erlaubt es nicht – durch den Versuch einer „Analyse der Radarkonturen“ – dessen Fahrtrichtung zu bestimmen.

*Von der **Form** der (Echo-)Markierungen eines Fahrzeuges darf man niemals auf dessen **Kielrichtung** und damit auf seine (Ansichts-)Seite: „Rot“ oder „Grün“ – seinen **Aspect** – schließen; auch seine **Größe/Masse** ist nicht einzuschätzen. Dies sind die beiden bedeutendsten **Unzulänglichkeiten** einer Radarortung.*

Niedrig fliegende Flugzeuge – ebenso wie Vogelschwärme – werden gelegentlich von der weit offenen Strahlungskeule des Radars, durch ihren vertikalen Anteil, erfasst und richten Verwirrung an. Sie sind an ihrer – für Wasserfahrzeuge meist unüblichen – Geschwindigkeit aber sofort als solche auszumachen.

Grundsätzlich können Objekte aller Art noch bis in eine Höhe, die etwa einem Viertel ihrer Entfernung entspricht, erkannt werden. Dazu gehören auch topographische Formationen und (Hoch-)Brücken oder Markierungsreflektoren von (Abschn. 6.1.1) Hochspannungsleitungen; wobei im Nahbereich sogar die vertikalen Nebenzipfel der Antenne mit ihren noch steileren Winkeln bei einer Zielerfassung wirksam werden können. (Abb. 11-16) Auch dichte Regen-, Hagel- oder Schneewolken werden unter bestimmten Umständen aufgezeichnet.

*Alle erfassten **Objekte** werden in einer **Ebene** dargestellt.*

Eine Stromkabelung wird häufig einem Küstenstrich ähnlich zur Anzeige gebracht. Diese Tatsache mag im ersten Moment als sehr irritierend angesehen werden; sie kann dem Küstenfahrer/Sportschiffer jedoch ein wertvoller Hinweis sein.

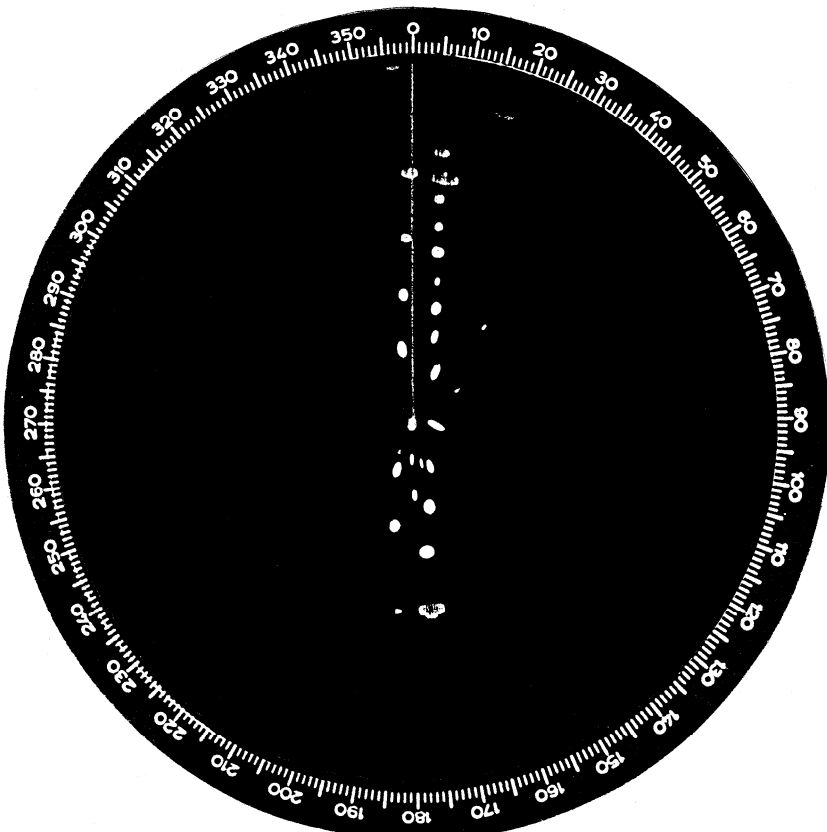
Außerdem können im Nahbereich bei ruhigem Wetter auf dem Bildschirm eine V-förmige Bugwelle und/oder ein Schraubenwasser abgebildet werden – selbst einzelne in der Nähe schwimmende Seevögel sind dann zu erkennen.

6.1.3 Seezeichen (passiv)

Tonnen erscheinen auf dem Bildschirm als kleine Flecke in Form von Punkten oder Strichen (Abb. 6-3) – in der Nähe radial, in der Ferne azimuthal „gedehnt“. (Abschn. 7.1) Sie werden in der Regel nicht bei jedem Umlauf der Antenne getroffen, weil sie, wegen des Seeganges, meistens nicht ruhig liegen; dadurch ändern sich die Reflexionsbedingungen laufend. Bei Fahrt mit der Strömung kommt es auf Flüssen häufig vor, dass Spierentonnen – selbst bei ruhigem Wetter – erst dann erfasst werden, wenn sie querab stehen, da der Impuls vorher gar nicht zur Antenne reflektiert wurde. Seitdem sie vorwiegend paarweise ausgelegt werden, wird die Auffindbarkeit der Fahrwassertonnen – durch Probieren bzw. Suchen mit Hilfe der „Nahechodämpfung“ (Abschn. 5.2.2) – erleichtert.

Bei ruhiger See – solange sich keine Schaumköpfe bilden – werden auch Fischerbojen, Besen, Pricken und Stangen(-seezeichen) zur Anzeige gebracht, weil die „Seegangsentrübung“ nur in geringem Umfang oder gar nicht aktiviert werden muss.

Wegen ihrer häufig sehr ungünstigen Reflexionseigenschaften rüstet man Tonnen und Seezeichen, aber auch Brückenstützen /-pfeiler – an Stangen horizontal vom Bauwerk abgesetzt – mit einem **Radarreflektor** aus. (Abschn. 6.3) Sowohl deren Erfassungsabstand als auch die Anzeigezuverlässigkeit werden dadurch erheblich gesteigert. Bei gutem Wetter wird man dann bei Vergleichsbeobachtungen oft feststellen, dass ein derart ausgerüstetes Objekt so deutlich wie z.B. ein stählerner Fischkutter dargestellt werden kann.

Tonnenweg – Darstellung: RM / H-UP	Abb.6-3
	Bereich: 1 sm Standort: Ansteuerung Gedser

6.1.4 Seezeichen/Landmarken (aktiv, mit Kennung) – Radarbaken

Ein Radarbild ist in der Lage, Kennungen in Morseschrift, bestehend aus dicken Strichen und/oder Punkten – schwach keilförmig, etwa der Form der Hauptstrahlungskeule entsprechend, – in radialer Richtung darzustellen. Diese Morsekennung stammt von einer Radarbake; sie erscheint mit der Vorderkante ihres Anfangszeichens hinter der korrekten Position. Es ist auch möglich, dass nur die Kennung des Bakenträgers auf dem Bildschirm sichtbar wird, wenn er dicht hinter der Radarkimm liegt.

Radar-(Antwort-)Baken, eine Art Transponder, mit der international üblichen Bezeichnung **RACON** (*RA*dar *Bea*CON) gehören zur Ausrüstung besonders markanter Seezeichen wie z.B. Leuchttürmen, Feuerschiffen, Großtonnen, Leuchtonnen oder Landmarken. Es handelt sich um breitbandige Radarwellensender, im 3-cm- und/oder 10-cm-Wellen-Band, meistens mit Rundumantenne, die durch Schiffsradaranlagen schon auf eine Entfernung von **10 bis 15 sm** aktiviert werden. D. h. die Sensoren dieser Baken reagieren auf den Empfang von Radarimpulsen der Bordradargeräte und veranlassen dann jeweils die Ausstrahlung einer typischen („Morse“-)Kennung, deren Darstellung je nach Zeichenlänge eine Ausdehnung von etwa **3 bis 6 sm** erreicht.

Daneben gibt es dauernd, bzw. in einem gewissen Takt, sendende **Radar-(Markierungs-)Baken**, die zur Unterscheidung von den erst genannten Einrichtungen als **RAMARK** (*RA*dar *MARK*er) bezeichnet wurden/werden. In den meisten Fällen senden alle Radar-Markierungsbaken die gleiche Kennung: „-“, einen Strich, der im Morsealphabet dem Buchstaben „t“ entspricht; auf dem Radarbild mit einer radialen Ausdehnung von etwa **3 sm**.

Sämtliche Radarbaken sind in den Seekarten, mit Kennung und Frequenzband, verzeichnet und außerdem im „Nautischen Funkdienst“ des BSH oder – im Ausland – im „Leuchtfeuverzeichnis“ mit ihrem genauen Standort, der charakteristischen Kennung sowie ihrer Frequenz (Radar-Band) aufgelistet. Sie werden dadurch zu einer optimalen, eindeutigen Navigationshilfe.

Wichtig ist, dass eine möglicherweise aktivierte „Überlagerungs-Störsperre“ (IR), zur Vermeidung von Fremdradarstörungen, abgeschaltet wird, wenn eine Radarbakenanzeige genutzt werden soll. (Abschn. 5.2.3 u. 9.1.3)

6.1.5 Erfassungsabstände

Die nachfolgende Tabelle mit praxisbezogenen Erfassungsabständen für unterschiedliche Objekte soll dem Anwender ein gewisses Gefühl für die Möglichkeiten bei der Radarortung mit der **3-cm-Welle** und einer Antennenhöhe von mindestens **5 m** vermitteln. Diese Werte dürfen jedoch nicht dazu verleiten, dass man fest mit ihnen rechnet; denn abhängig von der Witterung – Niederschlag, Luftdruck(!) und Seegang – können die Abstände noch um bis zu **± 50 %** schwanken. Die Erkennbarkeit kleiner Objekte mit nur mäßigen Rückstrahleigenschaften ist naturgemäß von der Intensität des Seeganges abhängig, wenn ihr Erfassungsbereich innerhalb der üblichen Seegangszone liegt.

<i>Kliffküste (50 m)</i>	<i>15...20 sm</i>
<i>Eisberg (größen- und strukturabhängig)</i>	<i>5...20 sm</i>
<i>leerer Frachter, beladenes Containerschiff 20.000 tdw, großes Passagierschiff</i>	<i>10...15 sm</i>
<i>Radarbake</i>	<i>10...15 sm</i>
<i>Beladener Frachter > 20.000 tdw</i>	<i>8...12 sm</i>
<i>Frachter < 20.000 tdw</i>	<i>6...10 sm</i>
<i>Kümo/Trawler</i>	<i>4...8 sm</i>
<i>Feuerschiff, Großtonne</i>	<i>4...7 sm</i>
<i>Fischkutter, Leuchttonne mit Reflektor</i>	<i>3...5 sm</i>
<i>Flache Küste (Strand)</i>	<i>2...4 sm</i>
<i>mittelgroße Fahrwassertonne mit Reflektor, Leuchttonne ohne Reflektor und großes Sportfahrzeug (Metall oder Kunststoff/Holz mit Radarreflektor)</i>	<i>2...4 sm</i>
<i>mittleres Sportfahrzeug (Kunststoff/Holz), Rettungsboot und mittlere Fahrwassertonne ohne Reflektor</i>	<i>1...3 sm</i>
<i>Eisscholle (abhängig von ihrer Überwasserstruktur)</i>	<i>½...3 sm</i>
<i>kleines Fischerboot, Angler</i>	<i>½...2 sm</i>
<i>kleine Tonne</i>	<i>¼...1½ sm</i>
<i>Besen, Pricke, Stange</i>	<i>¼...1 sm</i>
<i>Growler („abgeleckte“ große Eisscholle)</i>	<i>0...½ sm</i>

Bei S-Band-Betrieb ist generell die in Abschnitt 2.1 erwähnte schlechtere Erkennbarkeit von extrem flachen, niedrigen Objekten durch die 10-cm-Welle in Betracht zu ziehen.

6.2 Radarquerschnitt

Der so genannte **Radarquerschnitt** (σ) [m^2] dient der objektiven Beurteilung der Rückstrahlintensität von Objekten oder Radarreflektoren. Diese Hilfsgröße vergleicht deren Rückstrahlwirkung mit der einer Metallkugel – mit einem „Normal“.

Sein Wert bedeutet, dass ein Objekt mit einem Nenn-Radarquerschnitt von z. B. **40 m²** – in seiner Gebrauchslage – die gleiche Energie zurückstrahlt wie eine Metallkugel von **7,1 m** Durchmesser, mit der daraus resultierenden Querschnitts-/Projektionsfläche von **40 m²**; diese Kreisfläche entspricht ihrer allseitigen optischen Erscheinung.

Tatsache ist, dass eine Kugel von der auftreffenden Energie eines Radarimpulses, nur einen minimalen Anteil als Echo zur Radarantenne zurückschickt – für das eindeutig reproduzierbare Referenzobjekt praktisch das mögliche Maximum. Dabei gibt es keine Richtwirkung oder Vorzugsrichtung, denn eine Kugel reflektiert den genannten Anteil als radarwirksames Echo unabhängig von der Position des ortenden Radars.

Der Nenn-Radarquerschnitt eines Objektes/Reflektors ist nicht gleichbedeutend mit seiner radarwirksamen (Ersatz-)Fläche.

*Der Wert entspricht der Querschnittsfläche einer **Metallkugel**, deren Oberfläche eine vergleichbare **Rückstrahlintensität** bietet.*

*Bei **40 m²** gleicht die Ersatzfläche – eine plane, rechtwinklig zur Ausbreitungsrichtung stehende Fläche – im X-Band – etwa dem Inhalt einer **DIN-A4-Seite**.*

Die 10-cm-Welle wird – infolge des Faktors „ $1/\lambda^2$ “, durch den bei der Berechnung die Wellenlänge (λ) eingeht, – sogar noch zehnmal schwächer reflektiert als die 3-cm-Welle. Diese Abhängigkeit ist für die Beurteilung der Wirksamkeit eines Reflektors bei S-Band-Betrieb zu berücksichtigen.

6.3 Radarreflektoren (passiv) *)

Es gibt Objekte, die aufgrund ihrer Größe, ihrer Oberflächenbeschaffenheit oder ihres Baumaterials radarunauffällig sind. Nicht nur die Rückstrahleigenschaft von Tonnen oder von für die Navigation bedeutenden Objekten (Hindernissen), sondern auch die von kleineren Fahrzeugen, sollte durch den Zusatz von Radarreflektoren verbessert werden. Denn das Radargerät gehört heutzutage für die Berufsschiffahrt – vom Überseeschiff bis zum Kümo und Fischereifahrzeug – zur selbstverständlichen Ausrüstung. Hierdurch bedingt, muss bei unsichtigem Wetter auf allen Seeschiffahrtsstraßen und letztlich in vielen Seegebieten damit gerechnet werden, dass auch bei Nebel der Verkehr fast uneingeschränkt weiterläuft.

Die auf vielen Seeschiffahrtsstraßen eingerichteten **Landradarstationen** tragen durch ihre Übersicht über den laufenden Verkehr – ermöglicht durch ein, meistens hoch auflösendes, eigenes Radargerät – in Verbindung mit der „Beratung über UKW“ zu dem Verkehrsfluss bei. (Abschn. 8.2)

Dies zu berücksichtigen ist in gleichem Maße für den Sportbootfahrer von großer Wichtigkeit, da er sein Verhalten danach einrichten muss. Deshalb sollte er dafür sorgen, dass auch der Rückstrahleffekt seines Fahrzeuges so weit verbessert wird, dass es von einem Gegner oder einer Landradarstation möglichst schon außerhalb der Seegangszone oder aber spätestens ab **3 bis 5 sm** erfasst, erkannt, wird.

*) Z.T. Auszug aus einem „Beitrag“ des Deutschen Hydrographischen Institutes

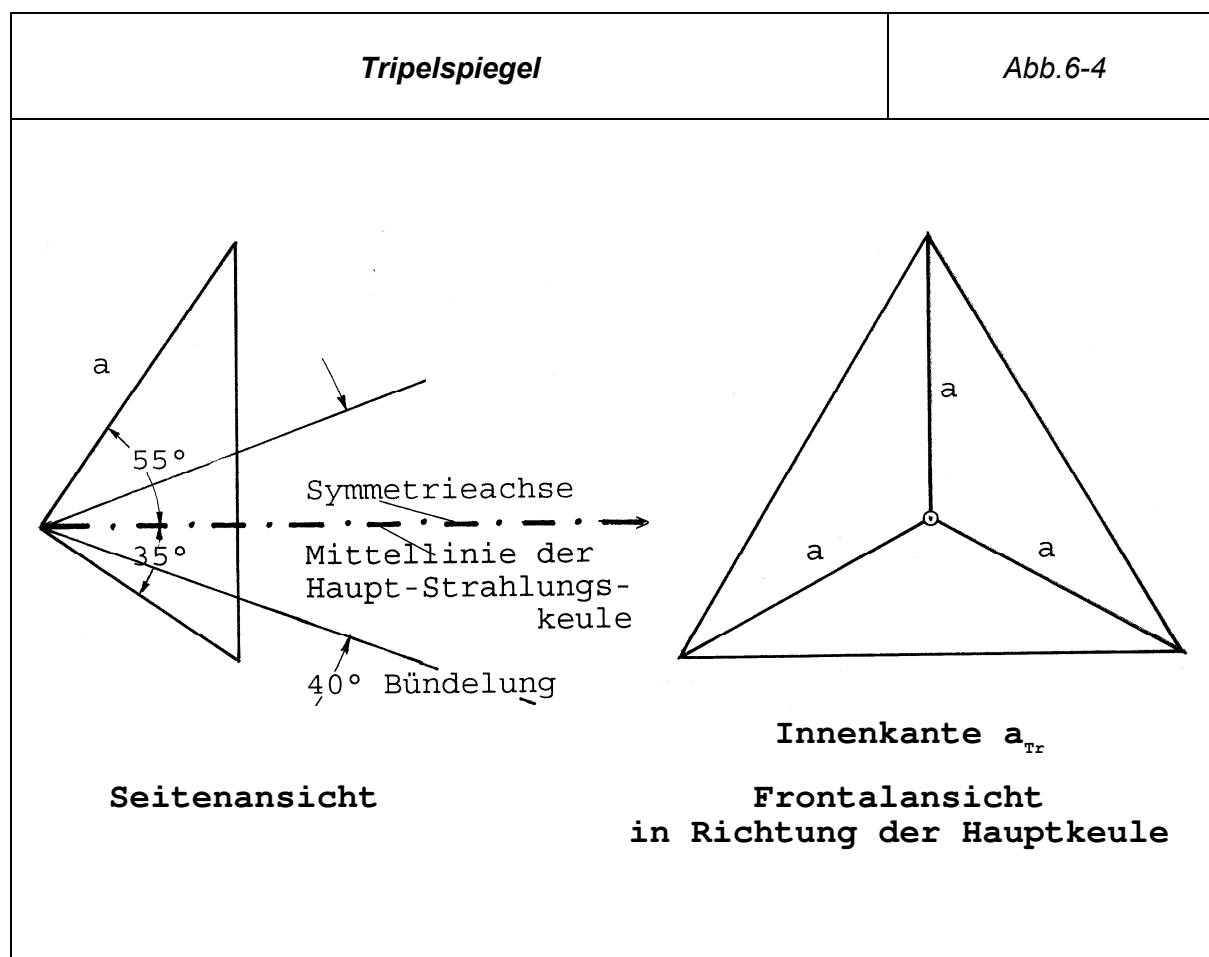
Durch Verwendung eines geeigneten Radarreflektors, der ohne Stromversorgung funktioniert – also passiv ist, kann der Erfassungsabstand häufig wesentlich gesteigert werden. Grundvoraussetzung für die Brauchbarkeit ist ein unbeschädigter funktionstüchtiger Reflektor.

Eine absolute Garantie für eine auf jeden Fall spürbare Verbesserung der Erkennbarkeit aus allen Richtungen besteht, wegen der meist nicht lückenlosen Rundum-Strahlungscharakteristik, jedoch nicht. (Abb.6-6 bis 6-8)

6.3.1 Tripelspiegel

Das Grundelement der gebräuchlichsten Radarreflektoren ist der **Tripelspiegel**, im Englischen auch „*Corner(reflector)*“ genannt. (Abb. 6-4) Er besteht aus drei, rechtwinklig zueinander stehenden, planen Blechen – aus einer „Hohlen Ecke“.

Ein Tripelspiegel kann aufgrund seiner Wirkung mit einem Element eines „Katzenauges“ – aus dem Bereich der Lichtwellen/Optik – verglichen werden.



Das kräftigste Echo wird dann reflektiert, wenn die sog. Symmetrieachse der „Hohlen Ecke“ zur Radarantenne zeigt. Dies ist die Linie, die – ausgehend von der inneren Ecke – die „Deckelebene“ senkrecht durchdringt und die mit der Grund- bzw. Top-(Seiten-)Fläche einen Winkel von 35° bildet. Die Symmetrieachse ist die Hauptachse der Rückstrahlkeule, deren Raumwinkel 40° (!) beträgt.

Der Vorteil eines Tripelspiegels liegt nicht nur in der Verbesserung der Rückstrahlintensität – verglichen mit einem gleichgroßen planen Reflektor. Er gestattet dank seiner 40° weiten Hauptkeule sogar eine Ablage des Radargegners von 20° nach jeder Seite und bietet diesem dann immer noch 50 % seines maximalen Rückstrahlwertes („Antennendiagramm:

Punkte-Halber-Leistung“ – Abschn. 2.1); natürlich vorausgesetzt, dass die Randbedingungen die Rückstrahlkeule zur gewünschten Wirkung kommen lassen. (Abschn. 6.3.1.1)

*Absolute **Rechtwinkligkeit** und plane **Flächen**
sind Vorbedingungen für die Wirksamkeit eines **Tripelspiegels**.*

Die Rückstrahlintensität eines Tripelspiegels ist neben seiner Innenkantenlänge und der Radarfrequenz stark von der Form seiner Seitenflächen abhängig. Man unterscheidet dreieckige, viertelkreisförmige oder quadratische Flächen, deren unterschiedliche geometrische Formen eine beachtliche Steigerung bewirken können. Bei der oben genannten Reihenfolge der verschiedenartigen Seitenflächen stehen die entsprechenden Radarquerschnitte – bei gleicher Innenkantenlänge – im Verhältnis von **1 : 4 : 9** zueinander.

Der Radarquerschnitt (σ_{Tr}) eines Tripelspiegels wächst mit der vierten Potenz der Länge (a_{Tr}) seiner Innenkante(n). (Abb. 6-4) Wenn diese Kante in Dezimetern gemessen wird, lautet die Faustformel bei dreieckigen Seitenflächen für eine 3-cm-Welle:

$$\text{Radarquerschnitt } (\sigma_{Tr \text{ dreieck}}) [m^2] \approx 0,4 \times \text{Innenkantenlänge } (a_{Tr}) [dm]^4$$

*Ein Tripelspiegel mit dreieckigen Seitenflächen, bei Innenkanten von 30cm – **3 dm** entsprechend – und Außenkanten von 42cm, stellt für eine **X-Band**-Welle einen Radarquerschnitt von etwa **0,4 x (3² x 3²) ≈ 32 m²** dar.*

Die Vergrößerung der Kantenlängen des genannten Beispiels um etwa 20 % würde bereits eine Verdopplung des Wertes bewirken und damit auch die reflektierte Energie entsprechend erhöhen.

*Bei viertelkreisförmigen oder quadratischen Begrenzungsflächen ist das Ergebnis mit **4** bzw. **9** (s.o.) zu multiplizieren.*

***Tripelspiegel** mit einem Radarquerschnitt von weniger als „**30 m²**“
erfüllen nicht die Erwartungen.*

*Außerdem wird die **Wirksamkeit** eines Reflektors vielfach überschätzt,
weil die geforderten notwendigen Voraussetzungen – **Zustand** und **Anordnung** –
in der Praxis wegen mangelnder Sorgfalt häufig nicht erfüllt werden.*

Um eine besonders wirksame Erkennbarkeit – vergleichbar mit der eines Fischereifahrzeuges oder einer Stahlyacht von mindestens **20 m** Länge – zu erreichen, wird vom BSH ein Radarquerschnitt von wenigstens **40 m²** empfohlen.

*Ein Radarquerschnitt von **40 m²** ergibt sich bei dreieckigen Seitenflächen mit Innenkanten von etwa **32 cm**; das bedeutet eine äußere Kantenlänge von ca. 45 cm.
Um die gleiche Rückstrahlwirkung mit quadratischen Seiten zu erzielen, brauchten deren Innenkanten nur etwa **18 cm(!)** lang zu sein.*

6.3.1.1 Reflektorgruppen

Um den Wirkungsbereich von Tripelspiegeln zu erweitern, werden sie gebündelt. Es bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten an, mehrere Reflektoren zu einem Paket zusammenzufassen.

Eine inzwischen weit verbreitete Anordnung – eine achteckige Gruppe – hat sich bewährt. Praktisch ergibt eine Konfiguration aus drei sinnvoll zusammengefügt planen Blechen acht „Hohle Ecken“, so, dass jede die Bedingungen eines Tripelspiegels erfüllt. Doch der für ein „Reflektorpaket“ – aufgrund einer Forderung des BSH – vom Hersteller anzugebende Nenn-Radarquerschnitt einer Reflektorgruppe von verschachtelten Tripelspiegeln darf sich immer nur auf eine „Hohle Ecke“ der Gruppe beziehen. (Abschn. 6.2) Denn gegenüber einem Radarträger ist natürlich immer nur jeweils ein Reflektor zurzeit wirksam. Diese Tatsache wird häufig übersehen; deshalb wird sie hier noch einmal ausdrücklich erwähnt. Die Summe der Radarquerschnitte einzelner Reflektoren zählt bei einer Gruppe nur, falls ihre Symmetrieachsen parallel gerichtet sein sollten; ihre Wirkung ist immer von ihrer Richtung zum gegnerischen Radar abhängig.

*Steckbare/faltbare – **zusammenlegbare Reflektor-Gruppen**
sind meistens wirkungslos, da in der Regel nicht rechtwinklig.*

Im Anschluss werden zwei Anordnungen, die vorwiegend in der Klein- und Sportschiffahrt üblich sind, beschrieben. Sie erlauben einen möglichst wirkungsvollen Einsatz dieser klassischen Reflektorgruppe.

Ausgestattet mit dreieckigen Seitenflächen wird sie auch als **Oktaderreflektor** oder, mit viertelkreisförmigen Seiten, als **Kugelreflektor** bezeichnet. Die Kugelreflektoren werden häufig mit radarunauffälligem Styropor aufgefüllt. Diese Ausführung fixiert Winkelbleche aus schwächerem Material, schützt die Anordnung vor Beschädigungen, macht sie leichter und den Reflektor zu einer Kugel mit geringerem Windwiderstand – oft mit auffälligem Anstrich. Die dritte mögliche Form mit quadratischen Seitenflächen bietet zwar das sperrigste Gebilde, doch die wirkungsvollste Möglichkeit; mit dem geringsten Innenkantenmaß bei gleicher Rückstrahlwirkung. (Abschn. 6.3.1)

Für diese Reflektorgruppen gibt es zwei charakteristische Stellungen mit unterschiedlichen Eigenschaften. Einmal wird für den Träger die Rückstrahleigenschaft der Front- bzw. Heckansicht gesteigert; im anderen Fall kann die Wirkung „rundum“ verbessert werden. Voraussetzung für die Wirksamkeit beider Stellungen ist eine – auf die Wasseroberfläche bezogene – winkelgetreue, starre Installation, die ein Pendeln der Reflektorgruppe vermeidet. Dadurch sollen bei arbeitendem Schiff willkürliche, unter Umständen noch ungünstigere Reflexionsbedingungen verursachende, Bewegungen unterbunden und wenigstens dreimal pro Rollperiode eine optimale Stellung gegenüber dem gegnerischen Radar erreicht werden.

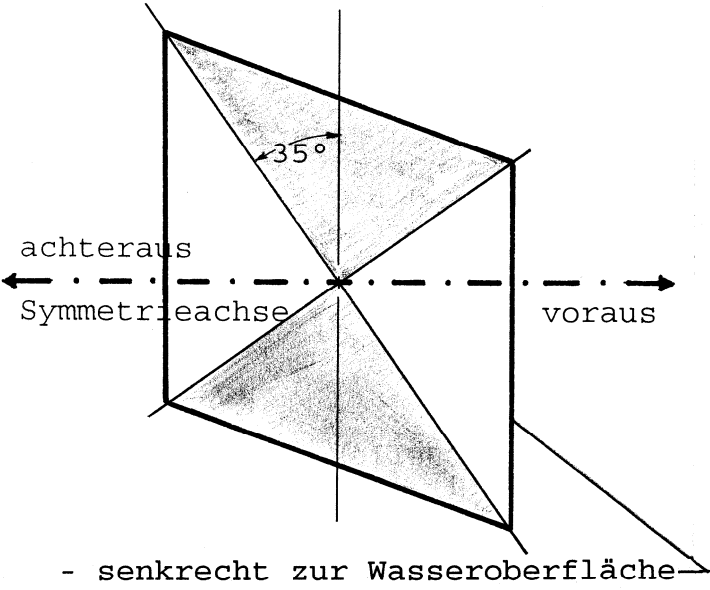
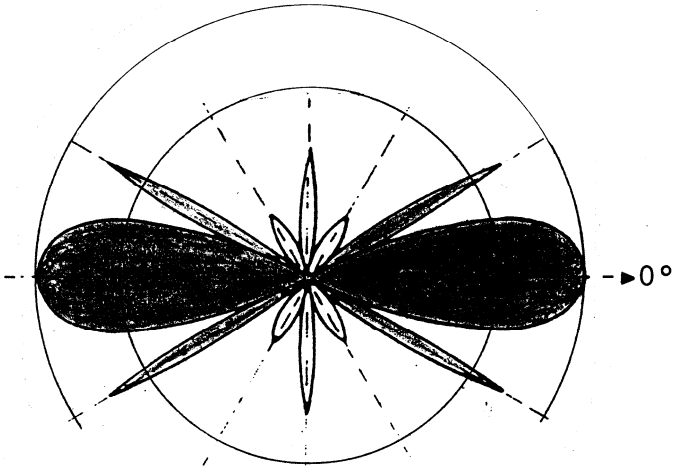
Reflektoren sollten so hoch wie möglich, fest montiert werden.

Eine absolute Garantie für eine grundsätzlich spürbare Verbesserung der Erkennbarkeit besteht – wie bereits erwähnt – wegen der nicht lückenlosen Rundum-Strahlungscharakteristik und deren möglicher Beeinflussung durch die Lage der Reflektoren (z. B. bei Seegang) jedoch nicht.

6.3.1.1.1 Oktaeder-Reflektor – Yacht-Stellung

Bei dieser Anordnung, der sog. **Yacht-Stellung**, können nur zwei (!) „Hohle Ecken“ von acht (!) – entweder die nach voraus oder die nach achteraus gerichtete – jeweils mit ihrer 40° offenen Hauptkeule und ihrer parallel zur Wasseroberfläche verlaufenden Symmetrieachse voll wirksam werden.

Die in Kielrichtung meist noch schlechteren Rückstrahleigenschaften einer Segelyacht werden dadurch verbessert.

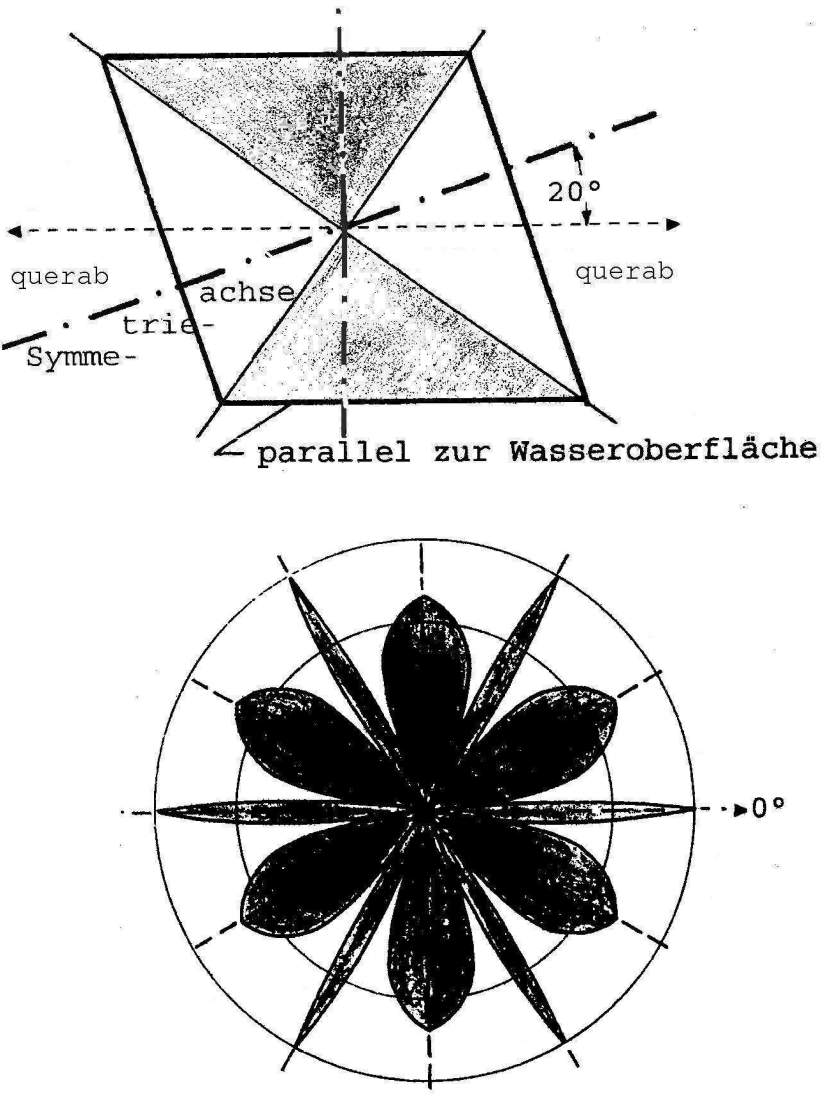
Oktaeder-Reflektor – Yacht-Stellung	Abbn. 6-5/6
 - senkrecht zur Wasseroberfläche - 	- „Montagestellung“ - Seitenansicht (Abb.6-5) Je eine „Ecke“ ist direkt nach voraus bzw. achteraus offen. Die beiden Symmetrieachsen verlaufen parallel zur Wasseroberfläche - „Antennendiagramm“ - Draufsicht (Abb.6-6) Die Hauptkeule des unteren vorderen und die des oberen achteren Tripelspiegels zeigt exakt nach vor- bzw. achteraus.

Beide Symmetrieachsen sollten auf jeden Fall – dies gilt für alle drei Reflektorformen – in Kielrichtung horizontal und damit optimal verlaufen. (Abb. 6-5)

6.3.1.1.2 Oktaeder-Reflektor – Sechser-Stellung

Diese zweite Möglichkeit der Anordnung einer achteckigen Gruppe nennt sich **Sechser-Stellung**, da sechs der insgesamt acht „Hohlen Ecken“ bei 360° Richtungsänderung nacheinander, aber nicht in Kielrichtung, mit einem Teil ihrer Hauptkeule von jeweils 40°, den Punkten-Halber-Leistung entsprechend, wirksam werden. (Abschn. 2.1) In diesem Fall verlaufen die Symmetrieachsen der beiden unwirksamen Tripelspiegel senkrecht. Auf eine entsprechende Ausrichtung ist auch bei einer viertelkreisigen oder quadratischen Form der Seitenflächen zu achten. (Abb. 6-7)

Die Montage in der angegebenen Lage wird häufig als **Regenfang-Stellung** bezeichnet, weil die nach oben zeigende unwirksame „Ecke“ bei Regen mit Wasser aufgefüllt werden würde.

Oktaeder-Reflektor – Sechser-Stellung	Abbn. 6-7/8
 „Montagestellung“ Seitenansicht (Abb. 6-7) Je eine „Ecke“ ist nach oben bzw. unten offen. Ihre Symmetrieachsen verlaufen <i>senkrecht</i> zur Wasseroberfläche „Antennendiagramm“ Draufsicht (Abb. 6-8) Die Hauptkeulen der sechs „ansprechbaren“ Tripelspiegel sind jeweils um 20° zur Horizontalen – abwechselnd nach oben/unten (Abb. 5-7) – gekippt und ringsum von 60° zu 60° wirksam; wenn auch vorwiegend mit „nur“ 50% gegenüber ihrem Maximum.	

Bei rollendem und/oder stampfendem Fahrzeug können die seitlich gerichteten Tripelspiegel, unter „günstigen“ Umständen, auch das Maximum ihrer Rückstrahlintensität bieten.

7 Verzerren und Auflösen · Objekte/Echos –

abbilden, verschmelzen oder trennen

Bei der „Objektdarstellung“ einer Radarortung ergeben sich (neben einer möglichen Unlinearität im Nächstbereich eines Analogradars, Abschn. 3.1) grundsätzlich **Verzerrungen**, die verfahrens- und anlagenspezifisch sind und die die erhoffte Qualität einer kartenähnlichen Aufzeichnung mehr oder weniger beeinträchtigen – ein zweidimensionales Problem. Sie sind Folge der Tatsache, dass die Hauptstrahlungskeule nicht „unendlich“ scharf gebündelt und der Impuls nicht beliebig kurz gemacht werden kann.

Die oft beträchtlichen Auswirkungen egalisieren das Erscheinungsbild der Objekte und erschweren dadurch deren Unterscheidung erheblich und machen sie meistens sogar unmöglich. Der Begriff **Auflösung**, der bereits von der Optik/Fotografie her bekannt ist, ist das Maß für die vorwiegend vom technischen Aufwand abhängigen Möglichkeit, benachbarte Objekte getrennt voneinander zu markieren; beim Radar kann man sie in Metern messen. Beide Faktoren haben die gleiche Ursache. Sie sind von den Ausmaßen der „Grundfläche“ des jeweiligen Impulspaketes abhängig und damit in einem wesentlichen Punkt von der Antennenspannweite, die es im Hinblick auf die Kosten und durch den Wunsch der Klein- bzw. Sportschiffahrt nach einer „handlichen“ Radarantenne auf jeden Fall zu berücksichtigen gilt. (Abschn. 7.1/2)

In Abschnitt 7.3 zeigt eine zusammenfassende Skizze die Resultate, die sich bei einer *PPI*-Darstellung aus den Proportionen des Impulspaketes ergeben können. Anhand von zwei Radarbildern wird u.a. deutlich, ob und wie unterschiedliche Impulslängen den Gesamteindruck in unterschiedlichen Übersichtsbereichen beeinflussen.

7.1 Radarbild-Verzerrung

7.1.1 Azimutale Verzerrung

Ein vom Radar erfasstes Objekt reflektiert solange, wie die Strahlungskeule der rotierenden Richtantenne das Ziel trifft. Dieser Vorgang verursacht die **Azimutale Verzerrung** (V_a). Sie wird durch die Bogenlänge, die geometrische Breite der Antennenkeule (α), die für das zu ortende Objekt im Abstand (d) maßgebend ist, bestimmt. (Abb. 7-1) Deshalb haben die Markierungen von Punktzielen auf dem Radarbild immer mindestens eine azimutale Ausdehnung, die dem Bogen der horizontalen Hauptkeule entspricht.

$$\text{Azimutale Verzerrung } (V_a) [m] \geq 33 [m/sm^\circ] \times \text{Bündelung } (\alpha) [^\circ] \times \text{Abstand } (d) [sm]$$

Ein quasipunktförmiges Objekt wird bei 6°-Bündelung im Abstand von 10 sm zu einem Bogen von ca. 2.000 m(!), dem Maßstab entsprechend, azimutal verzerrt und dadurch als „Banane“ dargestellt.

Auch alle azimutal ausgedehnten Objekte werden – sowohl an ihrem „Anfang“ als auch an ihrem „Ende“ – um den halben Bogen des Antennenbündelungswinkels verbreitert abgebildet. Diese Verzerrung ist beim Peilen zu berücksichtigen.

Soll von entsprechend verlaufenden Formationen eines Festlandes – vor allem bei markanten Küstenlinien – ein Ende, eine Huk oder ein Kap, gepeilt werden, so ist der Peilstrich zweckmäßigerweise um den halben Winkel der Antennenkeule (1° bis 3°) landeinwärts anzusetzen. Dadurch wird der antennenspezifische Fehler minimiert. Hierbei muss allerdings vorausgesetzt werden, dass die zu peilende „Ecke“/Kante vor der Radarkimm liegt und der Übergang vom Wasser zum Land – bei flachen Ufern möglicherweise abhängig

von der Wellenlänge (Abschn. 2.1) – vom Radar eindeutig erkannt werden kann. Bei einer Peilung derartiger Objekte sollte man das Radarbild immer gewissenhaft mit der Seekarte vergleichen. (Abschn. 8.1.2)

Die Azimutale Verzerrung hat ferner zur Folge, dass Einschnitte wie Buchten, Flussmündungen, Hafeneinfahrten oder Durchfahrten zwischen zwei Einzelobjekten (z. B. Tonnen) enger dargestellt werden, als sie in Wirklichkeit sind. (Abb.7-3) Dieser nachteilige Eindruck kommt vor allem bei der Ansteuerung aus großer Entfernung zu Stande und kann zu Fehleinschätzungen führen.

Die „bananenförmige“ Abbildung von Schiffszielen in größerer Entfernung verleitet bei flüchtiger Betrachtung dazu, ihnen einen zu ihrem Kreisbogen tangential verlaufenden Kurs zuzuschreiben. Diese Annahme ist jedoch in der Regel falsch, denn erst eine Beobachtungsreihe von mehreren mitgekoppelten Positionen erlaubt es, den Kurs richtig zu beurteilen. (Abschn. 6.1.2 u. 8.2.2)

Die *azimutale Radaransicht/-ausdehnung* eines Objektes setzt sich aus seiner „natürlichen Front“ und der abstandsbedingten *Verzerrung* zusammen.

7.1.2 Radiale Verzerrung

Für die Entstehung der **Radialen Verzerrung** (V_r) (Abb. 7-3) gilt natürlich das Gleiche wie für die Azimutale Verzerrung; ein Objekt reflektiert solange, wie das Impulspaket in radialer Richtung darüber hinwegläuft. (Abschn. 2.2) Die Radiale Verzerrung kann die wirkliche radiale Ausdehnung, die „Tiefe“, der Objekte bei deren Darstellung sowohl betonen als auch schmälern; dies ist für ihre „Ansprache“ unkritisch, weil sie die Entfernungsmessung nicht beeinflusst. (Abschn. 8.1.2) Aber, je länger der Impuls (t_i), desto deutlicher verändert – verzerrt – er ein Punktziel auf dem Radarbild.

$$\text{Radiale Verzerrung } (V_r) [m] \geq 150 [m/\mu s] \times \text{Impulsdauer } (t_i) [\mu s]$$

Es kommt fast immer – radartypisch – zu einer unnatürlich erscheinenden Darstellung und nie zu der Abbildung der tatsächlichen Objektiefe, weil diese von den Radarimpulsen nicht ermittelt werden kann. Denn ein Radarecho markiert stets nur die „sichtbare“ Front der unterschiedlichsten topographischen Strukturen des Festlandes oder die von Schiffen bzw. Gebäuden – unabhängig von ihrer tatsächlichen radialen Ausdehnung. Dagegen wird eine scheinbar weitreichende, geschlossene räumliche Tiefe auf dem Bildschirm durch eine kullissenartige Zusammenstellung radial versetzter Frontkanten-Echos – infolge der bewusst eingeschränkten vertikalen Bündelung auch „Höhen gestaffelt“ – großflächig markiert. (Abschn. 6.1.2 und Abb.11-16)

Wie oben bereits angedeutet, wird natürlich auch der Eindruck einer wirklichkeitsnahen Wiedergabe von Einzelobjekten beeinträchtigt. In der Nähe erscheinen Tonnen, Pfähle, Dalben oder kleine Boote, die als punktförmige Ziele anzusehen sind, stets als in radialer Richtung verzerrte Objekte – als radiale Striche, mit einer Mindestausdehnung von einer halben Impulslänge; dem Darstellungsmaßstab entsprechend. (Abb. 7-3)

Eine Verkürzung der Impulslänge – mit kleiner werdenden Bereichen (Abschn. 7.2.2) – sorgt, bei einer angemessenen Antennenbündelung, dafür, dass das Seitenverhältnis, der „Grundriss“, der Markierung eines Punktzieles, subjektiv(!) betrachtet, wirklichkeitsgetreuer wird. Dies wird im Nahbereich besonders deutlich.

In dem Zusammenhang ist generell festzustellen, dass die Forderung nach einem kleinsten Bereich nur bei einem „ausgeglichene Verhältnis“ von Azimutaler und Radialer Verzerrung – der „Seiten“ der Grundfläche des Impulspaketes – eine scheinbare Verbesserung der Darstellung bietet.

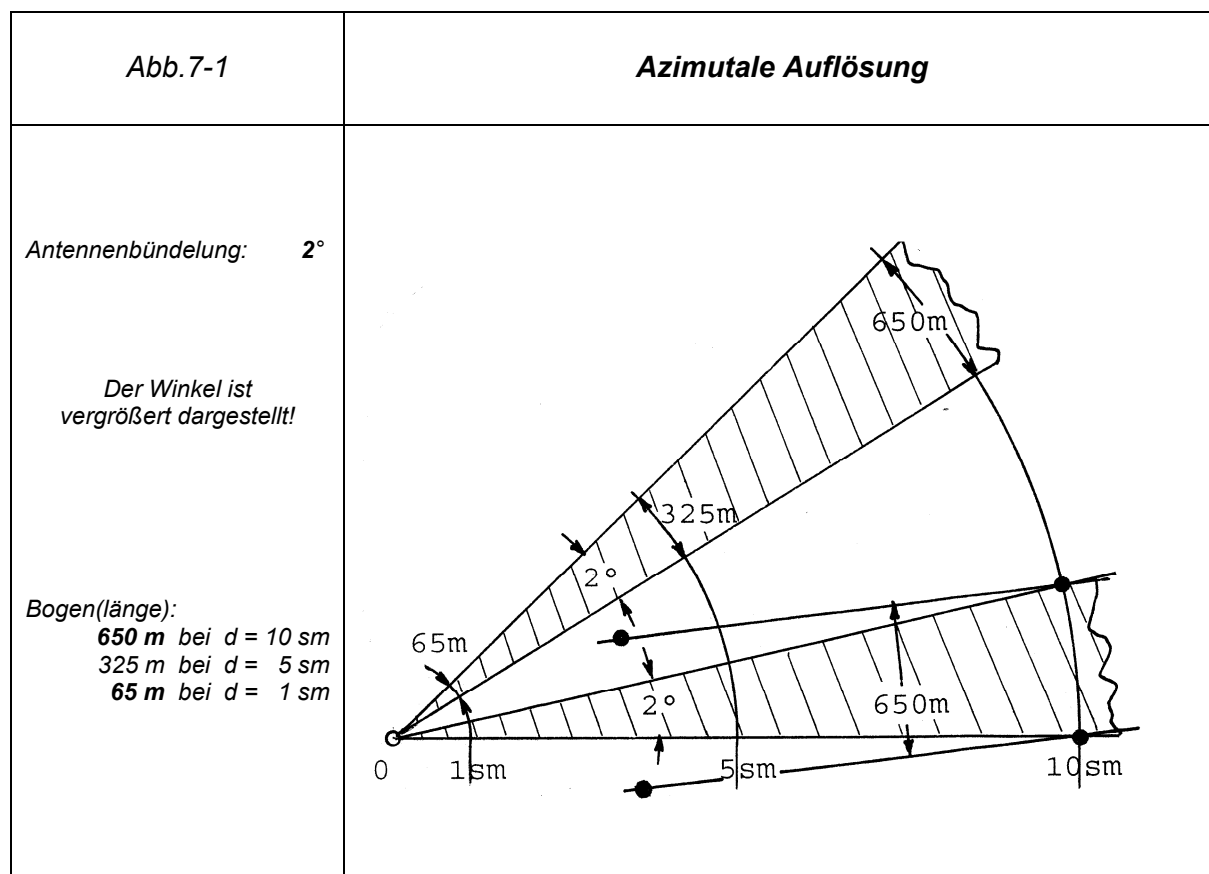
Für spezielle Anwendungen (z. B. auf Flussrevieren) ist im Abstand von $\frac{1}{4}$ sm (500 m) – im kleinsten Bereich – ein Größenverhältnis von z. B. **8 m : 8 m** „erstrebenswert“. Solche Markierungen verlangen eine Antennenbündelung von **1°(!)** und eine Impulsdauer von **0,05 μ s**. (Abschn. 7.2.2)

7.2 Radarbild-Auflösung

7.2.1 Azimutale Auflösung/Winkel-Auflösung

Die **Azimutale Auflösung** (A_a) von Objekten ist eine Folge der Azimutalen Verzerrung und aus diesem Grunde ebenfalls von der in dem bestimmten Abstand (d) geltenden Bogenlänge des Bündelungswinkels (α) der Radarantenne abhängig. (Abb. 7-1)

$$\text{Azimutale Auflösung } (A_a) [m] \geq 33 [m/sm^\circ] \times \text{Bündelung } (\alpha) [^\circ] \times \text{Abstand } (d) [sm]$$



2°-Antennenbündelung ergeben in **10 sm** Abstand theoretisch eine Azimutale Verzerrung von etwa **650 m(!)**. (Abb. 7-1) Das bedeutet, dass, bei einer Entfernung von 10 sm, zwei Einzelziele – bei gleichem Abstand von dieser relativ gut bündelnden Radarantenne – weiter als 650 m voneinander entfernt sein müssen, um nicht miteinander zu „verschmelzen“, sondern, um getrennt dargestellt zu werden. Erfreulicherweise ist der Bogen der Entfernung proportional, so, dass sich die Azimutale Auflösung in einem Abstand von **1 sm** (einem Zehntel der obigen Distanz) nach der Faustformel auf etwa **66 m** – auf ein Zehntel(!) – verringert und damit spürbar verbessert.

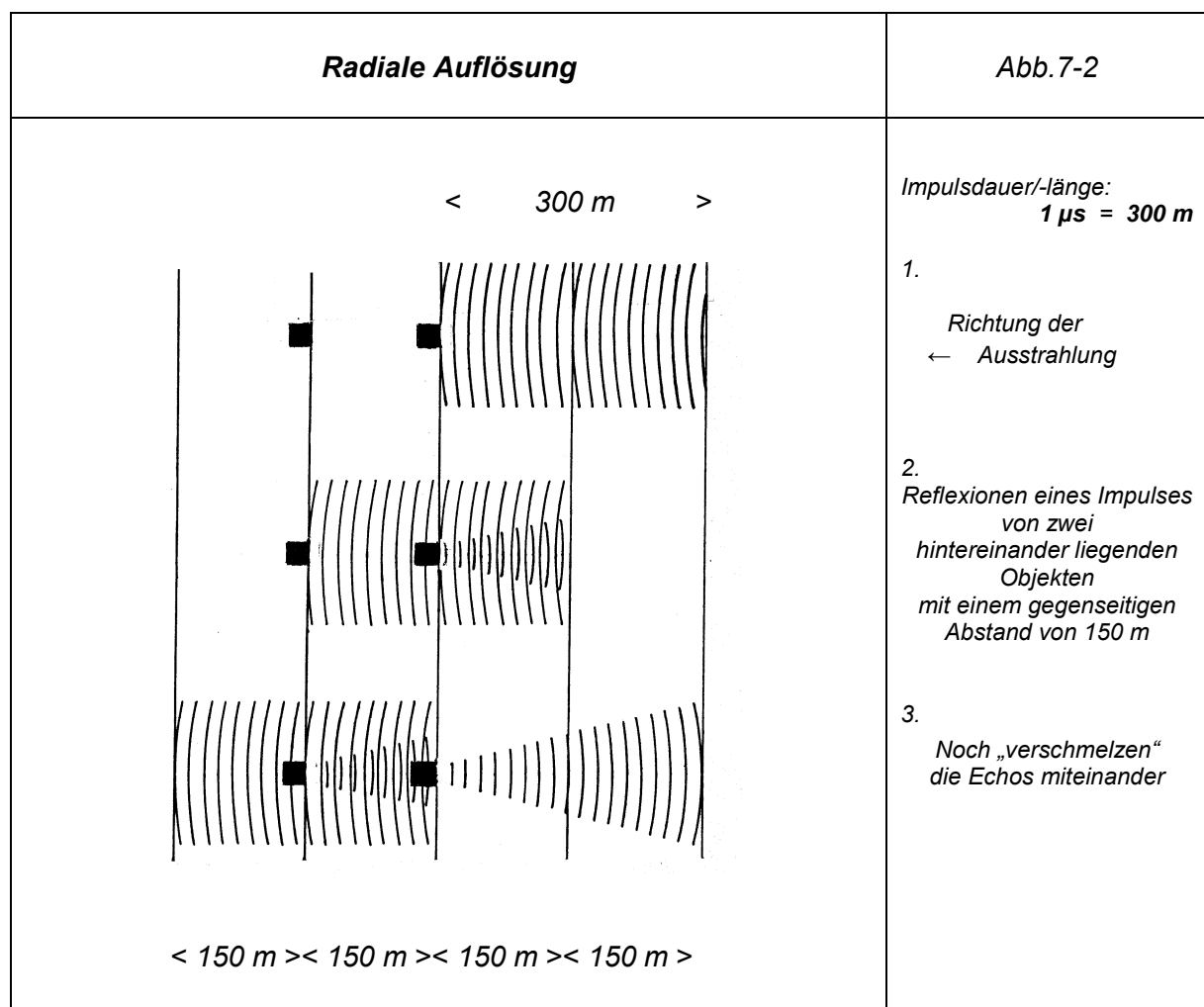
In schmalen Flussfahrwassern bestimmt in erster Linie die Azimutale Auflösung die Brauchbarkeit einer Radaranlage. Deshalb werden auf Binnenrevieren besondere Anforderungen an die dort obligatorischen „Fluss-Radargeräte“ gestellt. Es wird in der Regel, un-

ter anderem, eine Antennenbündelung von 1° verlangt, die – bei einem X-Band-Radar – eine Antennenspannweite von etwa **2,4 m** voraussetzt. Eine Folge dieser Spezifikation ist, dass „See-Radaranlagen“ auf Binnen-Wasserstraßen, bei Sicht, zwar betrieben werden können, aber die mit derartigen Anlagen ausgerüsteten Fahrzeuge bei Nebel nicht fahren dürfen, weil sie ein Risiko darstellen. („Punktziel-Darstellung“ – Abschn. 7.1.1/2)

7.2.2 Radiale Auflösung/„Tiefen“-Auflösung

Je länger ein Radarimpuls, desto häufiger ergibt sich das Problem, dass die Echos von, in gleicher Peilung liegenden, benachbarten Objekten ineinander übergehen. Dadurch wird, wegen der sich ergebenden Darstellung als „Gemeinschaftsecho“ – als zusammenhängende Markierung – die Unterscheidung einzelner Ziele unmöglich gemacht und damit die **Radiale Auflösung** (A_r) ungenügend.

Bei einer Impulsdauer von z. B. **1 Mikrosekunde** hat das radial durch den Raum laufende Impulspaket – wenn der Impuls exakt rechteckig ist – eine Länge von **300 m**.



Aus dieser Skizze ergibt sich, dass die Frontflächen zweier Objekte, für eine eindeutige Ortung, in radialer Richtung weiter als eine halbe Impulslänge – in diesem Fall mehr als **150 m** – voneinander entfernt sein müssen, um ein „Verschmelzen“ der Echos zu vermeiden und damit eine getrennte Darstellung als Einzelziele zu ermöglichen.

Das bedeutet zeitlich gesehen, dass das erste Objekt den Impuls vollständig reflektiert haben muss, bevor es von dem Echo des dahinter liegenden Objektes – falls dies nicht im Schatten des ersten liegt – erreicht wird. (Abb.7-2)

Die Dauer (t_i) eines Impulses bestimmt die Radiale bzw. „Tiefen“-Auflösung.

$$\text{Radiale Auflösung } (A_r) [m] \geq 150 [m/\mu s] \times \text{Impulsdauer } (t_i) [\mu s]$$

Die Wahl der **Impulsdauer** stellt einen **Kompromiss** zwischen erzielbarer **Reichweite** und notwendiger **Radialer Auflösung** dar.

Die oben angenommene Impulsdauer/-länge von **1 μ s / 150 m** eignet sich für mittlere und kleine Übersichtsgebiete nicht. In diesen Fällen ist es möglich – weil die Situation es mit Rücksicht auf eine bestimmte Reichweitenvorstellung erlaubt – kürzere Impulse mit geringerem Energieinhalt, kleinere Impulspakete, bei dichter Impulsfolge zu senden, um Auflösung und Trefferzahl zu verbessern.

Für die meisten Schiffsradargeräte sind drei unterschiedliche, den Bereichen angepasste, Impulsdauern/-längen (t_i)/(l_i) und Impulsfrequenzen (f_i) üblich, um die Radiale Auflösung durch eine bereichsabhängige Zuordnung etwa in folgenden Schritten zu optimieren:

32- und 16-sm-Bereich:	1,0 μ s	entspricht	150 m	(bei 1.000 Hz)
8- und 4-sm-Bereich:	0,3 μ s	entsprechen	45 m	(bei 2.000 Hz)
2-, 1- und 1/2-sm-Bereich:	0,05 μs	entsprechen	8 m	(bei 4.000 Hz)

7.2.3 Nahauflösung

Der Begriff **Nahauflösung** kennzeichnet die geringste Entfernung ($d_{\min}$), von der ab Objekte – mit ihren Vorderkanten – im Nächstbereich dargestellt werden könnten. Im kleinsten Bereich sind die Dauer des kürzesten Impulses ($t_{i \min}$) und die Dauer der Umschaltung (t_u) der Antennenweiche, des Sende-/Empfangsumschalters, nach der Abstrahlung des Impulses – die bei dem derzeitigen Stand der Technik, bauteilabhängig, etwa **0,05 μ s** benötigt – maßgebend für die Nahauflösung.

$$\text{Nahauflösung } (d_{\min}) [m] \approx 150 [m/\mu s] \times (\text{Impulsdauer } (t_{i \min}) [\mu s] + \text{Umschaltdauer } (t_u) [\mu s])$$

Mit den oben genannten Werten beträgt die Nahauflösung $\approx 150 \times (0,05 + 0,05) = 15 \text{ m}$.

Soll der nächstmögliche Abstand („Tote Kreis“) für die Erfassung eines Objektes auf der Wasseroberfläche bestimmt werden, ist außerdem der Höhenunterschied zwischen der Antenne und dem Objekt zu beachten. Denn die Form des Strahlungsdiagrammes und zwar der Winkel zwischen der Horizontalen und der Tangente an die unterste vertikale Nebenkeule muss in dem Zusammenhang berücksichtigt werden. (Abschn. 2.1)

7.3 Verzerrung – Auflösung

Auf einem Radarbild „beginnt“ die **Auflösung** (Trennung) der Objekte dort, wo ihre **Verzerrung** „endet“ – die Werte entsprechen einander.

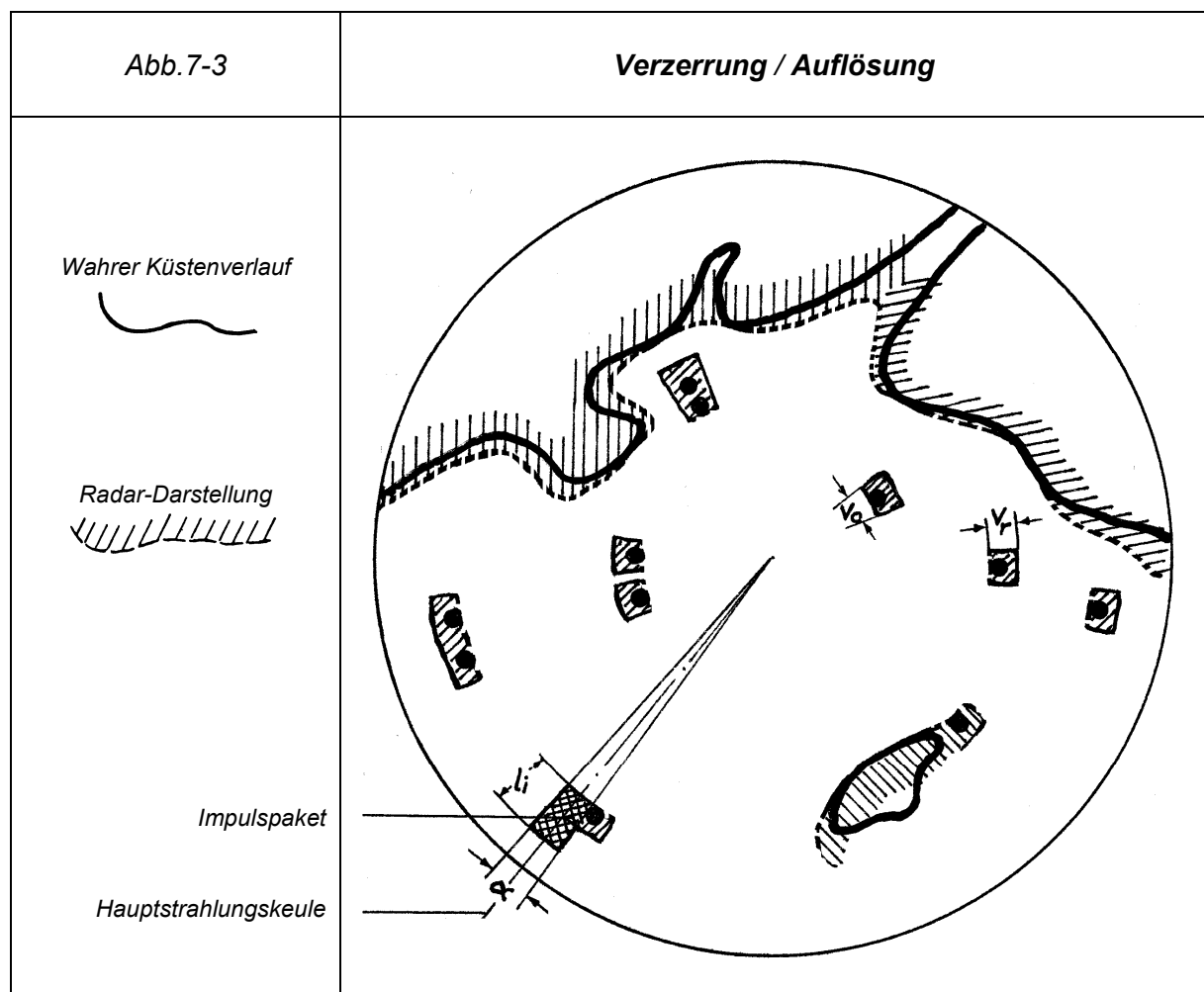
Für den Umfang und das Auftreten – den Wirkungsbereich – einer bestimmten Verzerrung bzw. einer Auflösung gibt es eindeutige Regeln:

Regel 1:

Azimutale Verzerrung und Auflösung
sind der Objektentfernung **proportional** und
vergrößern bzw. verschlechtern sich mit zunehmender Distanz.

Regel 2:

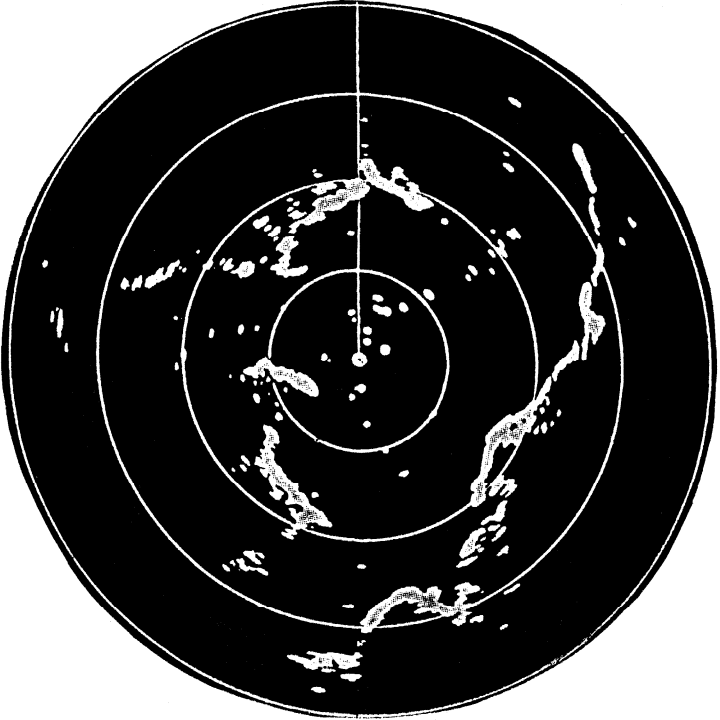
Radiale Verzerrung und Auflösung
sind unabhängig von der Objektentfernung
innerhalb eines Übersichtsbereiches **konstant**;
solange die Impulslänge(-dauer) – „lang“ oder „kurz“ – nicht umgeschaltet wird.



Da die **Verzerrung** von **Punktzielen** das Maß ihrer geometrischen Ausdehnung
– auch im kleinsten Bereich – wesentlich übersteigt, erscheinen dort
alle kleineren Objekte*) – unnatürlich groß – etwa **gleich**.
Sie sind wegen ihrer einheitlichen Form nicht zu unterscheiden.

*) von einer Möwe bis hin zu einer kleinen Jolle

Im Anschluss sind zwei Radarbilder einander gegenüber gestellt, die von Anlagen stammen, bei denen mit unterschiedlichen Impulslängen gesendet wurde. Beide Bilder liefern optisch einen ähnlichen Eindruck von dem Maß der Radialen Verzerrung der Einzelobjekte. Der Grund liegt in der Impulslängendifferenz, die den Unterschied der Bereiche kompensiert; denn die Radiale Auflösung ist im kleinen Bereich **20-mal** besser.

<i>Unterschiedliche Impulsformate</i>	<i>Abbn.7-4/5</i>
	<i>Bereich</i> 40 (10) sm <i>Antennenbündelung:</i> 2° <i>Impulsdauer:</i> 1 µs <i>Radiale Auflösung:</i> 150 m <i>Schiffsziele und vorwiegend Steilküsten</i> Verhältnis-Werte: <i>Bereiche (sm):</i> $40 : 2,5 = 16 : 1$ Radiale Auflösung – <i>Impulsdauer(-länge) (µs):</i> $1,0 : 0,05 = 20 : 1$
	<i>Bereich:</i> 2,5 (0,5) sm <i>Antennenbündelung:</i> 1,6° <i>Impulsdauer:</i> 0,05 µs <i>Radiale Auflösung:</i> 7,5 m <i>(Flaches) Marschland und vorwiegend Einzelziele</i>

Zu Abb. 7-4/5: der „geringere“ Einfluss der dargestellten Radialen Verzerrung, durch das günstigere Verhältnis der Impulslängen gegenüber dem der Bereiche, ist im kleinen Bereich gut erkennbar.

Dass der beachtliche Bereichsunterschied, bei ähnlicher Antennenbündelung, praktisch keinerlei Auswirkung auf das Winkelmaß der verzerrten Einzelobjekte hat, ist eindeutig.



Abb. 7-6

Auf größeren Fahrzeugen werden oft Radaranlagen beider Frequenzbänder nebeneinander betrieben. – Im X-Band ergibt sich eine deutliche Verbesserung der Azimutalen Auflösung gegenüber einer S-Band-Anlage, sobald die Spannweite der X-Band-Antenne mindestens zwei Drittel, der der S-Band-Antenne, beträgt.

Schlussfolgerung:

Das **Radarbild** eines Schiffsradars
präsentiert die Summe von verzerrten frontalen „Teilansichten“ der Objekte,
als deren „Draufsicht“.

Es handelt sich im Grunde immer nur
um „mehr oder weniger abbildende“ Markierungen;
letzten Endes jedoch um einen äußerst brauchbaren **Kompromiss**.

Wesentlich ist jeweils die **Genauigkeit** der **Position** einer Markierung.

8 Anwenden und Auswerten · Navigieren und Kollisionen verhüten

Auf den Flussrevieren der Seeschiffahrtsstraßen kann ein Radargerät – bei geringen oder nur selten größeren Kursänderungen – mit der vorausorientierten *RM*-Darstellung (*H-UP*) betrieben werden. In den Küstenrevieren und auch im „Freien Seeraum“ ist, falls verfügbar, grundsätzlich eine der kompasstabilisierten Darstellungen, *RM/C-UP* oder *RM/N-UP*, angebracht. Bei entsprechender Ausrüstung müssen die Absoluten Darstellungsarten (*TM*) – der persönlichen Erfahrung gemäß und unter Berücksichtigung des Kollisionsschutzes – sinnvoll eingesetzt werden. (Abschn. 4.2)

8 Navigieren mit Radar

Solange man – bei einem der Lage entsprechend gewählten Übersichtsbereich – Kontakt zur Küste hat, betreibt man mit dem Radargerät praktisch Terrestrische Navigation.

Es werden Entfernungen gemessen, es werden Peilungen zu markanten Seezeichen oder Küstenkonturen genommen – es wird kontrolliert Abstand gehalten. „Klassische“ Kreuzpeilungen zu optisch markanten Punkten, wie Leuchttürmen, Kirchen, Schornsteinen usw., sind bei der Radarnavigation kaum möglich. Denn mit der nötigen Zuverlässigkeit könnte man sie anhand einer Radardarstellung oft nicht durchführen, weil derartige künstliche Landmarken nur in wenigen Fällen eindeutig als solche auszumachen sind.

In einem schwierigen Revier sollte man als „Radarneuling“ – auch bei Sicht – mit Radar fahren; dabei Radarpeilungen von klaren Konturen oder Seezeichen zur Standortbestimmung üben und sich deren Position auf der Seekarte durch Vergleich bestätigen lassen.

8.1.1 Vorausmarker (*Headmarker/HM*) und Parallelmarker (*Parallel Index/PI*)

*Die **Vorauslinie**, der Vorausmarker, ist
Die **Richtlinie** für jegliche Radaranwendung.*

Voraussetzung ist, dass die Übereinstimmung der Bezugslinie mit der Kielrichtung des Schiffes, nach der Installation, kontrolliert wurde. Dieser Vorgang ist gleichbedeutend mit der Überprüfung bzw. Einstellung der Nullrichtung bei einem Kompassseinbau.

Während der Ansteuerung von Flussmündungen oder Hafeneinfahrten und beim Navigieren auf Flüssen ist es möglich, mit ihrer Hilfe den gesteuerten Kurs innerhalb des Revieres zu überwachen (Abb. 8-1), da jede Lageänderung von Bezugspunkten zu dem Vorausstrich sofort auffällt; eine „andauernde“ Abweichung – bei korrektem Kurs über Grund – lässt auf Versetzung schließen. Bei nord-orientierter Darstellung, sowohl im *Relative*- als auch im *True-Motion*-Betrieb, vermittelt die Vorauslinie beim Kartenvergleich sehr anschaulich den Kurs durchs Wasser.

Im Küstenvorfeld – zwischen Inseln oder Flachs – muss der Bezug zur Vorauslinie besonders kritisch beobachtet werden. Sportschiffer haben dadurch die Möglichkeit, auch auf dem Radarbild, eine außergewöhnliche Versetzung durch einen möglichen Gezeitenstrom erkennen zu können.

Die auch Vorausstrich/-blitz genannte Bezugslinie kann durch Knopfdruck vorübergehend ausgeschaltet werden, wenn der Eindruck besteht, dass schwache Objekte verdeckt werden könnten.

Vorauslinie – Navigation im Fahrwasser – RM/H-UP	Abb.8-1
	Im Fahrwasser: 1 Gegenkommer 1 ablaufendes Fahrzeug

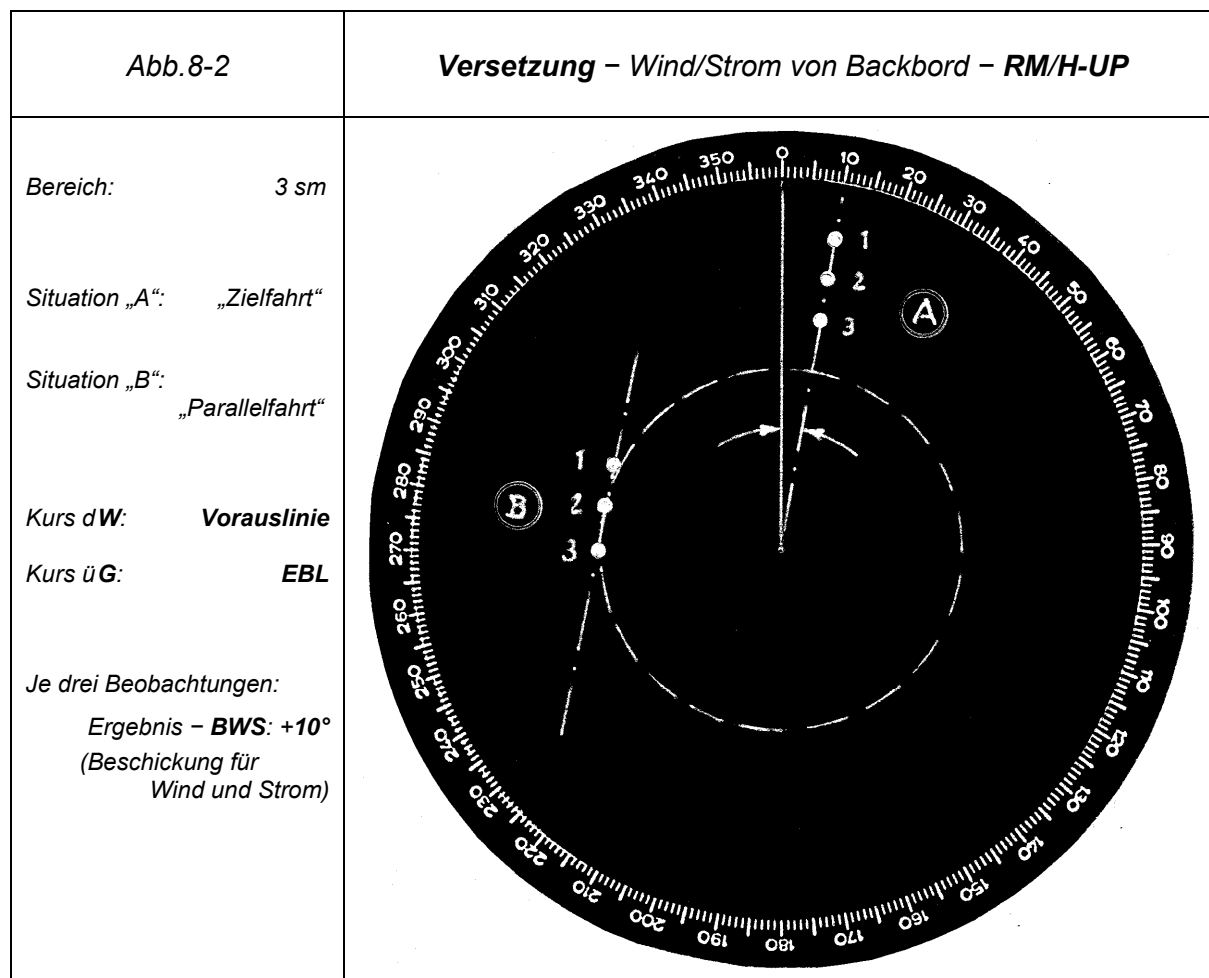
Unter Beobachtung eines markanten Bezugspunktes lässt sich – bei konstantem Kompasskurs – mit Hilfe der Vorauslinie der Umfang einer Versetzung bestimmen (Abb.4-7):

1. Während einer Zielfahrt wird vorausgesetzt, dass man das Ziel im Radar eindeutig erkennen kann. Üblicherweise wird dabei ein Kurs gesteuert, der der Versatzrichtung entgegenwirkt, so dass die „Peilung zum Ziel steht“. Zur Kontrolle richtet man ein mechanisch drehbares „Fadenkreuz“ (Cursor) oder eine „Elektronische Peillinie“ (EBL) auf das Ziel. (Abb. 8-2, Situation „A“) Die Winkeldifferenz zwischen der Vorauslinie (Kielrichtung) und dem tatsächlichen Weg über Grund – gemäß der Cursor- bzw. der EBL-Markierung – resultiert aus der Stromversetzung (S) und/oder der Abdrift (W).
2. Liegt keine Zielfahrt an, so kann man auch „irgendwo“ seitlich ein Festziel, eine Tonne oder eine Landmarke, als Bezugspunkt nutzen. (Abb. 8-2, Situation „B“) Man steuert den gewünschten Kurs entlang einer angenommenen Hilfslinie; „angelehnt“ an eine der gravierten Parallelen des mechanisch drehbaren „Fadenkreuzes“ und zwar mit konstantem seitlichen Abstand, durch den Kreisbogen des entsprechend eingestellten „Beweglichen Entfernungsmessringes“ (VRM) markiert.

Neuerdings ist die Bestimmung mit Hilfe eines **Parallelmarkers (PI)** praktischer und zuverlässiger. (Abschn.5.2.3) Die Winkeldifferenz zwischen Vorauslinie und dieser Hilfslinie entspricht wieder der Versetzung.

Bei einer **GPS-Stabilisierung** gleicht die Versetzung der Differenz zwischen Vorauslinie und Kurslinie, gekennzeichnet durch zwei Pfeile). (Abschn.4.2.2)

Durch das sog. *Parallel Indexing (PI)* ist es in schwierigen Gewässern möglich, den Fahrweg im Voraus abzustecken. Mit Hilfe zweier Parallelmarker (zu beiden Seiten des Fahrweges), deren Richtung und Abstand zu Eigenschiff einstellbar sind, hält man sich frei von Tonnen, Schären, Untiefen, Inseln oder exponierten Küstenkonturen. (Abschn. 5.2.2)

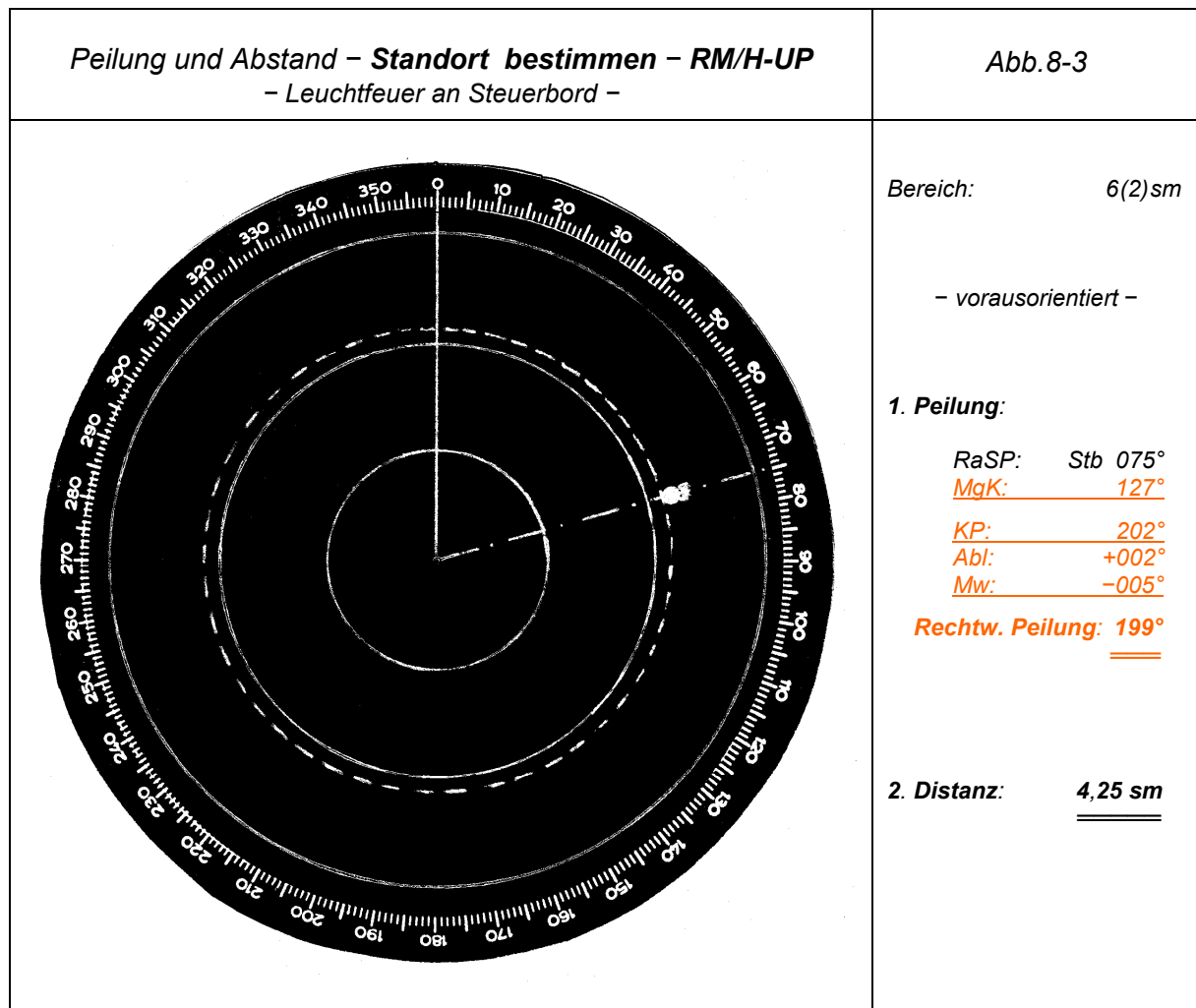


8.1.2 Peilung und Abstand ermitteln – Standort bestimmen

Die „Werkzeuge“ für eine Ortsbestimmung (Zielansprache) sind das „Mechanische Fadenkreuz“ (*Cursor*) oder der „Elektronische Peilstrich“ (*EBL*) und der „Bewegliche Entfernungsmessring“ (*VRM*) – oder auch lediglich ein „Elektronischer *Cursor*“.

Nur Punktziele können zuverlässig gepeilt werden, und Kanten/Ränder von nichtpunkt-förmigen Peilobjekten sind nur dann eindeutig, wenn sie innerhalb des Radarhorizontes liegen. Mit einem Radar wird die Mitte eines Einzelzieles gepeilt oder wenn ein definierter äußerster Punkt eines azimuthal ausgedehnten Landzieles – nach einem Seekartenvergleich (Abschn. 6.1) – angesprochen werden soll, so ist es aufgrund der Erkenntnisse aus Abschnitt 7.1.1 angebracht, den halben Bündelungswinkel der Radarantenne zu berücksichtigen. (Abb. 8-4)

Eine mögliche **Abweichung** der Vorauslinie von der Kielrichtung und/oder eine **Differenz** zwischen optischem und „Radarecho-Schwerpunkt“ des Peilobjektes unterscheidet die **Radarpeilung** von der optischen **Seitenpeilung**.



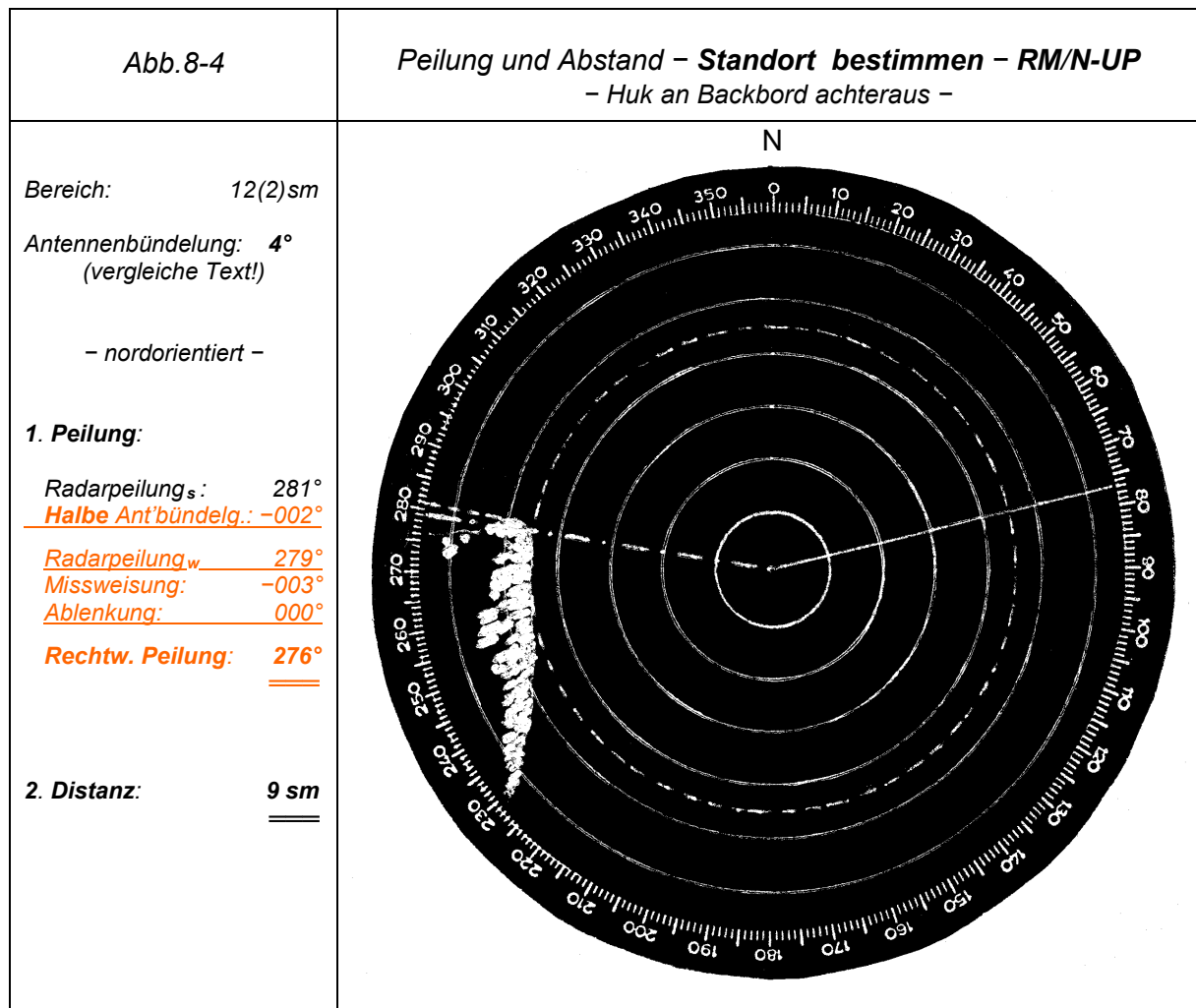
Bei einer vorausorientierten *RM*-Darstellung ist es notwendig, zu jeder Peilung den anliegenden Kurs zu ermitteln. (Abb. 8-3) Dies gilt insbesondere für kleine unruhige Fahrzeuge - mit großem Gierwinkel. Eine Radarpeilung wird nach Berücksichtigung des Magnetkompasskurses (MgK) und der Fehlweisung zur rechtweisenden Peilung (rwP); vorausgesetzt, die Vorauslinie stimmt mit der Kielrichtung sowie der Nullmarke der Peilskala überein und das Radarbild ist exakt zentriert. (Abb. 3-2/3)

Eine nordorientierte – kompassstabilisierte – Darstellung (Abschn.4.2.2.2) verbessert grundsätzlich die Zuverlässigkeit einer Radarpeilung, weil diese dann direkt, ohne Berücksichtigung des Kurses, als Kompass- bzw. missweisende Peilung (KP/mwP) gilt. (Abb. 8-4)

Im Übrigen sichert schon eine permanente Abstandskontrolle zur Küste (falls möglich, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Wassertiefe) die Navigation. –

Bereits ein bekanntes ortsfestes Objekt erlaubt es, anhand seiner Richtung und Entfernung, auch den eigenen Ort zu bestimmen. Die Eindeutigkeit des Peilobjektes muss allerdings gewährleistet sein. Deshalb wird ein kritischer Vergleich mit der Seekarte und selbstverständlich ein Mitkoppeln empfohlen.

Wegen der bequemen Handhabung wird beim Radarbetrieb der relative Schiffsort vielfach häufiger überprüft als bei Anwendung der konventionellen Methode. Man macht in den meisten Fällen, wie schon angedeutet, nur eine Peilung mit Abstandsmessung. Dabei stellt der „Elektronische Peilstrich“ (*EBL*) die erste Standlinie dar. Die zweite wird durch den Kreisbogen des „Beweglichen Entfernungsmessringes“ (*VRM*) gebildet (ein Radargerät „arbeitet im Umkehrverfahren“ – nämlich mit „seiner Zirkelspitze“ im Standort). Die Entfernung – digital angezeigt durch ein Zählwerk **oder in einem Datenfenster** – wird dann korrekt gemessen, wenn der Entfernungsmessring auf die Vorderkante der Objektmarkierung eingestellt wurde.



Die Qualität einer Abstandsmessung mit dem „Beweglichen Messring“ (VRM) ist durchweg besser als die einer Radarpeilung, vor allem bei einer nicht kompasstabilisierten Darstellung. Bereits zwei Abstände – wobei die kleineren Distanzen zu bevorzugen sind – von definierten Objekten oder Küstenkonturen, deren Peilungen möglichst rechtwinklig zueinander liegen sollten, liefern eine zuverlässige Position. – Ein Gieren fällt dabei nicht ins Gewicht! Die in Abschnitt 6.1.4 beschriebenen Radarbaken sind eine zusätzliche zuverlässige Hilfe bei der Standortbestimmung, die auf jeden Fall angenommen werden sollte. Eine entsprechende Aufstellung gibt es im „Nautischen Funkdienst“ oder im „Leuchtfeuerverzeichnis“.

Die digitalisierten Radarsichtgeräte mit einer GPS-Schnittstelle bieten bereits automatisch eine Positionsanzeige – Breite/Länge – am Rande des Bildschirms (Abb. 11-16); infolgedessen wird das Radargerät dann praktisch „nur noch“ zur relativen Positionsbestimmung genutzt.

8.2 Kollisionsverhütung mit Radar – Begegnungsabläufe

Nur die relativen Richtungen sind ausschlaggebend für die Einschätzung der Entwicklung einer Begegnung zweier Fahrzeuge!

Deshalb ist selbstverständlich (auch) ein nur vorausstabilisiertes RM-Analogradar, das ausschließlich relative Bewegungen darstellen kann, für die Erkennung eines Kollisionskurses brauchbar – eine seiner „Standardaufgaben“. Doch nur eine sorgfältige dauernde Beobachtung des Radarbildes und dessen konsequente angemessene Auswertung gewährleisten einen reibungslosen Ablauf der „Begegnung von Fahrzeugen“.

Steht ein *ARPA* (Abschn. 8.3.1), das die Simulation relativer Vektoren erlaubt, **nicht** zur Verfügung, so sollte bei *TM*-Betrieb im „Freien Seeraum“ eine seestabilisierte Darstellung in Betracht gezogen werden (Abschn. 4.2.1.3); denn, das Medium Wasser hat seinen eigenen Kurs!

Man kann sich kaum vorstellen, zu welch absurden (Radar-)Situationen es im Nebel kommen kann.

Vor allem dann, wenn Sportboot-Skipper aus Unsicherheit mit unsteter Geschwindigkeit fahren und/oder weil Nebelsignale zu leise oder nicht in angemessener Folge gegeben bzw. wegen des eigenen Maschinengeräusches nicht wahrgenommen werden.

Hinzukommt, dass die meisten Sportschiffer gar nicht über eine Radaranlage verfügen können; oft wird zudem erwartet, dass ein „großer“ Gegner aus der Beobachtung seines Radars das Verhalten eines Sportfahrzeuges richtig einschätzen und seine „kollisionsverhindernden Konsequenzen“ ziehen kann.

Auch Sportboot-Radarfahrer sollten sich für den Fall unsichtigen Wetters folgendes merken:

*Generell ist zu beachten, dass die Reaktionsfähigkeit eines Fahrzeuges,
– die Änderungen seines Kurses und/oder
seiner Geschwindigkeit (Stoppmanöver!) betreffen –
von seiner Masse abhängig und entsprechend zu respektieren ist.*

*Auch ein UKW-Kontakt mit dem Gegner
kann in kritischen Fällen zu einer „Entschärfung“ der Situation beitragen.
Aufeinander folgende, geringe Kursänderungen müssen vermieden werden.*

*Geschwindigkeitsänderungen langsamer Fahrzeuge (Sportschiffer)
werden vom Gegner auf dem Radar häufig übersehen.*

*Um sich dem Gegner eindeutig zu erkennen zu geben, sollte man als Sportschiffer
– wenn man unsicher ist oder es für angebracht hält –
deutliche Kursänderungen und zwar am besten solche von 90°
– natürlich unter Berücksichtigung der Kollisionsverhütungsregeln –
vornehmen oder sein Schiff stoppen.*

*Die Devise für das Handeln lautet:
„**Rechtzeitig und Eindeutig!**“
– Dies gilt nicht nur für die Kleinschiffahrt. –*

*Viele (fast) unglaubliche Kollisionsfälle – selbst bei der Großschiffahrt –
sind hinlänglich bekannt.*

Nach eindeutiger Erfassung eines Radargegners – durch mehrere Peilungen und zugehörige Abstandsmessungen – können meistens nur versierte Navigatoren Fahrt und Kurs des Gegners und außerdem einen notwendig werdenden Ausweichkurs mit Hilfe einiger Formeln rechnerisch bestimmen.

– Eine Alternative ist das „**Plotten**“. –

Wir wollen uns nicht damit aufhalten, unzählige Situationen nach dem Motto: „Was wäre, wenn...?“ durchzuspielen. Denn es gibt genügend einschlägige Veröffentlichungen zu dem Thema „Plotten – Begegnungen per Radar – Maßnahmen zur Kollisionsverhütung“.

Im Abschnitt 8.2.2.1 wird ein Beispiel behandelt; um auch dem Radarplot-Anfänger die Komplexität des Vorganges und die notwendige Sorgfalt bei der Verarbeitung der dem Radarbild entnommenen Daten – als Entscheidungshilfe für ein möglicherweise notwendig werdendes Ausweichmanöver – vor Augen zu führen.

Die Kollisionsverhütung beginnt damit, dass man den Gegner, der in das Radarbild einwandert, sofort markiert und dabei die Uhrzeit registriert.

– Man nimmt sofort „Kontakt“ auf. –

8.2.1 „Stehende Peilung“

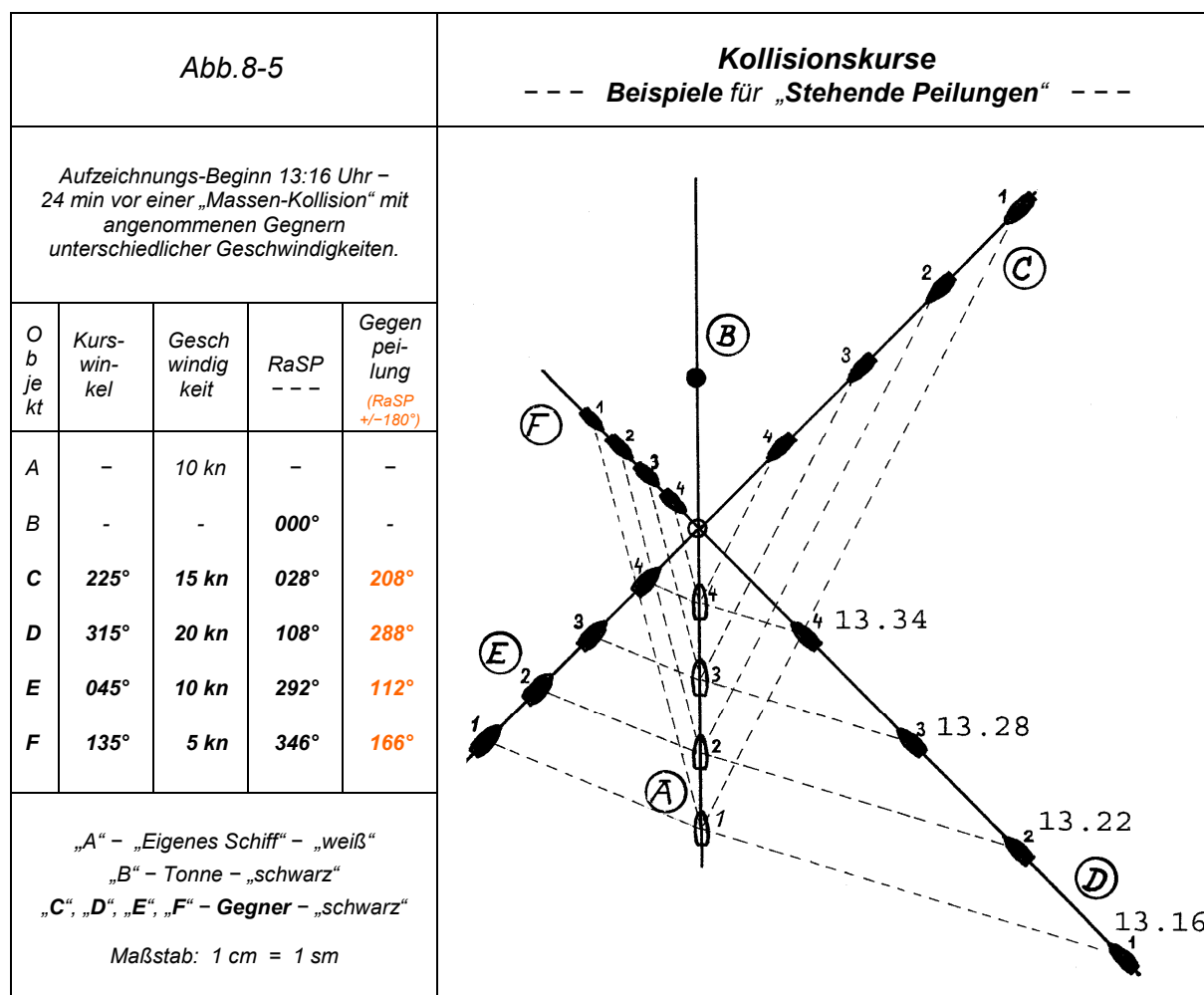
Bevor wir uns mit dem Titel dieses Abschnittes befassen, sollen für den Sportbootfahrer zwei einfache Grenzfälle von Begegnungssituationen zum Thema „Relatives Denken“ in Erinnerung gerufen werden:

1. Die Peilung zu einem Radarkontakt steht, aber die gegenseitige Entfernung ändert sich nicht:

Dies ist ein Mitläufer auf gleichem Kurs. – Wäre er langsamer als wir, würde seine Peilung achteraus wandern; wäre er schneller, wanderte sie voraus.

2. Ein Fahrzeug – nicht in unmittelbarer Nähe – zeigt uns „Rot“/„Grün“:

In diesem Augenblick kommt es direkt auf uns zu. Es ergibt sich jedoch keine „Stehende Peilung“, weil es aus dieser Situation – bei konstantem (!) Kurs – anschließend sofort wieder achteraus sackt. Es sei denn: es erschiene recht(!) voraus bzw. achteraus.



Für die Beobachtung der „Stehenden Peilung“ (Abb. 8-5/6), als Kriterium für eine Kollisionsgefahr – bei konstanten Kursen der Beteiligten, ist ein Radargerät mit Relativer Darstellung (Abschn. 4.1), das den Ablauf unmittelbar erfasst, „geradezu wie geschaffen“. Die Tatsache wurde zwar bereits erwähnt; dennoch sollte man sie sich immer wieder vergegenwärtigen und nutzen! Jedoch ist bei einer nicht kompassstabilisierten Radarpeilung – von gierenden Fahrzeugen aus – die Seitenpeilung nicht ausreichend; dann muss, wie bei der optischen Peilung, der jeweils anliegende Kurs berücksichtigt werden!

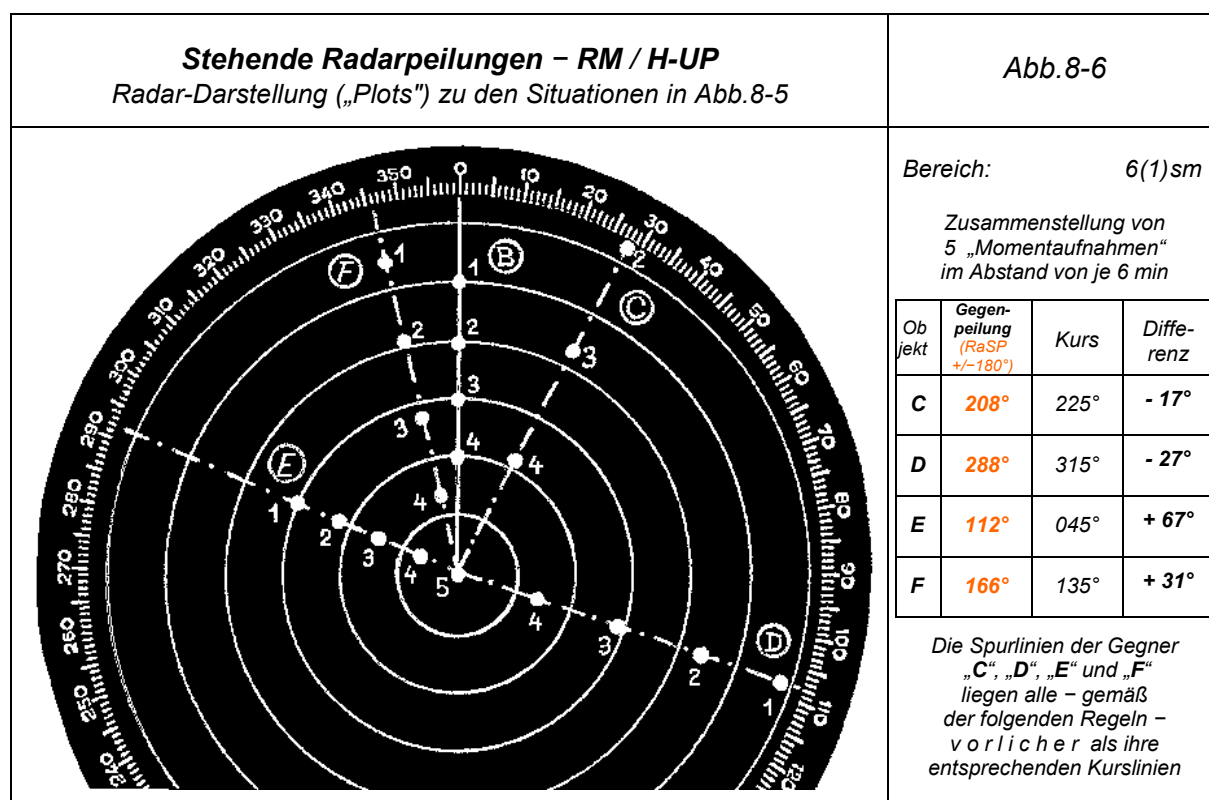
Im Prinzip entspricht die praktische Radarbeobachtung bei diesem Vorgang der optischen Beobachtung; man vergleicht die Peilungen zum Gegner und – zieht die Konsequenz ...

*Steht nach einem ersten Kontakt die **Peilung** nicht, gilt grundsätzlich:*

*Peilt der Gegner **vorlicher** als beim ersten Mal,
kreuzt er unsere Kurslinie **voraus**.*

*Verändert sich seine Peilung in entgegengesetzte Richtung,
kreuzt er unseren Kurs **achteraus**.*

Die rechtzeitige Erfassung und Beurteilung eines Gegners erfordert einen Übersichtsbe-
reich von **6 bis 12-Seemeilen**. Ein 12-sm-Bereich setzt voraus, dass die Radarantenne nicht
„allzu niedrig“ montiert wurde. (Abschn. 2.1) Wenn man sinnvoll beobachten will, ist
allerdings ein 6-sm-Bereich nicht optimal, falls sich der Gegner schneller als mit 15 kn
nähert. Je niedriger die Antenne, je kleiner der Erfassungsbereich, desto schneller muss
ein Radarbeobachter auf einen – „auftauchenden“ – möglichen Gegner reagieren!



Die „Fortschreibung“ der gegnerischen Positionen – bei „Stehender Peilung“ – spätestens
nach Erfassung der jeweils dritten Position ist in allen Fällen rein theoretisch, denn
normalerweise hätten Maßnahmen ergriffen werden müssen, um eine Kollision zu
verhindern!

Im Vergleich zu den absoluten Kursen der Gegner (Abb. 8-5), bestätigt die Radardarstellung (Abb. 8-6), dass deren jeweilige Spur, die relative Richtung ihrer Annäherung, nicht mit ihrem Kurs übereinstimmt; die Betrachtung eines Vektordreiecks liefert die Erklärung. (Abschn. 8.2.2.1) Der Unterschied ist abhängig von den jeweiligen Kursen und vom Verhältnis der gegenseitigen Geschwindigkeiten.

Bei einem Fahrzeug an **Steuerbord** schwenkt dessen **Kurslinie** (Abb.8-5)
– infolge der Relativen Darstellung –
entgegen dem Uhrzeigersinn und wird zu dessen **Spurlinie** (Abb.8-6).

Bei einem Fahrzeug an **Backbord** schwenkt dessen **Kurslinie** (Abb.8-5)
– infolge der Relativen Darstellung –
im Uhrzeigersinn und wird zu dessen **Spurlinie** (Abb.8-6).

Um den Radius des Radarbildes abzulaufen, benötigt ein Fahrzeug – bei einer Fahrt von 15 kn – 24 bzw. 48 Minuten, wenn ein 6- bzw. 12-sm-Bereich geschaltet ist. In den meisten Fällen – für Sportbootfahrer – genügend Zeit für eine sorgfältige Auswertung und um gegebenenfalls ein Ausweichmanöver durchzuführen. Man darf sich aber auch bei großen Distanzen nicht in Sicherheit wiegen, denn die Zeit läuft schneller als einem lieb ist, und eine Schnellfähre läuft bei 30-kn-Fahrt zehn Seemeilen in zwanzig Minuten!

Mit Hilfe des „Mechanischen Fadenkreuzes“ (*Cursor*) oder der „Elektronischen Peillinie“ (*EBL*) – bei Dezentrierung nur mit dem *EBL* – wird die Richtung zum einwandernden Objekt, zum Gegner, gekennzeichnet, und bei der Relativen Darstellung sein weiteres Verhalten bezüglich dieser Peilung (kompassstabilisiert!?) ohne zusätzlichen Aufwand beobachtet. Außerdem wird dessen Position schon beim ersten Kontakt mit dem „Beweglichen Entfernungsmessring“ (*VRM*) markiert und dann registriert. Dadurch besteht die Möglichkeit, bereits nach einem Beobachtungszeitraum von drei Minuten, die relative Annäherungsgeschwindigkeit (v_{Gr}) durch Multiplikation der Abstandsdifferenz des Gegners mit 20 annähernd zu ermitteln. – Falls Distanz und/oder Geschwindigkeit es erlauben, ist ein Beobachtungszeitraum von **6 min** ein gängiger/optimaler Takt, denn:

$$\text{Annäherungsgeschwindigkeit } (v_{Gr}) [kn] = 10 \times \text{Abstandsdifferenz } (d_{G6min}) [sm]$$

Wichtig ist, dass man – neben einer bevorstehenden Begegnung – möglichst ebenso früh erkennt, welche Fahrzeuge einem aufgrund des Verlaufes ihrer Spur keinesfalls gefährlich werden können und diese als „Nicht-in-Betracht-kommende-Objekte“ ausschließt – nämlich, unter anderen alle, die sich irgendwie zum Rand des Bildes bewegen. Nach dem Aussortieren kann das Augenmerk dann umso mehr dem „kritischen Fall“ gelten.

Ist die Situation unübersichtlich, sollte sich der Sportschiffer „wenigstens“ durch einen **Einfach-Relativplot**, der im Anschluss an die folgenden Erklärungen zum Begriff „Plotten“ beschrieben wird, – rechtzeitig – über die weitere Entwicklung Klarheit verschaffen!

8.2.2 „Plotten“ – Situation dokumentieren

Das Plotten, das Mitzeichnen, erfordert ein exaktes manuelles Übertragen von Radar-Momentaufnahmen“ der Gegnerpositionen auf einen Vordruck mit Polarkoordinaten, eine **Radarspinne**, auch *Radar Plotting Sheet*, auf ein **einfaches Blatt Papier** oder auf die Flutlicht beleuchtete Fläche eines Zeichengerätes mit entsprechenden Teilungen.

Es wird oft über die Notwendigkeit des Plottens diskutiert. Dabei ist richtig, dass dieses Verfahren – wenn man nicht rechnen will oder kann – in kritischen Situationen bei analogen Radargeräten die einzige Möglichkeit bietet, um mit Hilfe des Relativplots, mit einer „Dokumentation der Annäherung“, die wahren Gegnerdaten – Kurs und Geschwindigkeit – zu ermitteln. Dies wird durch die Konstruktion seines **absoluten Vektors** ermöglicht. Außerdem ergibt das Plotten bei der Absoluten Darstellung (TM) eindeutig Auskunft über die relativen Bewegungen.

Der „Nachteil“ des Plottens besteht darin, dass der Radarnavigator gezwungen wird, seine Radarbeobachtung zu unterbrechen, um auf einer Radarspinne oder dergleichen die Situation schrittweise festzuhalten und damit ein Resultat zu erarbeiten, das möglicherweise zu einem Ausweichmanöver zwingt. Auf militärischen Fahrzeugen wurde – unter anderem deshalb – der Radarbeobachter durch einen „Radar-Plot-Gasten“ entlastet; eine zweckmäßige, aber personalaufwendige Methode.

Am sinnvollsten wäre es, das Plotten unmittelbar auf dem Radarbildschirm durchzuführen. Dies ist – wenn es brauchbar (eindeutig) sein soll – oft wegen des Abstandes der Bildröhren-Oberfläche oder gar der einer Schutzscheibe zu dem eigentlichen Schirmbild und der daraus resultierenden Parallaxe aber nicht ohne Hilfsmittel möglich. Ein **Reflexionsplotter** mit halbdurchlässigem Spiegel und konkaver (hohler) Zeichenfläche, auf der die Positionen mit einem Fettstift parallaxefrei(!) markiert werden, wäre geeignet. Früher boten einige Hersteller von analogen Großanlagen dieses Gerät als Plotaufsatz an.

Mit Rücksicht auf den Zuwachs von automatisch rechnenden digitalen Sichtgeräten mit Plothilfe, wie *ARPA* und *MARPA*, ist die Fertigung von Hilfsmitteln mit einer exakten Kompensation der gekrümmten Schirmbildfläche, nicht mehr zu vertreten.

Die Parallaxe der Markierungen auf einem Flüssigkristall-Bildschirm ist unbedeutend, doch ist zu beachten, dass die empfindliche Oberfläche durch ein direktes „Fettstift-Plotten“ – ohne Schutzfolie – verkratzt werden könnte!

Bei einer bescheidenen Radarausrüstung sollten – trotz aller Vorbehalte – die beobachteten Positionen eines aktuellen Gegners auf einen Relativplot, auf eine präparierte Vorlage, unter Berücksichtigung der folgenden Empfehlungen – als Voraussetzung für eine angemessene Anwendung der KVR – mit den üblichen Markierungen übertragen werden:

*Es ist wichtig, dass eine **Radarspinne** einen Durchmesser von mindestens **30 cm** hat und dass man für einen Vorgang konsequent den gleichen **Maßstab** anwendet.*

*Um einen brauchbaren Plot zu erhalten, müssen bei nicht kompassstabilisierten **Radarpeilungen** eigene **Kursabweichungen** immer berücksichtigt werden.*

*Auf einem Plot ist die jeweilige **Position** des(r) **Gegner(s)** – **Peilung** und **Distanz** – durch die Buchstaben „**B**“, „**C**“, „**D**“ usw. – mit den entsprechenden **Uhrzeiten** – und das eigene Schiff mit „**A**“ zu kennzeichnen.*

*Die eigene Bewegungsrichtung – der **Eigenvektor** – wird durch einen **Pfeil**, die **Relative** (Komponente) des Gegners auch in dieser Form – aber zusätzlich mit einem **Kreis** – und dessen (ermittelte) absolute Bewegungsrichtung – der **Gegnervektor** – durch zwei **Pfeile** markiert.*

Folgende Daten kann man durch das Plotten gewinnen:

1. Den **relativen Gegnerkurs** und die **Annäherungsgeschwindigkeit** des Gegners.
2. Den **Punkt der dichtesten Annäherung**, *Closest Point of Approach (CPA)*.
In dem Zusammenhang interessiert, ob dieser Abstand der eigenen **Nahbereichs-Vorstellung**, die von der Eigenfahrt und der eigenen Manövrierfähigkeit (Masse) abhängig ist, entspricht. (Abschn. 8.2.2.1)
Erkennt man, dass der Passierabstand zu dicht ist, muss eine Kurs- oder Fahrtkorrektur ermittelt und eingeleitet werden.
3. Als Abfallprodukt ergeben sich des Gegners absolute Geschwindigkeit und sein absoluter Kurs – der **Gegnervektor** – bezogen auf die eigene Kielrichtung.
4. Außerdem kann man die **Dauer bis zur dichtesten Annäherung**, *Time to Closest Point of Approach (TCPA)*, oder auch die Dauer bis zum Kreuzen der eigenen Kurslinie und den dann herrschenden Abstand, *Bow Crossing Time/Range (BCT/BCR)*, ermitteln.

Aus den bereits eingangs erwähnten Gründen wird anschließend nur ein Beispiel behandelt.

8.2.2.1 „Einfach-Relativplot“

Die Daten für ein mögliches eigenes Ausweichmanöver sind bei der Annäherung eines Gegners mit einem vorausorientierten „Einfach-Relativplot“ auch ohne Radarspinne zu bestimmen; sinnvoll für einen Sportbootfahrer, der noch mit einem Analogradar arbeitet.

Zu diesem Zweck nimmt man ein **DIN-A4-Blatt** und zeichnet außermittig ein Koordinatenkreuz, so, dass ein genügend großes Operationsgebiet zur Verfügung steht; das Blatt liegt entsprechend: hoch oder quer – in diesem Fall quer – „Gegner von Stb“.

Die Y-Achse, Parallele zur eigenen Fahrtrichtung, erhält eine Zentimetererteilung:

1cm kann z.B. **1sm** entsprechen. Damit entsteht ein Plotmaßstab von „**1:1**“.

Bei langsamer Fahrt eines Beteiligten ist ein größerer Maßstab sinnvoll – oder umgekehrt. Die X-Achse, „Dwarslinie“ – auch entsprechend geteilt – gilt als Hilfslinie.

Der Schnittpunkt, Nullpunkt, stellt das **Eigenschiff A** dar. Die Indices der Vektoren kennzeichnen die beteiligten Objekte: „**B**“, „**C**“, „**D**“ und stehen außerdem für „relativ“ und „absolut“: „**r**“, „**a**“.

Ein Plot beginnt mit der Konstruktion eines „Direkten-Vektor-(Wege-)Dreiecks“: Innerhalb der Plotzeit bildet die Gegnerspur, dessen relativer Weg oder kurz die **Relative** immer die erste Seite bzw. Komponente s_{Br}/v_{Br} . Der **Eigenvektor** markiert die zweite, senkrechte (weil vorausorientiert) Seite s_{Aa}/v_{Aa} , den absoluten eigenen Weg. Die sich daraus ergebende Resultierende s_{Ba}/v_{Ba} zeigt das wahre Verhalten, die Lage, den *Aspect*, des Gegners, – seinen absoluten Vektor – den **Gegnervektor**.

Da sich alle Wege auf das (die) gleiche(n) Plotintervall(e) – denselben Zeitraum – beziehen, sind die Wege, Strecken (s), auch den Geschwindigkeiten (v) proportional. Die Dreiecksseiten stellen gleichzeitig die Vektoren dar, das bedeutet, deren Richtung entspricht den jeweiligen Kursen.

Die Radarbeobachtungen eines Gegners liefern bei einem zeitlichen Abstand von 6 min beispielsweise folgende Daten:

$B_1 - 17:24 \text{ Uhr} - 70^\circ - 10 \text{ sm}$ und $B_2 - 17:30 \text{ Uhr} - 69^\circ - 8 \text{ sm}$.

*Die beiden Positionen werden auf das Blatt übertragen (Abb. 8-7) und durch eine Linie miteinander verbunden. Die Strecke ergibt den Anfangsverlauf der gegnerischen Spurlinie. Die Verlängerung ermöglicht den ersten Schluss über den Passierabstand (CPA) und damit über die entstehende **Nahbereichslage** (s.u.). In diesem Fall:*

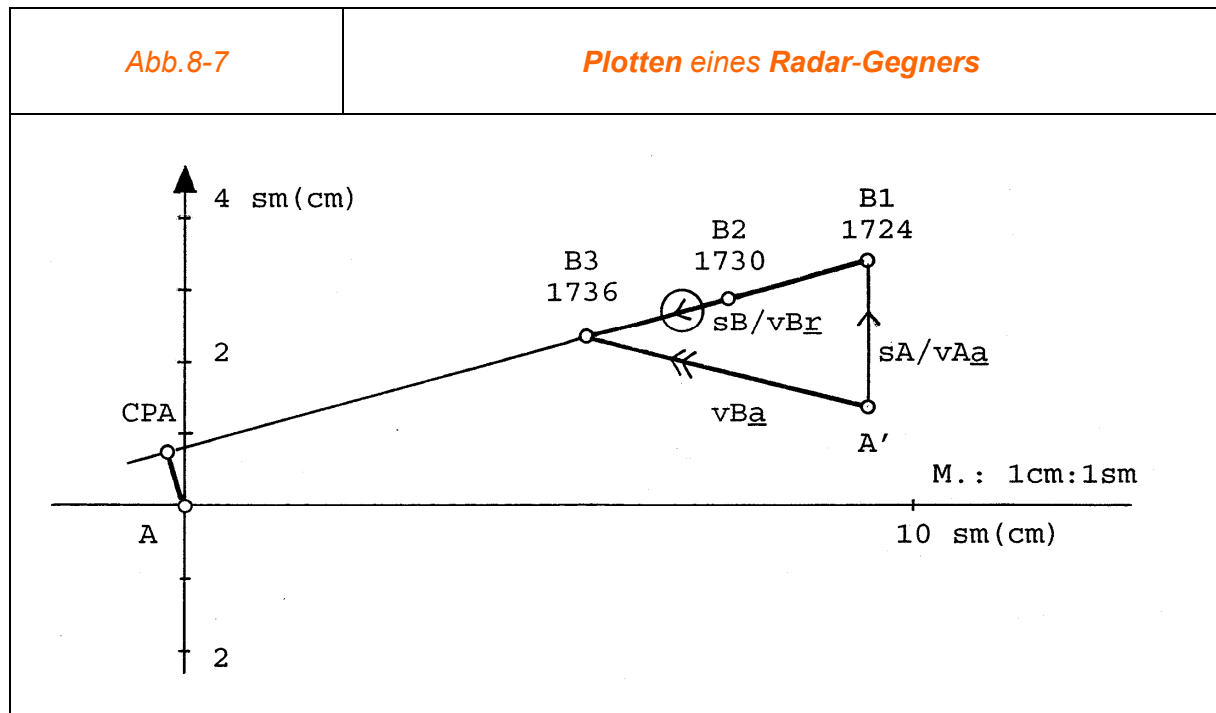
Die Peilung steht nicht!“ – Der Passierabstand liegt unter **1 Seemeile** (Abb. 8-7).

Inzwischen ist das 2. Plotintervall von **6 min** verstrichen. **B₃ – 17:36 Uhr – 67° – 6 sm** – wird übertragen und bestätigt in den meisten Fällen die vorhergegangene Beobachtung. Ein Pfeil im Kreis markiert die **Relative B₁ - B₃**.

Die eigene (absolute) Fahrt **v_{Aa}** soll **10 kn** betragen; für Segler zwar meistens zu schnell, doch in diesem Beispiel deutlich darzustellen (ggf. Maßstabsanpassung, s.o.).

Der innerhalb der ersten beiden Plotintervalle bei einer Plotdauer **t_{pl}** von 2 x 6 min = **12 min** zurückgelegte Weg ergibt den absoluten **Eigenvektor A' - B₁** mit

$$s_{Aa} = \frac{v_{Aa} [\text{sm/h}] \times t_{pl} [\text{min}]}{60 [\text{min/h}]} = \frac{10 \times 12}{60} = 2 \text{ sm/cm.}$$



s_{Aa} wird parallel zur Y-Achse an die erste gegnerische Position **B₁** – entgegen der Fahrtrichtung – angetragen, durch einen Pfeil gekennzeichnet und anschließend die relative Annäherungsgeschwindigkeit **v_{Br}**, nachdem der vom Gegner gelaufene relative Weg **s_{Br}** mit **4,0 cm/sm** abgegriffen wurde, bestimmt

$$v_{Br} = \frac{s_{Br} [\text{sm}] \times 60 [\text{min/h}]}{t_{pl} [\text{min}]} = \frac{4,0 \times 60}{12} = 20 \text{ kn.}$$

Das freie untere Ende von **s_{Aa}**, der Vektoranfang **A'**, wird mit **B₃** verbunden. Die entstehende Resultierende – durch zwei Pfeile markiert – ergibt die absoluten Werte von Kurs und Geschwindigkeit des Gegners, den **Gegnervektor**. Der zeigt eindeutig dessen Lage: sein Aspect ist „Rot“. Die Strecke **A' - B₃**, **s_{Ba} = 4,0 cm/sm**, entnimmt man dem Dreieck und kann daraus seine absolute Geschwindigkeit **v_{Ba}** ermitteln

$$v_{Ba} = \frac{s_{Ba} [\text{sm}] \times 60 [\text{min/h}]}{t_{pl} [\text{min}]} = \frac{4,0 \times 60}{12} = 20 \text{ kn. (zufällig gleich } v_{Br})$$

Nach der Verlängerung der Relativen erkennt man deutlich, in welchem **Abstand** der Gegner die eigene Kurslinie kreuzen (BCR), und wo er das eigene Schiff, in welchem Nächsten Abstand (CPA), passieren wird. Der **CPA** ergibt sich aus dem Schnittpunkt der Spurlinie mit dem Lot, das man vom Nullpunkt **A**, der Position des eigenen Schiffes, aus fällt.

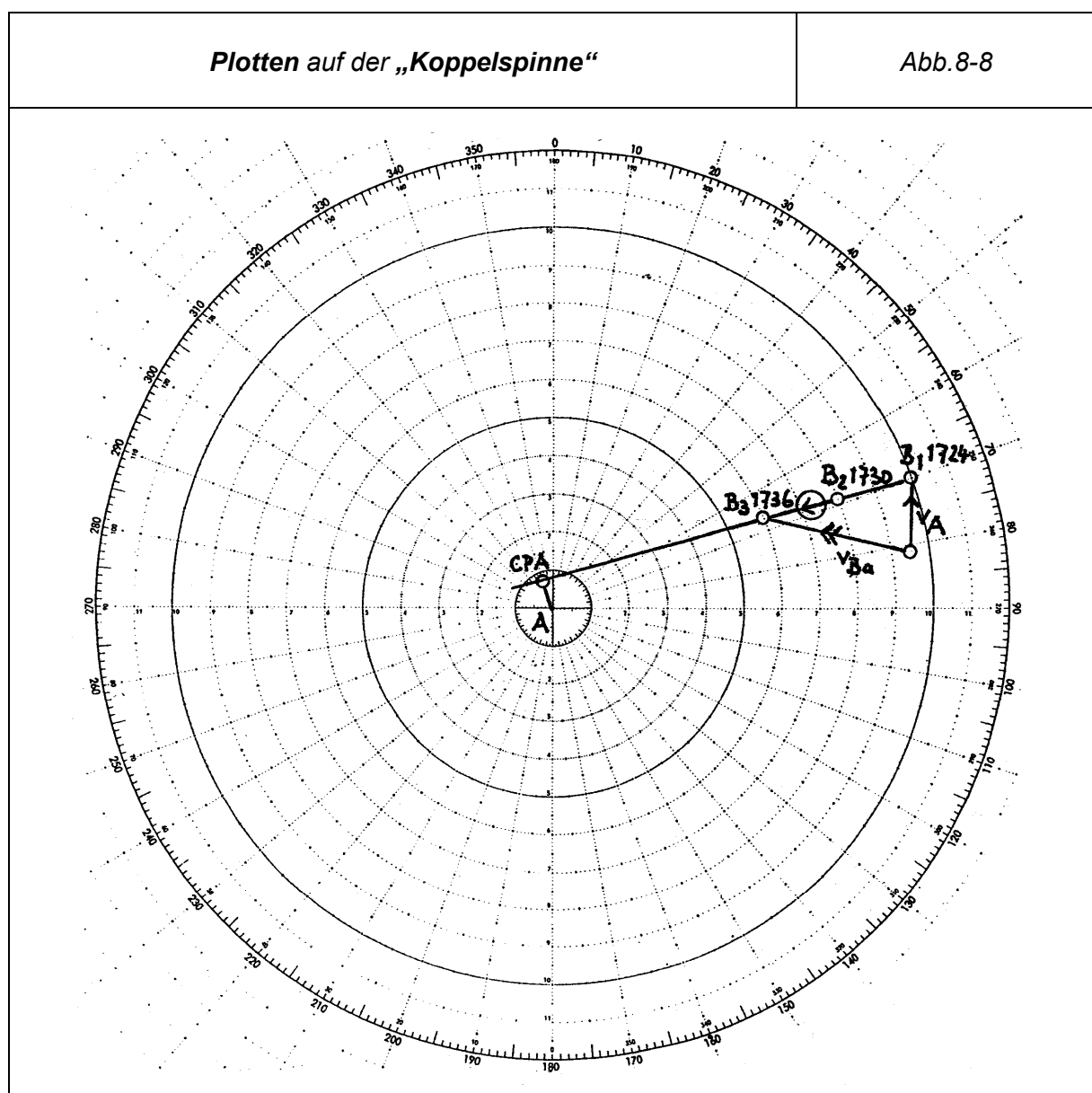
Der Abstand beträgt **0,8 cm = 0,8 sm = 8 Kabellängen [kbl]**.

Die Entfernung zwischen **B₃** und dem **CPA**, der Weg **s_{cpa}** von **6,0 cm/sm**, bestimmt die Dauer bis zum Erreichen des Nächsten Passierabstandes (TCPA) mit

$$TCPA = \frac{s_{cpa} [sm] \times 60 [min/h]}{v_{Br} [sm/h(kn)]} = \frac{6,0 \times 60}{20} = 18 \text{ min.}$$

Abb. 8-8 zeigt die gleiche direkte, einfache Konstruktion auf einer verkleinert dargestellten Koppelspinne – (ohne das bekannte separate, vergrößerte „Stundendreieck“).

Das Arbeiten mit der Koppelspinne hat praktisch „nur“ den Vorteil, dass man, wegen der eingedruckten Entfernungs- und Gradskalen die Positionen ohne Hilfsmittel direkt übertragen sowie „vorgedachte Nomogramme“ und Maßstäbe am Rande unmittelbar nutzen kann; außerdem werden natürlich alle vier Quadranten abgedeckt.



Hat die Schiffsführung aufgrund der Manövrierfähigkeit des eigenen Schiffes und der gemachten Erfahrungen einen Nahbereichs-Radius von 2 sm und damit ein CPA von **2 sm**, als für eine Kollisionsverhütung angemessen, festgelegt, wird nun – wegen der bevorstehenden Nahbereichslage mit einem CPA von **0,8 sm** – nach KVR entweder eine Kurs-

oder eine Fahrtkorrektur notwendig.

Der Verantwortliche entscheidet sich für eine **Kursänderung** (Abb. 8-9 – „1.Variante“), die um **17:39 Uhr** – nach **3 min** – erfolgen soll:

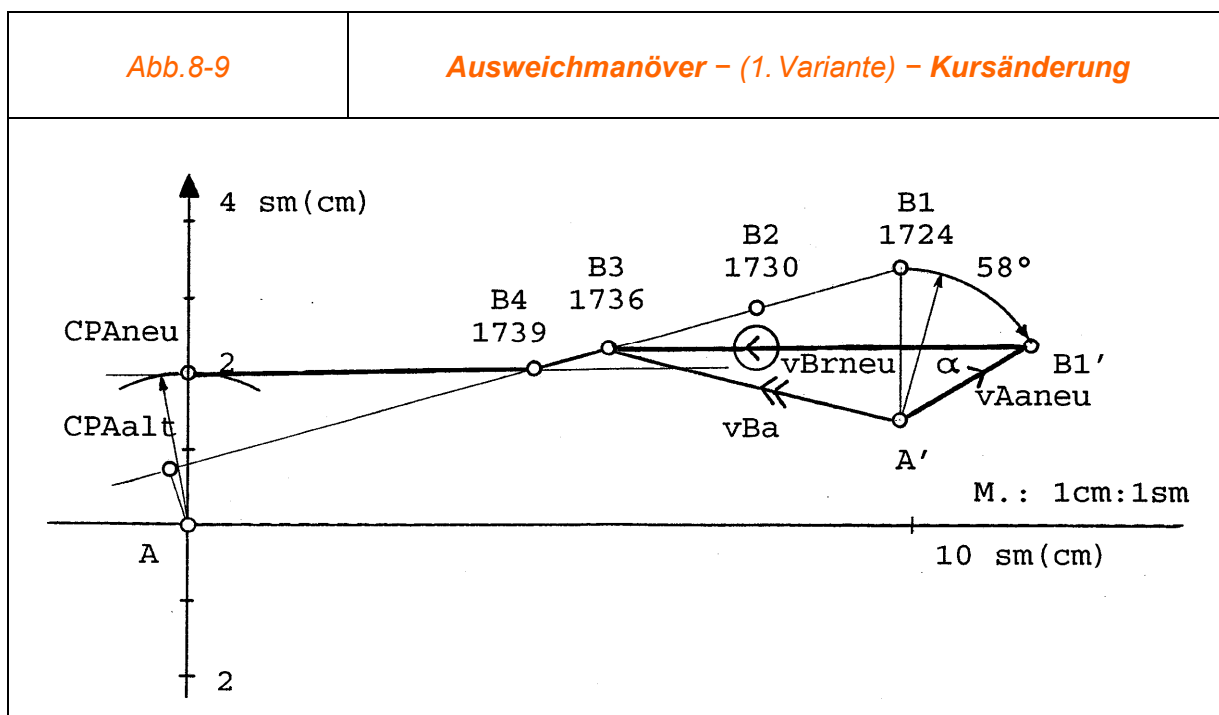
*Das bedeutet, dass sich der Gegner bis zum festgelegten Zeitpunkt – innerhalb der noch ausstehenden **3 min** (t_m) – mit seiner relativen Annäherungsgeschwindigkeit v_{Br} von **B₃** nach **B₄** um*

$$s_{Br'} = \frac{v_{Br} [\text{sm/h}] \times t_m [\text{min}]}{60 [\text{min/h}]} = \frac{20 \times 3}{60} = 1 \text{ sm/cm weiter bewegt wird.}$$

Selbstverständlich kommt es durch den Ablauf des Manövers zu gewissen zeitlichen und räumlichen Verschiebungen gegenüber der Plotkonstruktion. Diese werden jedoch häufig nicht berücksichtigt, da sie in den allermeisten Fällen durch einen großzügigen Ansatz der Nahbereichslage abgedeckt sind.

Die Nutzung des „Einfach-Relativplots“ – Abb. 8-7 – wird fortgesetzt („Plotmaßstab“: **1 : 1**):

*Jetzt wird **B₄** markiert, um den Nullpunkt **A** ein Kreisbogen mit einem Radius von **2 cm** geschlagen und anschließend von **B₄** aus eine Tangente – die der gewünschten Situation angemessene neue Spurlinie – an den **CPA_{neu}**-Kreisbogen gelegt. (Sie verläuft zufällig fast parallel zur X-Achse).*



*Die weiteren Überlegungen beziehen sich auf den ermittelten absoluten Gegnervektor **A' - B₃**, den unveränderlichen Referenzvektor:*

*Von **B₃** wird eine Parallele zu der neuen Spur gezogen, ab **B₁** ein Kreisbogen um **A'** mit s_{Aa} , mit dem Eigenvektor, geschlagen und der sich ergebende Schnittpunkt **B_{1'}** mit **A'** verbunden. Dies geschieht unter der Voraussetzung, dass der Gegner Kurs und Fahrt beibehält und damit der Gegnervektor, der Wirklichkeit entsprechend, erhalten bleibt.*

*Das ergibt die neue Relative **B_{1'} - B₃**, $s_{Br\text{neu}}$ von **5,6 cm/sm**, und einen neuen Eigenvektor **A' - B_{1'}**, der – bei konstanter eigener Fahrt v_{Aa} von 10 kn – den neuen Eigenkurs vermittelt. Der Winkel (α), gemessen zwischen **B₁ - A' - B_{1'}** – **rechtsdrehend** – beträgt **58°**.*

Dementsprechend erfolgt um **17:39 Uhr** die **Kursänderung** von **58°** nach **Steuerbord**.

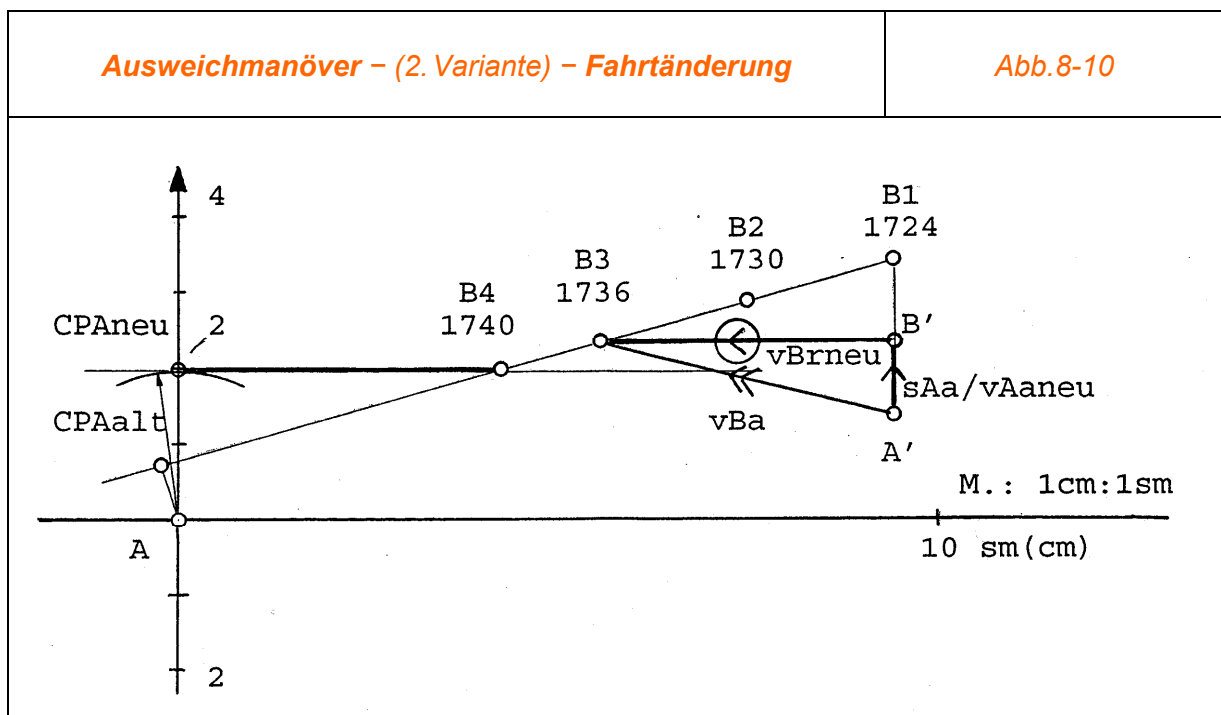
Der Gegner hat dann ab B_4 bis zum CPA_{neu} noch eine relative Strecke s_{cpa} von **4,6 cm/sm** zurückzulegen, für die er

$$TCPA_{neu} = \frac{s_{cpa} [sm] \times t_{pl} [min]}{s_{Br neu} [sm]} = \frac{4,6 \times 12}{5,6} = \mathbf{9,9 min} \text{ benötigt.}$$

Ist eine Kursänderung aus triftigen Gründen nicht möglich, muss die **Fahrt** – um eine deutliche Erkennbarkeit auf dem **gegnerischen Radar** zu bewirken – beträchtlich **verringert** oder das eigene Schiff **gestoppt** werden.

In einer derartigen Situation entscheidet sich der Schiffsführer für eine **Herabsetzung** der **Geschwindigkeit** (Abb. 8-10 – „2. Variante“) – bei einem gleichen CPA_{neu} von **2 sm**.

Der Plot – Abb. 8-7 – wird fortgesetzt („Plotmaßstab“: **1 : 1**):



Geht man davon aus, dass das eigene Fahrzeug (12 m lang) in der Lage ist, seine Fahrt innerhalb von **4 min** – Manöverdauer (t_m) – auf den neuen Wert zu verlangsamen, dann soll das Manöver um 17:38 Uhr eingeleitet werden und um 17:42 Uhr beendet sein:

Für den mittleren Zeitpunkt 17:40 Uhr wird auf dem Plot, nach der zwischenzeitlich mit der relativen Annäherungsgeschwindigkeit v_{Br} zurückgelegten Wegstrecke $B_3 - B_4$ von

$$s_{Br} = \frac{v_{Br} [sm/h] \times t_m [min]}{60 [min/h]} = \frac{20 \times 4}{60} = \mathbf{1,3 sm/cm}, \text{ die Position } B_4 \text{ markiert.}$$

Von B_4 aus wird wieder eine Tangente an den CPA_{neu} -Kreisbogen mit **2 cm** Radius gezeichnet. (Wegen ähnlicher Ausgangsdaten verläuft die Linie etwa wie in Abb. 8-9). Auch in diesem Fall ist die unveränderte Lage des Gegnervektors $A' - B_3$ maßgebend für die weiteren Überlegungen. Die Parallele zur Tangente, von B_3 aus, teilt $v_{Aa alt}$ bei B_1' . Der untere Abschnitt $A' - B_1'$ ergibt den neuen Eigenweg, $s_{Aa neu}$ von **0,9 cm/sm**, und den neuen

Eigenvektor mit der neuen Eigengeschwindigkeit von

$$V_{Aa\text{ neu}} = \frac{s_{Aa\text{ neu}} [\text{sm}] \times 60 [\text{min/h}]}{t_{pl} [\text{min}]} = \frac{0,9 \times 60}{12} = 4,5 \text{ kn.}$$

Die neue Relative $B_1' - B_3$ ist **3,9 cm/sm** lang. Der Gegner hat damit nach dem Manöver ab B_4 bis zum CPA_{neu} noch einen relativen Weg s_{cpa} von **4,3 cm/sm** zurückzulegen, der

$$TCPA_{\text{neu}} = \frac{s_{cpa} [\text{sm}] \times t_{pl} [\text{min}]}{s_{Br\text{ neu}} [\text{sm}]} = \frac{4,3 \times 12}{3,9} = 13,2 \text{ min beansprucht.}$$

Eine **Reduzierung** der **Fahrt** von 10 kn auf **4,5 kn** ist erfahrungsgemäß im gegnerischen Radar gut erkennbar – also, wird das Manöver ausgeführt. Wenn allerdings ein Segler 4 kn läuft und eine Kursänderung nicht möglich ist, würde es in einem ähnlichen Fall keinen Sinn machen, die Fahrt nur um 2 kn zu reduzieren; dann kann man als Sportbootfahrer nur beidrehen – sollte dabei aber eine mögliche Abdrift berücksichtigen.

Grundsätzlich gilt für die Beurteilung eines Plots:

Vorausgesetzt, dass der Kurs eines Radargegners konstant war,
macht seine **Spurlinie** in der Radardarstellung einen **Knick**,
wenn ein Beteiligter seine **Fahrt** ändert und zwar:

aufwärts – in der Bewegungsrichtung –, wenn der Gegner schneller
bzw. wenn das eigene Schiff langsamer wird
und **abwärts** bei umgekehrtem Verhalten.

Überlegungen zum Plotten:

In der Fachliteratur ist der Umfang an Erläuterungen für das Plotten und entsprechender Aufgabensammlungen sehr vielfältig. Der Anwender wird dort mit allen möglichen Situationen konfrontiert, und es wird eindringlich auf mögliche Konsequenzen, die zu einer Kollision führen könnten oder besondere Maßnahmen notwendig machen, hingewiesen.

Letzten Endes kommt man zu der Erkenntnis, dass man – in Zusammenhang mit Plotbeispielen zur Kollisionsverhütung bei unüblichem Verhalten eines Gegners – gar nicht so „dumm denken“ kann, wie es sich dann später in der Praxis darstellt und zu einer Kollision führt. Die Vielfalt der verfügbaren Beispiele ist so groß, dass es unmöglich ist, eine angemessene – übersichtliche – Auswahl von „typischen“ Situationen zusammenzustellen und hier vorzuführen bzw. im entscheidenden Augenblick gegenwärtig zu haben.

Auf jeden Fall helfen die Übungen durch die „Zerlegung in“, bzw. „Verknüpfung von“ relative(n) und absolute(n) Komponenten der Objekte, das Vorstellungsvermögen eines Radarbeobachters bei der Geometrischen Addition zu schulen, auf mögliche Fehldeutungen aufmerksam zu machen und die Entwicklung einer kritischen (Nahbereichs-)Lage überhaupt beurteilen zu können.

In erster Linie ist wichtig, dass der Sportbootfahrer – mit seiner meist einfachen Radarausrüstung – lernt, welche Erkenntnisse eine Relative Darstellung erlaubt und welche „Standard-Plotschritte“ – gewissenhafte Beobachtungen vorausgesetzt – für eine Kollisionsverhütung notwendig sind.

Trotz eindringlicher Empfehlungen unterbleibt das Plotten auf Kleinfahrzeugen und Sportbooten jedoch meistens aus Bequemlichkeit, mangels einer Koppelspinne, wegen Platzmangels oder Seegangs oder letzten Endes auch wegen „Personalmangels“, weil der Skipper schließlich „alles allein machen muss“ ...

... so sieht die Praxis aus. – **Erfreulicherweise geht die Entwicklung weiter. (Abschn. 8.3)**

8.3 Automatische Hilfsmittel für Ortung und Navigation

8.3.1 ARPA/Automatic Radar Plotting Aid (Automatische-Radar-Plot-Hilfe)

Ein ARPA ermittelt aus den laufenden Ortungen der einzelnen sich bewegenden Objekte – aus deren jeweils eindimensionalen Positionen (Abstand und Peilung) – die jeweilige Tendenz ihrer zweidimensionalen Positionsänderung.

Die digitalisierten Daten der sich bewegenden Objekte werden durch das *Rasterscan*-Radar automatisch dargestellt, – als vorausschauende Vektoren direkt am jeweiligen Leuchtfleck bzw. Symbol – der Kurs durch die Richtung und die Geschwindigkeit durch deren Länge gekennzeichnet. Außerdem sind diese Daten vielfach auf einem alphanumerischen Feld des Bildschirms permanent digital verfügbar; so, dass, falls notwendig, die entsprechenden Schritte für die Navigation bzw. Kollisionsverhütung abgeleitet werden können. Die erforderlichen navigatorischen Informationen für die Radardarstellung werden standardgemäß über NMEA-Schnittstellen von den entsprechenden Sensoren – des Kompasses, Logs und/oder GPS – in ihren Maßeinheiten eingespeist. – Schiffe mit einer BRZ ≥ 10.000 sind ausrüstungspflichtig.

ARPA ist beispielsweise in der Lage, neben der Vorauslinie (Kielrichtung) auch gleichzeitig den eigenen absoluten Vektor – die Kurslinie über Grund, durch zwei(!) Pfeile gekennzeichnet – und damit die Versetzung anzudeuten.

Diese neue Technik ist für beide Darstellungsarten – *Relative Motion (RM)* oder *True Motion (TM)* – anwendbar. Bei der Absoluten Darstellung ist es möglich, statt der absoluten (wahren) Vektoren auch die relativen anzugeben, oder umgekehrt, und damit die Vorteile der Relativen Darstellung als Entscheidungshilfe für die Kollisionsverhütung zu nutzen. Bei der Annahme von Kurs- und/oder Fahrtänderungen können Ausweichmanöver auch simuliert und damit deren Auswirkungen vor der Durchführung erprobt werden.

Da ARPA-Geräte grundsätzlich mit der *Rasterscan*-Darstellung arbeiten, ergeben sich keine „natürlichen“ Nachleuchtschleppen. Die „Vergangenheit“ kann jedoch durch Markierungen des abgelaufenen Weges in bestimmten Intervallen (z. B. alle 3 oder 6 min) auf dem Bildschirm als *Past Position* oder auch *Track* (oder auch als *Trail* (Nachleuchtspur) – unüblich, da „unpräzise“; aber brauchbar als Bestätigung für eine Bewegung) – abgerufen und dokumentiert werden.

Ein ARPA ist – bei verständigem Einsatz und viel Übung – eine praktische Lösung, um aus einer aktuellen Situation die weitere Entwicklung unmittelbar zu erkennen; ohne Übertragungsfehler, wie möglicherweise bei der Verwendung einer Koppelspinne zum Plotten und auch ohne die Gefahr, dass man „plötzliche“ Kursänderungen von Gegnern beim Arbeiten auf dem Plot übersieht.

Dennoch ist ein ARPA auch nur ein Hilfsmittel (Aid) – abhängig von seinem Anwender, der es vollkommen beherrschen muss, um seine vielseitigen Fähigkeiten im Interesse der Schiffssicherheit sinnvoll auszuschöpfen.

Die fortschreitende Miniaturisierung und die Steigerung der Kapazität von Mikroprozessoren erlauben es, die Fähigkeiten eines ARPA in Kleinradargeräten als ein so genanntes. Mini-ARPA oder MARPA – in „abgespeckter“ Form – zu vertretbaren Kosten als „Standard“ anzubieten.

Die Funktionen des ARPA bzw. MARPA und deren Handhabung werden hier nicht weiter erläutert. Entsprechende Erklärungen sind den jeweiligen Bedienungshandbüchern der betreffenden Hersteller – im Rahmen eines eingehenden Studiums – zu entnehmen.

8.3.2 AIS/Automatic Identification System

(Automatisches-Schiffs-Identifizierungs-System)

Das System ähnelt dem von der Luftfahrt her bekannten Transponder. Das AIS ist ein Sende-/Empfangsgerät, das mit **GPS-Unterstützung** im Ultrakurzwellen-Bereich mit etwa 160 MHz (**2 m** Wellenlänge) arbeitet und charakteristische nautische Daten seines Trägers verbreitet. Deshalb kann ein entsprechend ausgerüstetes Fahrzeug meistens schon im „Radarschatten“ erkannt werden. Die Ausrüstung ist inzwischen für die internationale Berufs-Seeschifffahrt mit einer BRZ von mehr als 300 obligatorisch.

*Es ist grundsätzlich möglich ein AIS auch **passiv** – nur als Empfangsanlage – ohne Verknüpfung mit einem Radar zu nutzen.*

*Eine Empfehlung für Sportbootfahrer – allerdings unter der Berücksichtigung der Tatsache, dass **nur** ausrüstungspflichtige Fahrzeuge markiert werden!*

Der Empfang von AIS-Daten versetzt Rasterscan-Radaranlagen oder auch **Kartenplotter** – über eine NMEA-Schnittstelle – in die Lage, „typische Daten“ eines (Radar-)Gegners auf dem Bildschirm in einem Datenfenster darzustellen. „AIS-Träger“ werden durch ein gleichschenkliges spitzes Dreieck markiert; die Spitze deutet die Fahrtrichtung an. Zusätzlich kann sein Unterscheidungssignal unmittelbar neben der Markierung auf(!) dem Radarbild bzw. auf der Plotterkarte erscheinen. Hierdurch wird die Anonymität der mit AIS ausgerüsteten Schiffe, und damit ein „Manko“ des Radars, aufgehoben – ein weiterer Fortschritt für die Schiffssicherheit.

Drei Kategorien von Daten des „AIS-Fahrzeuges“ werden ausgestrahlt und können abgerufen werden:

1. Unveränderliche, feste – schiffstypische Daten:
Das Unterscheidungssignal (Rufzeichen), der Schiffsname (Reederei), seine Länge und Breite; außerdem der Verwendungszweck des Schiffes und seine Tonnage.
2. Die jeweilige Reise betreffende Daten:
Der Tiefgang, die Ladung, der Bestimmungshafen und die voraussichtliche Ankunftszeit. Die Zuverlässigkeit dieser variablen Daten steht und fällt selbstverständlich mit ihrer Aktualisierung von Hafen zu Hafen.
3. In kurzen Zeitabständen – abhängig von Geschwindigkeits- und/oder Kursänderungen, in der Regel innerhalb von weniger als 6 Sekunden – sendet das AIS die folgenden nautischen Daten; sie werden automatisch von den aktuellen Daten der „Elektronischen Navigation“ „abgezweigt“:
 1. Position und Uhrzeit,
 2. Kurs und Geschwindigkeit über Grund sowie –
 3. Wendegeschwindigkeit („Rate of Turn“) und Kreiselkompasskurs.

Der „Inhalt von 3.3“ stellt in gewissem Sinn eine „Absichtserklärung“ der gegnerischen Schiffsführung über eine anstehende Kursänderung dar und vermeidet damit eigene Fehlinterpretationen der aktuellen Radarbeobachtung.

Denn besonders dann, wenn die Daten von übergroßen Schiffen (VLCC/ULCC) oder Schubverbänden stammen, kündigen sie die Auswirkung eines eingeleiteten Manövers durch Änderung der Kielrichtung – oft bereits „Minuten“ bevor die endgültige Bewegungsrichtung infolge der Massenträgheit erreicht und auf dem Radarbild zu erkennen ist – an.

9 Stören und Täuschen · Unerwünschte Markierungen –

deuten, minimieren oder ausschließen

Markierungen, die nicht wirklichen Objekten entsprechen, können die Deutung eines Radarbildes beeinträchtigen. Es handelt sich um Störanzeigen und Störechos oder um Scheinechos, die – häufig mystifiziert – auch als **Geisterechos** bezeichnet werden. Scheinechos sind an falscher Position – zusätzlich (auch mehrfach) – dargestellte Markierungen von Objekten, die unter gewissen Umständen eine besondere Situation simulieren und dadurch eine eindeutige Beurteilung erschweren.

9.1 Radar-Störechos/-Störanzeigen

„Natürliche“ Bildstörungen werden durch die nachfolgend genannten Ereignisse als Reflexionen von Wasser in unterschiedlichem Zustand oder durch störende Einflüsse fremder Radarimpulse (dies sind keine Echos) verursacht:

1. Seegang; 2. Niederschläge; 3. Fremdradar

Dabei nimmt in den ersten beiden Fällen die störende Wirkung mit steigender Frequenz zu; d.h. die X-Band-Welle (3 cm) ist empfindlicher als die S-Band-Welle (10 cm).

9.1.1 Seegang

<i>Seegang</i>	<i>Abb.9-1</i>
N 	<i>Wind von NE</i> <i>„Nahechodämpfung“: – ohne –</i>

Seegangsechos bilden sich durch die beim Seegang unregelmäßige Oberfläche des

Wassers, die die Radarimpulse – aus Sicht der Antenne – unterschiedlich „gut“ reflektiert. Sie sind daran zu erkennen, dass sich um Eigenschiff eine etwa kreisförmige, jedoch in Windrichtung verschobene exzentrische Fläche unterschiedlicher Aufhellung und Ausdehnung – je nach Seegang und Aufstellungshöhe der Radarantenne – bildet. Die Exzentrizität entsteht dadurch, dass die nach Lee gerichteten Wellen mit ihrer Windsee dem Radarimpuls steilere Flanken, bessere Reflexionsbedingungen (Abschn.5), bieten als deren luvwärtigen Rückseiten. (Abb. 9-1) – Abhängig von der Antennenhöhe, werden die weiter entfernten Wellenfronten mit zunehmendem Abstand mehr oder weniger kulissenartig abgedeckt. Der Durchmesser der störenden Wasseroberfläche wächst, bei gleicher Wellenhöhe, mit der Höhe der Radarantenne oberhalb der Wasserlinie.

Seegangsreflexionen wirken auf dem Bildschirm insbesondere bei starkem Seegang sehr dominant, zumal unter den herrschenden Bedingungen Tonnen, Fischerbojen und andere kleine Objekte hinter den Wellen verschwinden oder deren unvollkommene Echos innerhalb der stärkeren Reflexionen der Wellen „untergehen“ können.

In solchen Situationen kann der Einfluss der Störechos durch die „Seegangsentrübung“/„Nahechodämpfung“ reduziert und dadurch die Möglichkeit geschaffen werden, in günstige Position tretende Objekte dennoch auszumachen. (Abschn. 5.2.2) Hierbei ist eine scharfe Konzentration des Radarbeobachters erforderlich, da ein Ziel unter Umständen nur bei jedem zweiten oder dritten Antennenumlauf angezeigt wird. Wichtig ist, dass man die Unterdrückung der Seegangsechos niemals so weit treibt, dass die Störungen völlig verschwinden. Ein „Restseegang“ muss erhalten bleiben, damit echte Objekte möglicherweise doch noch erkannt werden können.

Die digitale Datenverarbeitung versucht mit neuer Technik, dem sog. *Adaptive Gain*, schwache Echos echter Objekte von mehreren Umläufen zu „stapeln“. Durch „betontes“ Übereinanderschreiben soll eine gewisse Mindesttrefferzahl für eine Position und dadurch deren deutlichere Erkennbarkeit auf dem Bildschirm erreicht werden. Die an unterschiedlichen Positionen unregelmäßig auftretenden Seegangsechos sollen auf diese Weise wirkungsloser werden. (Funktioniert nur bei kompassstabilisierter Darstellung!)

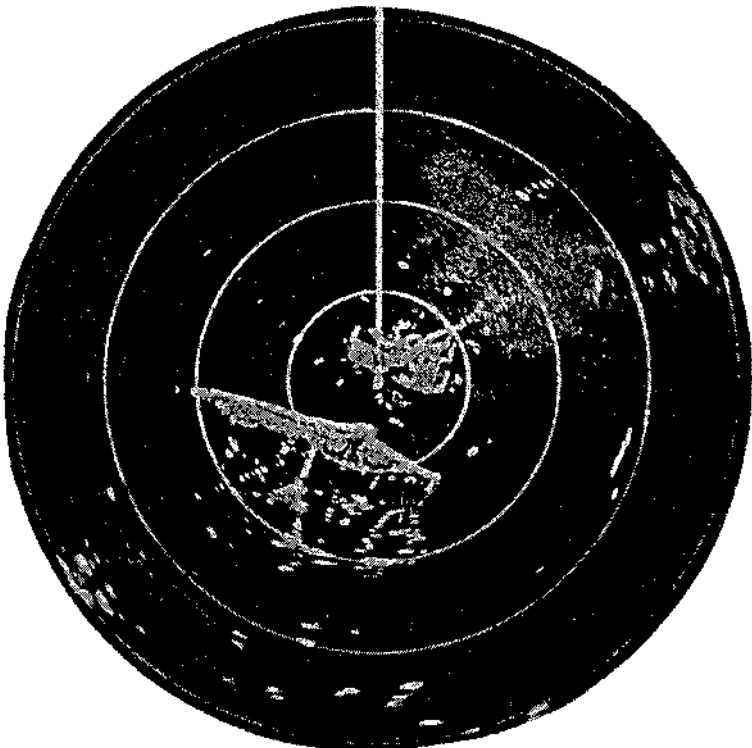
Grundsätzlich erlaubt eine gefühlvolle Anwendung der „Seegangsentrübung“/„Nahechodämpfung“ im Bereich bis zu etwa **5 sm** – außer bei Seegang – auch bei einer zusammenhängenden Ansammlung von sehr stark reflektierenden Objekten, z. B. auf einem (Fluss-) Revier, eine bessere – oft eindeutige – Auflösung. (Abschn. 5.2.2)

9.1.2 Niederschläge

Reflexionen von „Wasser in unterschiedlicher Form“, hervorgerufen durch **Niederschläge** – Regen, Schnee, Hagel – oder in Ausnahmefällen bereits durch deren Wolken, erscheinen auf dem Bildschirm als milchige Flächen. Je größer die Niederschlagsdichte und/oder das Verhältnis von „Tropfendurchmesser zur Radarwellenlänge“ desto größer die Neigung zur Reflexion oder Absorption (s.u.). Es handelt sich meistens um Echos, die infolge nicht einwandfrei definierter „Reflexionsflächen“ als „weich“ bezeichnet werden. (Abb. 9-2)

Mit Hilfe der „Regenentrübung“ wird die Darstellung der Niederschlagsfelder bei der Echoaufbereitung weitgehend unterdrückt, um die in ihnen versteckten Objekte deutlicher hervorzuheben. (Abb. 9-3) Der „Kurvenverlauf der Vorderflanke“ eines jeden Echos wird untersucht (Abschn. 5.2.2); im mathematischen Sinne differenziert – praktisch „kritisch betrachtet“. Danach erscheinen die Reflexionen echter Objekte, wegen ihrer meist steileren Vorderflanken, mit einer größtmöglichen Amplitude. Im Gegensatz dazu werden die der Niederschlagselemente – mit vorwiegend flacher ansteigender Flanke – in Folge der Bewertung deutlich gedämpft. – Bei starkem Regen oder sehr dichtem Nebel wird die übliche Reichweite der Radarwellen durch Absorption beeinträchtigt!

Ähnlich wie die „Nahechodämpfung“, ist auch die „Regenentrübung“ imstande, neben ihrer ursprünglichen Bestimmung – bei sinnvoller Bedienung – zu einer besseren Auflösung von Objektansammlungen, in allen Bereichen, beizutragen. (Abschn. 5.2.2)

<i>Regen</i>	<i>Abbn. 9-2/3</i>
	<i>Regen an Steuerbord: „normal“</i> <i>X-Band</i>

	<i>Regen: „enttrübt“</i> <i>X-Band</i>
---	--

Um einerseits die Vorteile der 10-cm-Welle (S-Band), wegen ihrer Unempfindlichkeit gegenüber Seegangsreflexionen und Reflexionen von Niederschlägen, sowie andererseits die um Faktor „3“ bessere Azimutale Auflösung einer X-Band-Antenne, bei einer der S-Band-Antenne gleichenden Spannweite, nutzen zu können, werden auf größeren Fahrzeugen häufig Anlagen beider Frequenzbänder nebeneinander betrieben. (Abb. 7-6)

9.1.3 Fremd-Radar

Gelegentlich treten auf dem Radarbild Störungen durch den Einfluss eines **Fremdradars** auf. Dabei kommt es zu Überlagerungen, **Interferenzen**, der eigenen Trägerwelle durch Radarwellen gleicher oder ähnlicher Frequenz anderer Anlagen. Dann erscheint in den meisten Fällen eine Vielzahl kleiner Punkte, die in schneller Folge auf geraden oder vorwiegend gekrümmten Bahnen in Richtung auf Eigenschiff oder entgegengesetzt wandern; sie sind das Ergebnis einer sog. **Schwebung**. Diese Störungen mit ihrem charakteristischen Muster sind besonders deutlich im größten Entfernungsbereich zu erkennen. Eine Beeinträchtigung der Radarbeobachtung erfolgt hierdurch nie, weil kaum eine der vielen Störanzeigen wieder an derselben (vorhergegangenen) Position auftritt.

<i>Fremdradar-Störungen</i>	<i>Abb.9-4</i>
	Bereich: 40sm

Bei modernen Radargeräten mit digitalisierter Datenverarbeitung gibt es eine spezielle Schaltung, mit deren Hilfe diese Interferenzstörungen unkenntlich gemacht werden können: die sog. „Überlagerungs-Störsperre“ (IR). (Abschn. 5.2.3 u. 6.1.4)

9.2 Radar-Scheinechos

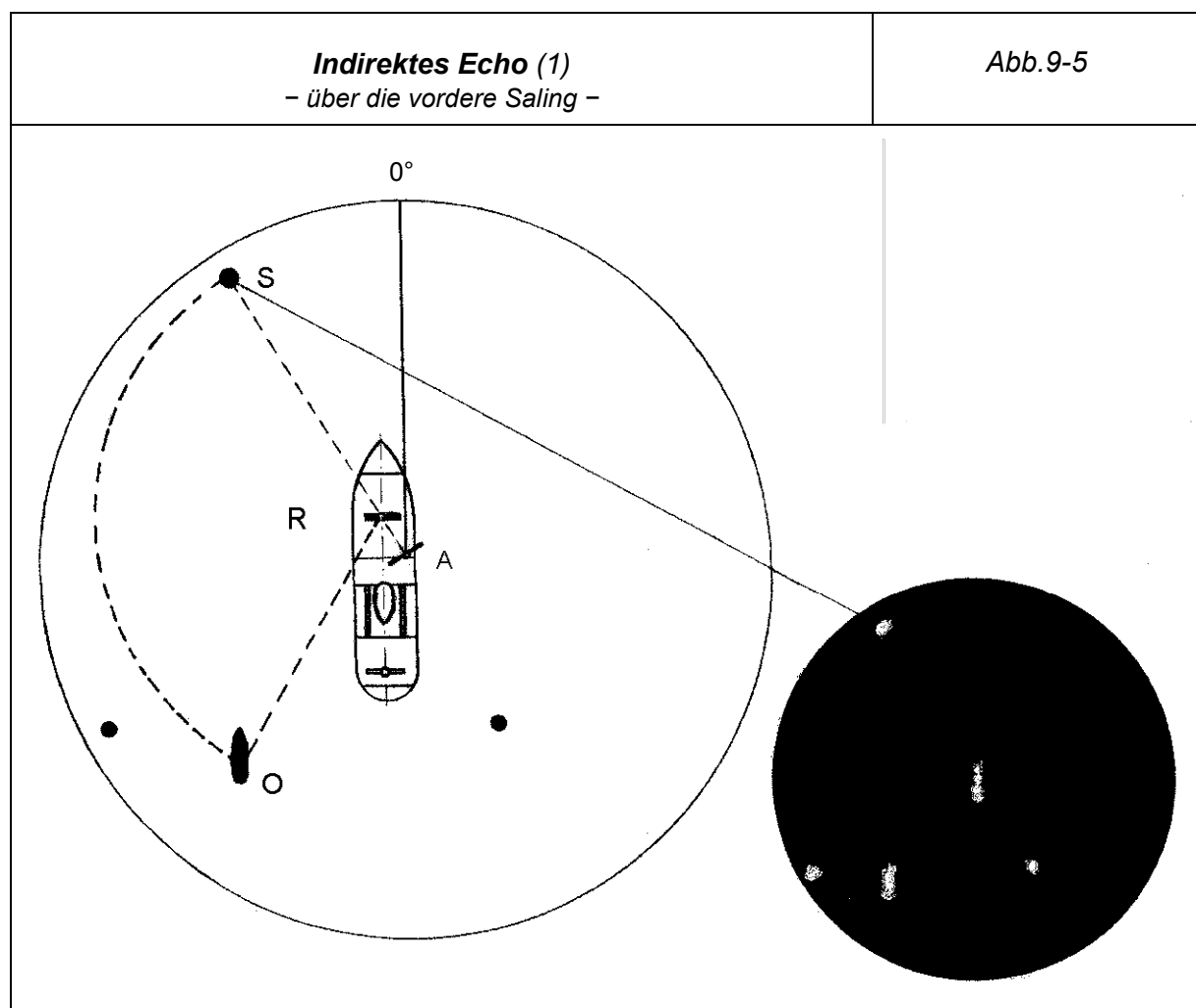
Unter **Schein-** bzw. **indirekten Echos** – auch als „quasi unberechenbare Geisterechos“ bekannt – versteht man Objektmarkierungen an Positionen, die nicht der Wirklichkeit entsprechen. Jedes Scheinecho hat seine Ursache in einem anderen, zufällig spiegelnden Objekt.

Meistens ähneln diese indirekten Echos normalen Zielechos; sie sind deshalb nur schwer oder gar nicht von denen zu unterscheiden. Doch treten sie immer kurzzeitiger als die direkten (echten) Echos auf und sind, bei Kenntnis der möglichen Ursache und richtiger Bedienung des Gerätes – bei angemessener „Verstärkung“ und „Nahechodämpfung“, – oft als solche einzuordnen. In Zweifelsfällen ist eine besonders kritische Beobachtung angebracht.

Objekte, die Scheinechos – ein Spiegelbild – hervorrufen, werden im folgenden Text als „Spiegel“ bezeichnet. In den Abschnitten 9.2.1/2 sind einige Regeln aufgestellt, die bei der Auffindung dieser lästigen Reflektoren – vor allem auf dem eigenen Schiff – helfen sollen, deren Position zu ermitteln und sie, falls möglich, unschädlich zu machen.

9.2.1 Indirekte Echos (über schiffseigene Spiegel)

Auch über/durch schiffseigene Aufbauten kann ein Scheinecho, dessen Peilung nicht der Wirklichkeit entspricht, hervorgerufen werden und damit zu einer Fehlortung führen.



Das abgebildete indirekte Echo (S) (Abb. 9-5) kommt dadurch zustande, dass das Objekt (O) – zusätzlich – durch Impulse von der Radarantenne (A) auf dem Umweg über die Saling (R) des Vormastes ($d_{AR} + d_{RO}$) angelotet wird.

Besonders Salinge, Lüfterköpfe und „Schnornsteine“ sowie die Achterschiffsaufbauten großer Schiffe (bei mittschiffs angeordneter Radarantenne) oder Container eignen sich als „Spiegel“. Außerdem begünstigen Kniebleche, die Plattformen, Podeste oder Lampenhalterungen – rechtwinklig zu deren Grundfläche stehend – abstützen und damit Tripelspiegel bzw. „Hohle Ecken“ bilden können, die Entstehung eines Spiegelbildes. (Abschn. 6.3.1)

Die Spiegelung erfolgt nach optischem Gesetz; dabei bildet die Senkrechte auf der „Spiegelfläche“ die Winkelhalbierende zwischen d_{AR} und d_{RO} . Das Objekt erscheint auf dem Radarbild ein zweites Mal in Richtung des schiffseigenen Reflektors, wenn es in einer entsprechenden Peilung zu diesem „Spiegel“ steht; dann aber nicht in seiner wahren Distanz (d_{AO}) – die scheinbare Entfernung (d_{AS}) ist um die Spiegelentfernung (d_{AR}) größer. Der „Spiegel“ (R) selbst wird nicht dargestellt; er befindet sich in gleicher Peilung vor dem Scheinecho.

Regel 1:

*Ein **Scheinecho/indirektes Echo** erscheint auf dem Bildschirm immer in Richtung seines „Spiegels“ – hinter ihm.*

Wegen des kurzen Abstandes des „Spiegels“, des eigenen Auf- oder Anbaus, von der Radarantenne verglichen mit der wahren Distanz des Objektes und auch in Anbetracht der verhältnismäßig kleinen Darstellungsmaßstäbe, fällt der Entfernungsunterschied auf dem Radarbild nicht auf.

Regel 2:

*Die **Entfernungen** vom „Spiegel“ zum (**echten**) **Echo** und zum **Scheinecho** sind auf dem Radarbild immer **identisch**.*

An Bord können außerdem **Kombi(nierte)-Echos** (Abschn. 9.2.2), bestehend aus einem direkten und indirekten Echos in derselben Peilung, hervorgerufen werden, wenn sich im Bereich der Strahlungskeule – senkrecht zur Ausbreitungsrichtung – parallele Flächen oder „Hohle Ecken“ gegenüber stehen. Diese mehrfach spiegelnden Objekte erscheinen dann beim kürzesten Impuls – falls ihr gegenseitiger Abstand größer als die halbe Impulslänge ist – als Perlenschnur, deren „Perlen“ im Abstand der „Spiegel“ abgebildet werden. Sie sind wegen der geringen gegenseitigen Distanz meistens nur im kleinsten Bereich wahrnehmbar.

Häufig bilden die beschriebenen Reflektoren deutliche (Kern-)Schatten im Nahbereich, die bei unwirksamer „Nahechodämpfung“ als dunkle Sektoren, praktisch von Eigenschiff ausgehend, zur Identifizierung sichtbar gemacht werden können. Der Voraussektor – **355°** bis **005°** – muss, infolge der BSH-Vorschrift, frei von bordeigenen Hindernissen und deshalb auch frei von Scheinechos sein – der Zweck dieser Verfügung. (Abschn. 5.1 und 6.1)

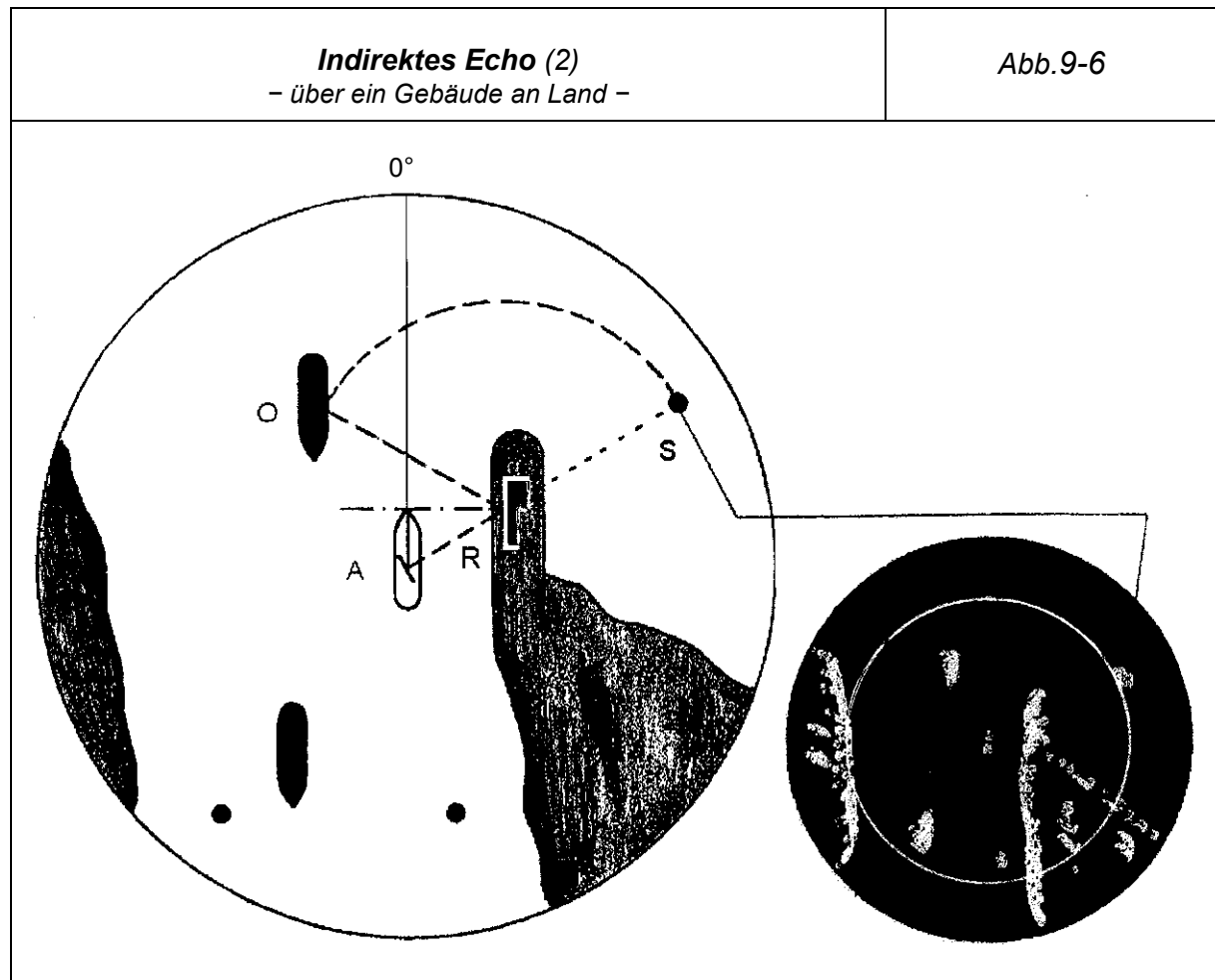
Wenn es für den Aufstellungsort der Radarantenne keine Alternative gibt, sollte schon bei der Einbauplanung versucht werden, durch schiffbauliche Maßnahmen den schädlichen Einfluss „radarfeindlicher“ Konstruktionen im Bereich der Strahlungskeule auszuschließen. Die Vermeidung rechtwinkliger „Hohler Ecken“ bzw. bewusstes Schrägstellen verdächtiger Flächen der erfahrungsgemäß zur Spiegelung neigenden Auf- oder Anbauten kann vielfach Abhilfe schaffen.

In besonders gravierenden Fällen – vor allem, falls durch schiffbauliche Änderungen keine wirksame Abhilfe geschaffen werden konnte – wird dann ein entsprechender Warnvermerk im Radarlogbuch oder unmittelbar am Sichtgerät notwendig.

9.2.2 Indirekte Echos (über externe Spiegel)

Ähnlich den im Abschnitt 9.2.1 beschriebenen Scheinechos, können – vorwiegend auf Flussrevieren in der Umgebung des eigenen Schiffes – gut reflektierende Gebäude bzw. Stahlkonstruktionen an Land oder auch nahe Schiffsziele indirekte Echos hervorrufen. Dann werden auffällige Objekte, die einem „Spiegel“ gegenüber stehen, von umgelenkten Impulsen getroffen und außer an ihrer wirklichen Position, ein zweites Mal hinter dem „Spiegel“ – wie bei einem schiffseigenen Reflektor – markiert.

Dabei stimmen auf dem Radarbildschirm die Abstände: „Spiegel“ – Echtes Echo (d_{RO}) und „Spiegel“ – Scheinecho (d_{RS}) (natürlich wieder) überein.



Regel 3:

Auf dem Radarbild ist das **Scheinecho**
 immer **weiter** von Eigenschiff entfernt als das (echte) **Echo**.
 (Kontrolle mit dem Beweglichen Entfernungsmessring)

Meistens führen diese indirekten Echos nicht zu irgendwelchen Verwechslungen, da sie zwischen den, in der Regel zahlreichen, Landechos nicht auffallen.

Um Scheinechos (S) von sich bewegenden Objekten (O) für eine gewisse Dauer im Revier abbilden zu können, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein. Der „Spiegel“ (R) muss sich in einer exponierten Lage befinden (Abb. 9-6) und außerdem müssen die entsprechenden Reflexionsbedingungen über einen längeren Zeitraum erfüllt werden.

Ein „sauberer Spiegel“ präsentiert sich während der Spiegelung eines Objektes nicht mit seinem eigenen Echo auf dem Radarbild – sondern erst später, falls er dann auf dem weiteren Weg des eigenen Schiffes von Radarimpulsen lotrecht getroffen werden sollte.

Externe Kombi-Echos (Abschn. 9.2.1) ergeben sich im Nahbereich beim Passieren eines Objektes, falls ein schiffseigener Reflektor parallel zu dessen Reflexionsfläche steht. In diesem Fall kann das Echo mehrfach zwischen dem eigenen Schiff, das ein zweites Objekt darstellt, und der Reflexionsfläche des Objektes, die gleichzeitig auch „Spiegel“ ist (s.o.), hin und her laufen.

Bei jeder Rückkehr zur Radarantenne bietet sich dieses Echo dann – als indirektes Echo – erneut zur Signalaufbereitung an. Das Objekt und das eigene Schiff werden querab entsprechend häufig – jeweils mit dem Passierabstand – in der Peilung des Objektes/„Spiegels“ als Kombi-Echos markiert.

<i>Kombi-Echos – direktes und indirekte(s) Echo(s)</i> – über parallel stehende Reflektoren –	<i>Abb.9-7</i>
	<i>Überholen eines Fahrzeuges an Steuerbord</i>

Diese Scheinechos sind besonders intensiv während der Begegnung mit einem anderen Fahrzeug – bei parallelen Kielrichtungen. (Abb. 9-7) In dem Fall sind sowohl die Bordwand des gegnerischen Fahrzeuges als auch die eigene, besonders gut geeignete, großflächige „Spiegel“. Das eigene Schiff erscheint regelgerecht – Regel 1 – hinter dem „Spiegel“.

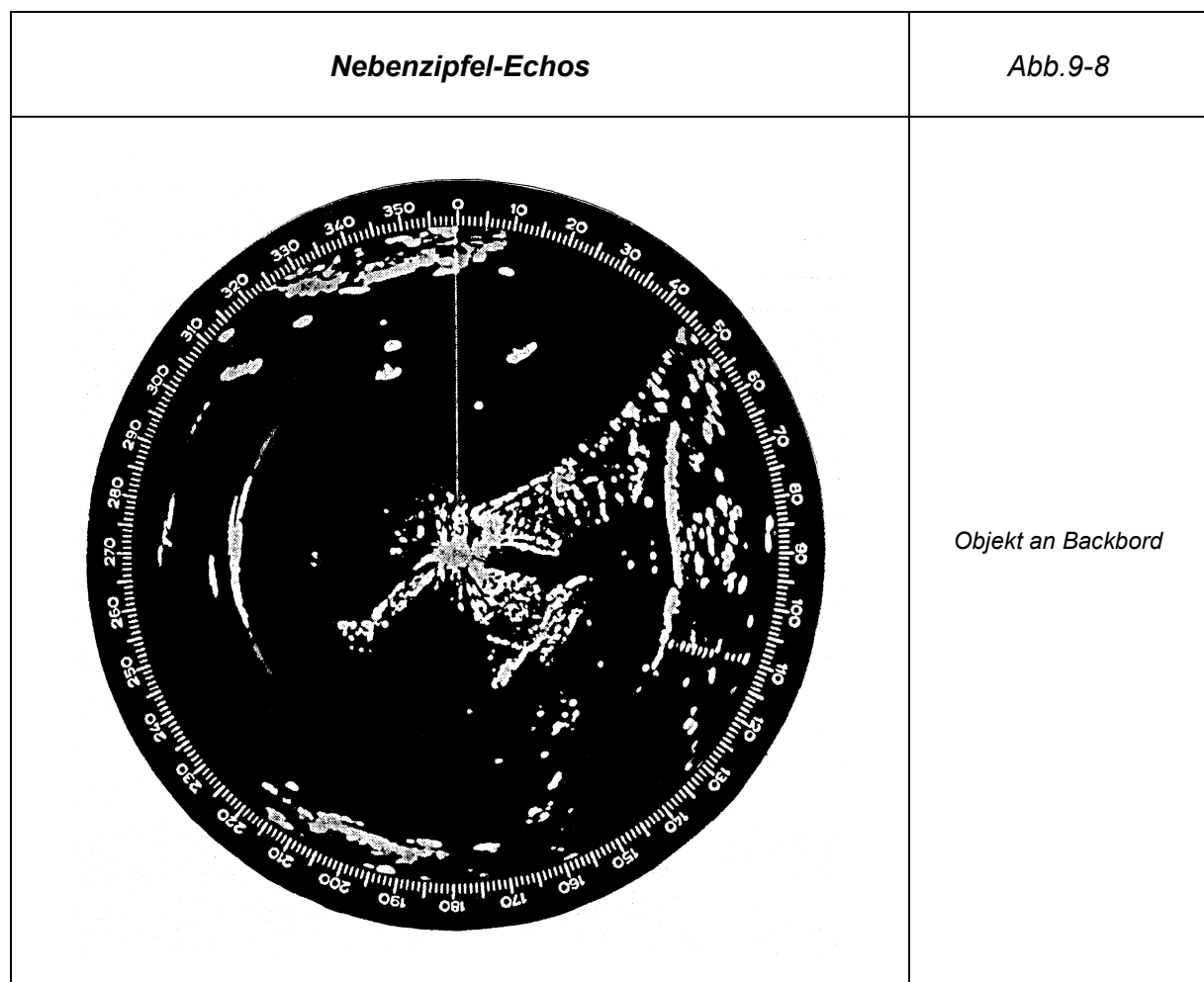
Die drei aufgestellten Regeln sind bei der Identifizierung eines störenden „Spiegels“ an Bord oder eines spiegelnden Objektes außerhalb des eigenen Schiffes hilfreich. Grundsätzlich gelten alle – auch im Fall von Kombi-Echos.

9.2.3 Nebenzipfel-Echos

Ein Radar-Antennendiagramm zeigt, wie schon in Abb. 2-1 dargestellt, seitlich von der Hauptstrahlungskeule Seitenkeulen (Nebenzipfel).

Parabol-(Hohlspiegel-)Antennen neigen eher zur Bildung von Nebenzipfeln als die heute üblichen Schlitzstrahler. Es ist generell möglich, dass sehr gut reflektierende Objekte in der Nähe der Radarantenne – häufig bis zu einer Entfernung von etwa einer halben bis zu einer Seemeile – noch auf diese Seitenkeulen ansprechen und dann Scheinechos hervorrufen.

Das bedeutet, es wird auch noch in Richtung der jeweiligen Nebenzipfel-Achsen, meistens symmetrisch zur Hauptachse, mit schwächerer Energie gesendet und – wie in diesem Fall – in der horizontalen Ebene „wirkungsvoll“ empfangen. (Abschn. 2.1) Dies hat dann zur Folge, dass ein Objekt – azimutal gesehen – vor und hinter seiner Hauptrichtung meistens mehrfach, mit steigender und dann wieder mit fallender Intensität, angezeigt wird. Die Erscheinung kann, abhängig vom Antennentyp, derartige Formen annehmen, dass das Objekt im Nächstbereich – womöglich noch in Verbindung mit Spiegelungen – als eine mehr oder weniger vollständige **Rundum-Schmier-Reflexion** abgebildet wird.



Bei einer derartigen Anzeige ist stets zu prüfen, ob die „Verstärkung“ nicht zu hoch gewählt wurde. Außerdem können die zusätzlichen **Nebenzipfel-Reflexionen** häufig mit Hilfe der „Nahechodämpfung“ unterdrückt werden, so, dass die Hauptrichtung zu dem Objekt einwandfrei ermittelt werden kann. (Abschn. 5.2)

9.2.4 Verspätete Echos – Überreichweite

In bestimmten geographischen Lagen – z. B. vor der nordafrikanischen Mittelmeerküste oder im Roten Meer – kann es bei extrem guten Ausbreitungsbedingungen (*Duct(-ing)*), die abhängig von atmosphärischen Einflüssen sind, zu außergewöhnlichen Reichweiten – zu einer „elektromagnetischen Fata Morgana“ – kommen.

Verspätete Echos von Objekten sind echt, ihre **Peilungen** stimmen, aber die **Distanzen**, mit denen sie auf dem Bildschirm abgebildet werden, sind nur in der „letzten Phase“ der Ortung korrekt.

Zwei Besonderheiten begünstigen dieses Verhalten der Radarwellen. Zum einen schmiegt sich die Strahlungskeule – wie sonst in Ausnahmefällen, z. B. bei Hochdruckwetterlagen, üblich – durch Beugung an die Erdoberfläche. Zum anderen können die Impulspakete, durch abwechselnde Reflexionen an den Rändern einer ungewöhnlich gut leitenden Luftschicht kanalisiert (wie im Hohlleiter oder die Strahlung in einem optischen Lichtleiter), zu Objekten in Distanzen von einem Mehrfachen der üblichen Reichweite – und deren Echos entsprechend zurück – geführt werden. In solchen Fällen wird das Echo eines Impulses erst bei der durch den nächsten oder übernächsten *Trigger* gesteuerten Ablenkung des Schreibstrahls, d. h. erst nach ein oder zwei weiteren (**Folge-)**Impulsen (n_f), empfangen und dann in einer scheinbaren Entfernung (d_s) aufgezeichnet.

Es kommt zu einem „Übereinanderschreiben von Informationsreihen“, weil der Übersichtsbereich für die vorherrschende Reichweite zu klein ist. (Abschn. 2.2.1) Die Laufzeit ist länger als die dem Bereich entsprechende Ablenkdauer des Schreibstrahls. Die Formel für die wahre Objektentfernung (d_w) lautet – bei einer Impulsfrequenz (f_i) in **kHz**:

$$\text{Objektentfernung } (d_w) \text{ [sm]} = \text{Radar(bild)entfernung } (d_s) \text{ [sm]} + \frac{\text{Folgeimpulse } (n_f) \times 81}{\text{Impulsfrequenz } (f_i) \text{ [kHz]}}$$

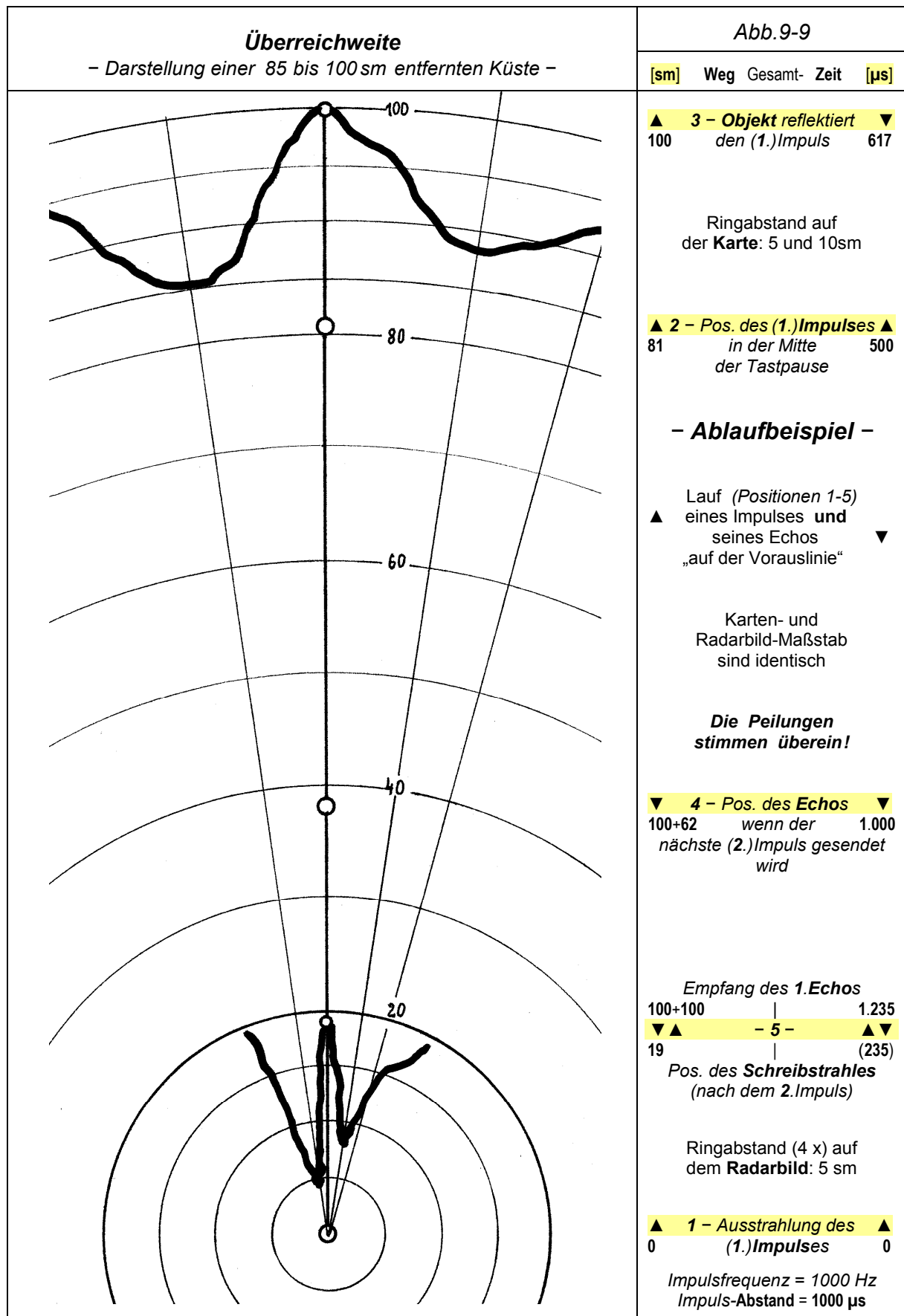
Ein Radar arbeitet mit einer Impulsfrequenz von **1 kHz** und markiert ein zweifelhaftes Objekt in $d_{\text{schein}} = 19 \text{ sm}$ – vermutlich ein „verspätetes Echo“, das identifiziert werden soll. Annahme: $n_f = 1$; dann wäre $d_{\text{wahr}} = 19 \text{ sm} + (1 \times 81/1) = 100 \text{ sm}$. Eine „Segelkarte“ bestätigt eine Küste in 100 sm Entfernung (Abb. 9-9) – (bei Fehlanzeige: Probe mit $n_f = 2$).

Bei der Annäherung von Eigenschiff an durch Überreichweite erfasste Küsten oder Objekte laufen die durch verspätete Echos hervorgerufenen falschen Markierungen in den Nächstbereich ein, verschwinden dort und erscheinen dann später – manchmal auch erst bei der übernächsten Strahlablenkung – am Bildrand als Markierung(en) des(r) echten Objekte(s) wieder; abgebildet in der wahren Entfernung.

Im Fall von **Überreichweiten** in den dafür bekannten Zonen sind **Küstenkonturen** – unter Berücksichtigung der oben genannten Tatsachen – immer kritisch mit denen der Seekarte zu vergleichen.

Eine Mischung von echten und falschen Markierungen kann „unübersichtlich“ werden; dann durch **Verkürzung des Impulses** versuchen, sie zu unterscheiden.

Beim Kartenvergleich verspäteter Echoanzeigen von azimuthal ausgedehnten, zusammenhängenden topografischen Formationen ist zu beachten, dass die vergleichbaren Bögen (Bogenlängen) grundsätzlich im Verhältnis der Entfernungen $d_{\text{schein}} / d_{\text{wahr}}$ verkürzt, komprimiert, dargestellt werden. Dagegen sind die radialen Abstandsunterschiede innerhalb der Kontur maßstäblich. Es kommt zu einer Verzerrung der Darstellung. (Abb. 9-9)



Die impulstypischen Verzerrungen bleiben in dieser Abbildung unberücksichtigt, weil sie bei der Betrachtung der Darstellung der außergewöhnlichen Reflexionseigenschaften mit ihren geometrisch-azimutalen Verzerrungen, die dem „Strahlensatz“ gehorchen, zweitrangig sind.

Nachwort

Manche Erklärungen sollten für den Radarnutzer als Anregung gelten, sich sein Radarbild einmal genauer anzusehen, um zu erkennen, was es „eigentlich alles“ bietet; vor allem, was die Zielerfassung und -erkennung angeht, und, was in dieser Hinsicht nicht möglich ist. –

Es ist durchaus denkbar, dass der Leser dieser Beschreibung – womöglich der Betreiber einer digitalen Rasterscan-Radaranlage – über manche Abläufe oder Vorgänge informiert wurde, die ihm bei seiner Anlage noch nie (bewusst) aufgefallen sind bzw. nicht auffallen konnten.

Das mag daran liegen, dass das ihm zur Verfügung stehende Radar dem neuesten Stand der Technik entspricht und deshalb manche Schritte aufgrund der Analog-/Digitalwandler automatisch (unmerkbar) „abgearbeitet“ werden; trotzdem entspricht die Entstehung seines Radarbildes grundsätzlich den hier beschriebenen Zusammenhängen.

Diese Ausarbeitung will und kann bestehende Gerätebeschreibungen nicht ersetzen – sie will sie ergänzen.

10 Suchen und Finden · Bezeichnungen und Begriffe – entschlüsseln, übersetzen und nachschlagen

10.1 Abkürzungen

Diese englischsprachigen Abkürzungen treten vorwiegend im Zusammenhang mit der „Technischen Navigation“ auf. Sie erscheinen deshalb häufig auf dem Bedienfeld oder dem Bildschirmumfeld der Radarsichtgeräte sowie auf den *Displays* anderer Navigationsgeräte oder in deren Benutzerhinweisen.

<i>ACQ</i>	<i>Acquire(d)</i>	erfasst(es) (Ziel)
<i>ACR</i>	<i>Anti Clutter Rain</i>	Regenenttrübung
<i>ACS</i>	<i>Anti Clutter Sea</i>	Nahechodämpfung
<i>AFC</i>	<i>Automatic Frequency Control</i>	Automatische Frequenzregelung
<i>AIS</i>	<i>Automatic Identification System</i>	Autom.-Schiffs-Identifizierungs-System
<i>ALM</i>	<i>Alarm</i>	Alarm
<i>ARPA</i>	<i>Automatic Radar Plotting Aid</i>	Automatische-Radar-Plot-Hilfe
<i>AUT(O)</i>	<i>Automatic</i>	automatisch
<i>AZ</i>	<i>Alarm Zone</i>	Warnbereich
<i>BCR</i>	<i>Bow Crossing Range</i>	Abstand beim Kreuzen - - des eigenen Kurses
<i>BCT</i>	<i>Bow Crossing Time</i>	Dauer bis zum Kreuzen -
<i>BRG</i>	<i>Bearing</i>	Peilung, Richtung
<i>BT</i>	<i>Bottomtrack</i>	Fahrtweg über Grund
<i>COG</i>	<i>Course over Ground</i>	Kurs über Grund
<i>CPA</i>	<i>Closest Point of Approach</i>	Punkt dichtester Annäherung
<i>CU(P)</i>	<i>Course-Up (CRS-UP)</i>	(Vorzugs-)kursorientiert
<i>CUR(S)</i>	<i>Cursor</i>	elektronische Peil- und E-Messmarke (liefert auch die Position: Breite(φ)/Länge(λ))
<i>DIST</i>	<i>Distance</i>	Abstand, Entfernung
<i>EBL</i>	<i>Electronic Bearing Line</i>	Elektronische Peillinie
<i>EBM</i>	<i>Electronic Bearing Marker</i>	Elektronische Peillinie
<i>ETA</i>	<i>Estimated Time of Arrival</i>	voraussichtliche Ankunftszeit
<i>EXP</i>	<i>Exposed</i>	dezentriert
<i>EP</i>	<i>Estimated Position</i>	gegisste Position
<i>FLT</i>	<i>Floating (EBL)</i>	frei bewegliche Elektron. Peillinie
<i>FTC</i>	<i>Fast Time Constant</i>	(kurze Zeitkonstante) Regenenttrübung
<i>GZ</i>	<i>Guard Zone</i>	Warnbereich
<i>HDG</i>	<i>Heading</i>	Kielrichtung, Voraus-
<i>HL/HM</i>	<i>Heading Line/Headmarker</i>	Vorauslinie, -marker, -blitz
<i>HU(P)</i>	<i>Head-Up</i>	vorausorientiert
<i>ID</i>	<i>Identification</i>	(Er)Kennung
<i>IR</i>	<i>Interference Rejection</i>	Überlagerungsunterdrückung
<i>KN/KT</i>	<i>Knot(s) (KNT)</i>	Knoten

<i>L/L</i>	<i>Latitude/Longitude</i>	Position: Breite (φ)/Länge (λ)
<i>LAT</i>	<i>Latitude</i>	Breite (φ)
<i>LON</i>	<i>Longitude</i>	Länge (λ)
<i>LP</i>	<i>Long Pulse</i>	langer Impuls
<i>M</i>	<i>Magnetic ...</i>	Magnet- (Kompassrichtung)
<i>MAN</i>	<i>Manual ...</i>	von Hand, Hand-
<i>MARPA</i>	<i>Mini-ARPA</i>	Mini-ARPA
<i>MP</i>	<i>Medium Pulse</i>	mittlerer Impuls
<i>NM</i>	<i>Nautical Mile(s)</i>	Seemeile(n)
<i>NU(P)</i>	<i>North-Up</i>	nordorientiert
<i>PD</i>	<i>Pulse Duration</i>	Impulsdauer
<i>PI</i>	<i>Parallel Index (Indexing)</i>	Parallelmarker/-markierungen
<i>PPI</i>	<i>Plan Position Indicator</i>	Radarbildschirm (Lageplan-Anzeiger)
<i>PRF</i>	<i>Pulse Repetition Frequency</i>	Impuls-(folge-)frequenz
<i>R</i>	<i>Relative ...</i>	relativ
<i>R</i>	<i>Range</i>	Übersichtsbereich
<i>RM</i>	<i>Relative Motion</i>	Relative Darstellung
<i>RNG</i>	<i>Range</i>	Abstand, Entfernung...
<i>ROT</i>	<i>Rate of Turn</i>	Wende-(Dreh-)geschwindigkeit (Kurswinkeländerung)
<i>RR</i>	<i>Range Rings</i>	Entfernungsmessringe
<i>RX</i>	<i>Receiver</i>	Empfänger
<i>S</i>	<i>S-Band</i>	S-Band (10-cm-Wellen)
<i>SET</i>	<i>Set</i>	Versetzung
<i>SHF</i>	<i>Ship's Head Flash</i>	Schiffs-Vorausblitz/-linie
<i>SOG</i>	<i>Speed over Ground</i>	Geschwindigkeit, Fahrt über Grund
<i>SP</i>	<i>Short Pulse</i>	kurzer Impuls
<i>SPD</i>	<i>Speed</i>	Geschwindigkeit, Fahrt
<i>SU(P)</i>	<i>Stern-Up</i>	achterausorientiert
<i>STC</i>	<i>Sensitivity Time Control</i>	Nahechodämpfung
<i>SWP</i>	<i>Sweep</i>	Schreibstrahl
<i>T</i>	<i>True ...</i>	wahr, absolut (GPS-Info)
<i>TCA</i>	<i>Time of CPA</i>	Zeitpunkt des kleinsten Passierabstandes
<i>TCPA</i>	<i>Time to CPA</i>	Dauer bis zur dichtesten Annäherung
<i>TGT</i>	<i>Target</i>	Ziel, Objekt
<i>TM</i>	<i>True Motion</i>	Absolute Darstellung
<i>TRK</i>	<i>Track</i>	Track-Richtung
<i>TTG</i>	<i>Time to go (Way Point)</i>	Fahrtdauer bis zum Wegpunkt
<i>TX</i>	<i>Transmitter</i>	Sender
<i>UTC</i>	<i>Universal Time Coordinated</i>	koordinierte Weltzeit (früher: GMT)
<i>VEC</i>	<i>Vector</i>	Vektor (Geschwindigkeit und Richtung)
<i>WP(T)</i>	<i>Waypoint</i>	Wegpunkt
<i>WPB</i>	<i>Waypoint Bearing</i>	Richtung zum nächsten Wegpunkt
<i>WPD</i>	<i>Waypoint Distance</i>	Entfernung zum nächsten Wegpunkt
<i>WT</i>	<i>Watertrack</i>	Fahrweg durchs Wasser

<i>X</i>	<i>X-Band</i>	X-Band (3-cm-Wellen)
<i>XTD</i>	<i>Cross Track Distance</i>	Abstand von der Tracklinie
<i>XTR</i>	<i>Transmitter/Receiver</i>	Sender/Empfänger
<i>ZT</i>	<i>Zone Time</i>	Zonenzeit

10.2 Stichwörter

A

Ablenkspule	10, 20, 24, 31, 32
Absolute Darstellung (<i>TM</i>)	27, 35, 38, 40, 87
Absoluter Vektor (Gegnervektor)	39, 80, 81
Abstimmung	47, 51
achterausorientiert (<i>S-UP</i>)	25
<i>AIS</i> (→ Automatische Gegnererkennung)	(103)
Alarm	30
Analogradar	10, 19
Antennenbündelung(-swinkel)	14, 63, 65, 68, 69, 74
Antennendrehzahl	17
Antennenstrahlrichtung	13, 24
Antennen-(Strahlungs-)Diagramm	13
Antennen-(Aufstellungs-)höhe	14, 15, 67, 78, 90
Antennenspannweite	14, 45, 52, 65, 70
Antennenweiche, -umschalter (<i>T/R-cell/Duplexer</i>)	18, 67
<i>Anti Clutter Rain</i> – <i>ATR</i> (→ Regenenttrübung)	(108)
<i>Anti Clutter Sea</i> – <i>ATS</i> (→ Seegangsenttrübung/Nahechodämpfung)	(108)
<i>ARPA</i> (→ Automatische-Radar-Plot-Hilfe)	(103)
<i>Aspect</i> (→ Lage/Ansicht des Gegners)	(106)
Auflösung	9, 63, 67
Auslöse-/Takt-/Tastimpuls (<i>Trigger</i>)	15, 19, 98
Automatische Gegnererkennung (<i>AIS</i>)	88
Automatische-Radar-Plot-Hilfe (<i>(M)ARPA</i>)	87
Azimutale Auflösung	65, 67, 68
Azimutale Verzerrung	63, 67, 68

B

basisstabilisiert, Basis-Stabilisierung	24, 31, 43
Bedienung, (Radar-)	46, 51
Beobachtungs-(Radarantennen-)standort	10, 21
Bereichsschalter	47, 48
Beweglicher Entfernungsmessring (<i>VRM</i>)	49, 73, 74, 75, 79, 95
Bildlage (Radar-)	24, 25, 31, 32, 36, 47
Bildmaßstab	10, 11
Bildröhre (<i>CRT</i>)	10, 21
Bildschirm, Darstellung (<i>Display</i>)	10

Bildschirmbelag, -farbe	11, 12
Bild(schirm)durchmesser	11
Bildspeicher	11
Bildursprung, -zentrierung, -zentrum	20, 21, 24, 29, 34
Blip	51
bodenstabilisiert, grundstabilisiert	37, 40, 41, 42, 43
<i>Bottleneck</i> (→ Flaschenhals-Effekt)	(104)
<i>Bottomtrack</i> – <i>BT</i> (→ grundstabilisierter Weg, Fahrweg über Grund)	(104)
<i>Brilliancy</i> (→ Helligkeit)	(104)
C	
<i>Cathode Ray Tube</i> – <i>CRT</i> (→ Bildröhre)	(103)
<i>Chart-Plotter</i> (→ Kartenplotter, Elektronische Seekarte)	(106)
<i>Corner (reflector)</i> (→ Hohle Ecke, Tripelspiegel)	(105)
<i>Course-Up</i> – <i>C-UP</i> (→ sollkursorientiert)	(109)
<i>CPA</i> – <i>Closest Point of Approach</i> (→ Punkt dichtester Annäherung)	(107)
<i>Cursor</i> (→ Markierung, Peillineal, Markierungs-Steuerung)	(106, 107)
D	
Darstellung, -sart	10, 24, 31
dezentriert, Dezentrierung	23, 36, 48
<i>Display</i> (→ Darstellung, Bildschirm)	(103, 104)
Dopplerlog	37
Drehwinkelübertragung	10, 20
Drehmelder	20, 22, 32
Drehzahl, (Antennen-)	17
<i>Duplexer (T/R-cell)</i> (→ Antennenweiche, Sende-/Empfangs-Umschalter)	(103)
E	
Echo	9, 10, 15, 19, 20, 51
Eigenschiff (<i>Own Ship</i>)	10, 19, 28, 30, 36, 43
<i>Electronic Bearing Line/Marker</i> – <i>EBL</i> (→ Elektron. Peillinie/-strahl/-strich)	(104)
Elektronische Peillinie, -strich (<i>EBL</i>)	33, 35, 39, 40, 49, 73, 74, 75, 79
Entfernungs(mess)-ring, -marke (<i>Marker</i>)	15, 20, 49
Entfernungs-, Abstandsmessung	9, 73, 75, 76
Erfassungsabstand	51, 56
F	
Fahrweg, Fahrwegbestimmung, -registrierung, -verlauf (<i>Track</i>)	28, 36, 37, 50
Fahrweg durchs Wasser (<i>WT</i>)	37
Fahrweg über Grund (<i>BT</i>)	37
<i>Fast Time Constant</i> – <i>FTC</i> (→ kurze Zeitkonstante; Regenenttrübung)	(108)
Fernsehbildröhre	12, 24, 46
Flaschenhals-Effekt (<i>Bottleneck</i>)	20

<i>Floating EBL – FLT-EBL</i> (→ schwimmende Elektron. Peillinie)	(108)
Flüssigkristall-Bildschirm (<i>LCD</i>)	10, 12, 46
Flussradargerät	65
Fluxgate-Kompass	32
Fremdradar	89, 92
Funkmesstechnik	12
G	
<i>Gain</i> (→ Verstärkung)	(108)
Geisterecho	89, 93
<i>GPS</i> -stabilisiert, <i>GPS</i> -Stabilisierung	43, 87
Gradskala	20, 21, 22, 29, 34, 35, 36, 49
Grundeinstellung	46, 49
grundstabilisiert, bodenstabilisiert	37, 40, 41, 42, 43, 75
<i>Guard Zone – GZ</i> (→ Warnsektor)	(108)
H	
<i>Half Power Points</i> (→ Punkte-Halber-Leistung)	(105)
Haupt(strahlungs)keule	13, 63, 68
Hauptschalter	46
<i>Heading Line / Headmarker – HL/HM</i> (→ Vorauslinie/-marker)	(108)
<i>Head-Up – H-UP</i> (→ vorausorientiert)	(108)
Helligkeit (<i>Brilliance/Intensity</i>)	47, 51
Hohl-, Wellenleiter (<i>Waveguide</i>)	10, 45
Hohle Ecke, Tripelspiegel (<i>Corner</i>)	58, 59, 94
I	
Impuls (Ortungs-/Sende-)	9, 21, 79
Impulsabstand	17, 98
Impulsdauer, -länge	16, 47, 48, 64, 66, 67, 68, 69, 98
Impuls(folge)frequenz	15, 16, 17, 98
Impuls/Echo-Laufzeit-Messgerät	12
Impuls(sende)leistung	15, 17, 18
Impulsmesstechnik	15
Impulspaket	15, 63, 64, 68
(Im)pulsradar	9
(Impuls)tastpause	16
(Impuls)tastverhältnis	17, 18
(Impuls)trefferzahl	17
Impulsvorderflanke, -kante	15, 48, 90
Impulswiederkehr	17
Indirektes Echo	93, 95
<i>Intensity</i> (→ Helligkeit)	(103)
<i>Interference Rejection – IR</i> (→ Überlagerungs-Störsperre)	(108)
Interferenz	92

K

Katodenstrahlröhre (CRT)	10, 21
Kartenplotter, elektronische Seekarte (<i>Chart-Plotter</i>)	43, 88
Kernschatten	52, 94
kernschattenfreier Bereich	45
Koaxkabel	45
Kollisionsverhütung	37, 76
Kombi(niertes)-Echo	94, 96
kompassstabilisiert, Kompass-Stabilisierung	25, 31, 32, 33, 34, 35, 71
Koppelspinne (Radar-) (<i>Radar Plotting Sheet</i>)	79, 80, 83
Kreiselkompass	32
Kreiselkompass-Peilskala (<i>True Bearing Scale</i>)	22, 35
Kreiseltochter	32, 35
Kugelreflektor	60
kursorientiert, sollkursorientiert (<i>C-UP</i>)	32, 33, 38

L

Lage (Gegner) (<i>Aspect</i>)	42, 54, 81, 82
Landradarstation	57
Laufzeit (Impuls + Echo)	10, 16, 20, 98
LC-Display – LCD (→ Flüssigkristall-Bildschirm)	(105)
Lichtgeschwindigkeit	9, 15, 20
logstabilisiert, Log-Stabilisierung	25, 36, 37, 43

M

Magnetkompass	32
Magnetron	15
Marker (→ Entfernungs(mess)ring, Markierung)	(104, 106)
Markierung (<i>Cursor</i>)	50
Markierungs-Steuerung (<i>Roller Ball/Trackball</i>)	50
MARPA (→ Automatische-Mini-Plot-Hilfe)	(103)
Mikrosekunde	10
Mittlere Sendeleistung	15, 17, 18
Modulator	15

N

Nachleuchtschleppe, -spur	27, 28, 29, 30, 36, 39, 42, 50
Nächstbereich	15, 20, 48, 67
Nahauflösung	67
Nahbereich	15, 48
Nahbereichslage, -vorstellung	43, 80, 81, 83, 84, 86
Nahechodämpfung (<i>STC</i>), (Seegangsenttrübung)	15, 48, 51, 90, 94, 97
Nebenzipfel, -reflexion	13, 15, 54, 67, 97
NMEA-Schnittstelle	32, 44
nordorientiert (<i>N-UP</i>)	32, 34, 40, 41, 43
North-Up – N-UP (→ nordorientiert)	(106)

O

Objekt, Ziel (<i>Target</i>)	9, 51, 52, 53
Objekthöhe	15, 54
Objektmarkierung	10, 19, 26, 54
<i>Off Center(-ing)</i> (→ dezentriert, Dezentrierung)	(104)
Oktaederreflektor	61, 62
<i>Orientation</i> (→ Orientierungs-Wahlschalter)	(107)
Orientierungs-Wahlschalter (<i>Orientation</i>)	47
Orten, Ortung	9, 20, 63
Ortungsstrahl	9, 13
<i>Own Ship</i> (→ Eigenschiff)	(104)

P

Panorama-Anlage	12
Parabolantenne, -schirm, -spiegel	10, 97
<i>Parallel Index/Indexing – PI</i> (→ Parallelmarker/-markierung)	(107)
Parallelmarker, -markierung (<i>PI</i>)	50, 73
Peilen, Peilung (Radar-)	20, 21, 22, 25, 35, 36, 73, 74, 75
Peillineal, mechan. Fadenkreuz (<i>Cursor</i>)	49
Peilscheibe, -skala	21, 22
Pip	51
<i>Plan Position Indicator – PPI</i> (→ Radarbildanzeige)	(107)
plotten, Plot	76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86
Polarkoordinaten	19, 20
<i>Pulse Length</i> (→ Impulsdauer/-länge)	(105)
<i>Pulse Repetition Frequency – PRF</i> (→ Impulsfrequenz)	(105)
Punkt dichtester Annäherung (<i>CPA</i>)	80, 81, 82, 83, 84, 85
Punkte-Halber-Leistung (<i>Half Power Points</i>)	13, 59
Punktziel	17, 63, 64, 68

R

<i>RACON</i> (→ Radarbake)	(107)
Radar(richt)antenne	9, 10, 12, 13, 14, 24, 45
Radarbake (<i>RACON/RAMARK</i>)	55, 75
Radarbildanzeige, -darstellung (<i>PPI</i>)	10, 11, 19, 24, 51, 52, 54, 63, 70
Radarbild-Orientierung	31
Radarbild-Stabilisierung	24
Radarhaube, Kunststoffhaube (<i>Radom</i>)	10, 50
Radarkimm	14, 51, 63
Radarkontakt	51, 76
Radarnavigation	8, 37, 42, 71
<i>Radar Plotting Sheet</i> (→ Radar(koppel)spinne)	(108)
Radarquerschnitt	57, 59

Radarreflektor	57, 60
Radarsichtgerät	10, 45, 46
Radar(koppel)spinne	79, 80, 83
Radarwelle	9, 13, 98
Radiale Auflösung	66, 67, 68, 69
Radiale Verzerrung	64, 68, 69, 70
<i>Radio Detecting and Ranging – RADAR</i>	9
<i>Radom</i> (→ Radarhaube)	(107)
<i>RAMARK</i> (→ Radarbake)	(107)
<i>Range</i> (→ Übersichtsbereich, -weite, -entfernung)	(109)
<i>Range Selector</i> (→ Bereichsschalter)	(103)
Rasterscan-Darstellung/-Radar (<i>Rasterscan-Presentation/-Radar</i>)	12, 20, 24, 28, 36
Rauschen (Signal-)	47
Rechteckimpuls	15, 66
Reflexionsplotter	80
Regenenttrübung (<i>ACR/FTC</i>)	15, 48, 51, 90, 91
Regenfang-Stellung	62
Reichweite (Radarsichtweite)	9, 14, 15, 17, 48, 67, 98
Relative	81, 82, 84, 85
<i>Relative Bearing Scale</i> (→ Relative Peilskala)	(108)
Relative Darstellung (<i>RM</i>)	27, 29, 30, 31, 33, 34, 75, 77
<i>Relative Motion Presentation – RM</i> (→ Relative Darstellung)	(108)
Relative Peilskala (<i>Relative Bearing Scale</i>)	21, 22
Relativplot, Einfach-	79, 80, 81
<i>Ring – VRM</i> (→ Beweglicher Entfernungsmessring)	(103)
<i>Roller Ball</i> (→ Markierungs-, <i>Cursor</i> -Steuerung)	(106)
Rückstrahleigenschaft, -intensität	51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 60
Rundsuch-/sichtanlage	12
Rundum-Schmierreflexion	97
S	
S-Band	13, 14, 56, 89, 92
Schatten, (-sektoren)	45, 51, 94
Scheinecho	51, 89, 93, 94, 95, 96
Schiffsrichtungs-Orientierung	24
Schlitzstrahler	10, 97
Schreibstrahl, -spur (<i>Sweep</i>)	10, 16, 19, 20, 47, 98, 99
Schwelle, (Entfernungs-)	50
Schwimmende Elektronische Peillinie (<i>FLT-EBL</i>)	49
Sechser-Stellung	62
Seegangsecho	89, 90
Seegangsenttrübung (<i>ACS</i>), (Nahechodämpfung)	15, 48, 51, 90, 94, 97
Seeradaranlage	65

seestabilisiert, wasserstabilisiert	37, 38, 39, 41, 42, 75
Seitenkeule	13
Sende-/Empfangseinheit (<i>Transmitter-Down/-Up</i>)	45, 46
<i>Sensitivity Time Control – STC</i> (→ Nahechodämpfung)	(106)
Sicht-/Bediengerät	45, 46
Signal (Echo)	9, 10, 16, 48
sollkursorientiert, kursorientiert (<i>C-UP</i>)	32, 33, 38, 39, 40
Spur, -linie (<i>Trail</i>)	27, 28, 78, 79, 81, 82, 84, 86
Standort (Eigener-, Radarantennen-)	10, 21
Staudruck-Log	37
<i>Stern-Up – S-UP</i> (→ achterausorientiert)	(103)
Störanzeige, -echo, -reflexion	51, 89, 92
Stromsparmodus	50
Sumlog	37
<i>Sweep</i> (→ Schreibstrahl)	(108)

T

<i>Target</i> (→ Objekt, Ziel)	(107)
Tast-, Takt-/Auslöseimpuls (<i>Trigger</i>)	15, 19, 98
Tiefenauflösung	66
<i>TCPA/Time to Closest Point of Approach</i> (→ Zeit bis zur dicht. Annäherung)	(110)
Toter Kreis, Toter Winkel	15, 45, 53, 67
<i>Track</i> (→ Fahrweg)	(104)
<i>Trackball</i> (→ Markierungs-/ <i>Cursor</i> -Steuerung)	(106)
<i>T/R-cell (Duplexer)</i> (→ Antennenweiche, Sende-/Empfangs-Umschalter)	(103)
Trägerfrequenz	13, 15
Trägerwelle	9, 13, 14
<i>Trail</i> (→ Nachleuchtschleppe, Spur)	(106, 109)
<i>Transmitter-Down</i> (→ Sende-/Empfangs-Einheit unter Deck)	(109)
<i>Transmitter-Up</i> (→ Sende-/Empfangs-Einheit in der Antenne)	(109)
<i>Trigger</i> (→ Auslöse-/Tastimpuls)	(103, 109)
Tripelspiegel, Hohle Ecke (<i>Corner</i>)	58, 59, 60, 94
<i>True Bearing Scale – TBK</i> (→ Kreiselkompass-Peilskala)	(106)
<i>True Motion Presentation – TM</i> (→ Absolute Darstellung)	(103)
<i>Tuning</i> (→ Abstimmung)	(103)

U

Überlagerungs-Störsperre (<i>IR</i>)	50, 56, 92
Überreichweite	48, 98, 99
Übersichtsbereich	10, 47, 48, 67, 98
Umschaltdauer (Senden/Empfangen)	67

V

<i>Variable Range Marker – VRM</i> (→ Beweglicher Entfernungsmessring)	(103)
Veränderbarer Bildmaßstab (<i>Zoom</i>)	49
Verspätetes Echo	98, 99
Verstärkung (<i>Gain</i>)	46, 47, 51, 97
Verzerrung	8, 20, 63, 64, 67, 68, 70
Videosignal	18
Vorauslinie, -marker (<i>HM</i>)	24, 29, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 47, 49, 71, 72
vorausorientiert (<i>H-UP</i>)	24, 29, 31, 35

W

Warnsektor (<i>GZ</i>)	50
wasserstabilisiert, seestabilisiert	37, 38, 39, 41, 42, 75
<i>Watertrack – WT</i> (→ Fahrweg durchs Wasser. wasserstabilisierter Weg)	(104)
<i>Waveguide</i> (→ Hohl-/Wellenleiter)	(105)
Wellenlänge, (Träger-)	13, 14, 90
Wellen-, Hohlleiter (<i>Waveguide</i>)	10, 18, 45
Winkelauflösung	14, 65

X

X-Band	13, 14, 45, 89, 92
X/Y-Koordinaten	20

Y

Yacht-Stellung	61
----------------	----

Z

Zeit bis zur dichtesten Annäherung (<i>TCPA</i>)	81, 82, 84, 85
Zeitfenster	16, 98
Zentimeterband, -welle	9, 13
Zentrierung	21
Ziel, Objekt (<i>Target</i>)	51
Zielansprache	12, 25, 74
<i>Zoom</i> (→ Veränderbarer Bildmaßstab)	(110)
Zwangssynchronisierung	24

11 Anhang · Historische Dokumente –

ATLAS WERKE A.G. BREMEN, Zweigbüro Hamburg

11.1 Persönliche Unterlagen/Einstellung des Verfassers als Radaringenieur

28. Februar 1952 – Telegraphische Aufforderung
zu einem zweiten Vorstellungsgespräch
im Hamburger Zweigbüro der
ATLAS WERKE A.G. BREMEN

Nr. 30 Telegramm		Deutsche Bundespost	
HAMBURG TW 6713 21 28 1321 =			
ZUS			
Aufgenommen Tag: 11. 52 13 28 von: 28. II. 52 durch:		Übermittelt Tag: Zeit: an: durch:	
HERRN DIETER LUNGE BEIM SCHLUMP 13 HAMBURG 13			
Ami <i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>	
BITTEN SIE, UM 16.30 HEUTE IN UNSEREM BUERO , STEINHOEFT 11, ZU KOMMEN. ATLASWERKE HAMBURG +			
NOTA: IN UNSEREM BUERO STEHT HIER SO +			
Raum für dienstliche Rückfragen			
Blumberg & Co., Lintorf, 15000 4.50/214			

ΔC18/4

(chlorfrei recyceltes Papier) Abb. 11-1

März 1952 *) - Einstellung beim Hamburger Zweigbüro der
ATLAS WERKE A.G. BREMEN

ATLAS-WERKE · AG · BREMEN

Herrn Dieter Lunge,
Hamburg 13.

Beim Schlump 13.

**FERNSPRECHER, SAMMELNUMMER 8 40 21
FERNSCHREIBER NUMMER 024 855
TELEGRAMM-ADRESSE: ATLASWERKE
BANKVERBINDUNG, BREMER BANK
NORDD. KREDITBANK AKT.-GES. BREMEN
DISCONTO-BANK, BREMER LANDESBANK
GIRO-KONTO NUMMER 21/85 BEI DER
LANDESZENTRALBANK IN BREMEN
POSTSHECKKONTO, HAMBURG NR. 11919**

IHR ZEICHEN IHRE NACHRICHT VOM ABT. (ANGABE IN DER ANTWORT ERBETEN) ② BREMEN, POSTFACH 9
BETR: Personalbüro/ab. 4. März 1952.

Wir bestätigen Ihnen hiermit, daß wir Sie mit Wirkung vom 1. März 1952 als HF-Ingenieur zur Überwachung der von uns einzubauenden Radar-Anlagen für unser Hamburger Zweigbureau mit einer Probezeit von drei Monaten eingestellt haben.

Wir vergüten Ihnen Ihre Tätigkeit bei unserer
Firma nach Tarif T 2 und zahlen Ihnen einschließlich eines Zuschla-
ges ein Gehalt von monatlich brutto

DM 330.-

(Dreihundertunddreissig D-Mark)

fällig am Letzten des Monats. Sie sind verpflichtet, über die Höhe Ihrer Bezüge Stillschweigen zu bewahren. Während des tariflich geregelten Urlaubs wird das Gehalt weitergezahlt.

Für die Kündigung Ihres Anstellungsverhältnisses wird eine einmonatige Frist auf den Schluss des Kalendermonats vereinbart.

Im übrigen gelten für Ihr Anstellungsverhältnis die beigefügten Bestimmungen der Arbeitsordnung der Atlas-Werke A.-G. und der zwischen dem Arbeitgeberverband und den Gewerkschaften vereinbarte Manteltarifvertrag, von dem wir ebenfalls ein Exemplar Ihnen aushändigen.

Ihr Einverständnis mit Vorstehendem bitten wir uns durch Ihre Unterschrift auf der beigefügten Zweitausfertigung dieses Vertrages zu bestätigen und diese dem Personalbüro des Bremer Hauptwerkes im geschlossenen Umschlag wieder zuzustellen.

A T L A S - W E R K E
/ Aktiengesellschaft

Anl.

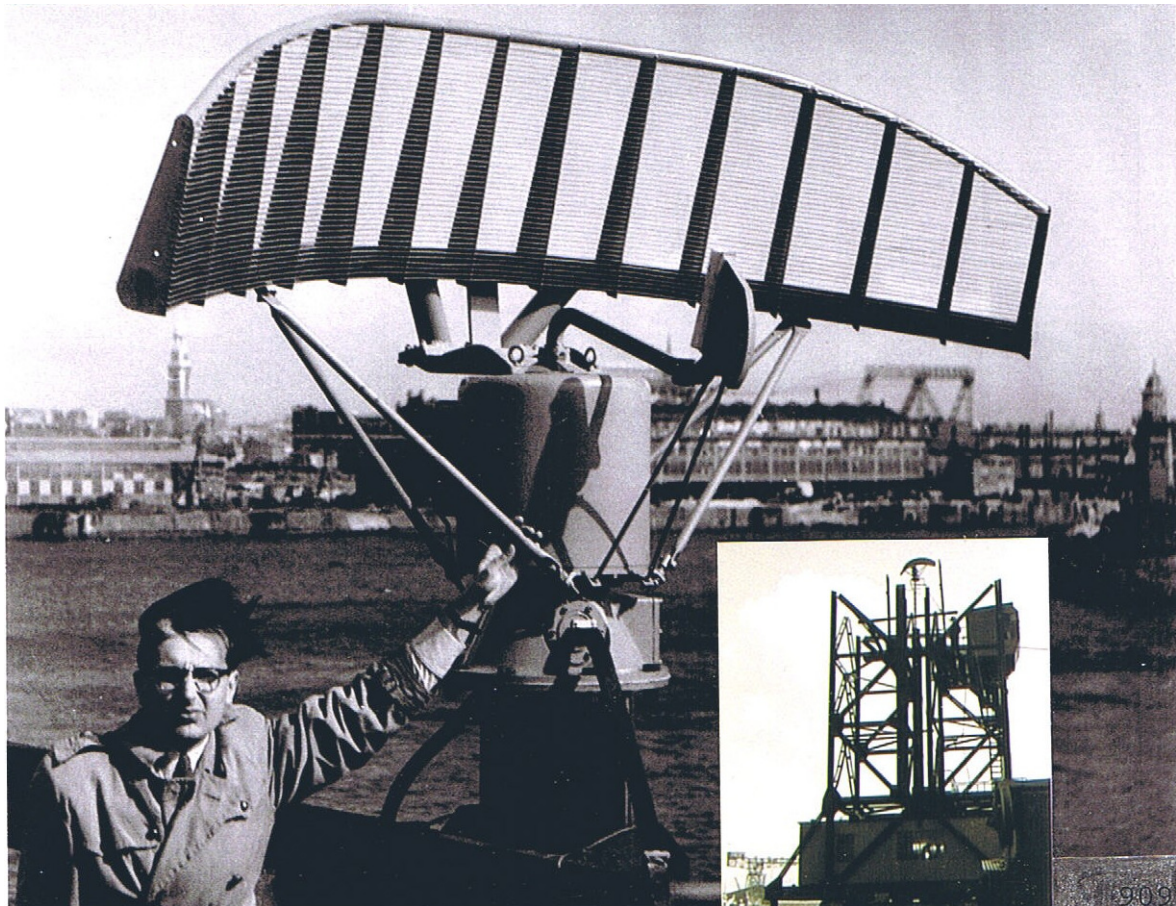
Abb. 11-2

*) Anm. Der 1. März 1952 war historisch bedeutend: Die Britische Besatzungsmacht übergab Helgoland – nachdem die Zerstörung nicht gelungen war – wieder der deutschen Zivilverwaltung.

11.2 Hafenradar Hamburg

Herbst 1952 – Erste Versuche durch die ATLAS WERKE A.G. BREMEN
am „Europakai“ – auf einem zerbombten Schwergutkran

X-Band-Radar „RAYTHEON M.P.1404“,
7-Fuß-X-Band-Antenne (2,10 m) – Antennenbündelung $1,1^\circ$ – Impulsdauer $0,2 \mu\text{s}$



Verfasser

Abb.11-3

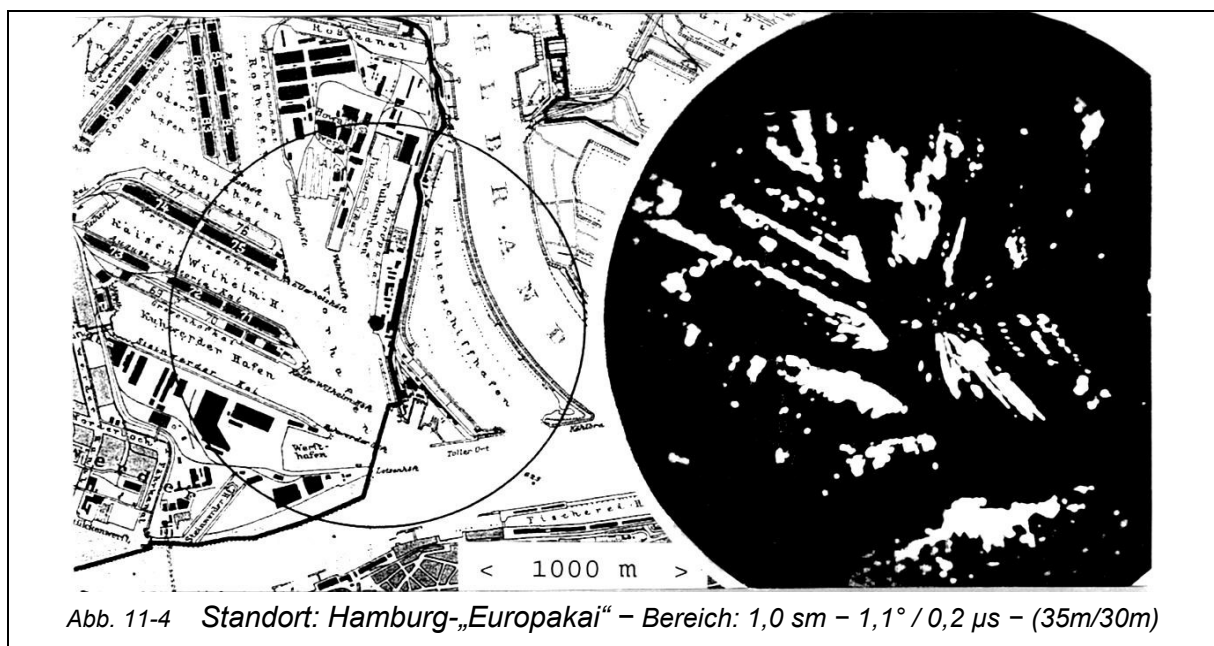


Abb. 11-4 Standort: Hamburg-„Europakai“ – Bereich: $1,0 \text{ sm} - 1,1^\circ / 0,2 \mu\text{s} - (35\text{m}/30\text{m})$

Frühjahr 1953 – Fortsetzung der Versuche an Bord eines 20-to-Schwimmkranes –
u. a. am „Amerikahöft“ und vor „Neumühlen“
14-Fuß-X-Band-Antenne (4,20 m) – Antennenbündelung $0,6^\circ$ – (Impulsdauer $0,2 \mu\text{s}$)



Abb.11-5



Abb.11-6 Standort: Hamburg-„Amerikahöft“ – Bereich: $1,0 \text{ sm} - 0,6^\circ / 0,2 \mu\text{s} - (20\text{m}/30\text{m})$



Standort: Hamburg-„Neumühlen“ – Bereich: $1,0 \text{ sm} - 0,6^\circ / 0,2 \mu\text{s} - (20\text{m}/30\text{m})$ Abb.11-7

11.3 Radar-Service-Hamburg – ATLAS WERKE A.G. BREMEN, Zweigbüro Hamburg

April 1954 – Service-Report für den Einbau und die Inbetriebnahme einer
RAYTHEON-Radaranlage "SO-1" auf dem polnischen TS „Warszawa“, P.O.L.

Bei diesem „Radarservice“ handelte es sich um den Wiedereinbau der ursprünglichen Radar-Ausrüstung in das ausgediente Schiff, das die polnische Reederei, wegen der bestehenden internationalen Embargo-Vorschriften für den Ostblock, in Schweden ohne Radaranlage erworben hatte. – Das Einsatzgebiet dieser US-amerikanischen sog. „Liberty-Schiffe“ – sie fuhren in großen gesicherten Geleitzügen – lag während des zweiten Weltkrieges auf dem Nordatlantik zwischen den USA und der Sowjet-Union mit ihren Eismeerhäfen Murmansk und Archangelsk. – Nach der ersten Reise für den neuen Eigner holte man sich die Radaranlage dann beim Verkäufer, deklariert als „Schrott“, ab. Der Einbau erfolgte nun bei der Deutschen Werft in Hamburg-Finkenwerder, mit Unterstützung durch den Hamburger Radarservice.

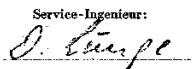
 RAYTHEON Mfg. Co. Waltham, Mass.		RADAR-SERVICE		durch ATLAS-WERKE AG. by		 ATLAS WERKE	
Anfangsdatum: Date Started	Schiff: Vessel	Reederei: Owner	Ort: Location	Equipm.:	Serial No.:		
28.3.54	„WARSAWA“		Hbf. DW	SO-1			
Grund: Reason		Verbrauchtes Material Material Used					
28.3.54		Installation of SO-1 Radar					
Checked all sets before they were installed. Renewed the contacts and the overload thermal relays of the controller. There was a little ripple about 3cm out of the center of the picture. P.P.I. changed and picture cleared. –		Part No.	Bezeichnung Description	Anzahl Quantity	Woher Source		
Hovable marker adjusted.			Completed the spare parts.				
antenna and synchro aligned.			See the list.				
It was leaving out of action.							
Good picture in all ranges.							
Range up to 13sm.							
		T/R No.:	Ind. No.:	Anf. No.:	Mot. Gen. No.:		
Meßwerte values measured		Service-Ingenieur: 		Schiffsleitung: 			
Adjusted crystal current for 0.6mA		Enddatum: Date completed		Datum: Date			
Auftrag No.: Order No.		Betriebsstunden: Clock Hours		10.4.54			
57287P							

Abb.11-8

Technische Daten der RAYTHEON – „SO -1“ – S-Band-Radaranlage, Baujahr 1944:

4-Fuß-Parabolantenne mit 8 U/min bei 6°-Antennenbündelung, gespeist über einen innerhalb des Senders vergoldeten 3 x 1½-Zoll-Rechteck-Hohlleiter; mit einem **S-Band-Magnetron**, „2 J 70“ (**30 kW**), getastet durch eine 4 kV-Funkenstrecke mit umlaufenden Kontakten, bei einer Impulsfrequenz von **200 Hz** und mindestens **2 µs** Impulsdauer. (Abschnitt 2.2)

Sichtgerät mit einer **5-Zoll-Bildröhre** (12,5 cm Durchmesser) bei gelb/grüner Zielanzeige- und je 4 Entfernungsmessringen in 4 Bereichen von 4.000 (mit Center Expand), 8.000, 20.000 und 80.000 **yards** (1 yard = 91,5 cm). Die Längen-Maßeinheit war eine Forderung der Flugabwehr-Artillerie; dabei sind die Bereiche (2000 yd = 1830 m) mit **2, 4, 10, 40 sm** vergleichbar. Eine zweite, kreiselochter-gesteuerte Kompass-Peilskala optimierte die Auswertung der relativ/vorausstabilisierten PPI-Darstellung (RM / H-UP). –

1952/1955 – Bilder aus dem Service-Alltag

1952

↓ biegsame Welle

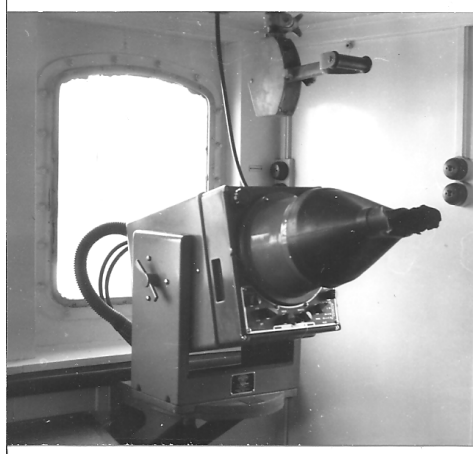


Abb.11-9

7-Zoll-Radarindikator mit Sichthaube und biegsamer Welle

1954



Abb.11-10

Kundendienst-Fahrzeug – Gebrauchter DKW-Kombi „3=6“ – 3-Zyl./2-Takt

1955



Abb.11-11

Radarmast – Vorbereitung für einen nachträglichen Radareinbau an der Pier

1955



Abb.11-12

Radarservice – „Problemlösung“

1955



Abb.11-13

Wartung einer S-Band-Antenne

1955



Abb.11-14

Transport eines beschädigten 12-Fuß-S-Band-Parabolreflektors (3,60m)

1962



ATLAS WERKE

RAYTHEON

ATLAS

Echolote und Radargeräte

Fertigung
Vertrieb, Einbau und Wartung

RAYTHEON

Radargeräte Mariners Pathfinder
und Echolote

Vertrieb, Einbau und Wartung
in Deutschland durch:

HAMBURG
Steinhöft 11
Fernruf [0411] 35 34 91
Telex 021 1020

BREMERHAVEN
Hoebelstraße (Ecke Amrumstraße)
Fernruf [0471] 2 70 70
Cuxhaven: Fernruf [04721] 22 05

KIEL
Ing. Büro ATLAS - Fischereihafen
Fernruf [0431] 2 13 24
Telex 029 2824

EMDEN
Eising KG. - Große Straße 66
Fernruf [04921] 38 83
Telex 027 873

ATLAS-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT
28 Bremen 2 - Sebaldsbrücker Heerstr. 235
Fernsprecher [0421] 4 58 31 - Telex 02 44890

Abb.11-15

ATLAS-WERKE A.G. / RAYTHEON
Kundendienst-Karte

Fortschritt

2009

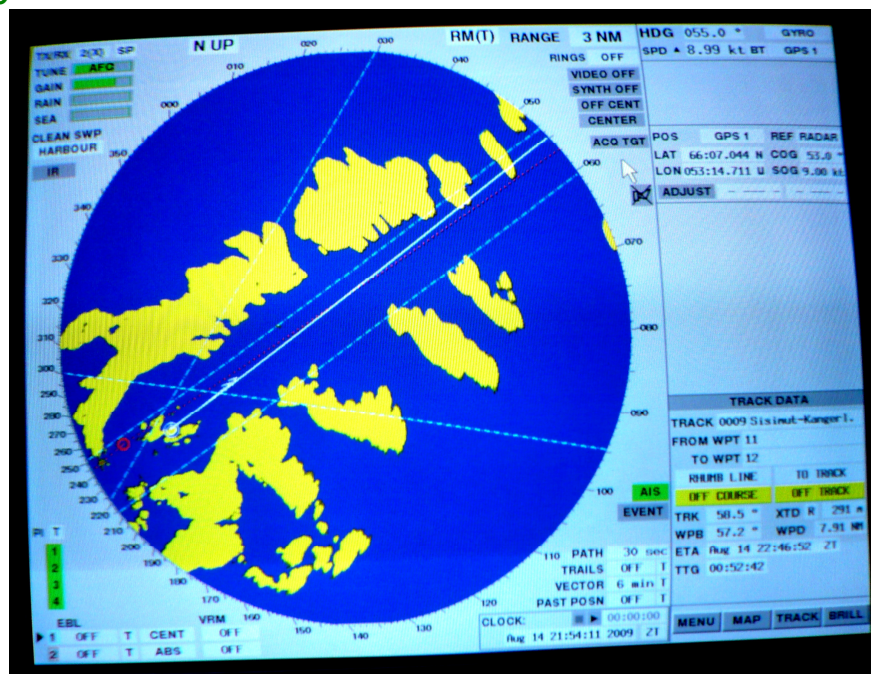


Abb.11-16

Rasterscan-Radarbild

Søndre Strømfjord 66:07,044 N / 53:14,711 W (X-Band - 1,6°/0,05 μs - STC: 0% / FTC: 0%)