

DIETER A. J. LUNGE

SCHIFFSRADAR

Grundlagen

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

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

Copyright by Dieter A.J. Lunge 04/1999
03/2011 überarbeitet

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

SCHIFFSRADAR

Diese Ausarbeitung widme ich meinem lieben Sohn Christian.

Der Verfasser

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

Vorwort	9
 1 Orten und Abbilden	 11
Objekte – entdecken, ansprechen und aufzeichnen	
1.1 Ortungs-Prinzip	13
1.2 Darstellungs-Prinzip	14
 2 Abtasten und Loten	 17
Radarimpulse – bündeln, senden und empfangen	
2.1 Radarwellen / Radarantenne	19
2.2 Radarimpulse	21
2.2.1 Impulsdauer / -länge, -laufzeit, -frequenz	22
2.2.2 Impulstrefferzahl, -tastverhältnis, -leistung	23
2.3 Radarecho- / Signal-Aufbereitung	24
 3 Markieren und Justieren	 25
Radarechos / Objektmarkierungen – einordnen, einrichten und einschätzen	
3.1 Analoge Radarsignal-Verarbeitung / Radarbild-Koordinaten	27
3.2 Radarbild-Ursprung	28
3.2.1 Radarbild-Zentrierung	28
3.2.2 Radarbild-Dezentrierung	30
3.3 Radarbild-Stabilisierung	32
3.3.1 Basis-Stabilisierung	32
3.3.2 Kompass-Stabilisierung (unter 4.1.2)	41
3.3.3 Log-Stabilisierung (unter 4.2.1)	46
3.4 Objektmarkierungen / Nachleuchtschleppen	33
 4 Orientieren und Tracken	 37
„Eigenschiff“ / Objekte – darstellen, fixieren und bewegen	
4.1 Relative Radarbild-Darstellung – <i>Relative Motion Presentation / RM</i>	39
4.1.1 Relative Darstellung / vorausorientiert – <i>RM / Head-Up</i>	39
4.1.2 Kompass-Stabilisierung – „ <i>Radarbild-Orientierung</i> “ („ <i>Orientation</i> “)	41
4.1.2.1 Relative Darstellung / kursorientiert – <i>RM / Course-Up</i>	43
4.1.2.2 Relative Darstellung / nordorientiert – <i>RM / North-Up</i>	44
4.2 Absolute Radarbild-Darstellung – <i>True Motion Presentation / TM</i>	45
4.2.1 Log-Stabilisierung – „ <i>Eigenschiff-Bewegung</i> “ („ <i>Track</i> “)	46

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

4.2.1.1	Absolute Darstellung / see-(grund-)stabilisiert / kursorientiert – <i>TM / Water-(Bottom-)track / Course-Up</i>	48
4.2.1.2	Absolute Darstellung / grundstabilisiert / nordorientiert – <i>TM / Bottomtrack / North-Up</i>	50
4.2.1.3	Seestabilisiert–grundstabilisiert – <i>Watertrack–Bottomtrack</i>	51
4.2.2	GPS-Stabilisierung – „Radarbild-Orientierung“ („Orientation“) und „Eigenschiff-Bewegung“ („Track“)	53
5	Einbauen und Bedienen	55
	Radaranlagen – zusammenstellen, installieren und einstellen	
5.1	Radareinbau	57
5.2	Radarbedienung	58
5.2.1	Grund-Einstellung – „Abstimmung“	58
5.2.2	Betriebs-Einstellungen – „Darstellung“	59
5.2.3	Betriebs-Einstellungen – „Ortung und Navigation“	61
6	Auffallen und Erfassen	63
	Objekte – beobachten, erkennen und vergleichen	
6.1	Radarechos	65
6.1.1	Land und ortsfeste Objekte	66
6.1.2	Wasserfahrzeuge und andere bewegte Objekte	67
6.1.3	Seezeichen (passiv)	68
6.1.4	Seezeichen / Landmarken (aktiv) mit Kennung – Radarbaken	69
6.1.5	Erfassungsabstände	70
6.2	Radarquerschnitt	71
6.3	Radarreflektoren (passiv)	71
6.3.1	Tripelspiegel	72
6.3.1.1	Reflektor-Gruppen	74
7	Verzerren und Auflösen	77
	Objekte – abbilden, verschmelzen oder trennen	
7.1	Verzerrung	79
7.1.1	Azimutale Verzerrung	79
7.1.2	Radiale Verzerrung	80
7.2	Auflösung	81
7.2.1	Azimutale Auflösung	81
7.2.2	Radiale Auflösung	82
7.2.3	Nahauflösung	83
7.3	Verzerrung – Auflösung	83

SCHIFFSRADAR

8	Anwenden und Auswerten	87
	Navigieren und Kollisionen verhüten	
8.1	Navigieren	89
8.1.1	Voraus- und Parallelmarker	89
8.1.2	Peilung und Abstand ermitteln – Standort bestimmen	91
8.2	Begegnungsabläufe – Kollisionsverhütung	93
8.2.1	„Stehende Peilung“	95
8.2.2	Situation dokumentieren – Plotten	97
8.2.2.1	„Einfach-Relativplot“	99
8.3	Automatische Hilfsmittel	105
8.3.1	<i>Automatic Radar Plotting Aid / „ARPA“</i>	105
8.3.2	<i>Automatic Identification System / „AIS“</i>	106
9	Stören und Täuschen	107
	„Unerwünschte Markierungen“ – deuten, minimieren oder vermeiden	
9.1	Radar-Störechos / -anzeigen	109
9.1.1	Seegang	109
9.1.2	Niederschläge	110
9.1.3	Fremdradar	112
9.2	Radar-Scheinechos	113
9.2.1	Indirekte Echos (1) – „Bordeigene Spiegel“	113
9.2.2	Indirekte Echos (2) – „Externe Spiegel“	115
9.2.3	Nebenzipfel-Echos	117
9.2.4	Verspätete Echos – Überreichweite	118
	Nachwort	121
10	Suchen und Finden	123
	Bezeichnungen / Begriffe – nachschlagen, entschlüsseln und übersetzen	
10.1	Abkürzungen (Bedienung und Auswertung)	125
10.2	Stichwörterverzeichnis	127
11	Erinnern ...	135
	ATLAS WERKE A.G. Bremen / Zweigbüro Hamburg – „Historische Dokumente“	
11.1	Persönliche Unterlagen des Verfassers (1952)	137
11.2	Hafenradar Hamburg (1952/3)	139
11.3	Radarservice Hamburg (1954/62)	141

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

SCHIFFSRADAR

– Vorwort –

*Ein Radargerät ist ein sehr brauchbares – „beruhigendes“ – **Navigations-Hilfsmittel**, 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 Radar-Bildauswertung und der Radar-Bedienung 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 Zusammenhängen und Funktionen elektronischer „Schaltungen“ oder 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 manches 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.

„Historische Anmerkungen“ und „Erläuterungen zu früheren Zusatz-Einrichtungen“ werden *kursiv* geschrieben. Auch über den üblichen Rahmen hinausgehende Erklärungen sowie *wissenswerte Ergänzungen* und „engl./amerik. Begriffe bzw. deren Abkürzungen“ oder *gelb unterlegte Rechenbeispiele* sind in gleicher Form in den Text aufgenommen.

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

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

*Darüber hinaus sind „**Grundsätzliche Fakten**“ – gelb – gekennzeichnet.*

Jeder Radarbeobachter (Operator) soll durch das Studium dieser Ausarbeitung in die Lage versetzt werden, das „Vermögen“ seiner Radaranlage richtig einzuschätzen. Denn bei einer „Objekt- / Kontakt-Begegnung / -Verfolgung“ oder bei einer Ansteuerung muss er – auch unter Berücksichtigung der Verzerrungen/Auflösung – 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 durch ein Schloss „vor Unbefugten geschützt“), ist längst vorüber. Zumal die Ausfallquote und damit die Reparaturkosten infolge der Halbleiter-Technik gegenüber der Röhren-Technik – durch die Verlagerung fast sämtlicher Betriebsspannungen in den Niederspannungsbereich – gravierend gesenkt werden konnte(n). Außerdem wurden mehrere kostspielige spezielle Hochvakuum-Röhren durch robustere Halbleiter-Bauteile ersetzt, und die Betriebskosten dadurch noch einmal reduziert. Die Zuverlässigkeit 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 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 sehr gezielt 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 bei 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 Aussagen seines Radarbildes „automatisch“ immer das „Nonplusultra“ darstellen würden; eine *kritische Betrachtung* ist 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 sein „Vermögen“ – auch als Sportbootfahrer – im Interesse der Schiffssicherheit 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“.

SCHIFFSRADAR

1 Orten und Abbilden

1 Objekte – entdecken, ansprechen 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 elektro-magnetischer 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. Das für eine „nautische“ Ortung brauchbare „Medium“ sind, durch Versuche ermittelte, höchstfrequente elektro-magnetische Wellen – **Zentimeter-** oder auch **Radar-Wellen**.

Bei der Verwirklichung der oben genannten Forderungen ist man mit Rücksicht auf die Physik, die Geräteabmessungen und die Kosten – vor allem bei einer zivilen Verwendung – 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 **Ortungs-Strahl** sein – das verbilligt die Anlage. Die „Ungenauigkeit“ hat natürlich ihre Grenzen; schließlich würde man nur noch „ganz grob“ feststellen können, ob sich in einem bestimmten Bereich „irgendetwas“ befindet oder nicht. Wenn dann 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“ – ihres Ortungsstrahles ab. Diese Faktoren bestimmen die **Auflösung** – die Möglichkeit benachbarte Objekte zu unterscheiden.

Die Vorteile der „sehr kurzen“ elektro-magnetischen **Träger-Wellen**, die die zur Vermessung erforderlichen **Ortungs-Impulse** „transportieren“ sollen, bestehen in ihrer guten Bündelbarkeit bei genügender Reichweite und einer annähernd geradlinigen, „quasi-optischen“, Ausbreitung – leider nicht ganz unabhängig vom Wetter. Die korrekte vollständige Bezeichnung für diese Radartechnik lautet **(Im)Puls-Radar** – es ist praktisch eine „Horizontal-Lotung“. Die Impulse, „kleine elektro-magnetische Wellenpakete“, abgestrahlt von einer **Richt-Antenne**, bewegen sich mit **Lichtgeschwindigkeit** fort, werden dann von den ihnen „im Wege stehenden Hindernissen“, nach „Optischen Gesetzen“, als **Echos** reflektiert und letztlich als „**Signale**“ – „Informationen aus dem Umfeld“ – von einem Sensor wieder „aufgelesen“.

*Die Radar-Ortung funktioniert n u r,
weil Reflexionen von einer Wasseroberfläche nur bei „besonderen Ereignissen“
empfangen werden und weil deren Echos in den „Ausnahmefällen“
dann auch noch „w e i t g e h e n d b e h e r r s c h b a r“ sind.*

Da sich die beachtenswerten Objekte nur in einer „Ebene“ bewegen, braucht auch nur in der Horizontalen mit einem mittleren Höhenwinkel von Null Grad – und nicht im Raum, vertikal gefächert – gesucht zu werden. Diese Tatsache verbilligt den technischen Aufwand für die Drehantennen erheblich. Früher bildeten „**Parabol-Spiegel**“ (Hohlspiegel) diese Antennen; heutzutage verwendet man vorwiegend „**Schlitz-Strahler**“, die aus einem geschlitzten „**Hohl-Leiter**“ (*Wellen-Leiter*), einem rechteckigen Kupferrohr, gefertigt und vor Witterungseinflüssen durch ein Kunststoff-Fenster geschützt sind. Beide Antennenarten sind frei drehend. In speziellen Fällen können sie durch einen „**Radom**“, eine Kunststoff-Haube, vollständig abgedeckt werden. *Bei Kleinanlagen gibt es außerdem leichte(!), rotierende, systematische Anordnungen von „Einzelstrahlern“ unter einem Radom.* Die Sende-Antenne dient meistens auch als Messfühler (Sensor), als Empfangs-Antenne. Die empfangenen Echos, die „Daten“, werden nach ihrer „Verarbeitung“ durch eine Mess- und Anzeigevorrichtung in einem besonderen Koordinaten-System ausgewertet.

1.2 Darstellungs-Prinzip

Ein Schiffsradar liefert als Ergebnis seiner Vermessung eine kartenähnliche Abbildung der Wasser-(Erd-)Oberfläche, einschließlich der für die Schiffsführung bedeutenden Objekte im Umfeld. „**Eigenschiff**“ oder „**Own Ship**“ gilt als Bezeichnung für den Ausgangspunkt der „Aufzeichnung“; es sind stehende Begriffe in der Radarortung. Sie entsprechen dem „Angelpunkt des Radar-Umfeldes“, dem Radarantennen- / **Beobachtungs-Standort**. Die „Art und Weise“ der Wiedergabe der Messdaten bezeichnet man im Englischen mit „**Plan Position Indicator**“ („**PPI**“) – frei übersetzt: „Lageplan-Anzeiger“.

Für die „Bild-darstellung“ sorgt das **Radar-Sichtgerät** mit Hilfe einer **Katodenstrahl-Röhre** oder inzwischen vielfach mit einem „**LC-Display**“, einem **Bild-Schirm**, gebildet aus **Flüssigkristallen**. Ursprünglich lieferte eine kreisrunde **Bild-Röhre** mit **radialer Strahl-Ablenkung** die unmittelbare, die „klassische“ Präsentation. Diese „a l t e“ Technik veranschaulicht das Prinzip am besten; dabei werden die Echos nach ihrem Empfang verstärkt und s o f o r t „Lage gerecht“ angezeigt – sie könnten nicht „reproduziert“ werden. Das bedeutet: die Messergebnisse werden a n a l o g dargestellt – daher **Analog-Radar**.

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 „Lot-Impuls“ gesendet wird, beginnt dieser „Punkt“ eine feine Leuchtspur schreibend, als **Schreib-/ Ablenk-Strahl** („**Sweep**“) bezeichnet, zum Rand der Bildröhre zu „laufen“; von dort „springt“ er zurück. Empfängt der Sensor während dieser Ablenkbewegung Signale, E c h o s des Impulses, so zeigen sich nach deren Verstärkung im Zuge der Schreibspur eine entsprechende Anzahl „h e l l g e t a s t e t e r“ Punkte. Diese bilden auf dem Radarschirm Leuchtflecke – **Objekt-Markierungen**. Da sich ein Impuls und möglichst auch sein „zugehöriger“ Schreibstrahl mit konstanter Geschwindigkeit bewegen, werden die Abstände vom Zentrum zu den aufgezeichneten Echos in den meisten Bereichen im naturgetreuen Verhältnis markiert.

Einer drehbaren **Ablenk-Spule**, der Vorrichtung, die den Strahl zum Rande der Bildröhre lenkt, wird die Information über die Änderung der Antennen-Strahlrichtung auf elektromechanischem Wege durch eine **Drehwinkel-Übertragung** 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 Bild von der „gesamten“ 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 **Übersichts-Bereich** ergibt, zugeordnet. Die entsprechenden „**Laufzeiten**“ liegen in der Größenordnung von **Mikro-(Millionstel-) Sekunden**. 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 Übersichts-bereich und der Größe des Bildschirmes abhängig.

Der Außendurchmesser einer **7-Zoll-Bildröhre** beträgt: $7 \times 2,54 = 17,8 \text{ cm}$; davon stehen etwa 85 % als nutzbarer **Bild-Durchmesser** für die Abbildung zur Verfügung; das sind in diesem Fall ca. **15 cm**. Ein „4-sm-Übersichtsbereich“ hat in Wirklichkeit einen Durchmesser von $2 \times 4 \times 1852 = 14.816 \text{ m}$. 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 nach ihrem Erscheinen sofort wieder verschwinden. Um aber den Eindruck eines „quasi-stehenden“ Bildes zu erhalten, wird der Bildschirm beim Analogradar mit einer nachleuchtenden Phosphorverbindung, deren Zusammensetzung die Nachleuchtdauer der Markierungen beeinflusst, beschichtet. Ein monochrom erscheinender **Bildschirm-Belag** in Orange oder Grün/Gelb war vorwiegend vertreten. Das Schirmbild kam auch als „Negativbild“ – dunkle Aufzeichnungen auf hellem Untergrund – vor; die Darstellung war dann aber meistens umschaltbar.

Inzwischen sind **Farb-Bildschirme** üblich.

„Radarbild“ – Kartenähnliche Darstellung	Abb. 1-1
	Mittelpunkt: – Radar-Standort – „Eigenschiff“/„Own Ship“ Übersichtsbereich: 40 sm Erläuterungen zum Seegebiet: Abb. 6-2

Bei der modernen „**Raster-Scan-Darstellung**“ – Sichtgeräte dieser Technik bezeichnet man auch als „Tageslicht-Radar“ – werden die Video-Signale digitalisiert und das Koordinaten-System mit Hilfe von integrierten Schaltkreisen umgewandelt. Damit können dann **Farb-Fernseh-Bildröhren** oder auch **Flüssigkristall-Bildschirme** ohne eine drehbare Ablenkspule, über **Bild-Speicher** angesteuert – im Gegensatz zum Analogradar – „Stehende 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 „Vorkanten“ 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 Schiffs-**RADAR**-Anlage ist ein (Impuls/Echo-)**Laufzeit-Messgerät**, ein „Horizontal-Echolot“, dessen drehbare Richtantenne laufend Impulse aussendet; dabei – einem Scheinwerfer ähnlich – den „Horizont abtastet“ und Echos „erwartet“, um deren „Daten“ auszuwerten.

Es handelt sich um eine **Rundsuch-/sicht-** oder auch **Panorama-Anlage**, die meistens, infolge einer „zu niedrigen Vogelperspektive“, nur einen *e i n g e s c h r ä n k t e n* – „quasi-optischen“ – Überblick bieten kann.

Historische Entwicklung:

Die Radartechnik – mit ihren heute üblichen Frequenzen im „Zentimeter-Band“ – 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: **Funk-Messtechnik**; 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 **Ziel-Ansprache** – einschließlich der sehr plausiblen kartenähnlichen Abbildung – war für die „Schiffsartillerie“, die „Luftabwehr“ und die „U-Boot-Jagd“ mehr als außergewöhnlich, wenn auch die Qualität der Auflösung nicht mit den heute erreichbaren Ergebnissen verglichen werden kann.

Die kontinuierliche aktuelle Radar-Bild-Darstellung 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

2 Radarimpulse – bündeln, senden und empfangen

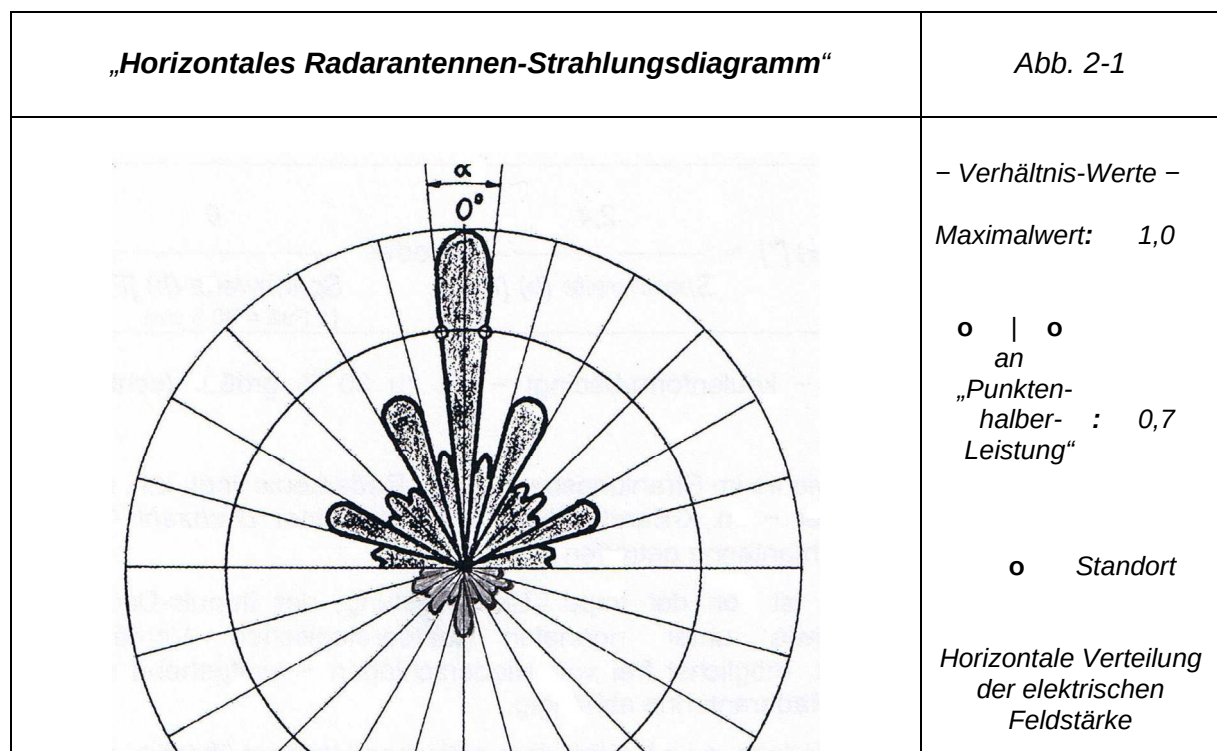
Die Eigenschaften eines Radarimpulses sind abhängig von der Frequenz seiner Trägerwelle und seinem „Volumen“.

2.1 Radarwellen / Radarantenne

Je kleiner die Trägerwelle des Ortungsimpulses, je kürzer ihre **Wellen-Länge**, 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 im „**S-Band**“ eine Länge von **10 cm**, bei einer Frequenz von **3020 MHz** (3 GHz). (Abschn.2.2)

Der Radar-Ortungsstrahl, den die sich drehende Richtantenne in der **h o r i z o n t a l e n** Ebene aussendet, ähnelt einer konisch geformten „Keule“ mit elliptischem Querschnitt, in deren Bereich sich die „Lot-Impulse“ ausbreiten. Das vollständige **Antennen-Diagramm** (Abb.2-1) zeigt außer der **Haupt-Keule** noch viele, meist „unschädliche“ **Seiten-Keulen** oder **Neben-Zipfel**, 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 elektro-magnetischen 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 **Antennen-Strahlrichtung** – wird auf dem Bildschirm durch den Schreibstrahl dargestellt.

Wegen der erforderlichen **Winkel-Auflösung**, 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 **v e r t i k a l e** 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 letztlich auch zu einer Schwächung des elektromagnetischen Feldes und damit zu einer Beeinträchtigung der Reichweite.

Der **h o r i z o n t a l e Bündelungswinkel** (α) der Strahlungskeule einer Richtantenne ist von der Wellenlänge (λ) der Trägerwelle und von der **Antennen-Spannweite** (b) abhängig. Der Winkel wächst zwar mit der Wellenlänge, wird aber mit zunehmender Spannweite wieder kleiner – 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“ Antennen-Ausmaßen, kommt für die Kleinschifffahrt aber **n u r** das X-Band, mit seinen 3-cm-Wellen, in Betracht.

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

Für die Bündelung (α) einer „3-cm-Radarantenne“ gibt es eine Faustformel:

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

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

In der Praxis kann die Darstellung eines Objektes, als Folge eines „unsauberen“ Strahlungsdiagramms, in unterschiedlichen Abständen von der Antenne – um bis zu 20 % „breiter“ („gedehnter“) erscheinen.

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 **Antennen-Aufstellungshöhe** (h_A) oberhalb der Wasseroberfläche, der „Augeshöhe“, abhängig.

Die **Radar-Kimm** (a_K) stimmt **n i c h t** mit dem optischen Horizont überein; sie liegt tiefer; wegen der Beugung der Radarwellen meistens um etwa **10 %** des Abstandes hinter (unter) der optischen Kimm.

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

Aufgrund des besonderen Verhaltens einer Zentimeterwelle an der Grenzfläche „Luft-Wasser“, das die Form der vertikalen Antennen-Keule – abhängig von der Wellenlänge – beeinflusst, werden **f l a c h e** Objekte von der Strahlung einer X - B a n d - Radarantenne **b e s s e r** „erfasst“ als von S-Band-Impulsen.

Bei der Bestimmung der theoretischen **Radar-Sichtweite** (a_o) ist neben der Antennenhöhe (h_A) auch die **Objekt- / Zielhöhe** (h_o) zu berücksichtigen.

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

Der sog. **Nahbereich** erstreckt sich bis zu etwa **3 sm**. Die Ausdehnung eines **Nächst-Bereiches** – 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 *u n t e r h a l b* der Haupt-Strahlungskeule häufig noch durch *v e r t i k a l e* Nebenzipfel erfasst, die dann zusätzlich – bei entsprechender Einstellung von „Nahechodämpfung“ und „Regenenttrübung“ – den Empfang von Echos ermöglichen. (Abschn.5.2.1) Auf Grund physikalischer und geometrischer Bedingungen entsteht damit ein innerer „**Toter Kreis**“, dessen Radius an der Wasseroberfläche etwa dem **1,5-fachen** der Radarantennenhöhe entspricht.

Bei der Ermittlung des Mindestabstandes für die (maßstabsgerechte) Erfassung eines Objektes gelten die für die **Nah-Auflösung** in Abschnitt 7.2.3 beschriebenen Kriterien.

2.2 Radarimpulse

In Zusammenhang mit der Messung der Entfernung von Objekten durch „Horizontales Loten“ bestehen die folgenden typischen Begriffe der **Impuls-Messtechnik**:

Es gibt die *Trägerfrequenz* für den *Sende-Impuls* mit seiner *Impuls-Dauer* bzw. -*Länge* und einer *Impuls-Laufzeit*; außerdem eine *Impuls-Folgefrequenz*, die *Impuls-Trefferzahl*, das *Impuls-Tastverhältnis* und die *Impuls-(Sende-)Leistung*.

Das „Herz eines Radars“, ein sog. Oszillator, verantwortlich für die geforderte Impulsfolgefrequenz, formt auch den „**Trigger**“, den „Auslöser“ (Initial-Impuls) für alle zeitabhängigen Vorgänge; durch ihn werden u. a. der Rechteckimpuls und *g l e i c h z e i t i g* die Strahlableitung gestartet sowie der Nullpunkt der Entfernungsmesseinrichtung festgelegt. Die „Vorstufe“ des Senders bestimmt die Impulsdauer; der „**Modulator**“, ein „Hochspannungsschalter“ („Röhre“ oder „**Halbleiter**“), Impulsform und Impulsleistung und schließlich eine „Endstufe“ die bei einem Schiffsradar, in der Regel, unveränderbare **Träger-Frequenz**. Diese Endstufe bildet das „**Magnetron**“, die englische „Schlüssel-Entwicklung“ auf dem Gebiet der „cm-Wellen-Technik“ Anfang der 40er-Jahre, im Zweiten Weltkrieg.

In den Jahren 1940/47 wurde ein Magnetron noch durch eine F u n k e n s t r e c k e „getastet“. Dabei bewirkten sternförmig angeordnete Kontaktstäbe, auf einem Wellenstummel des Wechselstromgenerators (für die Stromversorgung der Anlage) rotierend, etwa 200 „4 kV(!)-Hochspannungs-Überschläge“ – Impulse pro Sekunde. (Abschn.2.2.1) –

Der „elektro-magnetische Scheinwerfer“, die Radarrichtantenne, dreht sich von Sendeimpuls zu Sendeimpuls um Bruchteile eines Winkelgrades weiter. Die „Lotung“ mit dem sich „innerhalb“ der Haupt-Strahlungskeule fortbewegenden Impuls oder „treffender“, mit dem drei-dimensionalen „**Impuls-Paket**“, entspricht vergleichsweise dem „Abrollen eines Bandmaßes“, dessen „Anfang“ mit der Lichtgeschwindigkeit von **300.000.000 m/s** bzw. mit **300 m/μs** oder „nautisch“ mit **0,162 sm/μs** über das Umfeld „rollt“.

Die „steile“, d. h. die möglichst *k u r z z e i t i g* das Spannungsmaximum erreichende „**Impuls-Vorderflanke**“ stellt für das „Elektro-magnetische 2-Wege-Maßband“ sowohl eine definierte „Anlegekante“ als auch, bei der „Rückmeldung“ des Impulses als Echo, eine klare „Ablesemarke“ dar; dadurch kann dann die Distanz zu dem reflektierenden Objekt exakt ermittelt werden. Außerdem garantiert diese „Marke“ durch ihre „Form“ einen deutlichen,

„scharfen“ 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 **v e r w e r t b a r e s** Echo, als **S i g n a l**, zurückkehren kann.

2.2.1 Impulsdauer, -länge, -laufzeit, -frequenz

Die **Impuls-Dauer** (t_i), Sendezeit, liegt, je nach Übersichtsbereich, zwischen **0,05...2 μ s**. Damit kann der Impuls, das „Impulspaket“, in Ausbreitungsrichtung – da abhängig von der Lichtgeschwindigkeit – eine geometrische Ausdehnung (deshalb auch **Impuls-Länge** (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 u n d die Zeit für den Rückweg zur Radarantenne – als Echo – ergibt sich aus der **d o p p e l t e n Ziel- / Objektentfernung** (d_o). Sie bestimmt die „Schreibdauer“ vom „Mittelpunkt“ der Bildröhre bis hin zu seiner Markierung auf dem Radarbild; nach folgender Formel, bei einem Abstand in Seemeilen:

$$(\text{Impuls-/ Echo-}) \text{ Laufzeit } (t_l) [\mu s] = 12,35 [\mu s/2sm] \times \text{Ziel-/ Objektentfernung } (d_o) [sm]$$

Eine zuverlässige Erfassung der Objekte bedingt eine „gewisse“ Impulstrefferzahl und damit eine entsprechende **Impuls-Frequenz** (f_i) bzw. „Lot-Folge“ oder auch **Impuls-Folgefrequenz**. Andererseits muss, je nach Leistungsfähigkeit des Senders und gemäß der theoretisch zu erreichenden „Radarsichtweite“, eine **Impuls-Tastpause** (t_p) eingehalten werden, die etwa der Dauer eines Laufweges (d_l) von 2 x 50 sm bis 2 x 100 sm entsprechen sollte. In der Praxis bedeutet dies für die großen Übersichtsbereiche eine Impulsfolgefrequenz (f_i) von beispielsweise **1.000 Hz**. Zwischen den Impulsen liegt damit eine Pause von 1 Milli- bzw. **1000 Mikrosekunden** (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 ($d_{o \max}$).

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

Durch die Tastpause soll vermieden werden, dass „Echo-Informationen-Ketten“ übereinander „geschrieben“ („gezeichnet“) werden. (Abschn.9.2.4) Der Zeitraum gewährleistet in der Regel, dass das „l e t z t e“ Echo „heimgekehrt“ ist, bevor der n ä c h s t e Impuls folgt.

Eine Impulsfolgefrequenz (f_i) von **1000 Hz**, mit einer Tastpause (t_p) von **1000 μ s**, „erlaubt“ Impuls und Echo einen Laufweg (d_l) von maximal $1.000 \times 0,162 = 162$ sm und damit die maßstabsgerechte Darstellung von Objekten in Entfernungen, **$d_{o \max}$ bis zu höchstens 162 / 2 oder gemäß der obigen Formel: $1.000\,000 / 12,35 \times 1000 = 81$ 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, -tastverhältnis, -leistung

Ein Objekt reflektiert solange wie es im Strahlungsbereich der Radarkeule (α) liegt, d. h. solange wie es von den Sendeimpulsen (f_i) der im X-Band üblicherweise mit einer **Drehzahl** (n_A) von etwa **20 - 30 U/min** rotierenden Richtantenne getroffen wird. Werden bei einem Objekt pro Überlauf der Hauptstrahlungskeule alle Einflußgrößen für eine **Impuls-Trefferzahl** (n_i) berücksichtigt, so ergibt sich theoretisch:

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

Diese Zahl besagt, dass ein **Punktziel** – abhängig von der anlagen-typischen Antennen-Drehzahl, dem Bündelungswinkel der Strahlungskeule und der Impulsfrequenz – unter günstigen Bedingungen etwa **10- bis 50-mal** pro Umlauf von den Radarimpulsen getroffen werden kann. Je höher die Trefferzahl, desto zuverlässiger die Zieldarstellung; dank einer umfangreicheren „Echo-Serie“ und damit eines intensiveren Leuchtflecks. Das notwendige Mindestmaß – bei kleinen Objekten vorwiegend seegangsabhängig – sind erfahrungsgemäß **fünf** Treffer pro Überlauf.

Durch eine hohe Eigenfahrt und/oder durch sehr schnelle Gegner, die dann möglicherweise auch noch wiederholt ihren Kurs ändern, entstehen in den Bereichen unter „6-sm“ bei der Bilddarstellung und/oder der Zielverfolgung große Lücken. In derartigen Fällen könnten die Aufzeichnungsschritte durch Steigerung der Antennendrehzahl (bei entsprechend konstruiertem Motor) verkürzt werden. Die vorstehende Formel bestätigt, dass eine geringere Impulstrefferzahl bei einer höheren Drehzahl durch eine höhere Impulsfrequenz (Abschn.7.2.2), die in den kleineren Bereichen sowieso üblich ist, ausgeglichen werden würde. –

Der Begriff **Impuls-Tastverhältnis** (q_i) kennzeichnet das Verhältnis von Impulsdauer (t_i) zum sog. **Impuls-Abstand** (t_a), der der Impulstastpause (t_p) „ähnelt“. (Abschn.2.2.1)
Der Impulsabstand entspricht dem reziproken Wert der Impulsfrequenz (f_i). Er wird auch **Impuls-Wiederkehr** genannt.

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

Bei einer Impulsdauer (t_i) von **1 μs** und einer Impulsfrequenz (f_i) von **1000 Hz** entsteht ein **q_i von $1 \times 1000 / 1.000.000 = 1 : 1000$** .

Die für eine Ortung notwendige **Impuls-Leistung** (N_i) des Senders einer zivilen Schiffsradaranlage liegt erfahrungsgemäß im Bereich von etwa **3 kW** bis **30 kW**.

In dem Zusammenhang ist sicher interessant zu wissen, dass eine Verdoppelung der Reichweite einer Anlage 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 *n i c h t* für die Ermittlung des „Energie-Haushaltes“ maßgebend; hierfür kommt die sog. **Mittlere Sendeleistung** (N_m) in Betracht. Dieser Wert wird auch als „Dauerstrich-Leistung“ bezeichnet.

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

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

Betrachtet man die beiden Formeln, dann ergibt sich, dass das Verhältnis von Mittlerer Sendeleistung (N_m) zur Impulsleistung (N_i) mit dem Impulstastverhältnis (q_i) übereinstimmt.

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

$$N_m = 30 \times 1,0 \times 1000 / 1000 = 30 W \quad - \quad 30 / 30.000 = q_i = 1 : 1.000$$

½ sm-Bereich – 3 kW-Magnetron / 0,05 μs / 4000 Hz (Abschn. 7.2.2):

$$N_m = 3 \times 0,05 \times 4000 / 1000 = 0,6 W \quad - \quad 0,6 / 3.000 = q_i = 1 : 5.000$$

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

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

2.3 Radarecho-/ Signal-Aufbereitung

Wegen der gemeinsamen Antenne muss ein „**Duplexer**“ – das ist ein Sende- / Empfangs-Umschalter („**Transmit / Receive-cell**“), er wird auch „**Antennen-Weiche**“ genannt – während der Sendezeit des Magnetrons den empfindlichen „Eingang“ des Empfängers vor Über-/Hochspannung schützen. Die Trägerfrequenz *) der rückkehrenden Echos werden in einer Kristalldioden-Mischstufe eines „Überlagerungs-Empfängers“, dessen Technik bereits für den „Rundfunk-Empfänger“ entwickelt wurde, mit den Zentimeterwellen eines so genannten abstimmbaren „Hilfsoszillators“ zu einer länger-welligeren Zwischenfrequenz gemischt. Darauf erfolgt deren Weiterverarbeitung – unter Berücksichtigung und/oder Korrektur möglicher störender Einflüsse – in einem „Breitbandigen Zwischenfrequenz-Verstärker“ mit speziellem „Video-Gleichrichter“, um dann als möglichst eindeutige **Video-Signale** für die Radarbild-Darstellung zur Verfügung zu stehen.

*) Die „Beherrschung“ der h ö c h s t frequenten Radarwellen, der Zentimeterwellen, ist sowohl bei deren „Transport“ – daher die Notwendigkeit eines Hohl-(Wellen-)leiters, anstelle eines Kabels – als auch bei deren Verstärkung – daher die Zwischenfrequenz – „problematisch“. –

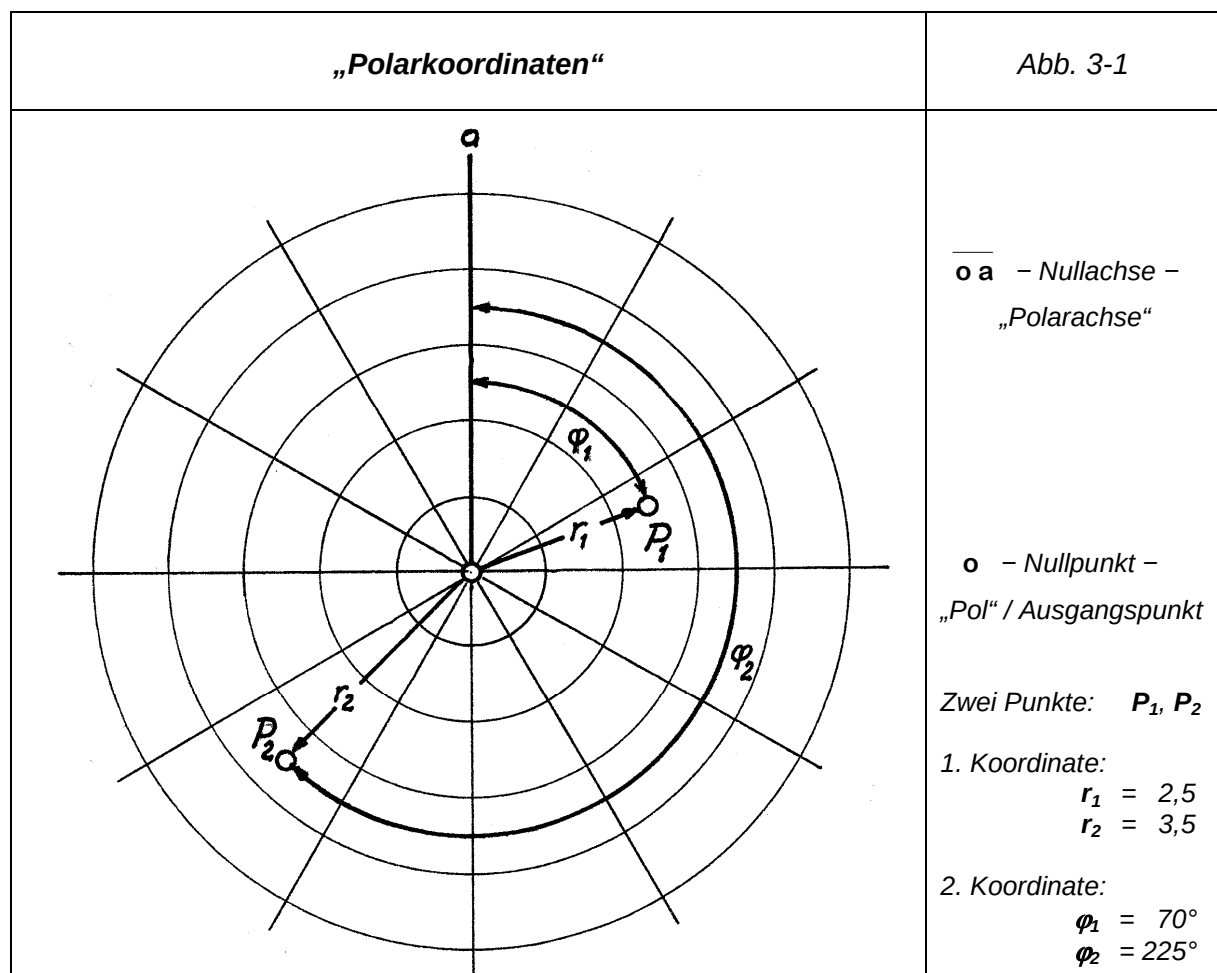
3 Markieren und Justieren

3 Radarechos / Objektmarkierungen – einordnen, einrichten und einschätzen

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 Analoge Radarsignal-Verarbeitung / Radarbild-Koordinaten

Eine sorgfältige Behandlung der „Informationen“, der Impuls-Messdaten, im Rahmen eines **Polar-Koordinaten**-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 einem 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 Koordinaten-Nullpunkt (o) – auch „Pol“ genannt oder in diesem Fall „Eigenschiff“. Bei einer Relativen Darstellung wird es zum „Angelpunkt des Umfeldes“. (Abschn.3.2.1 u. 4.1) Die Dauer der Ablenkung bis zu dem Radarbildpunkt eines Objektes gleicht der Gesamt-Laufzeit eines Impulses u n d des zugehörigen Echos – mit k o n s t a n t e r (Licht-) Geschwindigkeit.

Ein verzerrungsfreies Radarbild wird durch eine *g l e i c h m ä ß i g e* Geschwindigkeit des Schreibstrahls – durch dessen „Linearität von „Null“(!) 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 *z e i t* - abhängigen elektronischen Schaltkreise.

Die Linearität der „Start-Phase“, des Nächst-/Nahbereiches, war/ist bei einem Analogradar, im Gegensatz zum Rasterscan-Radar, immer problematisch. (Abschn.7.2.3) –

Gleichzeitig erzeugt ein Oszillator für jeden Übersichtsbereich eine 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 Anwendung 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 „Dauer-Echo“ mit vorgegebenem „*r*“, 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 Nullachse (**o-a**) als Referenz angenommen; sie wird durch eine auf dem Radarbild sichtbare Bezugslinie dargestellt. (Abschn.3.3.1)

Bei exakter Einstellung von Schreibstrahl-Ursprung und Strahlrichtung der Radarantenne entspricht die zweite Koordinate der „Bord-/Schiffspeilung“. (Abb.3-1)

*Daten von **Abstand** u n d **Winkel** bilden die Grundlage für die **Ortung**.*

*Die „Objekt-/Zielsprache“ bezieht sich auf **Null** u n d die **Nullachse**;
b e i d e „Koordinaten-Anfänge“ müssen **j u s t i e r t** werden.*

Antenne und Bildaufzeichnung müssen natürlich *s y n c h r o n* laufen; denn eine brauchbare „Panorama-Aufnahme“ erfordert, dass der Schreibstrahl, nach Ablauf einer „Rundum-Messung“, zu Beginn des nächsten Umlaufs wieder genau dort – bei der *g l e i c h e n* Antennen-Strahlrichtung – ansetzt, bei der die erste Aufzeichnung begann. Dadurch liegen dann – bei stationärer Antenne – zeitlich unmittelbar aufeinander folgende Lotungen zu einem ruhenden Objekt „praktisch unverwischt“ übereinander.

Die Drehbewegung der Antenne kann durch ein Paar elektro-mechanischer **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 **± 0,5°** erreicht.

Bei einer einwandfreien Funktion der Winkelübertragung und der Strahlablenkung können die Signale, ohne jegliche „Elektronische Rechenoperation“, unmittelbar – das bedeutet: *a n a l o g* – vom „Bildverstärker“ übernommen, abgebildet und für die „Zielsprache“ genutzt werden. (Abschn.3.2.1 u. 3.3.1)

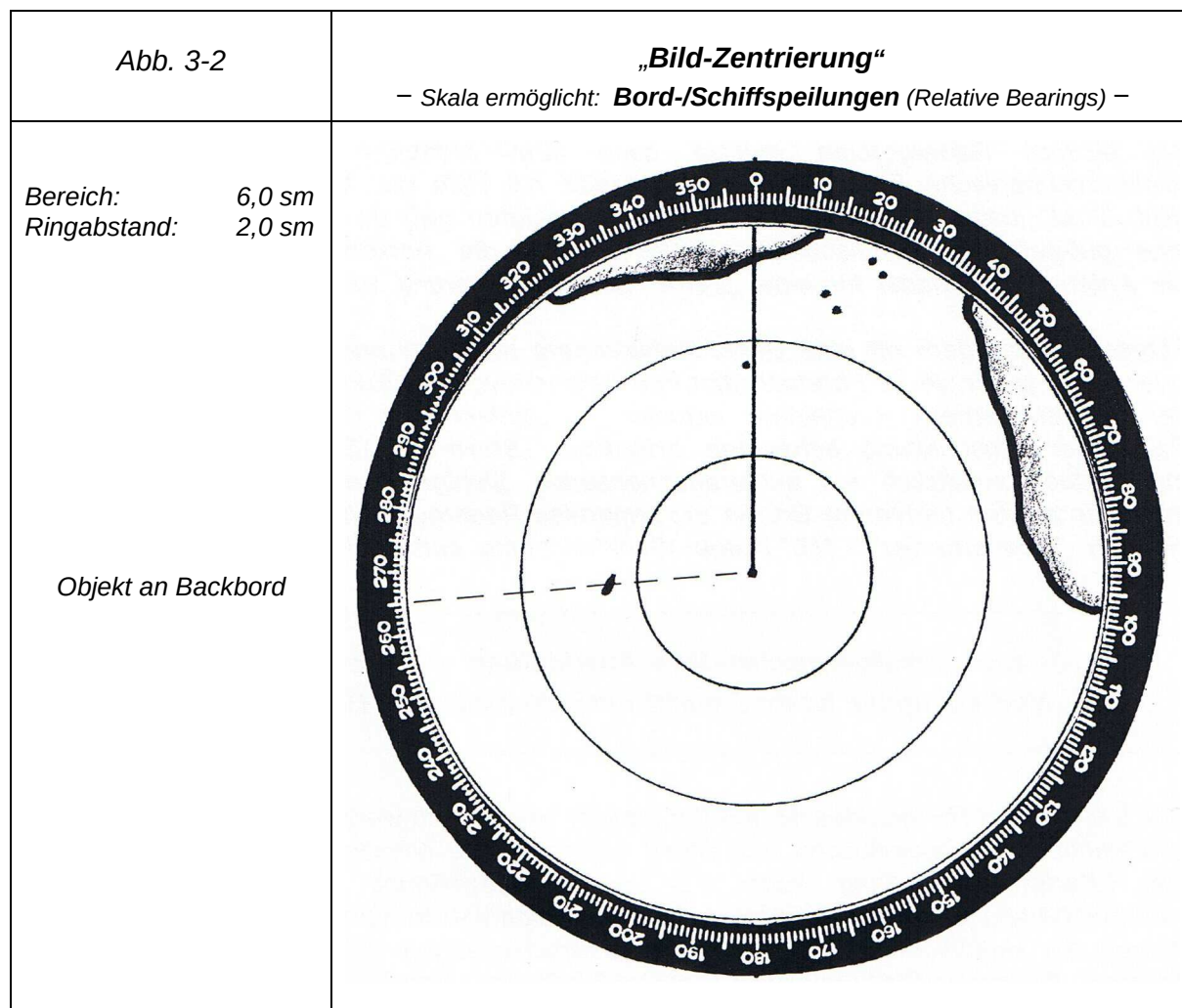
*Die Polarkoordinaten der „klassischen“ *a n a l o g e n* Daten aller Objekte müssen für eine *d i g i t a l e* Rasterscan-Darstellung in rechtwinklige **X/Y-Koordinaten** umgewandelt (umgerechnet) werden (Abschn.1.2) – das „kostet eine gewisse Zeit“.*

3.2 Radarbild-Ursprung

3.2.1 Radarbild-Zentrierung

Auf einer Katodenstrahlröhre, wie sie ein Analogradar zur Bildaufzeichnung verwendet, erscheint der *u n a b g e l e n k t e* Elektronenstrahl als „schwacher Lichtpunkt“ *e t w a*

in der Mitte einer **kreisrunden** Bildschirmfläche. Die das Radarbild umgebende gedruckte oder gravierte **Gradskala** ist praktisch eine „**Peil-Scheibe**“, eine Richtungsrose. Vorbedingung für brauchbare Ergebnisse beim **Radar-Peilen** ist allerdings (Abschn.8.1.2), dass sie nur bei exakt justiertem **Bild-Ursprung**, nach (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 „Übersichts-Weite“. –

Objekt an Backbord: Schiffspeilung: 265°

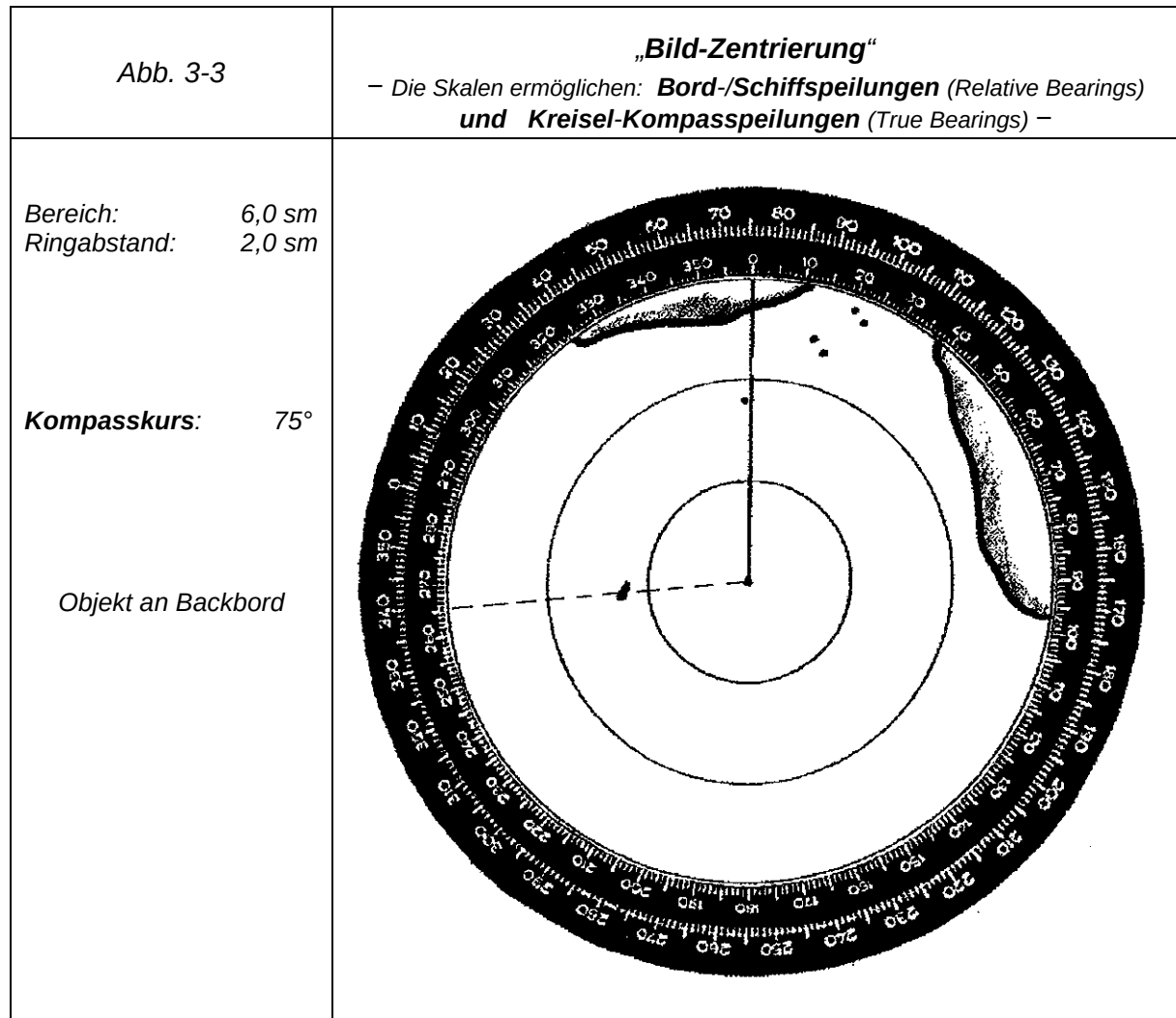
(Thema „Radarpeilen“ – Abschnitt 8.1.2)

Radarpeilungen sind *relativ*,
bezogen auf den Beobachtungs- / **Radarantennenstandort** und eine **Bezugslinie**.

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

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 Kompass-Drehmelder angetrieben wurde. Dadurch war es möglich – bei der zu der Zeit generell üblichen zentrierten Darstellung – z. B. Kreisel-Kompass-Peilungen zu nehmen, wenn der anliegende Kompasskurs über „Null Grad“ der festen Skala, der „**Relative Bearing Scale**“, eingestellt wurde. (Abb.3-3) Entsprechend vorbereitete Sichtgeräte konnten durch einen Bausatz, „True-Bearing-Kit“, nachgerüstet werden. –



Erkenntnisse aus Abb. 3-3:

Objekt an Backbord:

Bordpeilung: 265° – (Kreisel-)Kompasspeilung (außen): 340° –

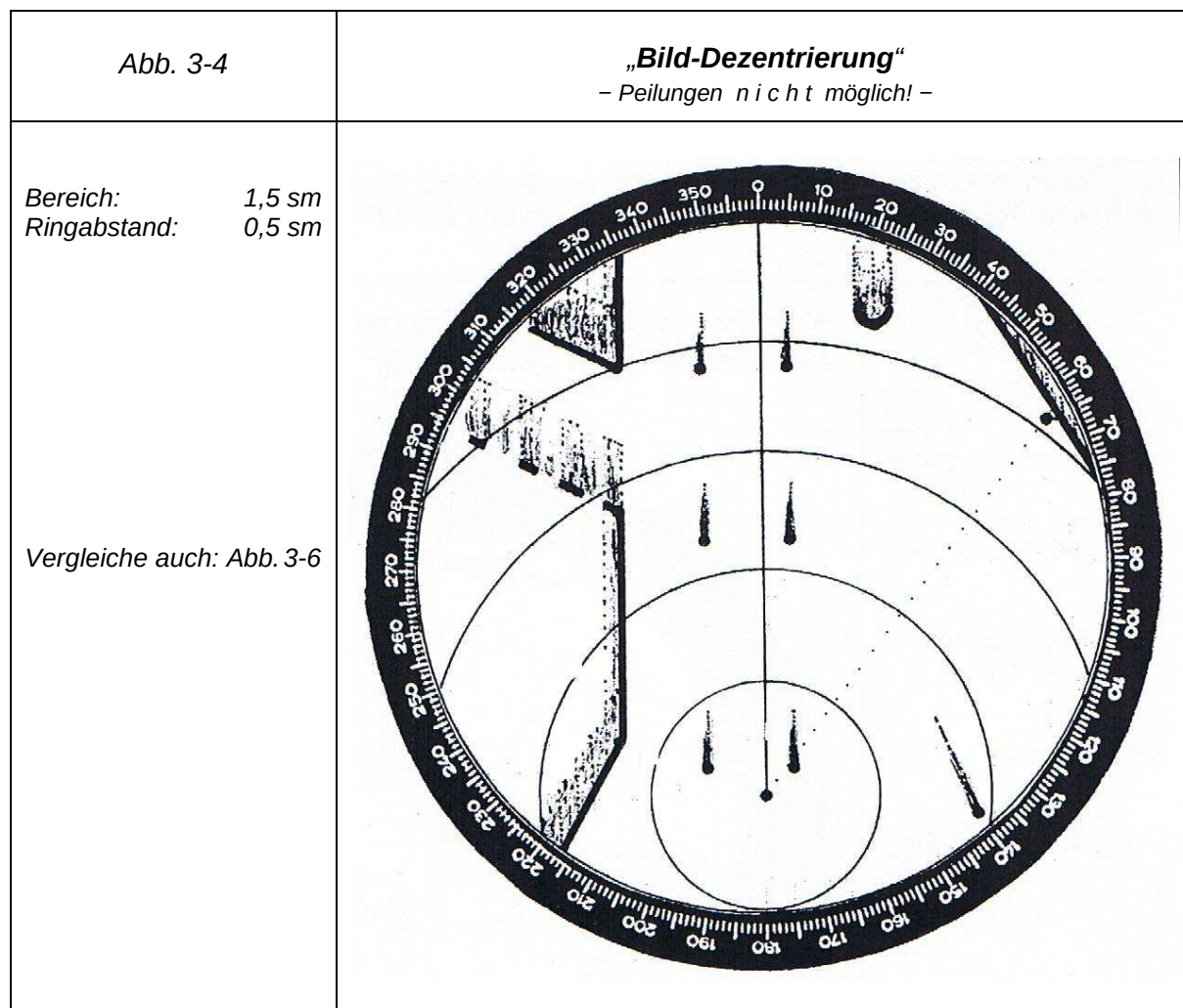
Radar-Seitenpeilung: Bb 095° (360° – 265° = 095°).

(Thema „Radarpeilen“ – Abschnitt 8.1.2)

3.2.2 Radarbild-Dezentrierung

Einen S o n d e r f a l l der Platzierung des Radarbild-Ursprungs stellt die, bei Bedarf schaltbare, „Verschiebung des Nullpunktes“ dar. Diese **Dezentrierung** („Off-Center(-ing)“) – meistens um den Betrag des halben Radius entgegen der Vorausrichtung – veranschaulicht Abb. 3-4. Trotz Verbleibens im gleichen Übersichts-bereich, das bedeutet bei g l e i c h e m Bildmaßstab, kann die Übersicht in dem ausgewählten Bereich – durch Dezentrierung z. B. nach achteraus – um mindestens **50 %** nach voraus e r w e i t e r t werden; sinnvoll u. a. für Fahrzeuge, die auf „mehr oder weniger breiten“ Gewässern – Flüssen – navigieren müssen.

Bei einigen Fabrikaten besteht 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 kann.



Erkenntnisse aus Abb. 3-4:

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

Das Objekt an Steuerbord voraus (Bildrand) peilt *n i c h t* 62°!

(Thema „Radarpeilen“ – Abschnitt 8.1.2)

Bei Dezentrierung –
eine Peilung *n i c h t* an einer *k o n z e n t r i s c h e n* Gradskala ablesen.

Das digitale Rasterscan-Radar verwendet eine parallaxefreie, am Bildrand elektronisch „eingblendete“ Gradskala, die auf „Eigenschiff“ – den Schreibstahl-Ursprung – ausgerichtet ist und die sich nicht nur der möglichen Exzentrizität des Bildzentrums sondern auch einer rechteckigen Fernseh-Bildröhrenform bzw. dem beliebigen Format eines Flüssigkristall-Bildschirms *a n p a s s e n* kann.

Damit wird das Justieren der „Bildmitte“ bei einem Rasterscan-Sichtgerät überflüssig. (Abschn.3.2.1)

3.3 Radarbild-Stabilisierung

Ein Radargerät muss bei Betriebsbeginn mit seinem Sensor zu dem Umfeld, in dem es operieren soll, eine „Verbindung“, einen Bezug, herstellen. Durch diesen Umstand werden die empfangenen Signale, je nach Anforderung, in ein oder mehrere, zum Teil einander voraussetzende, „Systeme“ „eingeklinkt“ und damit – „bei Bedarf“ – auch das Verhalten von „*Eigenschiff*“ auf dem Radarbild beeinflusst.

Einmal ist es der Bezug der Richtantenne zu der Basis, von der aus die Anlage orten soll. Außerdem können es „Verknüpfungen“ mit Kompass, Log *oder dem „GPS“* sein; „Systeme“ die eine Drehbewegung bzw. eine Standortänderung der Basis gegenüber dem Umfeld registrieren. Die Darstellung wird dadurch „angemessen“ **stabilisiert** oder auch „gestützt“ bzw. **orientiert** oder auch „geführt“; so, dass sich unterschiedliche „**PPI-Darstellungsarten**“ ergeben.

3.3.1 Basis-Stabilisierung – „**Schiffsrichtungs-Orientierung**“

Eine eindeutige Radar-Darstellung erfordert im Rahmen der **Basis-Stabilisierung** eine bestimmte **Schiffsrichtungs-Orientierung** – eine Justierung der „Nullachse“ / Bezugslinie mit andauernder Kennzeichnung der entsprechenden Strahlrichtung.

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

„Auf der anderen Seite“ muss – bei einem Analogradar mit Übermittlung der Strahlrichtung durch Drehmelder – eine sog. **Zwangs-Synchronisierung** der Ablenkspule der Bildröhre, und damit dem *Schreibstrahl*, die Bezugslinie für die Anzeige, in Übereinstimmung mit einer Gradskala, nach dem Einschalten *richtungsgerichtet* zuweisen. Denn die eindeutige elektro-mechanische 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.

D. h. die **Radarbild-Stabilisierung** „beginnt“ damit, dass der Schreibstrahl eine *definierte* Verbindung zu der mit der Basis verschraubten und ausgerichteten Radarantenne „sucht“. Im Verlauf der Zwangs-Synchronisierung werden die „Kupplungshälften“ mit Hilfe zweier Bezugspunkte – einem „Kontakt“ an dem Antennenschaft und dessen „Gegenstück“ gegenüber der Ablenkspule – (wieder) *stimmig* miteinander verbunden. Die Darstellung, „Bild-**Lage**“, ist damit für die laufende Anwendung **basis-stabilisiert**.

Das Radarbild kann z. B. (*schiffs-*)**voraus-orientiert** werden; auch „**Head-Up**“ („**H-UP**“) genannt. Dieser Standardfall der Schiffsrichtungs-Orientierung bewirkt, dass ein „recht voraus“ liegendes Objekt, bei zentrierter Darstellung, immer in Richtung „Null Grad“ 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) (elektro-)mechanische Drehübertragung zum Einsatz. In dem Fall musste dann nach dem Anlaufen der Radarantenne, deren „Richtungs-Empfänger“ im Sichtgerät anhand der Vorauslinie mechanisch, von *H a n d*, auf „Null Grad“ 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) –

Der Fährschiffbetrieb kann für Radarsichtgeräte und deren Schiffsrichtungs-Orientierung oft einen Sonderfall darstellen. Wenn das Fährbett über den Achtersteven mit Rückwärtsfahrt (bei Wechsel der Seiten(-laternen)) angelaufen wird, erfordert der Einsatz eine weitere (angepasste) Basisstabilisierung mit einer *z w e i t e n* Bezugsrichtung. Im „einfachsten“ Fall kann das Radar per Umschaltung **achteraus-orientiert**, **„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. 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 *B e w e g u n g s a b l ä u f e n* 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 erfordert unter anderem, dass das „Verhalten“ des Radarbildes und/oder das von „*Eigenschiff*“ neben den beschriebenen Voraussetzungen – wie bereits angedeutet – noch durch navigatorisch relevante Informationen beeinflusst und damit ergänzend „stabilisiert“ bzw. orientiert werden muss. Die („Karten“-)Darstellung kann durch die Übermittlung aktueller Kompassdaten *k u r s* - und durch die Einspeisung entsprechender Logdaten zusätzlich *e i g e n f a h r t* - unabhängig gemacht werden. Diese Darstellungsarten werden in weiteren Abschnitten unter folgenden Begriffen behandelt:

(3.3.2) Kompass-Stabilisierung und (3.3.3) 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 abgetrennt.

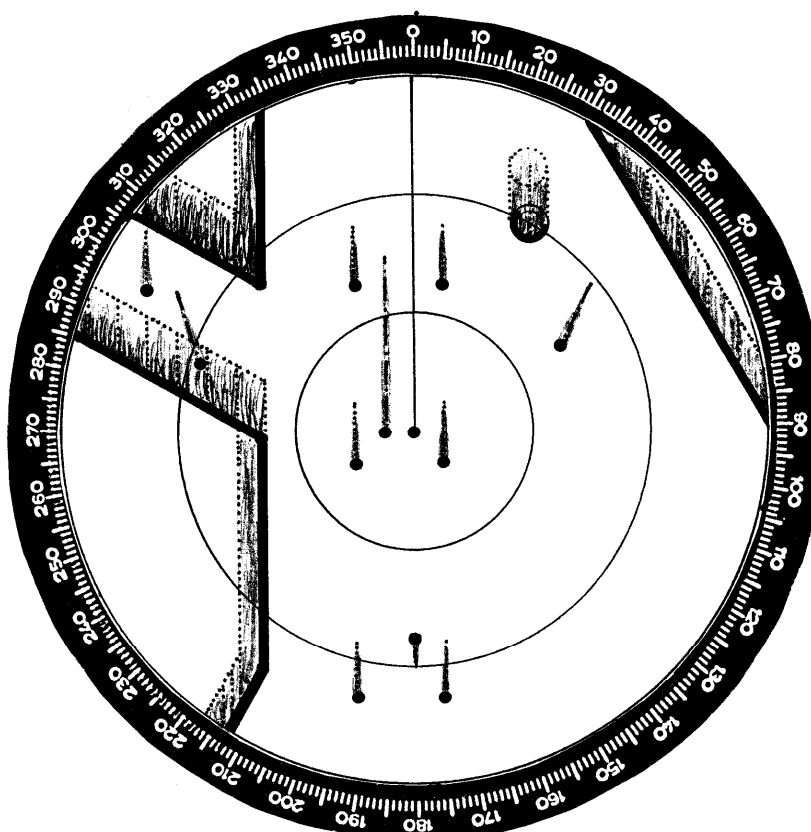
Sie werden, zwecks sinnvollerer Zuordnung, erst im Abschnitt 4, „Orientieren und Tracken“, beschrieben und sind deshalb unter

4.1.2 „Kompass-Stabilisierung“ – „*Radarbild-Orientierung*“ – bzw.

4.2.1 „Log-Stabilisierung“ – „*Eigenschiff-Bewegung*“ – eingefügt.

3.4 Objektmarkierungen / Nachleuchtschleppen

Bei der Aufzeichnung eines Radarbildes entspricht grundsätzlich jeder *e i n z e l n e* Antennenumschwenkung einer „*M o m e n t* - Aufnahme“ des Umfeldes. Die Abstände aller Objekt-Markierungen zu „*Eigenschiff*“ sind – *u n a b h ä n g i g* von der Darstellungsart – natürlich *w a h r* und damit maßstabsgerecht; vorausgesetzt die Strahlableitung arbeitet korrekt.

Abb. 3-6	„Nachleuchtschleppen“
Bereich: 1,5 sm Ringabstand: 0,5 sm Die Darstellung entsteht bei Fahrt voraus aus Abb. 3-5 Siehe auch: Abschn. 4.1.1	

Nachleuchtschleppen sind verblassende – bei Punktzielen „kommaförmige“ – vorhergegangene Objektmarkierungen. Ihre „mehr oder weniger“ sichtbare Länge ist bei einem *A n a l o g r a d a r* von der Geschwindigkeit der „Verursacher“, vom eingeschalteten Übersichts-bereich, der Bild-Grundeinstellung 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 die Nachleuchtschleppen eine „brauchbare Begleiterscheinung“ sein, andererseits üben sie einen weniger (Abb.3-6/4-1) bis sehr störenden (Abb.4-2) Einfluss auf das Radarbild aus. Die Tendenz, wie die Objektmarkierungen ihre Bewegungsrichtung änder(te)n, wird durch ihre „Spuren“, auch „**Trails**“ („*Spur*“/„*Schweif*“) genannt, erkennbar. Sie sind damit natürlich ebenfalls, je nach Darstellungsart, entweder „*Eigenschiff*“-bezogen, *r e l a t i v* oder bei entsprechend konstruierten Anlagen *w a h r* bzw. *a b s o l u t* gegenüber Wasser oder Grund. (Abschn.4.2.1) Das Zerlegen der Änderungen / Bewegungen in Einzel-Komponenten, so, wie es der Segler bereits – von den Einflüssen durch Wind oder Strom her – kennt, erleichtert die Vorstellung und das Verständnis der Vorgänge.

In einer Bildfolge sind **Richtung, Länge und Form** der Nachleuchtschleppen, der jeweiligen **Spuren** der einzelnen Objektmarkierungen, *u n t e r s c h i e d l i c h* – *a b h ä n g i g* von der **Darstellungsart**.

Beim *R a s t e r s c a n* - Radar entstehen *k e i n e* *N a c h l e u c h t* schleppen, da der Bildschirmbelag einer Fernsehbiröhre ein „Helligkeits-Signal“ nicht speichert. Doch können die Spuren (andersfarbig als die aktuellen Echos) mit einstellbarer „Lebensdauer“ – einer Belichtungszeit vergleichbar – durch die Schaltung „Trail“ angewählt und in ähnlicher Weise – aber nicht „kommaförmig“ – dargestellt werden. (Abschn.1.2 u. 5.2.3-9)

Außerdem ist es bei „True Motion“ und entsprechender Konstruktion möglich, zurückliegende Positionen von „Eigenschiff“ durch die Schaltung „Track“ / „**Past Positions**“ (**Fahrweg-Verlauf**) in einstellbaren zeitlichen Abständen z. B. für **drei, sechs oder zwölf Minuten** und den dazwischen liegenden Fahrweg – punktiert – durch eine „**Wegpunkt-Reihe**“ zu markieren und damit die „Vergangenheit“ aufzuzeichnen. (Abschn.5.2.3-8)

Die Bezeichnung „Track“ gilt „normalerweise“ nur für die „Fahrt über Grund“. – Im erweiterten Sinn bedeutet „Track“ die fortgeschriebenen Positions-Änderungen eines Fahrzeuges – in diesem Fall, die des Radarträgers – gegenüber der „Fahrebene“, auf die sich seine Bewegung bezieht. (Abschn.4.2) –

Die jeweils möglichen „Auswirkungen“ der *u n t e r s c h i e d l i c h e n* Darstellungsarten eines analogen Radarbildes auf das „Verhalten“ von aufgezeichneten Objekten sollen die in Abschnitt 4 folgenden Beispiele mit der in *Abb. 3-5* nachgebildeten Objektkonfiguration deutlich machen. Die „Objekte“ erscheinen wie in einem Simulator ohne radar-typische Verzerrungen. Bei den gezeichneten Darstellungen – „invers“ wegen der einfacheren „Zeichentechnik“ – werden eine gleichmäßige Drehwinkel-Geschwindigkeit und ein konstanter Drehkreis-Radius angenommen. Obendrein sind die Nachleuchtschleppen der Deutlichkeit halber länger dargestellt, als sie normalerweise in der Praxis erscheinen. Die angedeutete Länge entspricht einer Dauer von etwa drei Minuten.

4 Orientieren und Tracken

„Radarbild“ – Kartenähnliche Darstellung	Abb. 4-0
	<i>Darstellung:</i> RM/N-UP <i>Mittelpunkt:</i> – Radar-Standort – „Eigenschiff“/ „Own Ship“ <i>Größtmöglicher Radius/Sichtweite:</i> „r_{max}“ = 40 sm <i>Ringabstand:</i> 10 sm <i>Erläuterungen zur Darstellungsart:</i> Abschn. 4.1.2.2 <i>zum Seegebiet:</i> Abb. 6-1/2

4 „Eigenschiff“ / Objekte – darstellen, fixieren und bewegen

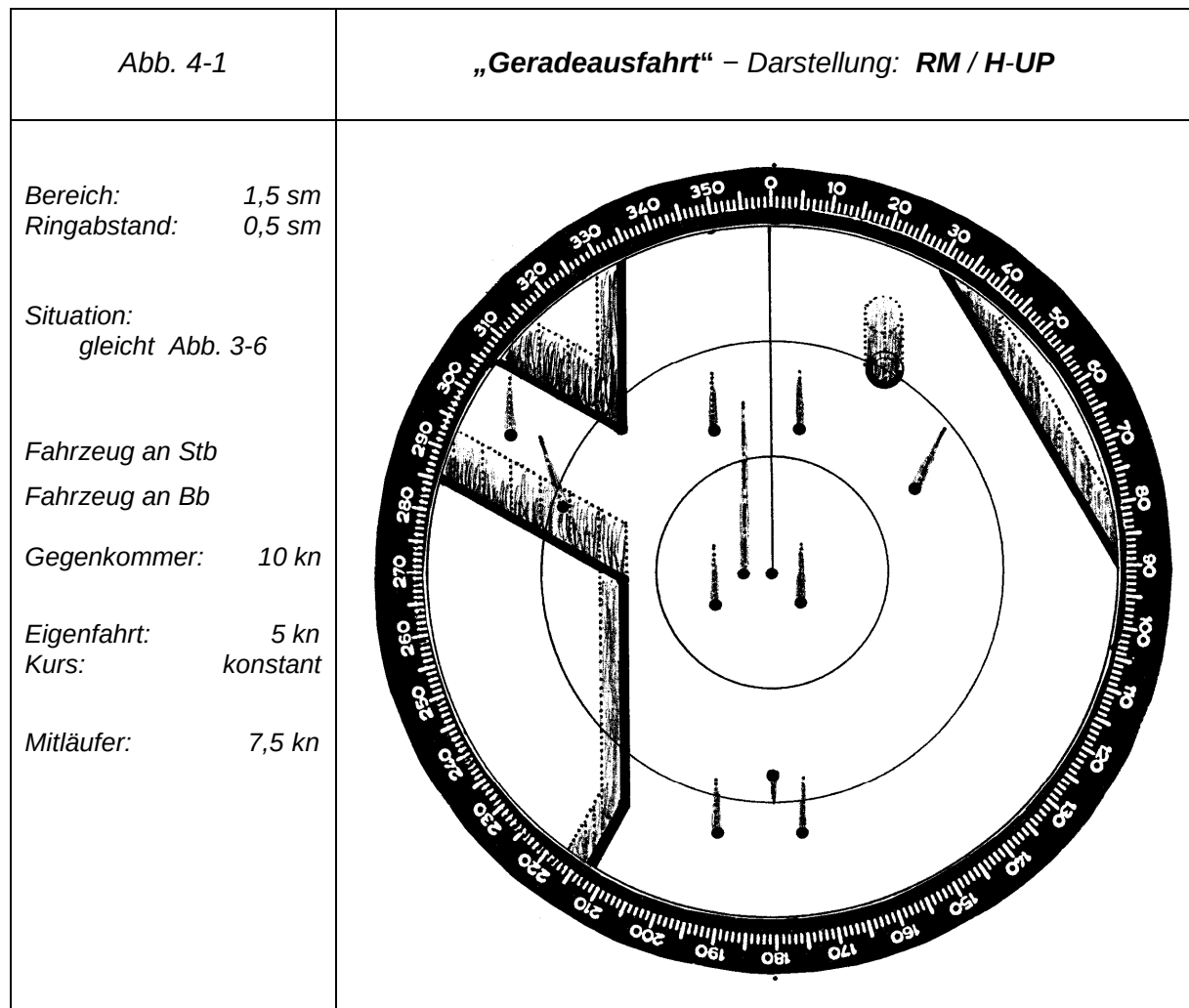
4.1 Relative Radarbild-Darstellung – *Relative Motion Presentation* / RM

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

4.1.1 Relative Darstellung / vorausorientiert – RM / Head-Up

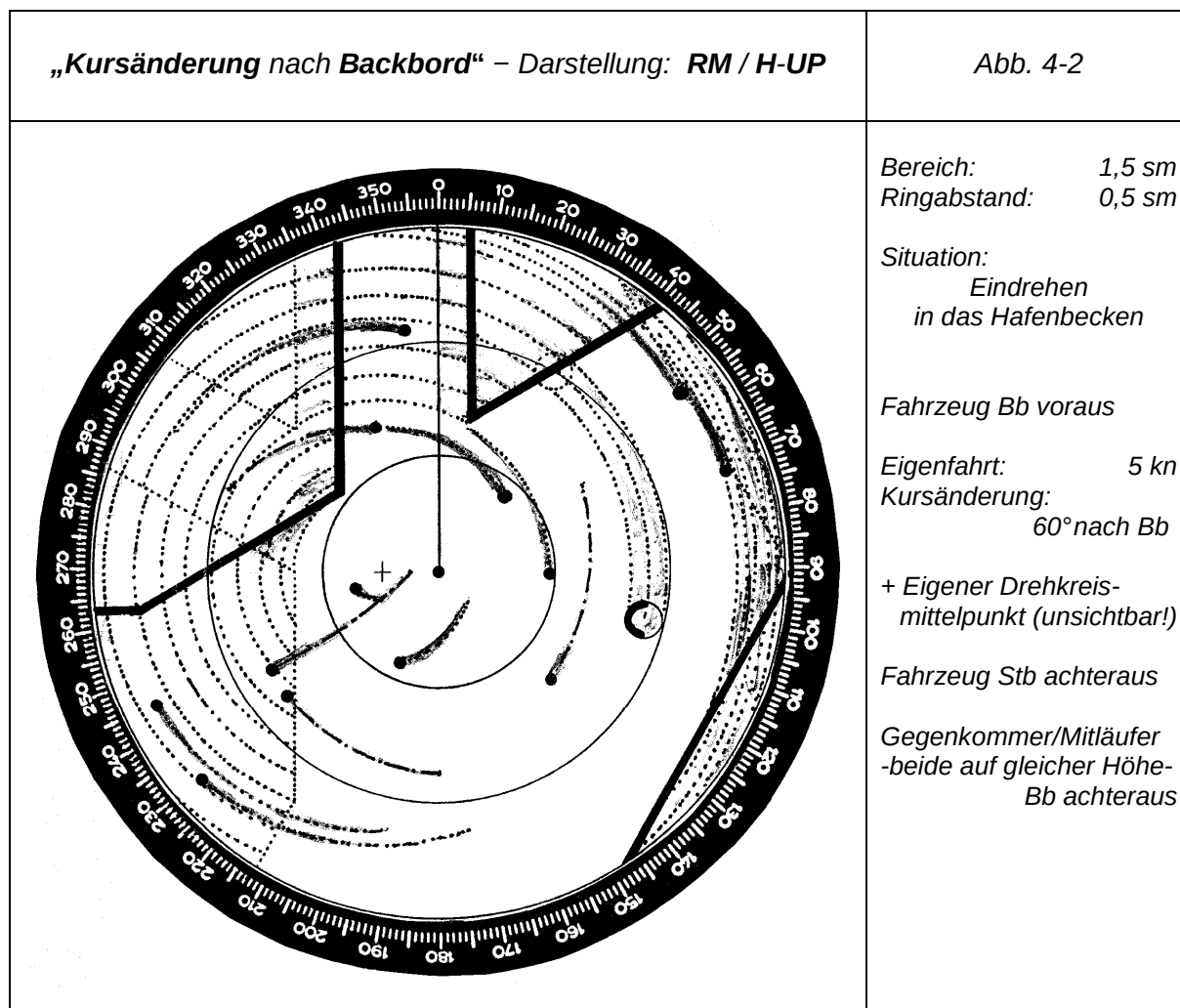
Dieser Orientierungs-Modus besagt, dass die Bezugslinie, in diesem Fall die „Vorauslinie“, grundsätzlich unverrückbar/starr aufwärts zeigt – „**H-UP**“. Bei zentriertem „Eigenschiff“, hat sie damit einen unmittelbaren Bezug zu „Null Grad“ einer fest stehenden Gradskala des Sichtgerätes. (Abschn.3.2 u.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

Bei dem „Angebot“ verschiedener Orientierungs-Möglichkeiten 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 Abb. 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 Eigenen Weg während der „Speicherphase“ bestimmt wird. Bezogen auf die Vorauslinie, verlaufen die Längskomponenten aller Nachleuchtschleppen in Eigener Fahrtrichtung; bei Mitläufern so lange wie sie langsamer als das Eigene Schiff sind. (Abb.4-1) Hinzu kommen grundsätzlich die spezifischen Positionsänderungen eines jeden sich bewegendem Objekts, bedingt durch dessen Kurs und Geschwindigkeit – dargestellt wird schließlich die „Geometrische Addition“ aller Komponenten. Bei Eigener Kursänderung erzeugt jede andere Objektmarkierung – um den nicht sichtbaren Eigenen Drehkreismittelpunkt – in Drehrichtung einen Bogen als Nachleuchtschleppe. (Abb.4-2)

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 – von der „Natürlichkeit“ – abweichenden, mehr oder weniger „gestörten“, ungewohnten *r e l a t i v e n* Bewegungsmusters – einer Darstellung mit „sich bewegenden“ stationären Objekten – entfallen einmal die Notwendigkeit der Verarbeitung von Kompassdaten und außerdem die Bereitstellung und Übermittlung Eigener Geschwindigkeitswerte von einem Log. Wenn man also als Sportschiffer auf jegliche (zusätzliche) Datenübermittlung verzichtet, verzichten muss, „begnügt“ man sich mit der „Vorausorientierten Relativen Darstellung“ („RM/H-UP“), der „einfachsten Ausgabe“ eines Radars. Mit einem derart „starren“ Analogradar konnten aus konstruktiven Gründen erhebliche Kosten eingespart werden.

Doch nicht nur die Scheu vor dem technischen Aufwand bei dem für lange Zeit maßgebenden Stand der Technik, sondern auch die Tatsache, dass bei der Navigation zur Kollisionsverhütung „eigentlich alles“ *r e l a t i v* 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 *g e w i s s e n h a f t* beobachtender
Sportschiffer – selbst mit einem „nur“ vorausorientierten „RM“- Radar –
eine „*w e i t r e i c h e n d e*“ **Übersicht** bei „Nacht und Nebel“
– auch wenn diese Darstellungsart offiziell „*n i c h t g e h ö r i g*“ ist.

Ein Radarbild ist – wie bereits erwähnt (Abschn.3.3.1) – durch zusätzliche „Stabilisierungsschritte“ noch weiter zu „vervollkommen“, damit ein natürlicher Eindruck von den Vorgängen im Umfeld und eine durch das „Verhalten“ des Eigenen Schiffes 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 anwendbar. Für eine Relative Darstellung ist sie allerdings nicht „unbedingt zwingend“ – im Gegensatz zur Basisstabilisierung.

Die Vorauslinie vermittelt – nach ihrer „Grundeinstellung“ – einem durch einen Kompass stabilisierten Radarbild eine bestimmte *g e o g r a p h i s c h e* Richtung zum *U m f e l d*. Sie wird von einem geeigneten Kompasssystem automatisch den *a k t u e l l e n* Kursänderungen entsprechend „geführt“; d. h. die Drehübertragung zwischen der Antenne und der Ablenkspule wird beeinflusst. Dabei *s c h w e n k t* der „Vorausstrich“, als Merkmal der Eigenen Kielrichtung, im richtigen Drehsinn – um den Betrag der Kursänderung – „über(!)“ das Radarbild.

Durch diesen Vorgang „beruhigt“ die **Kompass-Stabilisierung** die Lage der Darstellung. Dies ist besonders deutlich bei starkem Gieren kleinerer Fahrzeuge im Seegang zu erkennen. Die daraus resultierende **Radarbild-Orientierung** ergibt – von den Einflüssen der Eigenen *F a h r t* abgesehen – ein „quasi-starres“, durch Eigene Kursänderungen „*u n v e r d r e h b a r e s*“, Umfeld. In einem bestimmten Orientierungs-Modus, kann die Vorauslinie – bei zentriertem Bild – einen unmittelbaren Bezug zu der feststehenden Gradskala des Sichtgerätes haben; sie zeigt dann anschaulich den Kompasskurs. (Abb.4-4)

Ein „üblicher“ **Magnetkompass** ist *n i c h t* 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 Berufsschiffahrt mit einem k o m p e n s i e r t e n Fluxgate-Kompass ausgerüstet, konnte der Missweisende Kurs („mwK“) mit Hilfe eines elektro-mechanischen Wandlers, eines Drehmelders, direkt an das Analogradar vermittelt werden. – Eine Einrichtung, die jedoch allein wegen des Platzbedarfes in den Sichtgeräten auf Sportbooten kaum zu verwenden 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 elektro-mechanisch über einen Drehmelder, eine „Kreiselsochter“, und ein angepasstes Getriebe unmittelbar – analog – an die Ablenspule eines Analogradars vermittelt und damit die Bildlage direkt beeinflusst. Diese „platzraubende“ Vorrichtung nannte sich im Englischen: „North-Stabilizing-Kit“ („NSK“). –

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

Für die Sportschiffahrt ist der Kreiselkompass jedoch – bisher – wegen seiner Abmessungen und seines Leistungsbedarfes *n i c h t* einzusetzen.

Inzwischen bietet sich der F l u x g a t e - Kompass wegen seines geringen Gewichtes und Platzbedarfes sowie der digitalen Datenverarbeitungs-Technik (s. u.) zur Verwendung auf Sportbooten mit einem R a s t e r s c a n - 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.

*Dank der sog. „NMEA“-Schnittstellen („National Marine Electronic Association“) können die Daten zwischen den Einzelgeräten der „Elektronischen Navigation“ inzwischen problemlos d i g i t a l ausgetauscht und – vom Raster-System „akzeptiert“ – im Radar verarbeitet werden. Dies gilt auch für die Kreiselkompass-Daten, denn eine Kreiselsochter ist für das Sichtgerät nicht mehr erforderlich. Das Analogradar „kennt“ diese Möglichkeiten jedoch *n i c h t*.*

Bevor die beiden Arten der Orientierung des Radarbildes durch die K o m p a s s - 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 „o b e n“(!) dem – zu B e g i n n eines Fahrtabschnittes – g e w ä h l t e n (anliegenden) Kurs entsprochen und die Vorauslinie einer zentrierten Darstellung dabei mit „Null Grad“ der umgebenden relativen Gradskala korrespondiert h a t t e. Das Radarbild ist damit, korrekt bezeichnet, „soll - k u r s orientiert“. Zur Kennzeichnung dieser Ausrichtung sind unterschiedliche Begriffe wie Ausgangs-, General-, Soll-, oder Vorzugs-Kurs üblich.

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

4.1.2.1 Relative Darstellung / kursorientiert – RM / Course-Up

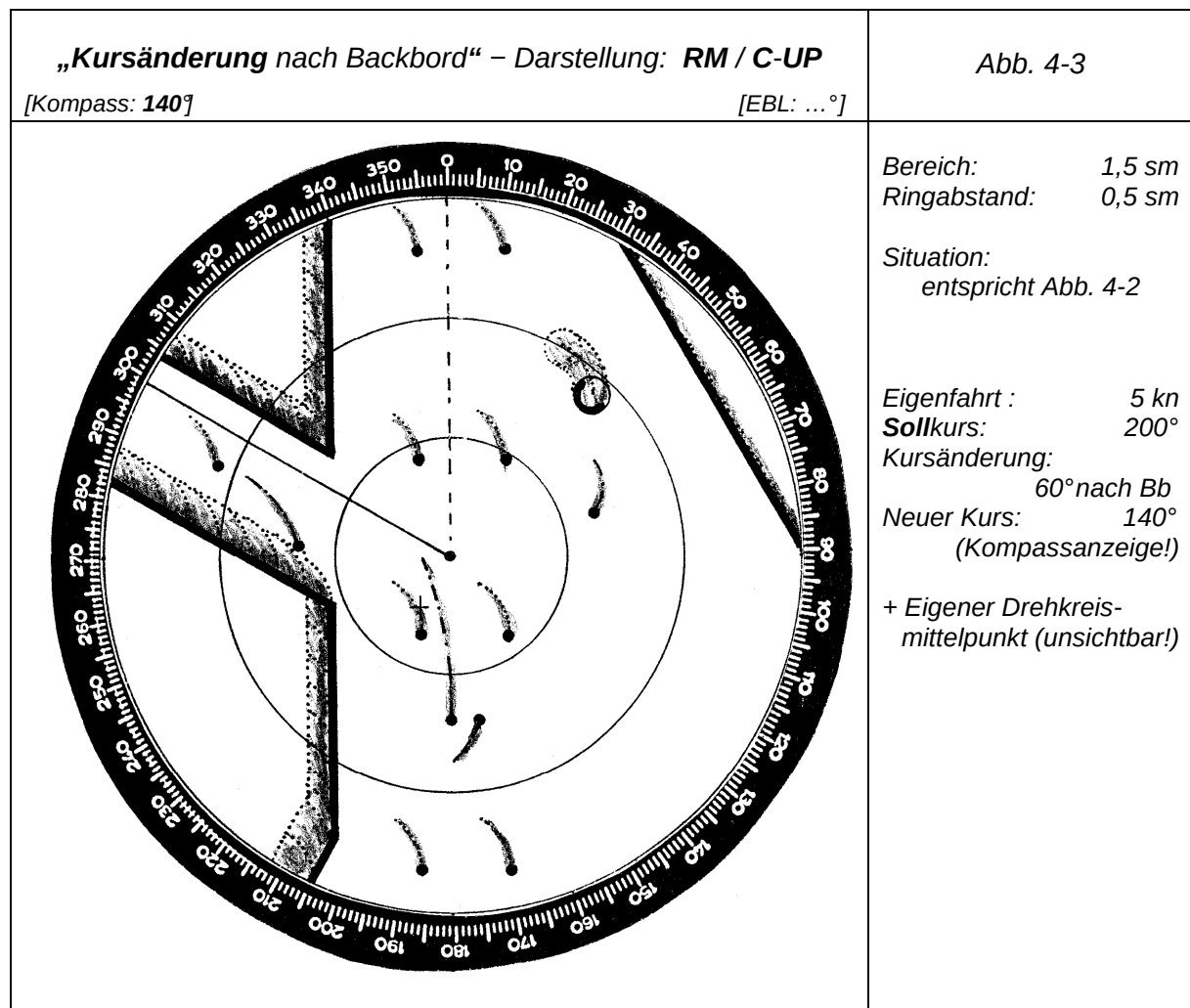
Eine Kompass-Stabilisierung verlangt grundsätzlich, dass im Rahmen der Inbetriebnahme des Radargerätes die Kompassdaten-Übertragung aktiviert wird. (Abschn.5.2.2)

Bei dem Modus „**C-UP**“ (Abb.4-3) wird bei A n l i e g e n d e m Kurs (Kompasskurs) die Vorauslinie auf „Null Grad“ der Gradskala eingestellt **oder die Orientierungsart „Course-Up“ direkt angewählt.** (Abschn.5.2.2)

Daraufhin orientiert sich das Radarbild – „bis auf Widerruf“ – an diesem Kurs.

Abgesehen davon, dass die Situation eine derartige Darstellung erfordert, ist für manchen Anwender hiermit „der Gewohnheit Genüge getan“, dass der „Voraussektor“ – m ä ß i g e Kursänderungen vorausgesetzt – im o b e r e n Bereich des Radarbildes platziert ist. Bei dieser Betriebsart ist jedoch eine f e s t 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- / Fahrt-Komponenten – je kleiner der Maßstab desto weniger störend.

Die Vorauslinie entfernt sich bei Änderung des Kurses um den entsprechenden Betrag von der „Null-Marke“ der Gradskala – der Ausgangseinstellung.

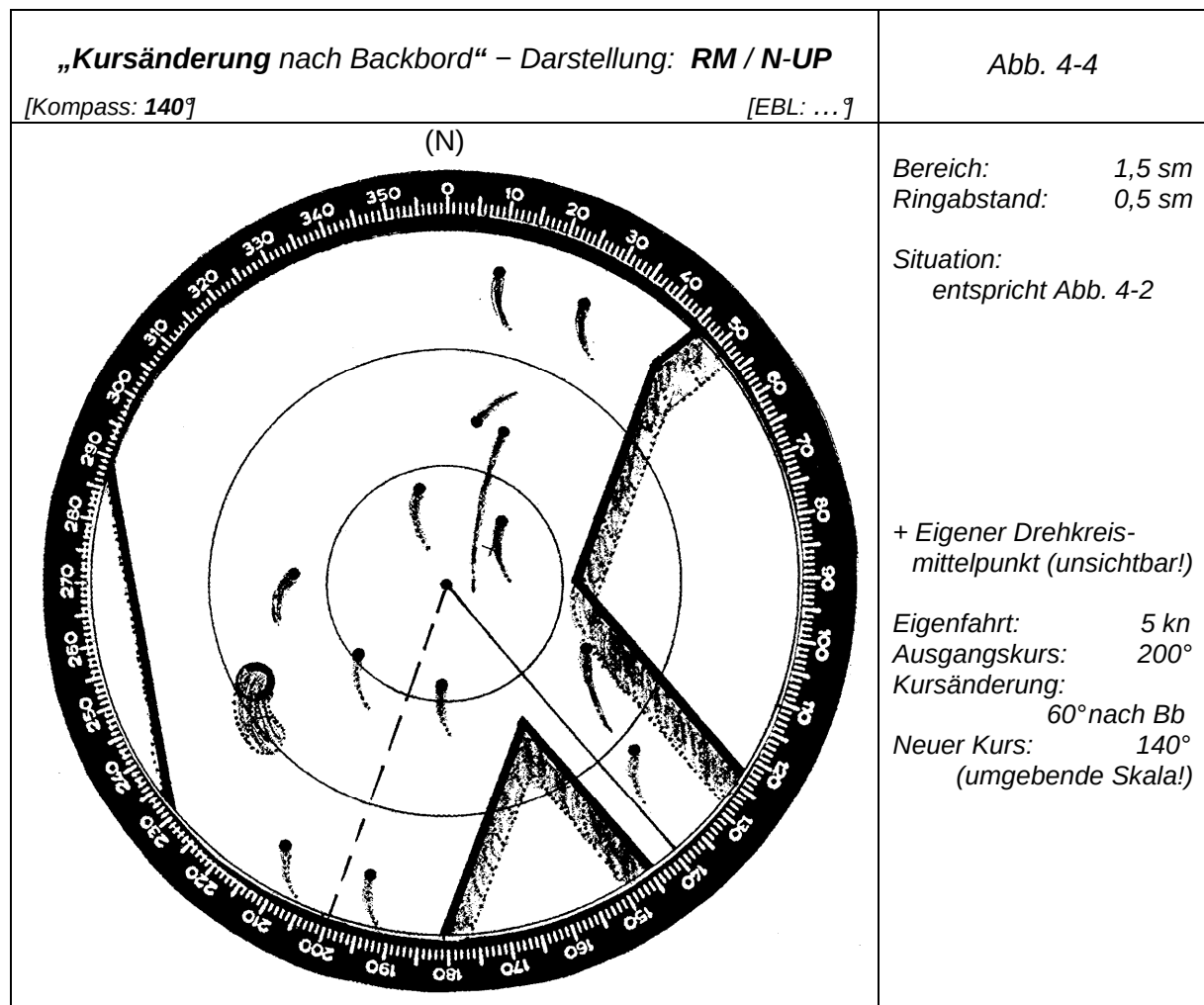
Nach größeren Kursänderungen
sollte die Orientierung des Radarbildes korrigiert werden – „C-UP“.

Die Kompass-Stabilisierung „beruhigt“ 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 (Kompass-)Nord-Orientierung – „N-UP“; sie ist für Sport-schiffer häufig sehr ungewohnt. Bei zentriertem Bild hat die see-kartenähnliche Lage der Darstellung einen unmittelbaren Bezug zu der Gradskala.

Die Vorauslinie wird so eingestellt, dass ihre Richtung dem Anliegenden Kurs (Kompasskurs) entspricht oder ihre Lage 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 der **Nord-Orientierung** und zentriertem Bild wird die „feste“ **Gradskala** – nach korrekter Eingabe des Kurses – zur „**Kompassrose**“.

Je nach verwendetem Kompasssystem entspricht dann „Null Grad“:
Kompassnord („MgN“) bzw. Missweisend Nord („mwN“)
oder Kreiselnord („KrN“).

Sowohl die Nord- als auch die (Soll-)Kurs-Orientierung erfordern beim Radarpeilen die dem installierten Kompass entsprechenden – nicht „automatisch“ berücksichtigten – Anteile einer Fehlweisung anzubringen, um eine 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 – die gewohnte Darstellung – mehr als „vorteilhaft“. –

Die unter Abschnitt 3.2.1 erwähnte Übermittlung von analogen Kompassdaten mittels einer Kreiseltochter an das Radarbild ermöglichte Kreisel-Kompasspeilungen 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 schiffs-vorausorientiert; die „starre“ Vorauslinie zeigte nach „oben“ – auf „Null Grad“ 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 würden **kompass-stabilisierte** Relative Darstellungsmodi – im Vergleich zu „RM“ / basisstabilisiert / vorausorientiert“ – eine wesentliche **Verbesserung** der **Qualität** seiner Radarnavigation bedeuten – dank exakterer Peilungen und erheblicher Reduzierung der Nachleuchtschleppen.

Wegen einer eindeutigen Erkennung „Echter Objekte“ bei Seegang ist die **K o m p a s s - S t a b i l i s i e r u n g** bei der digitalen Signal-Datenverarbeitung ein Muss.

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

Die **Absolute Darstellung** verlangt eine u m f a s s e n d e Stabilisierung der Bildaufzeichnung. Basis- und Kompass-Stabilisierung sind für den „TM“-Betrieb eine 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 der Schiffsführung. Hinzu kommt – d r i t t e n s – die Notwendigkeit, den Einfluss der Eigenen B e w e g u n g auf die Gesamtdarstellung mit Hilfe einer **Log- oder GPS- 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 f e s t stehende Objekte auch auf dem Bildschirm ihre Lage n i c h t verändern (sollten). Die Nachleuchtschleppen markieren nun nicht mehr die Relativen Spuren, wie bei der Relativen Anzeige, sondern sie deuten die „wahren“ Fahrtrichtungen aller sich b e w e g e n d e n Objekte an. „Eigenschiff“ läuft unter Markierung einer Eigenen Nachleuchtschleppe mit seiner Eigengeschwindigkeit „durchs Wasser“ („FdW“) o d e r bei Erfüllung besonderer Randbedingungen mit Absoluter Fahrt „über Grund“ („FüG“). – „Eigenschiff“ wird „geschoben“/„geführt“ – „getrackt“.

Für beide Darstellungsarten gilt die Bezeichnung „True Motion“. Wie und ob die Darstellung bei unterschiedlichen Fahrtwerten mit einem „KdW“ oder „KüG“ entsteht, wird anschließend in den Abschnitten 4.2.1, „Log-“, bzw. 4.2.2, „GPS-Stabilisierung“, erklärt.

Es gab Analogradar-Sichtgeräte („Kursradar“), die durch eine m a n u e l l e Eingabe der Kurs- und Fahrtwerte den Eigenen Weg „durchs Wasser“ oder „über Grund“ berücksichtigen konnten und damit eine „TM“-Darstellung ermöglichten. –

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 das sich bewegende „Eigenschiff“ im Verlauf seines Kurses nicht anschließend am Rande der Bildröhre „im Nichts“ verschwindet, und auch noch „genügend freie Sicht voraus“ geboten wird, wird es spätestens beim Abstand eines drittel (vielfach wählbar) Radius 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 z e n t r i e r t e Gradskala u n b r a u c h b a r. Deshalb müssen d i g i t a l e 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** n i e m a l s an einer z e n t r i e r t e n – „f e s t e n“ – **Gradskala** ablesen.*

*Der oben genannte Vorbehalt für das Ablesen der Peilungen gilt n i c h t 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 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 „Fahrt-Kompensierung“ für die Bildaufzeichnung einer „Absoluten Darstellung“ („TM“). Auf diese Weise besteht dann die Möglichkeit, die s t a t i o n ä r e n Objekte – bis zum „Zurücksetzen“ von „Eigenschiff“ – für eine „gewisse“ Dauer weitgehend zu f i x i e r e n.

Analoge Fahrtwerte, mit der „pro Takt“ ermittelten Wegstrecke, übernimmt die Ablenk-Einrichtung der Bildröhre eines Analogradars schrittweise von einem geeigneten Log. Ein **Staudruck-** oder ein („Impeller“-)**Sum-Log** misst die „Fahrt durchs Wasser“, auf dem Weg in Kielrichtung. Dieser Modus wird im Englischen „**Watertrack**“(„**WT**“) genannt. Damit wird eine Form der Log-Stabilisierung ermöglicht, die – wegen der „Herkunft“ ihrer Messdaten – **O b e r f l ä c h e n** wasser bezogen ist und die deshalb auch **see-/ wasser-stabilisiert** genannt wird. Die sich daraus ergebende Darstellung mit dem „Kurs durchs Wasser“ („**KdW**“) – mit **A u s n a h m e** 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“ dem „Wasser“, nicht dem „Grund“, gegenüber „absolut“; die Richtung der Vorauslinie kennzeichnet den gesteuerten Kompasskurs. (Abschn.4.2.1.1/3)

Ein **z w e i - dimensionales hydro-akustisches Doppler-Log**, mit einem digitalen Datenausgang, misst außer der Längskomponente **a u c h** noch die **Q u e r**komponente einer Abdrift durch den Wind und damit die exakte „**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“ 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 **G r u n d**“ („**FüG**“) messen.

Diese „andersartige“ Logstabilisierung wird als **grund-** oder (meeres-)boden-stabilisiert („gestützt“) bezeichnet. Es handelt sich, in Küstenregionen, um vorwiegend **a b s o l u t e** Daten, unabhängig von jeglicher **A b d r i f t** und/oder **V e r s e t z u n g** – brauchbar für eine „**R e i n e Radar-Navigation**“. (Abschn.4.2.1.3)

Grundstabilisierte Daten **k ö n n t e n** bei passendem Datenformat aber auch von irgendeinem **F u n k - O r t u n g s s y s t e m** „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 Fahrtmess-Methoden kann jeweils ein – dem Verwendungszweck **a n g e m e s s e n e r** – „Fahrweg“ („Track“) gewählt werden.

An dieser Stelle soll der große Fortschritt durch die digitalen **N M E A** -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.

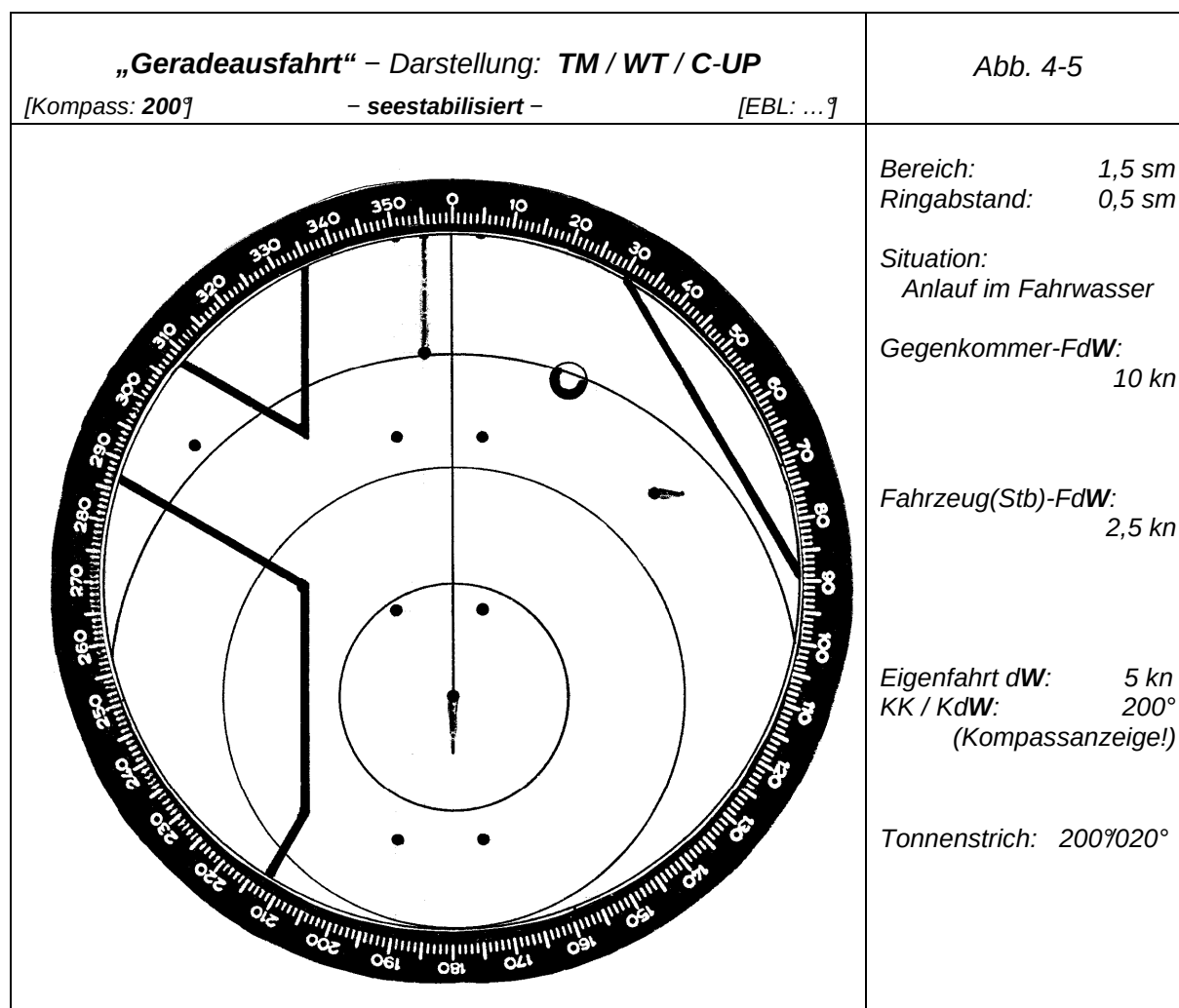
In den folgenden Abschnitten werden beide Arten der „**Eigenschiff-Bewegung**“ („Fahrtkompensierung“) – bei zum Teil unterschiedlichen Orientierungs-Modi – behandelt.

4.2.1.1 „Absolute Darstellung“ / see-(grund-)stabilisiert / kursorientiert

– **TM / Water-(Bottom-)track** / Course-Up

Die Eigene „Fahrt durchs Wasser“ („FdW“) wird 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 „Soll-Kurs-Modus“, schaltbar.

Bei Anliegendem Kurs wird die Vorauslinie, die zu Beginn meistens auf einem Durchmesser liegt, manuell „aufwärts gerichtet“ – „**C-UP**“ – eingestellt **oder nach Wahl über „Orientierung“: „Course-Up“ eingerichtet.** (Abschn.5.2.2) (Eine exakte Einstellung „auf Null“ ist in den meisten Fällen, wegen „sowieso“ möglicher bzw. unvermeidlicher Kursschwankungen / -änderungen, nicht unbedingt notwendig.) Kompasskurs („HM“) und Peilungen („EBL“) müssen digital abgelesen werden.



Erkenntnisse aus Abb. 4-5:

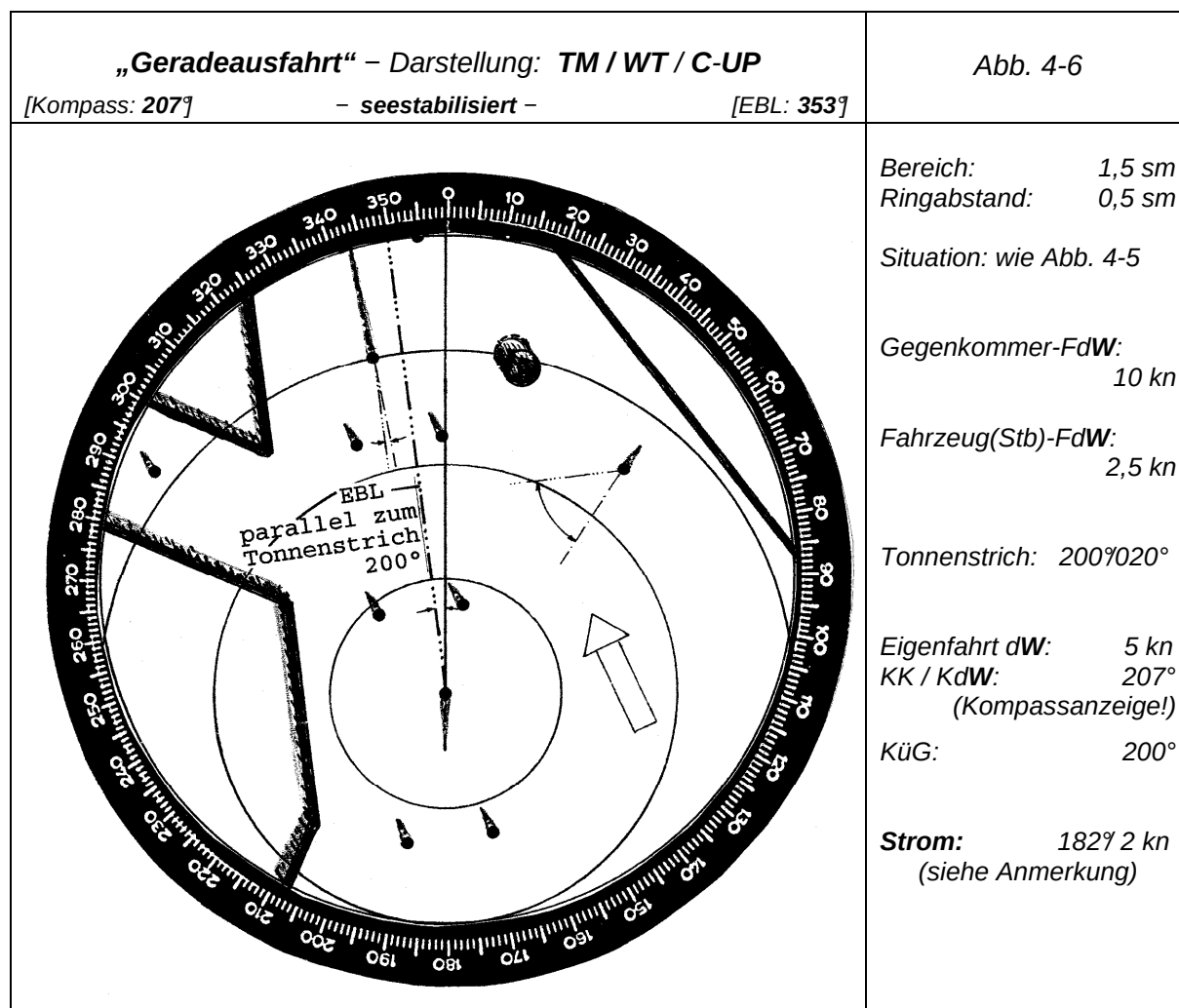
Im Vergleich zu Abb. 4-1 bilden die Festziele *keine* Nachleuchtschleppen.

Ein derartiges „Bild“ kann bei Verwendung eines Staudruck- oder eines Sum-Logs für eine Absolute Darstellung im „Watertrack“-Betrieb entstehen. Es besagt, dass *keine* rle i 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“ entsprechen. Er würde aber nicht mit dem „Kurs über Grund“, der durch

den Tonnenweg führen sollte, übereinstimmen, weil die Versetzung durch „Vorhalten“ kompensiert wird. (Abb.4-6)

Durch dieses Verhalten entstehen generell hinter allen Festzielen Nachleuchtschleppen, denn „**TM/WT**“ ist „genau genommen“ nicht („völlig“) **a b s o l u t**.

Die anschauliche Bestätigung einer derartigen Situation erhält man auf dem Radarbild durch Vergleich der Vorauslinie/Kielrichtung („**HM**“) mit einer Hilfslinie, dem Elektronischen Peilstrich („**EBL**“/„**Digitalanzeige!**“), der dem korrekten „Kurs über Grund“, dem **F a h r - w a s s e r v e r l a u f**, entsprechend eingestellt wird. Die Winkeldifferenz ergibt das Maß der Versetzung. (Abschn.8.1.1) Im „**Watertrack**“ 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 **F e s t z i e l e n**, Tonnen und Kaianlagen, Nachleuchtschleppen.

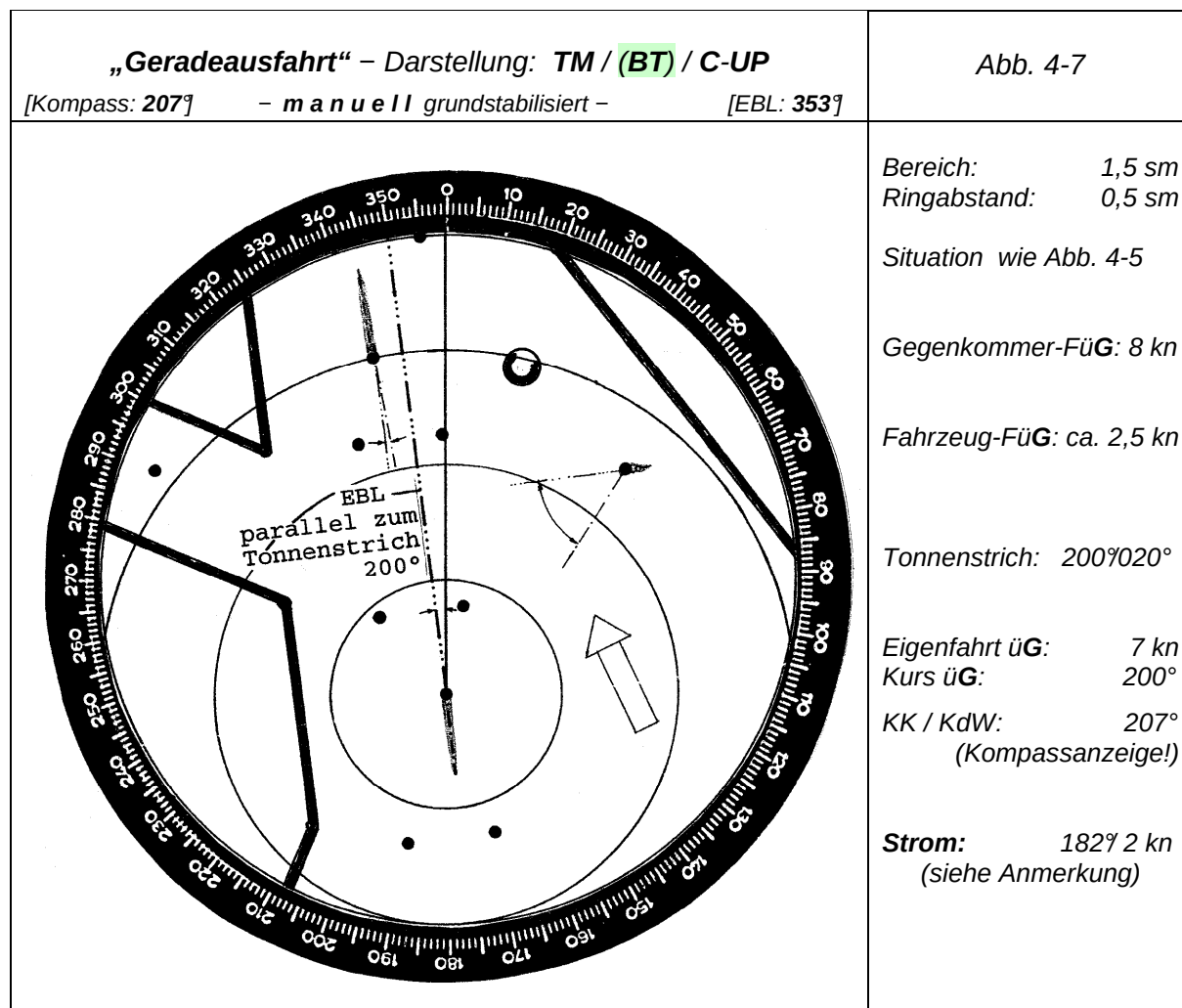
Die Differenz der „Marker“-Richtungen ergibt das Maß der Versetzung:

$$„\text{HM}“ - „\text{EBL}“ \text{ } 353^{\circ} = 7^{\circ}$$

Sobald eine **Versetzung** durch Strom und/oder Wind herrscht zeigen die **Festziele** im „**Watertrack**“ bei der „**Absoluten Darstellung**“ („**TM**“) – „t r o t z“ korrekter Eigener Kurs- und Geschwindigkeitsdaten – **Nachleuchtschleppen** i n Richtung der Versetzung.

Manch ältere Analoganlage bot im „True-Motion“-Betrieb die Möglichkeit, Richtung und Geschwindigkeit der Versetzung von *H a n d* einzugeben und damit die Festziele zu „verankern“. Die Darstellung wird dadurch empirisch *g r u n d* stabilisiert.

Das entsprechende Radarbild sieht wie bei einem „echten“ „Bottomtrack“-Betrieb aus. (Ein Analogradar könnte die digitalen Daten eines grundstabilisierenden *D o p p l e r* logs natürlich nicht verarbeiten!)



Erkenntnisse aus Abb. 4-7:

Die Festziele zeigen *k e i n e* Nachleuchtschleppen.

Diese grundstabilisierte Darstellung zeigt, dass die „Eigenschiff“-Nachleuchtspur mit der Bewegungsrichtung, dem „Kurs über Grund“ („KüG“), übereinstimmt. Die „EBL“ ist 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. Alle Nachleuchtschleppen bestätigen das „Umschwenken“ der „Vektor-Richtungen“ der Fahrzeuge – „Wasser“ ↔ „Grund“. (Abschn.4.2.1.3)

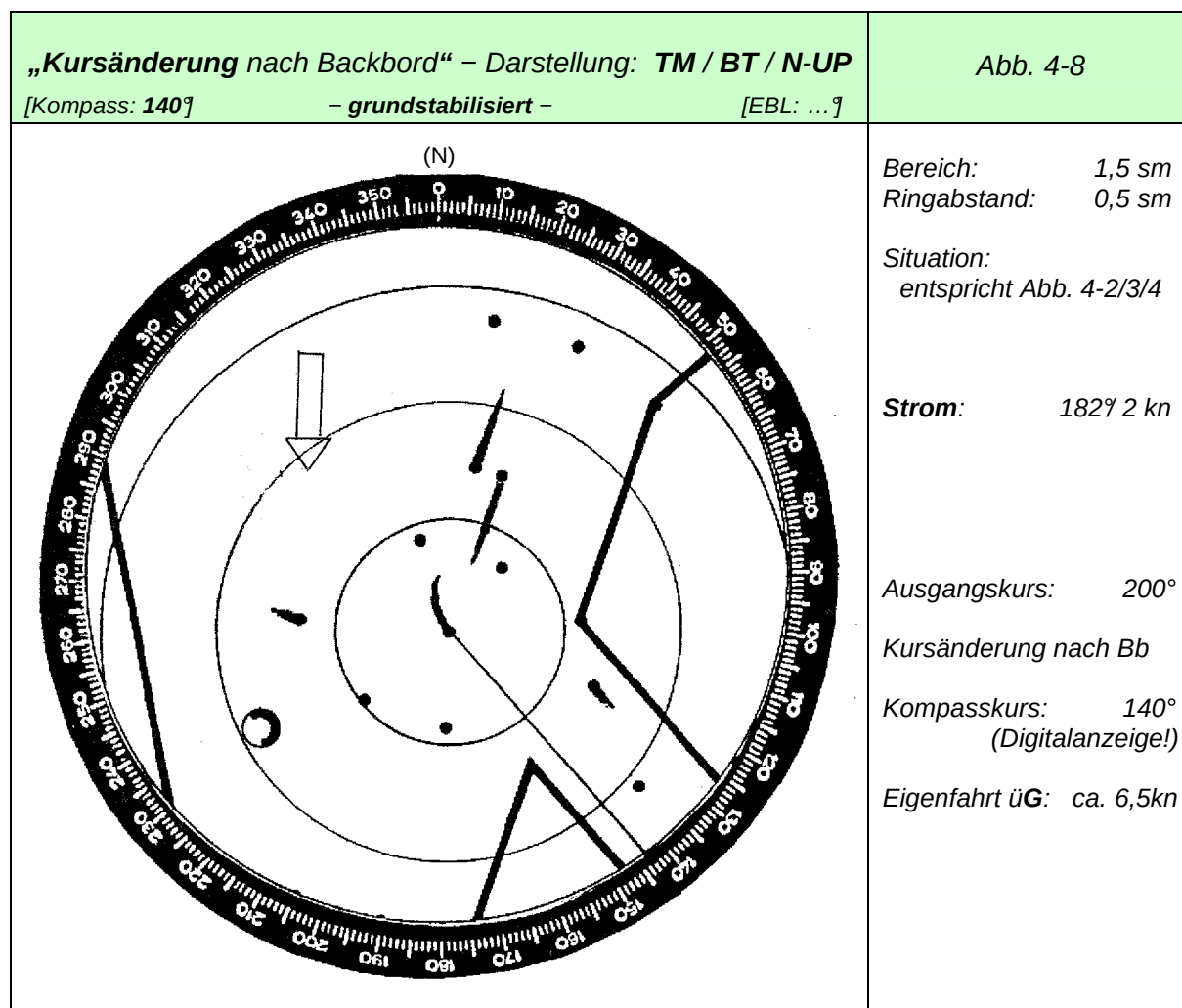
4.2.1.2 Absolute Darstellung / *grundstabilisiert* / nordorientiert

– *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*“ („Kompass-Nord“) vorherrschend. Die Vorauslinie wird deshalb mit Hilfe einer

digitalen Anzeige auf den Anliegenden Kurs („mwK“ bzw. „KrK“) eingestellt (Abschn.4.1.2.2) – oder die Orientierungsart „North-Up“ direkt angewählt (Abschn.5.2.2).

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



Erkenntnisse aus Abb. 4-8:

Dieses Beispiel zeigt – im Vergleich zur Relativen Darstellung („RM/N-UP“) (Abb.4-4) –, dass nur noch, abgesehen von den absoluten („unbeeinflussten“) 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 von „Trail“ oder „im Verlauf“ von „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 von Abb. 4-6/7 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...4) durch Versetzung beeinflusst

worden wären; denn deren Auswirkung auf die Positionen der Fahrzeuge ist unabhängig von der Darstellungsart. Doch wären bei einer Relativen Darstellung die „Feinheiten“, die *e r w e i t e r t e n* Fahrtkomponenten-Anteile, der Nachleuchtschleppen eines *j e d e n* Objektes durch eine *z u s ä t z l i c h e* (überlagerte) Bewegung – verursacht durch Wind und/oder Strom – oft kaum zu erkennen gewesen.

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 *u n t e r s c h e i d e n* sich jeweils – abhängig von dem „Track“-Modus (Abb.4-6/7) – durch Länge und Richtung ihrer Vektoren und damit auch durch unterschiedliche Nachleuchtschleppen. Aus diesem Zusammenhang ergeben sich folgende Betrachtungen zur „Fahrweg-Anpassung“ bei einer „Absoluten Darstellung“ („TM“) mit vorgegebener Log-Stabilisierung.

*Die **alternative** Anwendung einer **see-** bzw. **grundstabilisierten** Darstellung kann – aus Gründen der „Datenverarbeitung“ – **n u r bei einem digitalisierten Radarsichtgerät zum Tragen kommen.***

Ein *s e e* stabilisiertes „TM“-Radarbild („WT“) vermittelt durch die Richtung der Nachleuchtschleppen den jeweiligen „**Aspect**“, die Lage, der anderen Fahrzeuge. (Abb.4-6) Auf dem Tonnenweg zeigt der Gegenkommer seine Steuerbordseite, „grün“, und der Radarfahrer zeigt ihm „rot“; obgleich sich beide auf *p a r a l l e l e n* „Über-Grund(!)-Kursen“ entgegenkommen, entspricht dies den Tatsachen. Bei einer kritischen Nachleuchtschleppen-Betrachtung muss man sich jedoch immer vergegenwärtigen, dass die Fahrzeuge (in der Regel!) mit korrektem Kurs („KüG“) laufen und dass – falls Strom geht – der Kompasskurs (Vorauslinie/Kiellinie) und die Absolute Bewegungsrichtung zwangsläufig *n i c h t* übereinstimmen können. (Abb.4-7) Deshalb *wäre es, wenn möglich, angebracht*, in einem durch *s t a t i o n ä r e* Objekte *b e g r e n z t e n* Fahrwasser oder im Küstenvorfeld – wobei das jeweilige Umfeld Referenzpunkte bietet – ...

*... im „Rahmen der „**Reinen**“ Radarnavigation“ im „**Bottomtrack**“ zu laufen.
Bei der Absoluten Darstellung mit der „Fahrt über Grund“ („BT“) **sind a l l e Nachleuchtschleppen („Trails“) a b s o l u t.***

Im „Freien Seeraum“ kann jedoch eine *s t a r k e* Versetzung im „Bottomtrack“ bei relativ *g e r i n g e n* Geschwindigkeiten der Fahrzeuge bewirken, dass – bei unsichtigem Wetter und „Anwendung der KVR“ im Laufe einer Begegnung – ihre Nachleuchtschleppen 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 *s e e* stabilisierte Darstellung („WT“) präsentiert die „Absoluten“ Verhältnisse im „Freien Seeraum“ *u n a b h ä n g i g* von dem Maß der *g e m e i n s a m e n* Versetzung; deshalb bei Begegnung mit anderen Fahrzeugen ...

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

4.2.2 GPS-Stabilisierung – „Eigenschiff-Bewegung“ („Track“) und „Radarbild-Orientierung“ („Orientation“)

Würde sich eine nord-stabilisierte Raster-Scan-Darstellung bei einem „GPS“ „einklinken“ und die Eigene Position laufend von diesem System übernehmen – mit einem Analogradar nicht möglich – bedeutete dies eine „**Absolute Nord-Orientierung**“.

Dann entspricht die Nullrichtung der „Eigenschiff-bezogenen“ Gradskala *see karten-gemäß* 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 „**total**“ / Grund zu stabilisieren, zu *fixieren*.

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

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

Schlussfolgerung:

Die Bedeutung der für gravierend erachteten Vor- bzw. Nachteile der verschiedenartigen Fahrt-/ Kursangaben – „Watertrack“ o d e r „Bottomtrack“ – wird von den jeweiligen „Anhängern“ häufig unterschiedlich eingestuft. Die Möglichkeiten, die die Darstellungsvarianten und die vielseitigen „Geometrischen Hochrechnungen“ (Abschn.8.3.1) erlauben, scheinen die Bedeutung des einen oder anderen Modus der Log-Stabilisierung zu relativieren. Letztlich wird das an Bord installierte Log oder ein „GPS“ bestimmen, welche Betriebsart für das Radar gewählt werden kann (muss).

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“ entwickelt, abnehmen.

Eine Steigerung der Aussagefähigkeit der Darstellung könnte noch durch die Überlagerung des Radarbildes mit der „Elektronischen Seekarte“ eines Karten-Plotters (Chart Plotter) oder durch dessen zusätzliche Verwendung erzielt werden.

Doch die „totale Sicherheit“ erkaufte man sich mit „all dem Aufwand“ nicht. – Auch beim Radar gilt es für den Sportschiffer, aus Kosten- oder Platzgründen, „die Verhältnismäßigkeit der Mittel zu wahren“! –

5 Einbauen und Bedienen

5 Radaranlagen – zusammenstellen, installieren 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 auf die genannten Einheiten verteilte **Stromversorgung**.

Größere Schiffe (BRZ ≥ 10.000) müssen über mindestens zwei Radaranlagen verfügen können. Diese unterscheiden sich häufig durch ihre Frequenz bzw. Wellenlänge und/oder durch ihre Auflösung („Antennenspannweite“ – Abschnitt 7.2); in Einzelfällen auch durch eine fahrtrichtungsabhängige Anwendung. (Abschn.3.3.1)

*Alle Geräteeinheiten für die **Wartung** z u g ä n g l i c h anordnen*

Die Radarantenne wird – bei Sportfahrzeugen möglichst weit oberhalb der Wasserlinie – so installiert, dass die „Sicht nach voraus“ n i c h t durch Masten, Ladeposten oder Aufbauten beeinträchtigt wird. Für „Ausrüstungspflichtige Schiffe“ verlangt das **BSH** – Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie – einen sog. „**Kernschatten-freien 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 **1/10** 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 angeordnet, 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 **B a c k** – installiert. –*

Sende-/Empfangseinheiten von Anlagen der Großschifffahrt wurden meistens unter Deck („**Transmitter-Down**“) angeordnet und über eine spezielle frequenzabhängige „Speise-Leitung“ 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/wird. Im Falle eines S-Band-Betriebes kann die Verbindung auch durch ein **Koax-Kabel** hergestellt werden.

Klein-Radaranlagen 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 „Kleineren“ auch ihre Vorteile; sie sind einfacher zu montieren und unempfindlich gegenüber Leinen und Segel; sie bieten ein geringeres Toppgewicht, benötigen k e i n e n 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“, krängungs-unabhängig, in einer „Wiege“.

*Neuerdings v e r m e i d e t man bei Handelsschiffs-Radaranlagen – infolge der Entwicklung unempfindlicherer Bauelemente (Wartung!) – generell die Speisung der Antennen über einen Hohlleiter oder ein Koaxkabel, bringt Sende-/ Empfangseinheit auch 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 oder gar den einer möglichen Sonneneinstrahlung sowie Reflexionen durch eine helle Deckenverschalung auf das Schirmbild nicht unterschätzen. Bei der Wahl des Aufstellungsortes für das Sichtgerät wird dringend empfohlen, auf eine „gewisse“ Abschirmung bzw. „Schwärzung“ des Deckenbereiches zu achten.

Diese Empfehlung gilt auch bei der Verwendung von Flüssigkristall-Bildschirmen; sie ist selbst bei „Tageslicht-Bildschirmen“ sehr zweckmäßig. – Generell ist das Rasterscan-Sichtgerät ein großer Fortschritt gegenüber dem analogen Sichtgerät mit seiner unentbehrlichen Sichthaube oder einer „Radar-Kabine“ 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 Standard-Schritte beschrieben. – Es ist auch nicht zwingend, dass alle aufgeführten Einstellmöglichkeiten angeboten werden; denn deren Umfang ist häufig eine Kosten- und/oder Platzfrage.

Außerdem ist es möglich, dass laufende Entwicklungen auch neue Bedienelemente für die Beeinflussung bzw. Auswertung des Radarbildes (z. B. 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 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.

5.2.1 Grund-Einstellung – „Abstimmung“

Die **Reihenfolge der Grundeinstellung: „1-1“ bis „1-12“** ist **i m m e r** einzuhalten.

1-1/2 „**Hauptschalter**“, („Off“/„Stand-by“/„On“):

Über „Bereit“ / „Stand-by“ – einen Aufwärmzeitraum von zwei bis drei Minuten für Glühfaden beheizte Elektronenröhren – auf die Betriebsstellung „Ein“/„On“ schalten und damit dann auch die Drehantenne und den Sender in Betrieb setzen.

1-3/4 „**Helligkeit**“ und „**Verstärkung**“, („Brilliance“/„Intensity“ und „Gain“):

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

1-5/6 „**Seegangs- und Regenenttrübung**“, („ACS“/„STC“ und „ACR“/„FTC“) (Abschn.5.2.2):

Diese Regler bzw. Schalter auf „unwirksam“ regeln oder „Aus“/„Off“ schalten.

1-7 „(Übersichts-)Bereich“/„Bereichs(-Wahl-)schalter“, („Range“/„Range Selector“):

Auf einen mittleren Bereich von etwa „**6...8 sm**“ – „jenseits“ des Wirkungsbereiches der „Seegangs-enttrübung“/„Nahechodämpfung“ – schalten.

1-8 **„Impulslänge(-dauer)“**, („Pulse Length/Duration“):

Auf „kurz“ schalten – falls möglich.

1-9 **„Helligkeit“**, („Brilliance“/„Intensity“):

So einregeln, dass der Schreibstrahl („Sweep“) g e r a d e sichtbar wird – auf optimalen Kontrast. Den Kontrast im Laufe des Betriebes n i c h t verändern!

*Eine ü b e r m ä ß i g e „Bild-Helligkeit“
kann das **Erfassen** von **Objekten** n i c h t verbessern.*

1-10 **„Verstärkung“**, („Gain“):

So weit steigern, bis ein „sandiger – gries(ß)iger – Untergrund“ g e r a d e sichtbar wird; damit ist dann das sog. **„Rauschen“**, die Grenze einer sinnvollen Echo-/ Signal-Verstärkung, erreicht. (auch „1-12“)

1-11 **„Abstimmung“**, („Tuning“):

Falls nicht automatisch, so abstimmen, dass möglichst viele – einzelne(!) – Objekte dargestellt werden und/oder die „Abstimmanzeige“ ihr Maximum erreicht.

Bei Automatischer Abstimmung („Automatic Frequency Control“/„AFC“) ist es möglich, dass sich sog. „Tortenstücke“ – Sektoren mit und ohne Zieldarstellung – zeigen, falls ein stabiler, brauchbarer Zustand n i c h t erreicht werden kann. –

1-12 **„Verstärkung“**, („Gain“):

Wenn notwendig, gemäß „1-10“ nachregeln.

5.2.2 Betriebs-Einstellungen – „Darstellung“

Die Betriebseinstellungen „2-1“ bis „2-9“ ergänzen die „Grundeinstellung“ und beeinflussen auch die Darstellung.

2-1 **„Vorauslinie/-marker“**, („Headmarker“/„HM“)/„Heading Line“) (Abschn.5.2.3-1):

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

Das Bedienelement kann – falls dies nicht automatisch geschieht –, bei zentriertem Bild und Relativer Darstellung (Abschn.3.3.1), auch zum Einstellen der Vorauslinie auf „Null Grad“ der Grad- / Peilskala dienen und damit gleichzeitig die B i l d l a g e bestimmen. –

2-2 **„Kompass“/„Kurs“**, („Compass“/„Course“):

Bei kompass-stabilisiertem Bild die Lage der Vorauslinie dem anliegenden Kurs entsprechend („C-UP“ oder „N-UP“) einstellen. (Abschn.4.2/3)

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)

2-4 **„(Übersichts-)Bereich“/„Bereichsschalter“**, („Range“/„Range Selector“):

Den Übersichtsbereich der gegebenen Situation anpassen.

2-5 „**Seegangsenttrübung**“/„**Nahechodämpfung**“, („Anti Clutter Sea“ („ACS“)/
„Sensitivity Time Control“ („STC“)):

In allen Übersichtsbereichen 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 „Seegang gefährdeten Bereich“ und unterdrückt dadurch vorwiegend die häufig schwächeren – störenden – Reflexionen. (Abschn.9.1.1)

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

Im Nah- und Nächstbereich sorgt die „**Nahechodämpfung**“ *a u c h*
für eine *bessere* **Auflösung** von „Objekt-Ansammlungen“.

2-6 „**Regenenttrübung**“, („Anti Clutter Rain“ („ACR“)/„Fast Time Constant“ („FTC“)):

Bei auftretenden Niederschlägen – bei Bedarf – einschalten oder einstellen. Denn die „Regenenttrübung“ kann die „Qualität“ der Echos, d.h. den Grad der zeitabhängigen Steigung ihrer „Vorderflanken“, erkennen und sie dadurch „unterscheiden“. Dabei kennzeichnet „**Fast**“ – *schnell* / „kurz“ – den Charakter der sog. „Zeitkonstante“ („**Time Constant**“) des Schaltungs-Gliedes für die „Differenzierung“ der Signale und bestimmt damit das Maß ihrer Verstärkung durch den „Bildverstärker“. (Abschn.9.1.2)

Auch die „**Regenenttrübung**“ mit *Fingerspitzengefühl* handhaben,
damit *Echte Objekte* *nicht* unterdrückt werden.

Auch dieser Regler ermöglicht häufig eine *bessere* **Auflösung**
von Objekten einer „Massiven Zusammenballung“.

2-7 „**Impulslänge**(-dauer)“, („Pulse Length“):

Umschalter – „kurz“(„short“) oder „lang“(„long“) – für einen kürzeren bzw. längeren, als den mit dem Übersichtsbereich automatisch gewählten, Impuls.

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 **Über-Reichweite** hilft eine kürzere Impulslänge außerdem zu vermeiden, *f a l s c h* 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.

2-8 „**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 für die Revierfahrt nützlich. Einige Anlagen erlauben eine Dezentrierung in jede beliebige Richtung. – Es muss jedoch unbedingt beachtet werden, dass dann an einer das Radarbild umgebenden „festen“ Gradskala keine Radarpeilungen (Abb.3-4) und keine Kurse abgelesen werden dürfen. (Abschn.3.2.2)

2-9 „**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“ verfügen, bieten die Möglichkeit, den Maßstab des kleinsten Übersichts-bereiches – 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. Bei einigen Kleinanlagen kann der Maßstab eines jeden Übersichts-bereiches durch den „Zoom“ verdoppelt werden; dies ist beim „Entfernungsschätzen“ zu berücksichtigen!

Falls jedoch die Auflösung ungenügend ist – weil die Antenne zu klein oder weil der kürzeste Impuls zu „lang“ ist –, bringt eine Vergrößerung des größten Maßstabes (ein „Kleinsten Bereich“) keinen „auflösenden“ Vorteil. (Abschn.7) Es handelt sich dann lediglich um eine „optische Hilfe“ für Weitsichtige. –

5.2.3 Betriebs-Einstellungen – „**Ortung und Navigation**“

Die Betriebseinstellungen „3-1“ bis „3-11“ beschreiben Schalter und Regler – zum Teil anlagenspezifische Bedienelemente – zur Unterstützung der „Ortung und Navigation“. (Die meisten werden nur durch die Digital-Technik ermöglicht.)

3-1 „**Vorauslinie/-marker**“, („**Headmarker**“ („**HM**“)/„**Heading Line**“):

Kann durch Tastendruck vorübergehend ausgeschaltet werden, falls ein schwaches Ziel „recht voraus“ gesucht (vermutet) wird. (siehe auch Betriebseinstellung: „2-1“)

3-2 „**Entfernungsmessringe**“/ „**Abstandsringe**“, („**Markers**“/„**Rings**“):

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

3-3 „**Gradskala**“/„**Richtungsrose**“, („**Bearing Scale**“/ „**Rose**“):

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

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

3-4 „**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 – bei Analoganlagen durch ein mechanisches Zählwerk – angezeigt wird. (Abschn.8)

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

3-5 „**Beweglicher Entfernungsmessring**“, („**Variable Range Marker**“ („**VRM**“)):

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

*„EBL“ und „VRM“ sind bei modernen Anlagen häufig zweifach vorhanden. Dann hat die zweite Peillinie oft die Bezeichnung „**S c h w i m m e n d e r EBL**“ („**Floating EBL**“ („**FLT-EBL**“)). Ihr Ursprung kann nämlich beliebig platziert und sie damit auch als „**Peillineal**“ – für vielfältige Aufgaben – genutzt werden.*

3-6 (1.) „**Peil-Linear**“ und/oder (2.) „**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“.

2. Eine beliebig bewegbare elektronische Markierung (ein kleines Fadenkreuz oder ein kleines Quadrat mit Zentrierung) hat auch die Bezeichnung „Cursor“. Sie wird mit Hilfe eines „Roller Ball's“ („Trackball's“), einer „umgedrehten Maus“, oder entsprechender Bedienelemente auf das näher zu bestimmende Objekt „gefahren“.

Für die gewählte Position des „Cursors“ werden entweder sein Abstand zum „Eigenen Schiff“ und seine Peilung oder – bei Anschluss eines „GPS“ – auch sein geographische Standort mit „Länge“ und „Breite“ digital angezeigt.

Bei „intelligenten“ Anlagen - z. B. bei einem „ARPA“ – wird der „Cursor“ „aktiviert“ und dann zum Zwecke der „automatischen Zielansprache /-verfolgung“ auf den Gegner „gesetzt“.

3-7 „**Parallel-Marker/-Markierung**“, („Parallel Index“ („PI“)):

Beliebig, z. B. parallel zur Bewegungsrichtung, verschiebbare – dem „Floating 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 „Parallel-Marker“ zur Verfügung. Die Anzeige der entsprechenden Werte erfolgt in Datenfenstern.

3-8 „**Fahrwegverlauf/Wegpunktreihe**“, („Target-Track“/„Past Positions“):

Die Möglichkeit, Fahrwege („Tracks“ – „Track“ bezeichnet eigentlich nur den Weg über Grund – Abschn.3.4) ausgewählter Objekte und die des „Eigenen Schiffes“ mit Marken 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 Intervalles 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 Markierungs- / Wegpunktabstände verschiedener Objekte ermöglicht – bei der Absoluten Darstellung – eine unmittelbare Einschätzung der Geschwindigkeiten – *relativ* zueinander.

3-9 „**Nachleuchtspur**“, („Trail“):

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

3-10 „**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“.

3-11 „**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

6 Objekte – beobachten, erkennen und vergleichen

Für eine korrekte Bedienung des Radargerätes und eine optimale Auswertung des Radarbildes ist es dringend notwendig, dass ein „Radar-Neuling“ die Darstellung – bei gutem Wetter – immer wieder mit der Wirklichkeit vergleicht und die Einstellungen probt. Denn eine eindeutige Objekttortung ist in der Regel von einer „angemessenen Verarbeitung“ der Echos durch eine korrekte Grundeinstellung des Radars mit Hilfe von „*Abstimmung*“, „*Helligkeit*“, „*Verstärkung*“, „*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 **Störanzeigen** und **Scheinechos** einzuschätzen. (Abschn.9)

6.1 Radarechos

In der „Radar-Umgangssprache“ sind für „*E i n 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. Sog. „**Kräftige Echos**“ sind das Ergebnis intensiver „Reflexions-Serien“.

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

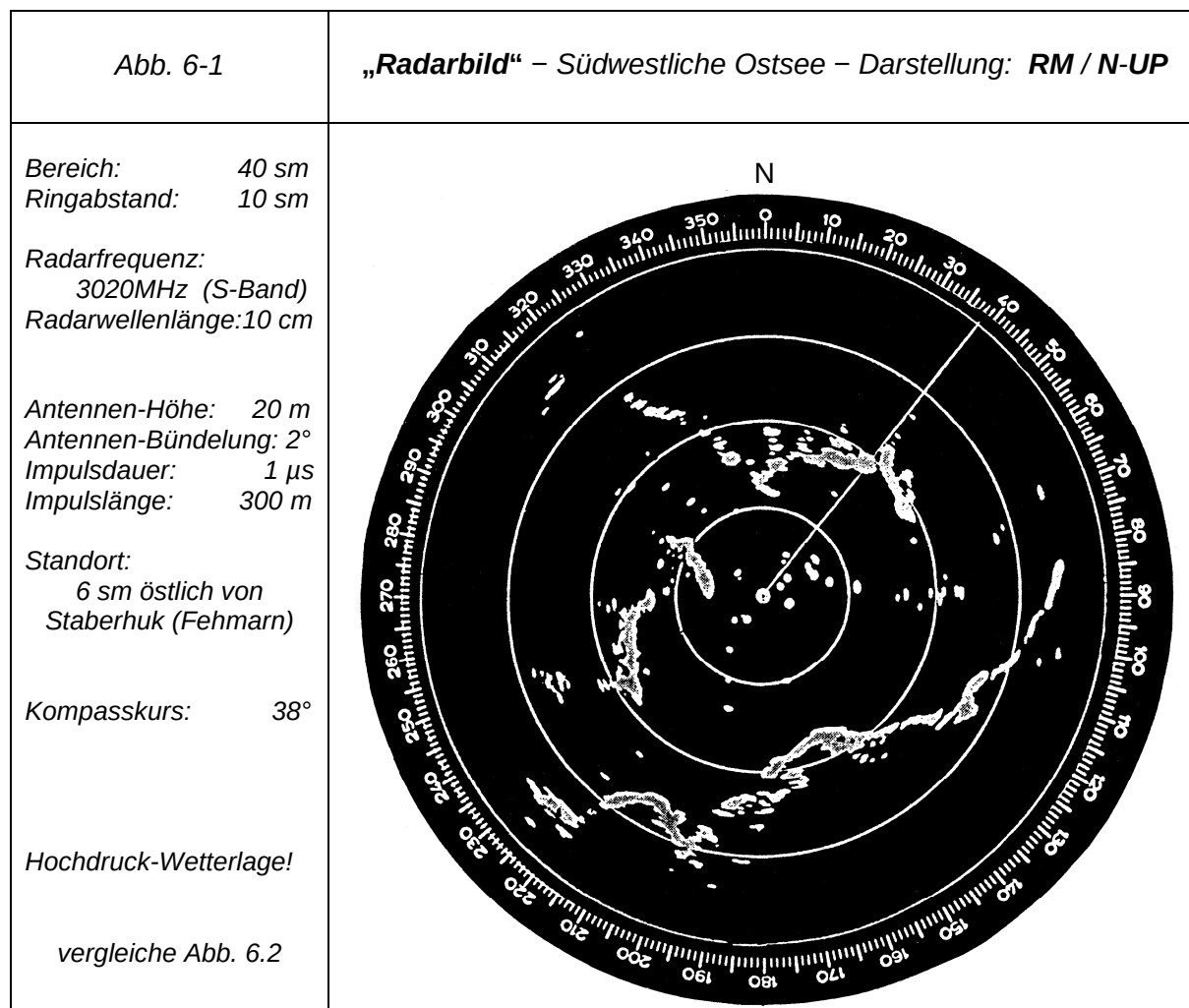
Eine Reflexion läuft stets nach „Gesetzen der Optik“ ab: „*Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel*“ und „*Gerichtete, regelmäßige Reflexionen ergeben wirkungsvollere Echos als diffuse, gestreute*“. – Dabei sollte man sich immer vergegenwärtigen, dass ein Radarecho nur einen Bruchteil der abgestrahlten 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 Beschläge verunreinigter Kunststoff, der sich in reinem Zustand „k a u m“ bemerkbar macht. Nur e x a k t 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 „gleichmäßig rauen“ Fläche ist, dass das „Grundmaß ihrer Unregelmäßigkeit“, d. h., dass der „Durchmesser“ der e i n z e l n e n „Elemente ihrer Struktur“, mehr als z. B. 3 cm, als die L ä n g e einer Radarwelle, beträgt. – Eine r u h i g e Wasseroberfläche oder eine plane, n i c h t l o t r e c h t zum auftreffenden Impuls stehende, Außenhaut eines „Tarnkappen-Schiffes“ (oder „-Flugzeuges“) bietet für ein Radar keine verwertbaren Reflexionen.

Für die Darstellung der „vollständigen Abbildung“ eines markanten, azimuthal ausgedehnten Objektes, bzw. einer geschlossenen Küstenkontur, ist bei der Annäherung auf jeden Fall das Erreichen der Radarkimm-Distanz – abhängig von der „Augeshöhe“ der eigenen Antenne – abzuwarten. (Abschn.2.1)

Wegen des quasi-optischen Verhaltens der Radarwellen zeigen sich **Schatten-Sektoren**. Jedes „Hindernis“ / Objekt, 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 **70 %** der Radarantennen-Spannweite beträgt; sonst häufig nur als „Kernschatten“ („kurze“

dunkle Schatten). Wenn irgend möglich, vermeidet man die schädliche Auswirkung eines bordeigenen „Schattengebers“ bereits bei der Einbauplanung. (Abschn.5.1 u. 9.2.1)

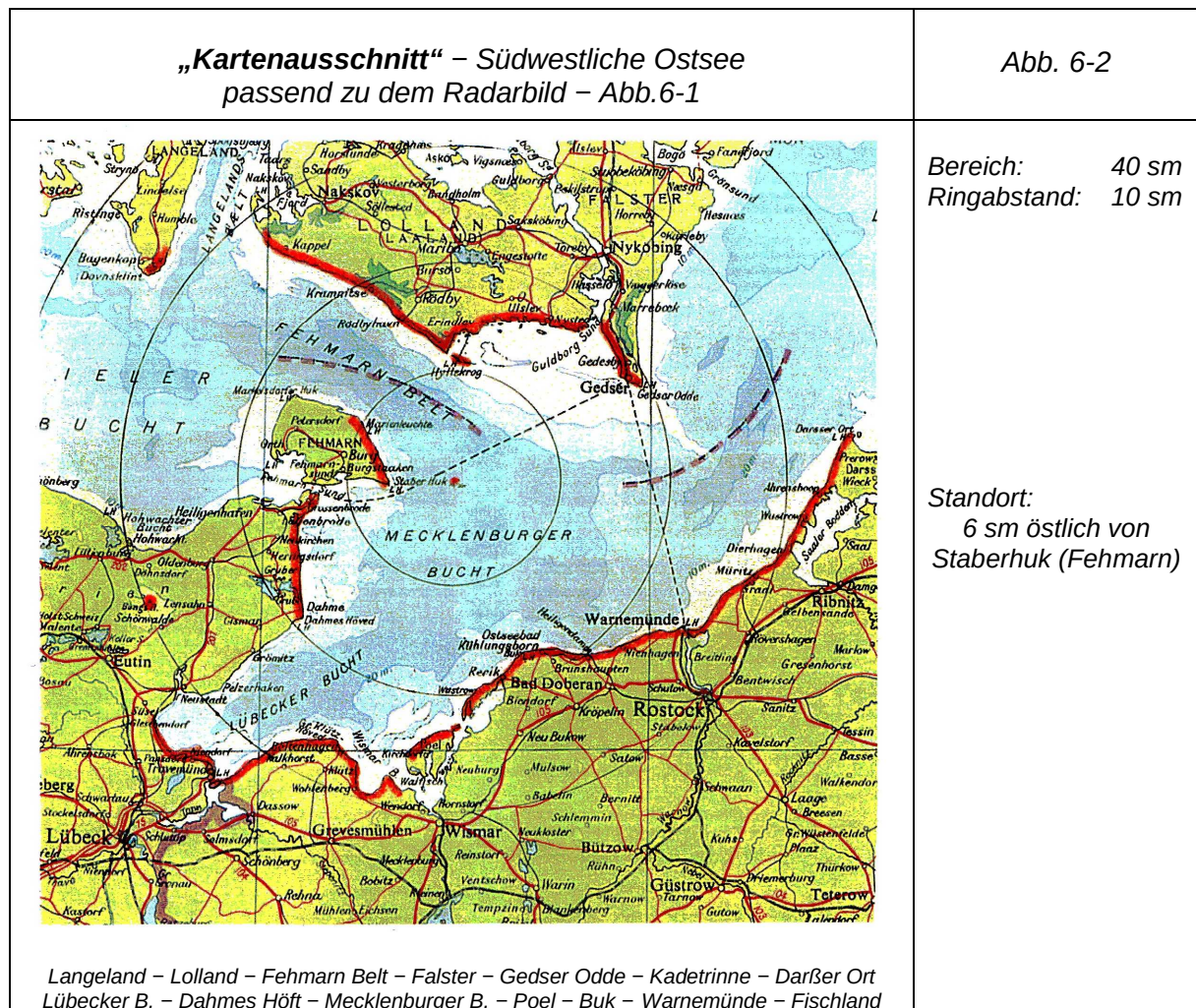


6.1.1 Land und ortsfeste Objekte

Hohe Küsten (Steilufer), Kirchtürme, Hochhäuser und Industrieanlagen sowie gebirgige Lagen im Hinterland werden oft schon sehr früh, bei einer Entfernung von **15 bis 20 sm**, erkannt (Abschn.7.1.2); wohingegen flache Ufer und/oder Deiche wegen ungünstiger Reflexionsbedingungen erst auf kürzere Distanz, **2...4 sm**, zur Anzeige gebracht werden. In Küstenrevieren – in flachen Tidegewässern mit trocken fallenden Sänden – kann sich das Radarbild während des Gezeitenstromes laufend ändern. Bei flachen, schlecht reflektierenden Stränden (Abschn.2.1) liefern oft benachbarte, landeinwärts gelegene Hochspannungs-Leitungsmasten oder Windkraftanlagen – wegen ihrer regelmäßigen Anordnung meistens gut zu identifizieren – eindeutige Anhaltspunkte.

Tiefdruck-Wetterlagen beeinträchtigen eine deutlich zusammenhängende Darstellung des Verlaufes niedriger Küsten oder Strände, vor allem auf größere Distanz, erheblich; dies gilt oft auch für einen „gewohnten“ **Erfassungs-Abstand** (Abschn.6.1.5) bei allen anderen Objekten.

Aus der Ferne „gesehen“, scheinen Brücken grundsätzlich eine Wasserstraße zu sperren. Reflektoren querender Hochspannungsleitungen – Markierungen 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 Echos in jedem Fall „auf“. („Objekte in größeren Höhen“ – Abschnitt 6.1.2)



6.1.2 Wasserfahrzeuge und andere ungebundene 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 bzw. eindeutigen Aufschluss über die Masse eines Objektes.

Bei sehr großen Handelsschiffen mit achtern angeordneter Brücke ist es möglich, dass für die 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 behindern, dass der „Tote Winkel“ unmittelbar recht voraus auf der Wasseroberfläche bis zu zwei Schiffslängen (2x350 m) ausmacht.

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 *B a c k* – den „Überblick“ für die Schiffsführung wesentlich verbessern. – (Abschn.5.1)

Klein-(Sport-)fahrzeuge aus Kunststoff ergeben 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)

Eine übliche Radar-Darstellung erlaubt es *n i c h t*, durch den Versuch einer Analyse der „Radar-Konturen“ eines Schiffszieles, dessen Fahrtrichtung zu bestimmen.

Von der **Lage** der (Echo-)Markierungen eines Fahrzeuges
n i e m a l s auf dessen **Kielrichtung**
und damit auf seine (Ansichts-)Seite: „rot“ oder „grün“ – seinen „A s p e c t“ – schließen;
auch die **Größe/Masse** eines Einzel-Objektes ist *n i c h t* grundsätzlich einzuschätzen.
– Die beiden bedeutendsten „**Unzulänglichkeiten**“ einer Radarortung. –

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 auch wertvoller Hinweis sein.

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

„Niedrig“ fliegende Flugzeuge – ebenso wie Vogelschwärme – werden gelegentlich von der „weit offenen“ Strahlungskeule des Radars, durch ihren *v e r t i k a l e n* Anteil, erfasst und richten „Verwirrung“ an. Sie sind an ihrer, für Wasserfahrzeuge meist unübliche, Geschwindigkeit aber sofort als solche auszumachen. Grundsätzlich können Objekte noch bis in eine *H ö h e*, die etwa einem *V i e r t e l* ihrer Entfernung entspricht, erkannt werden; dazu gehören topographische Formationen oder Markierungsreflektoren von Hochspannungsleitungen und (Hoch-)Brücken (Abschn.6.1.1), aber auch Regen-, Hagel- oder Schneewolken werden unter besonderen Umständen noch abgebildet.

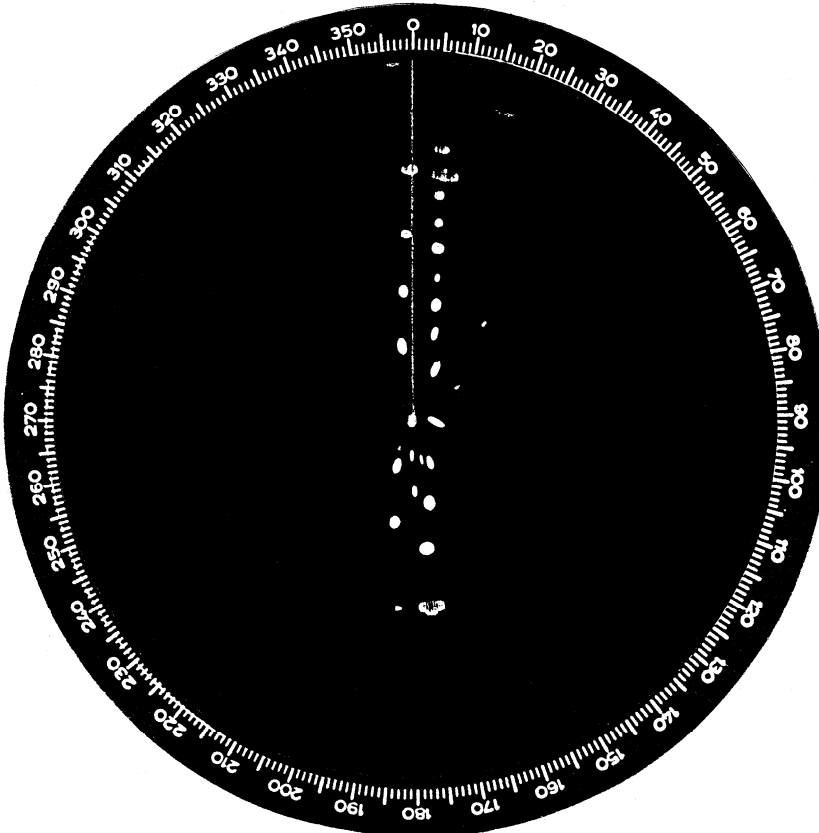
A l l e **Objekte** werden in *e i n e r* **Ebene** dargestellt.

6.1.3 Seezeichen (passiv)

Tonnen erscheinen auf dem Bildschirm als kleine „Flecke“ in Form von Punkten oder Strichen – 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 *m i t* 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*“/„*Seegangsentrübung*“ – „erleichtert“.

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

Wegen häufig sehr ungünstiger Reflexions-Bedingungen rüstet man besonders wichtige Tonnen und Seezeichen, aber auch Brückenstützen /-pfeiler – an Stangen horizontal vom Bauwerk „abgesetzt“ – mit einem **Radar-Reflektor** aus. Dadurch werden sowohl ihr Erfassungsabstand als auch ihre Anzeigezuverlässigkeit erheblich gesteigert (Abschn.6.3). Durch Vergleichsbeobachtungen bei gutem Wetter kann man dann meistens feststellen, dass eine derart ausgerüstete Tonne so deutlich wie z. B. ein stählerner Fischkutter dargestellt wird.

„Tonnenweg“ – Darstellung: RM / H-UP	Abb. 6-3
	Bereich: 1 sm Radarwellenlänge: 10 cm Antennen-Höhe: 20 m Antennen-Bündelung: 2° Impulsdauer: 0,2 µs Impulslänge: 60 m Standort: Einfahrt Gedser

6.1.4 Seezeichen / Landmarken mit Kennung (aktiv) – Radarbaken

Ein Radarbild ist in der Lage, Kennungen in „Morse-Schrift“, bestehend aus „dicken“ „Strichen“ und/oder „Punkten“ – schwach keilförmig, etwa der Form der Hauptstrahlungskeule entsprechend, – in radialer Richtung darzustellen. Diese Morse-Kennung stammt von einer **Radar-Bake**; sie erscheint mit der Vorderkante ihres Anfangs-Zeichens hinter der korrekten Position. Es ist auch möglich, dass nur die Kennung des Baken-Trägers 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 Radarwellen-Sender, im 3-cm- und/oder 10-cm-Wellen-Band, mit Rundum-Antenne, die durch Schiffs-Radaranlagen schon auf eine Entfernung von **10 bis 15 sm** aktiviert werden. D. h. die elektronische Ausrüstung dieser Baken reagiert auf den Empfang von Radarimpulsen der Bordradargeräte und sendet dann jeweils ihre typische Kennung.

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 diese Radar-Markierungs-Baken alle die gleiche Kennung: „—“, die im Morsealphabet dem Buchstaben „T“ entspricht; auf dem Radarbild mit einer radialen Ausdehnung (Strich) 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 „Leuchtfeuerverzeichnis“ mit ihrem genauen Standort, der charakteristischen Kennung sowie ihrer Frequenz aufgelistet. Sie werden dadurch zu einer optimalen, eindeutigen Navigationshilfe.

*Wichtig ist, dass eine möglicherweise aktivierte **Überlagerungs-Störsperre** („IR“) abgeschaltet wird (Abschn.9.1.3), wenn eine Radarbaken-Anzeige genutzt werden soll.*

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 **m i n d e s t e n s 5 m** vermitteln. Diese Werte dürfen jedoch **n i c h t** dazu verleiten, dass man **f e s t** 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,</i> <i>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,</i> <i>Leuchttonne ohne Reflektor und</i> <i>Großes Sportfahrzeug (Metall oder Kunststoff/Holz mit Radarreflektor)</i>	<i>2...4 sm</i>
<i>Mittleres Sportfahrzeug (Kunststoff/Holz,), Rettungsboot und</i> <i>Mittlere Fahrwassertonne o h n e 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“ Eisscholle)</i>	<i>0...½ sm</i>

Bei S-Band-Betrieb ist generell die in Abschnitt 2.1 erwähnte **s c h l e c h t e r e** Erkennbarkeit von extrem flachen, niedrigen Objekten durch die 10-cm-Welle in Betracht zu ziehen.

6.2 Radarquerschnitt

Der sog. **Radarquerschnitt** (σ) [m^2] dient der objektiven Beurteilung der Rückstrahlintensität von Objekten oder Radarreflektoren. (Abschn.6.3.1) Diese „Hilfsgröße“ vergleicht deren Rückstrahlwirkung mit der einer **M e t a l l k u g e l** – mit einem „Normal“. Der Wert bedeutet, dass ein Objekt mit einem „Nenn-Radarquerschnitt“ von z. B. „**40 m^2** “ – in seiner „Gebrauchs-Lage“ – die gleiche Energie zurückstrahlt wie eine Metallkugel von **7,1 m** Durchmesser, mit einer daraus resultierenden Querschnitts-/ Projektionsfläche von **40 m^2** . Diese Kreisfläche entspricht ihrer **a l l s e i t i g e n** 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 **k e i n e** Richtwirkung, denn eine Kugel reflektiert den genannten Anteil als radarwirksames Echo **u n a b h ä n g i g** von der Position des ortenden Radars.

*Der „**Nenn-Radarquerschnitt**“ eines Objektes/Reflektors ist **n i c h t** gleichbedeutend mit einer „**Radarwirksamen (Ersatz-)Fläche**“; der Wert entspricht – d a i m m e r – mit der Querschnittsfläche einer **Kugel** verglichen – im X-Band nur etwa **3 Promille** der angegebenen Größe.*

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 bei der Beurteilung der Wirksamkeit eines Reflektors im S-Band zu berücksichtigen.

6.3 Radarreflektoren (passiv *)

Es gibt Objekte, die aufgrund ihrer Größe, ihrer Oberflächenbeschaffenheit oder ihres „Bau-Materials“ **r a d a r u n a u f f ä l l i g** sind. Nicht nur die Rückstrahleigenschaft von Tonnen oder von für die Navigation bedeutenden Objekten, sondern auch die von 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 **Landradar-Stationen** 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 für den Sportbootfahrer von großer Wichtigkeit, da er sein „Verhalten“ danach einrichten muss. Deshalb sollte er dafür sorgen, dass auch der Rückstrahleffekt **s e i n e s** Fahrzeuges so weit verbessert wird, dass es von einem Gegner oder einer Landradarstation möglichst schon außerhalb der „Seegangszone“ oder aber „spätestens“ ab **3...5 sm** erfasst, erkannt, wird.

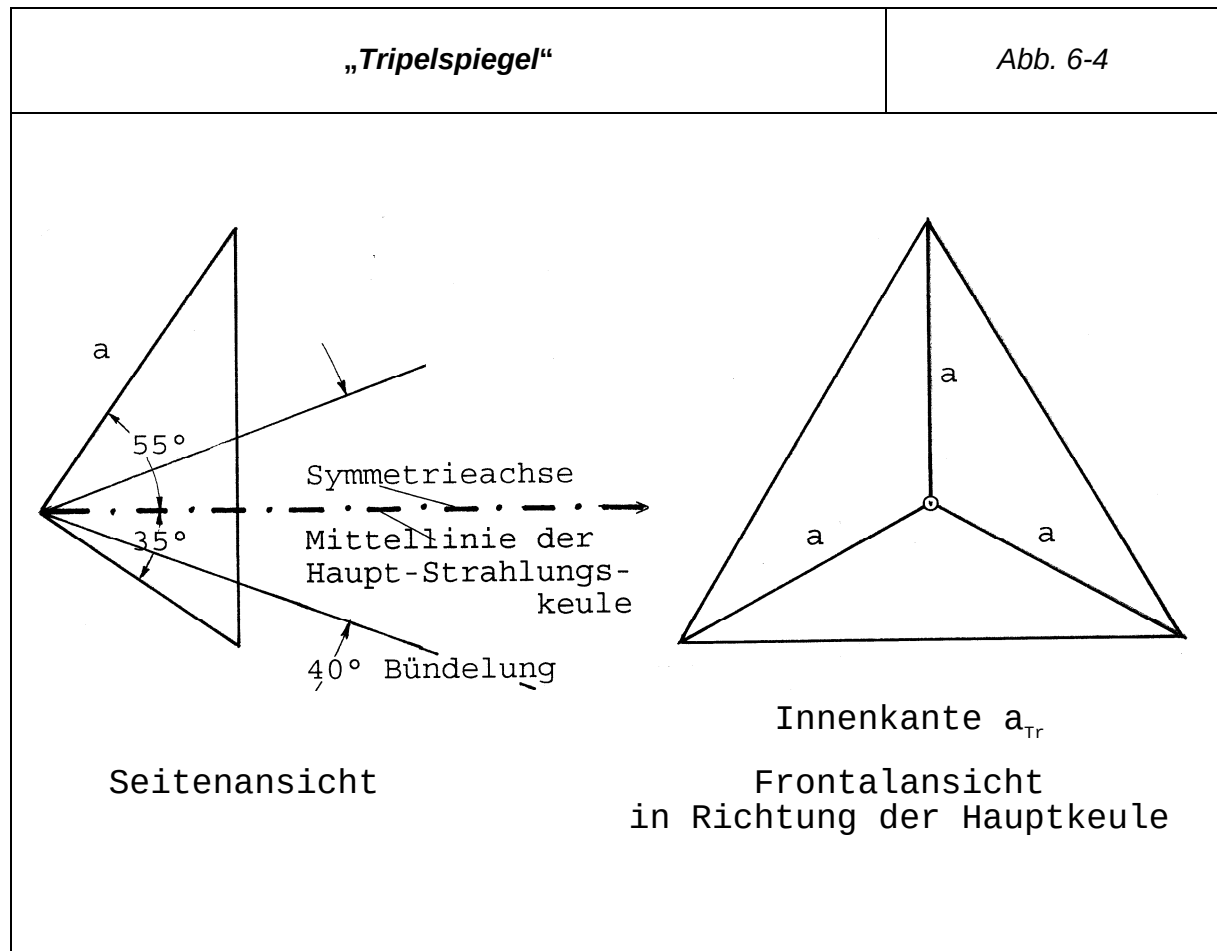
Durch Verwendung eines geeigneten Radarreflektors, der **o h n e** Stromversorgung funktioniert – also „passiv“ ist, kann der Erfassungsabstand häufig wesentlich gesteigert werden. Grundvoraussetzung für die Brauchbarkeit ist ein **u n b e s c h ä d i g t e r** Reflektor. – Eine absolute **G a r a n t i e** für eine auf jeden Fall spürbare Verbesserung der Erkennbarkeit aus **a l l e n** Richtungen besteht, wegen der nicht lückenlosen Rundum-Strahlungscharakteristik, jedoch **n i c h t**. (Abb.6-6...8)

*) Auszüge aus einem „Beitrag“ des Deutschen Hydrographischen Institutes

6.3.1 Tripelspiegel

Das Grundelement der gebräuchlichsten Radarreflektoren ist der „**Tripelspiegel**“, auch „**Corner**“ genannt. (Abb. 6-4) Er besteht aus drei, r e c h t w i n k l i g zueinander stehenden, p l a n e n 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 „Deckel-Ebene“ 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 dem dann immer noch 50 % (Antennen-Diagramm: „Punkte-Halber-Leistung“ – Abb.2-1) seines maximalen Rückstrahlwertes. (Abb.6-6)

*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 *F o r m* seiner Seitenflächen abhängig. Man unterscheidet dreieck-ige, viertelkreis-förmige oder quadrat-ische Flächen, deren unterschiedliche geometrische Formen eine beachtliche Steigerung bewirken können. Bei der oben genannten Reihenfolge der verschiedenartigen Seitenflächen stehen die entsprechenden Radarquerschnitte – bei *g l e i c h e r* Innenkantenlänge – im Verhältnis von **1 : 4 : 9** zueinander.

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

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

Ein Tripelspiegel mit *d r e i* eckigen Seitenflächen bei Innenkanten von **30 cm = 3 dm** – die Außenkanten sind dann 42 cm lang – stellt für eine **X-Band**-Welle einen Radarquerschnitt (σ_{Tr}) von etwa $0,4 \times (3^2 \times 3^2) = 0,4 \times 9 \times 9 \approx 32 m^2$ 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 *w e n i g e r* als „30 m²“ erfüllen *n i c h t* die Erwartungen.

Außerdem wird die **Wirksamkeit** eines Reflektors vielfach *ü b e r s c h ä t z t*, zumal die geforderten notwendigen Voraussetzungen – **Zustand** u n d **Anordnung** – in der Praxis häufig *k e i n e* Berücksichtigung finden.

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“ verlangt.

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 viertelkreisigen Seiten zu erzielen, brauchten deren Innenkanten nur etwa 18 cm(!) lang zu sein.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Tripelspiegel in Gruppen anzuordnen, um deren Wirkungsbereich(-sektor) zu erweitern. Zwei auf Kleinfahrzeugen verbreitete Formen und deren optimale Anordnung werden im nächsten Abschnitt näher beschrieben.

6.3.1.1 Reflektor-Gruppen

Um den „Wirkungsgrad“ von Tripelspiegeln zu verbessern, d. h. um eine „gewisse“ Rundum-Erkennbarkeit zu erreichen, 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 „Reflektor-Paket“ – aufgrund einer Forderung des BSH – vom Hersteller anzugebende „Nenn-Radarquerschnitt“ einer Reflektor-Gruppe von „verschachtelten“ Tripelspiegeln darf sich immer nur auf *e i n e* „Hohle Ecke“ der Gruppe beziehen. (Abschn.6.2) Denn gegenüber einem „Radar-Träger“ ist natürlich immer nur jeweils *e i n* 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 *p a r a l l e l* gerichtet sein sollten; ihre Wirkung ist immer von ihrer Richtung zum gegnerischen Radar abhängig.

*Steckbare / faltbare – zusammenlegbare – Reflektor-Gruppen
sind meistens wirkungslos, da 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 **Oktaeder-Reflektor** oder, mit viertelkreisförmigen Seiten, als **Kugel-Reflektor** bezeichnet. Die Kugelreflektoren werden häufig mit Styropor aufgefüllt. Diese Ausführung fixiert Winkelbleche aus schwächerem Material, schützt die Anordnung vor Beschädigungen, macht sie leichter und den Reflektor zu einer wirklichen Kugel – oft mit auffälligem Anstrich. Die dritte mögliche Form mit quadratischen Seitenflächen bietet zwar die „sperrigste“, doch die wirkungsvollste Möglichkeit; mit dem geringsten Innenkanten-Maß 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, *s t a r r e* Installation, die ein Pendeln der Reflektorgruppe vermeidet. Dadurch sollen bei arbeitendem Schiff willkürliche, unter Umständen noch ungünstigere Reflexionsbedingungen verursachende, Bewegungen unterbunden und wenigstens *d r e i m a l* pro Rollperiode eine optimale Stellung gegenüber dem gegnerischen Radar erreicht werden.

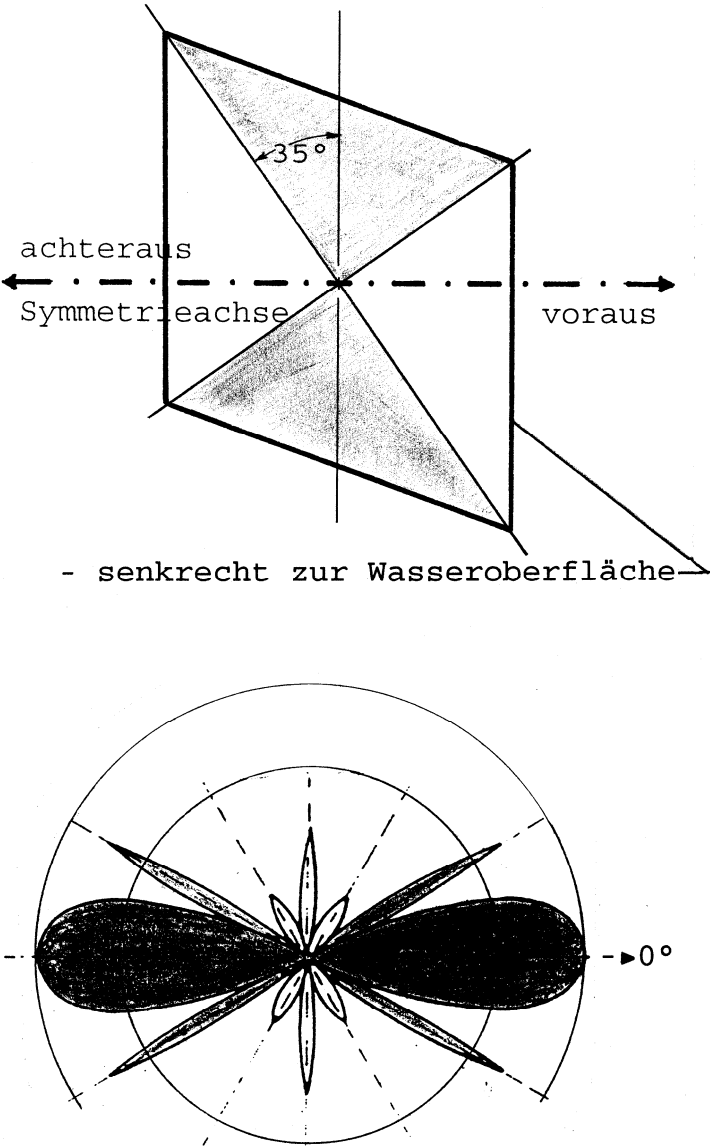
Die Reflektoren sollten so hoch wie möglich – fest – montiert werden.

Eine absolute *G a r a n t i e* 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 *n i c h t*.

6.3.1.1.1 Oktaeder-Reflektor – „Yacht-Stellung“

Bei dieser Anordnung, der sog. **„Yacht-Stellung“**, sind (nur) z w e i „Hohle Ecken“ (von acht(!)) – e n t w e d e r die nach voraus o d e r die nach achteraus gerichtete – jeweils mit ihrer 40° offenen Hauptkeule und ihrer p a r a l l e l zur Wasseroberfläche verlaufenden Symmetrieachse „voll“ wirksam.

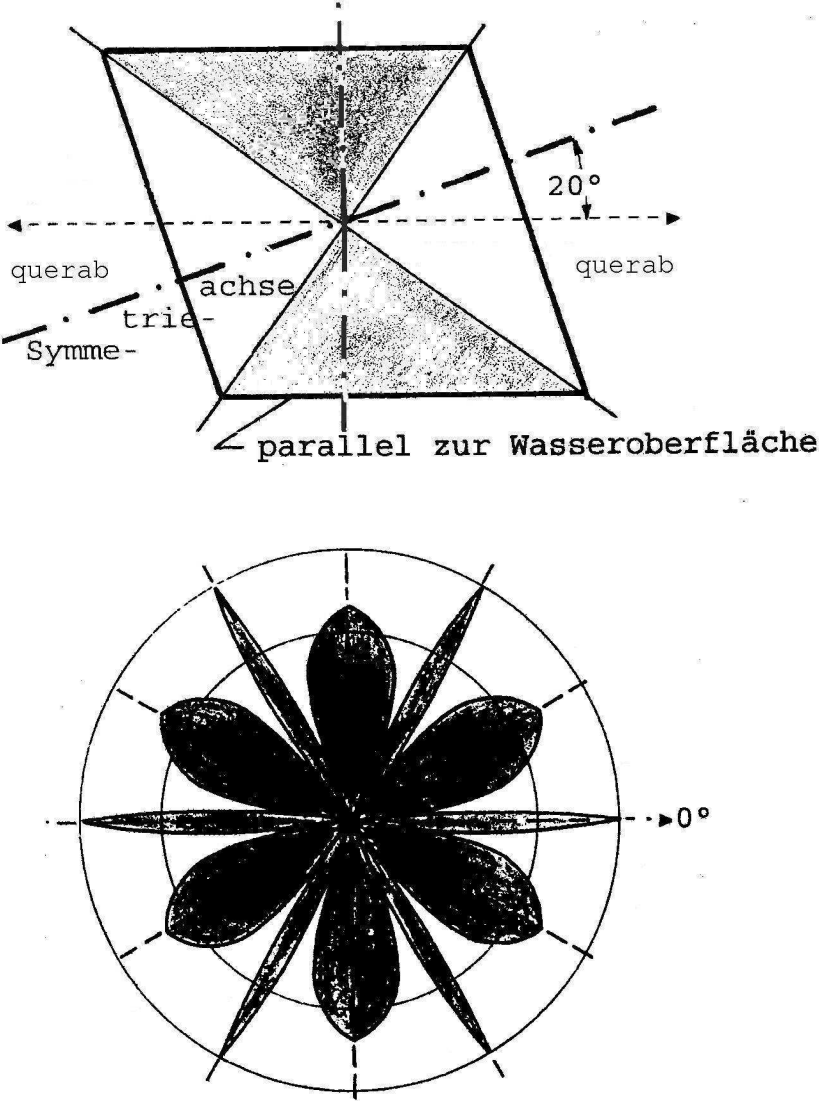
Damit können die – in Kielrichtung meist noch schlechteren – Rückstrahleigenschaften einer Segel-Yacht verbessert werden.

„Oktaeder-Reflektor“ – „Yacht-Stellung“	Abb. 6-5/6
	– „Montagestellung“ – Seitenansicht (Abb.6-5) Je eine „Ecke“ ist direkt nach voraus bzw. achteraus offen. Die Symmetrieachsen verlaufen p a r a l l e l 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 – dies gilt für a l l e 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 *n a c h e i n a n d e r*, aber *n i c h t* in Kielrichtung, mit einem „T e i l“ ihrer Hauptkeule von jeweils 40°, den „Punkten - H a l b e r - Leistung“ entsprechend, wirksam werden. (Abschn.2.1) In diesem Fall verlaufen die Symmetrieachsen der beiden unwirksamen Tripelspiegel *s e n k r e c h t*. – Auf eine entsprechende Ausrichtung ist auch bei einer viertelkreisigen oder quadratischen Form der Seitenflächen zu achten. (Abb.6-7) Die Montage in dieser Weise wird häufig als **„Regenfang-Stellung“** bezeichnet, weil die nach oben zeigende unwirksame „Ecke“ bei Regen mit Wasser aufgefüllt werden würde.

„Oktaeder-Reflektor“ – „Sechser-Stellung“	Abb. 6-7/8
 „Montagestellung“ Seitenansicht (Abb.6-7) Je eine „Ecke“ ist nach oben bzw. unten offen. Ihre Symmetrieachsen verlaufen <i>s e n k r e c h t</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

7 Objekte – abbilden, verschmelzen oder trennen

Bei der Objektdarstellung einer Radarortung ergeben sich **Verzerrungen**, die im Wesentlichen anlagenspezifisch sind und die die erhoffte Qualität einer kartenähnlichen Bildaufzeichnung („PPI“), 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 deren Unterscheidung meistens erheblich oder machen sie sogar unmöglich. Sie beeinflussen die Qualität der Ortung – die Erkennbarkeit von Einzelheiten – für die als Kriterium der Begriff **Auflösung**, der bereits von der Optik / Fotografie her bekannt ist, gewählt wurde. Die Auflösung ist das Maß für die vorwiegend vom technischen Aufwand abhängige Möglichkeit, benachbarte Objekte getrennt voneinander darzustellen; beim Radar kann man sie in Metern messen. (Abschn.7.2) Beide Faktoren haben die gleiche Ursache. Sie sind von den Ausmaßen der „Grundfläche“ des „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 zu berücksichtigen gilt.

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 verschiedenen Übersichtsbereichen beeinflussen.

7.1 Verzerrung

7.1.1 Azimutale Verzerrung

Ein vom Radar „erfasstes“ Objekt reflektiert solange, wie die Strahlungskeule der rotierenden Antenne 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)

Punkte haben auf dem Radarbild immer eine Azimutale „Bild-Ausdehnung“, die etwa dem Bogen der horizontalen Hauptkeule entspricht.

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

Ein quasi-punktförmiges Objekt wird bei 6°-Antennenbündelung (α) im Abstand (d) 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 deshalb – sowohl an ihrem „Anfang“ als auch an ihrem „Ende“ – um den „Halben Bogen“ des Antennen-Bündelungswinkels „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 ($2/2^\circ$ bis $6/2^\circ$) „landeinwärts“ anzusetzen. Dadurch wird der antennenspezifische Fehler minimiert. Hierbei muss allerdings vorausgesetzt werden, dass die zu peilende „Ecke“ 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 Einzel-Objekten (z. B. Tonnen) e n g e r dargestellt werden, als sie in Wirklichkeit sind. (Abb.7-3) Dieser nachteilige Eindruck macht sich vor allem bei der Ansteuerung aus großer Entfernung bemerkbar und kann zu Fehleinschätzungen führen.

Eine „bananen-förmige“ Abbildung von Schiffszielen in größerer Entfernung verleitet bei flüchtiger Betrachtung dazu, ihnen einen zum „Kreisbogen“ tangential verlaufenden Kurs zuzuschreiben. Diese Annahme ist jedoch in der Regel f a l s c h, denn erst eine Beobachtungsreihe von mehreren mitgekoppelten Positionen erlaubt es, den Kurs richtig zu beurteilen. (Abschn.6.1.2 u. 8.2.2)

*Die „Radar-Ansicht“ eines Objektes setzt sich aus seiner „Natürlichen Front“ u n d der abstands-bedingten **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“ darüber hinwegläuft. (Abschn.2.2) Die Radiale Verzerrung kann die Radiale Ausdehnung, die „Tiefe“, der Objekte bei der Darstellung auf dem Radarschirm sowohl „s c h m ä l e r n“ als auch „b e t o n e n“; dies ist für die Navigation u n k r i t i s c h, weil sie die Entfernungsmessung n i c h t beeinflusst. (Abschn.8.1.2) Je länger der Impuls (t_i), je deutlicher „verändert“, v e r z e r r t, e r e i n P u n k t z i e l auf dem Radarbild.

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

Es kommt fast immer – radar-typisch – zu einer unnatürlich erscheinenden Darstellung und n i e zu der Abbildung der tatsächlichen „Objekt-Tiefe“, weil diese von den Radarimpulsen n i c h t ermittelt werden kann. Denn ein Radarecho markiert stets nur die „sichtbare“ F r o n t; z. B. die der unterschiedlichsten topographischen Strukturen des Festlandes und die der Schiffe oder Gebäude – u n a b h ä n g i g von ihrer tatsächlichen T i e f e n - Ausdehnung. (Abschn.6.1.2) Dagegen wird eine scheinbar weitreichende, geschlossene „Räumliche Tiefe“ auf dem Bildschirm von einer „kulissen-artigen“ Zusammenstellung radial versetzter „Vorder- / Frontkanten“-Echos – infolge der bewusst eingeschränkten Vertikalen Bündelung oft „H ö h e n gestaffelt“ – hervorgerufen.

Wie oben bereits angedeutet wird deshalb auch bei Einzelobjekten der Eindruck einer wirklichkeitsnahen Wiedergabe beeinträchtigt. In der N ä h e erscheinen daher Tonnen, Pfähle, Dalben oder kleine Boote, die als punktförmige Ziele anzusehen sind, stets als in radiale Richtung verzerrte Objekte, als r a d i a l e 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“, von P u n k t z i e l e n bei der Radardarstellung, s u b j e k t i v (!) betrachtet, „wirklichkeitsgetreuer“ wird. Dies wird im Nahbereich besonders deutlich. In diesem Zusammenhang ist generell festzustellen, dass die Forderung nach einem kleinsten Bereich aber nur bei einem ausgeglichenen Verhältnis von Azimutaler und Radialer Verzerrung eine s c h e i n b a r e Verbesserung der Darstellung bietet.

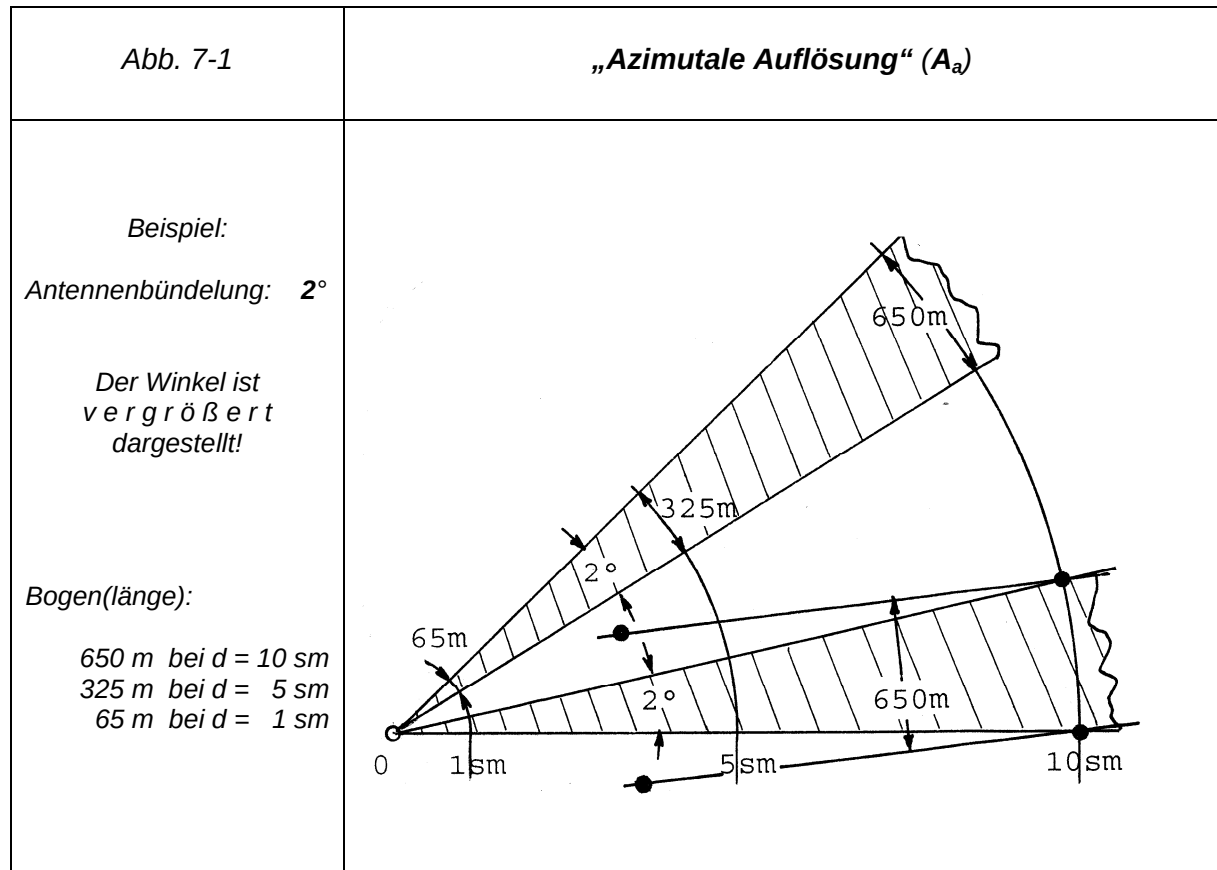
Für „spezielle“ Anwendungen ist – in einem Abstand von $\frac{1}{4} \text{ sm}$ (kleinster Bereich) – ein Größenverhältnis von **8 m : 8 m** erstrebenswert. Solche Markierungen „verlangen“ eine Antennenbündelung von **1°(!)** und eine Impulsdauer von **0,05 μs** , (Abschn.7.2.2) –

7.2 Auflösung

7.2.1 Azimutale Auflösung / Winkel-Auflösung

Die **Azimutale Auflösung** (A_a) – als Folge einer Azimutalen Verzerrung – wird deshalb auch von der in dem bestimmten Abstand „geltenden Bogenlänge“ des Bündelungswinkels (α) bestimmt. (Abb.7-1)

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



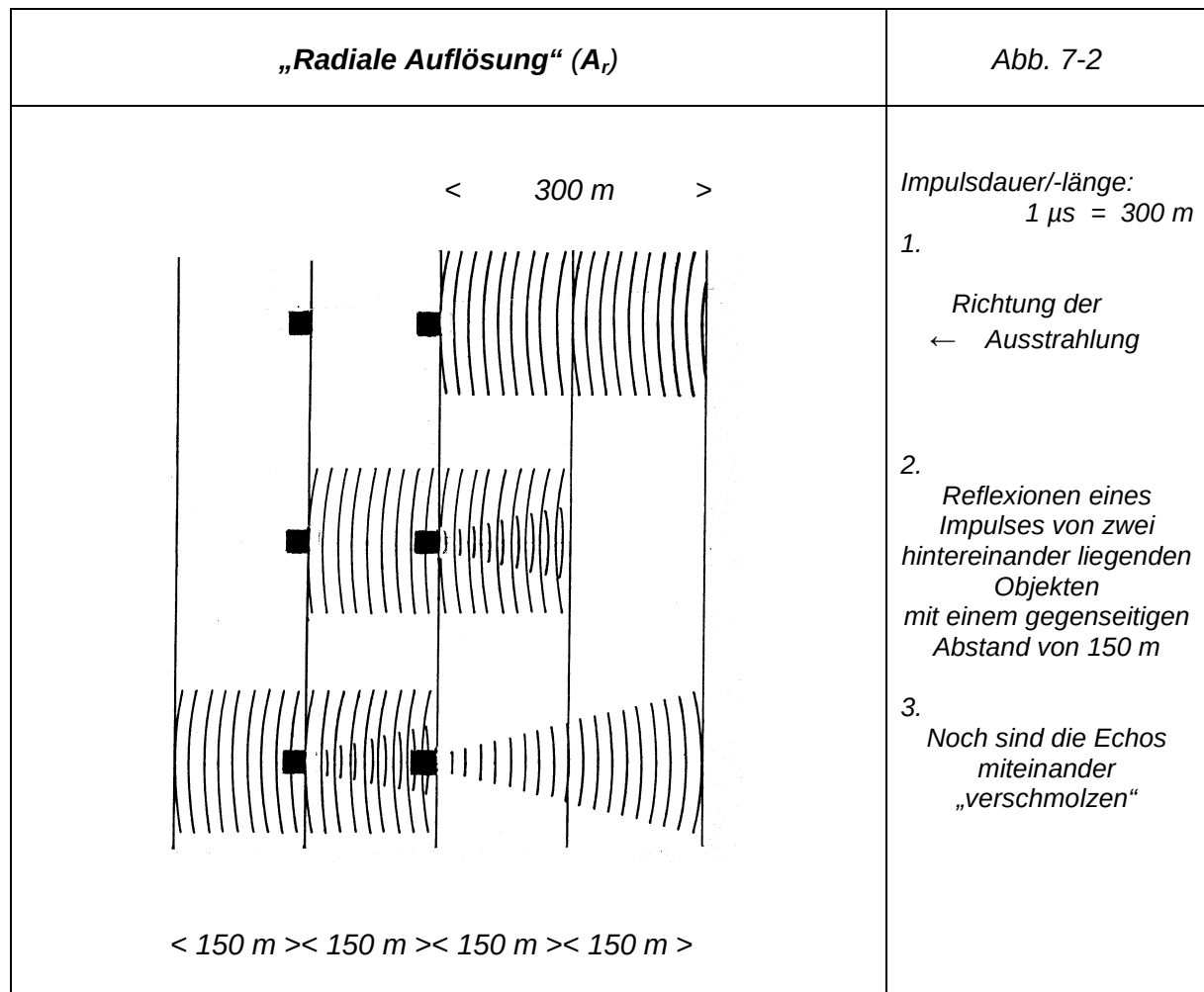
2° -Antennenbündelung (α) ergibt in **10 sm** Abstand (d) theoretisch eine Azimutale Verzerrung (V_a) von etwa **650 m** (!). (Abb.7-1) – Das bedeutet dass, bei einer Entfernung von 10 sm, zwei Einzelziele – bei gleichem Abstand von dieser relativ gut bündelnden Radarantenne – mind. 650 m voneinander 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 (A_a) in einem Abstand (d) von **1 sm** (einem Zehntel der obigen Distanz) nach der Faustformel auf etwa **66 m** – auf 1/10 (!) – verringert und damit spürbar verbessert.

In schmalen Fluss-Fahrwassern 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 u. a. eine Antennenbündelung von mindestens 1° verlangt, die – bei einem X-Band-Radar – eine Antennenspannweite von **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“ – Abschnitt 7.1.1/2)

7.2.2 Radiale Auflösung / „Tiefen“-Auflösung

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

Bei einer Impulsdauer (t_i) 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 der Skizze ergibt sich, dass bei einer „Lotung“ die Frontflächen zweier Objekte 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 eine **getrennte Darstellung der 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 (A_r).

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

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

Die oben angenommene Impulsdauer / -länge von **1 µs** eignet sich für mittlere und kleine Übersichtsbereiche *n i c h t*. In diesen Fällen kann man es sich, falls die Situation es mit Rücksicht auf eine bestimmte „Reichweiten-Vorstellung“ erlaubt, „leisten“, *k ü r z e r e* Impulse mit geringerem Energieinhalt, das sind kleinere „Impulspakete“, – dafür aber mit höherer Folgefrequenz – zu verwenden, um die Auflösung zu verbessern.

Bei den meisten Schiffs-Radargeräten sind drei unterschiedliche, den Bereichen angepasste, Impulslängen und Impulsfrequenzen üblich, um die Radiale Auflösung durch eine automatische Zuordnung etwa in folgenden Schritten zu optimieren:

32- und 16-sm-Bereich:	1,0 µs – 150 m	bei 1.000 Hz
8- und 4-sm-Bereich:	0,3 µs – 45 m	bei 2.000 Hz
2-, 1- und ½-sm-Bereich:	0,05 µs – 8 m	bei 4.000 Hz

7.2.3 Nahauflösung

Der Begriff **Nahauflösung** kennzeichnet die *g e r i n g s t e* Entfernung (d_{min}), von der ab Objekte – *m i t* ihren *V o r k a n t e n* – im Nächstbereich dargestellt werden könnten. Die Dauer des *k ü r z e s t e n* Impulses ($t_{i min}$) (im kleinsten Bereich, s. o.) *u n d* die Dauer der *U m s c h a l t u n g* (t_u) der Antennenweiche, des Sende-Empfangs-Umschalters, nach der Abstrahlung des Impulses, die bei dem derzeitigen Stand der Technik bauteilabhängig etwa **0,05 µs** benötigt, sind maßgebend für die Nahauflösung.

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

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

Soll der *n ä c h s t* mögliche horizontale Abstand für die Erfassung eines Objektes an der Wasseroberfläche bestimmt werden, ist außerdem der *H ö h e n u n t e r s c h i e d* zwischen der Antenne und dem Objekt zu beachten. Denn die Form der Antennen-Strahlungskeule und zwar der Winkel zwischen der Horizontalen und der Tangente an die untere vertikale Nebenkeule muss in dem Zusammenhang berücksichtigt werden. (Abschn.2.1)

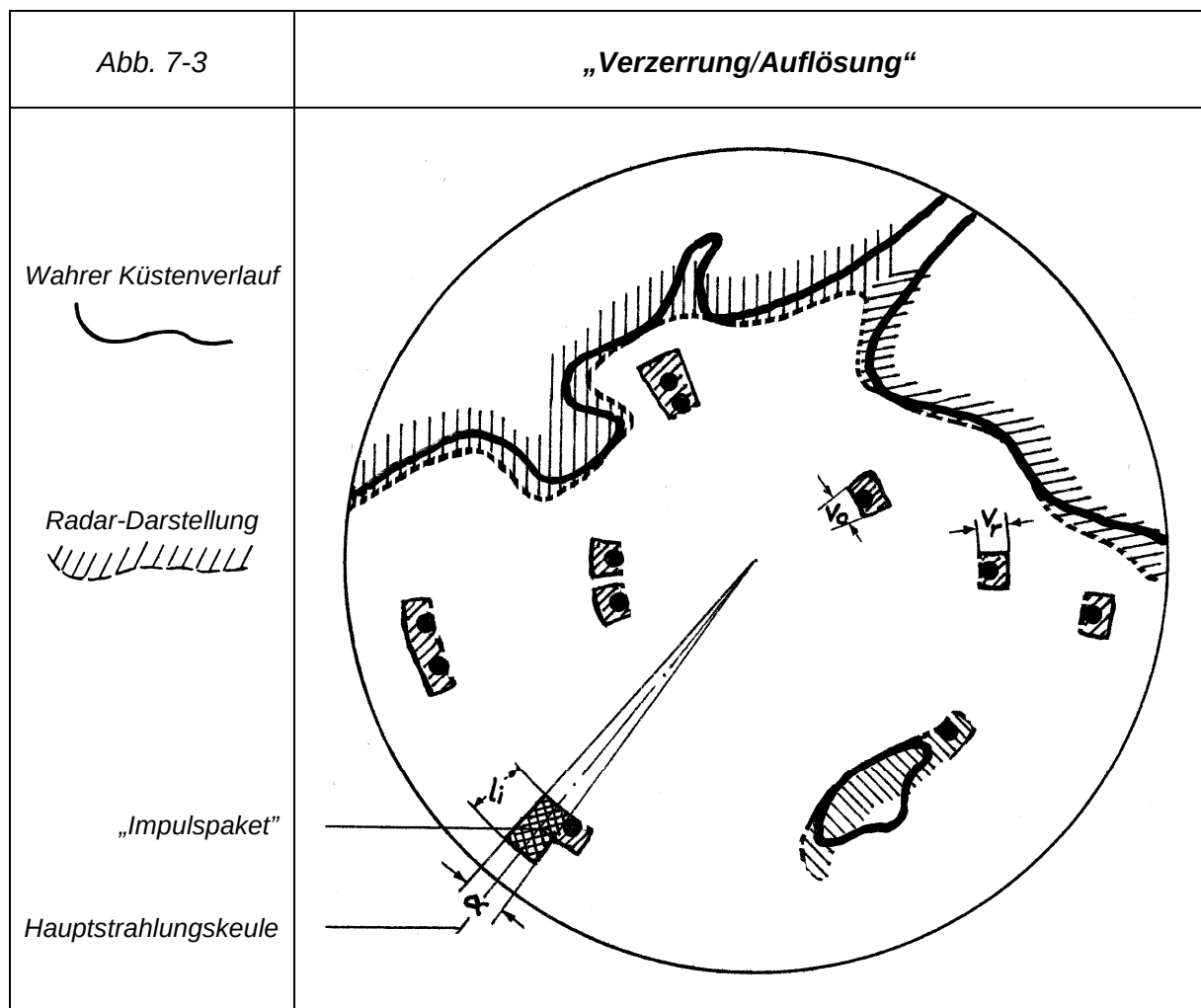
Bei den ersten „Handelsschiffs“-Radargeräten (4-Fuß-S-Band-Antenne, Abschnitt 11.3), die 1943/45 auf den „Liberty“-/„Victory“-Schiffen im Nordatlantik zum Einsatz kamen, legte man, dem Stand der Entwicklung gehorchend, noch keinen Wert auf eine gute Nahauflösung und einen möglichst kleinen Übersichtsbereich – „Fernaufklärung(!) war gefragt“. Der Impuls von mind. 2 µs war nicht umschaltbar und deshalb auch im kleinsten, „2-sm-Bereich“ wirksam. Diese Impulsdauer bestimmte somit die „*N a h a u f l ö s u n g*“, denn die Umschaltdauer der Antennenweiche war dagegen vernachlässigbar: $d_{min} = 150 \times 2(?) > 300 \text{ m}$. Die Bildröhre, mit 5-Zoll-Durchmesser, erlaubte im „2-Seemeilen-Bereich“ einen Darstellungsmaßstab von: $5 \times 2,54 \times 0,85 = 10,8 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$ zu $2 \times 2 \times 1852 = 7.400 \text{ m} - 1 : 67.000$. (Abschn.1.2) D. h. ein ¼ sm entferntes Objekt wäre, bei einem linearen Schreibstrahl, der damals im Anfangsbereich aber *n i c h t* zu erzielen war, 7 mm von „Eigenschiff“ entfernt erschienen; praktisch konnten es – wegen mangelhafter Anfangs-Linearität – bestenfalls 2 mm(!) werden. Um überhaupt einen Eindruck von den Vorgängen im Nahbereich gewinnen zu können, wurde der Bildmittelpunkt mit Hilfe von „**Center Expand**“, auf Kosten der Linearität, zu einem Kreis von etwa 12 mm Durchmesser

„a u f g e b l ä h t“. Dadurch wurden etwa 400 m – praktisch der „Nächstbereich“ – „überbrückt“ und eine Azimutale Auflösung konnte bei der Bilddarstellung im kleinsten Übersichtsbereich, von einer $\frac{1}{4}$ sm ab „andeutungsweise zur Geltung kommen“. –

Die Azimutale Auflösung beträgt bei 6°-Antennenbündelung im Abstand von einer $\frac{1}{4}$ sm: $A_A \approx 33 \times 6 \times \frac{1}{4} \approx 50 \text{ m}$. (Abschn.7.2.1)

7.3 Verzerrung – Auflösung

Die **Auflösung** (Trennung) der Objekte „b e g i n n t“ dort, wo ihre **Verzerrung** „e n d e t“; die Werte entsprechen einander.



Da die **Verzerrung** das Maß der geometrischen **Ausdehnung** von „**Punktzielen**“ – auch in den kleinen Bereichen(!) – wesentlich übersteigt, erscheinen „**Kleine Objekte**“ *) – bei ruhigem Wetter – alle „gleich groß“; sie sind meistens nicht voneinander zu unterscheiden.

*) – „etwa von einer Möwe bis hin zu einer kleinen Jolle“ –

Für die Verzerrungen gibt es eindeutige Regeln über deren Umfang und Auftreten:

Regel 1:

Azimutale Verzerrung und Auflösung
sind der Objekt-Entfernung proportional und
vergrößern bzw. verschlechtern sich mit zunehmender Distanz.

Regel 2:

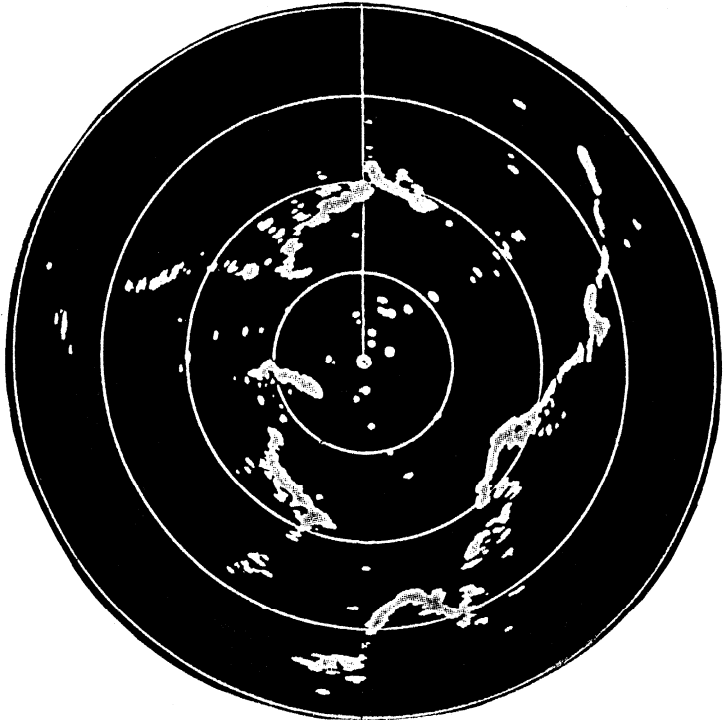
Radiale Verzerrung und Auflösung
sind unabhängig von der Objekt-Entfernung
innerhalb eines Übersichts-Bereiches konstant;
solange die Impulslänge (-dauer) – „lang“ oder „kurz“ – nicht umgeschaltet wird.

Im Rahmen einer Radarortung liefert die mit dem Beweglichen Messring („VRM“) ermittelte Entfernung den genaueren Wert im Vergleich zu der Qualität einer Peilung mit ihren bekannten Problemen. (Abschn.7.1.1 u. 8.1.2) Sowohl diese Gegebenheit als auch die „Verschmelzung“ von benachbarten Objekten veranschaulicht und bestätigt Abb. 7-3.



Auf größeren Fahrzeugen werden oft Radaranlagen beider Frequenzbänder nebeneinander betrieben. – Eine deutlich erkennbare Verbesserung der Azimutalen Auflösung gegenüber dem S-Band-Betrieb der „Hauptanlage“ ergibt sich, sobald die Spannweite der X-Band-Antenne mindestens zwei Drittel, der der S-Band-Antenne, beträgt. –

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 Impulslängen-Differenz, die den Unterschied der Bereiche kompensiert; denn die Radiale Auflösung ist im kleinen Bereich **20-mal** besser.

„Unterschiedliche Impulsformate“	Abb. 7-5/6
	Bereich: 40 sm Antennenbündelung: 2° Impulsdauer: 1 μs Auflösung (A_r): 150 m Schiffs-(Einzel-)ziele und vorwiegend Steilküsten
	„Verhältnis“: Bereiche: 40 : 2,5 = 16 : 1 Impulsdauer: 1,0 : 0,05 = 20 : 1
	Bereich: 2,5 sm Antennenbündelung: 1,6° Impulsdauer: 0,05 μs Auflösung (A_r): 7,5 m (Flaches) Marschland und vorwiegend Einzelziele

Außerdem ist auf dem unteren Bild die Wirkung der nur 20% besseren Antennenbündelung „andeutungsweise“ zu erkennen. Es ist jedoch eindeutig, dass der beachtliche Bereichsunterschied keinerlei Einfluss auf die Azimutale Verzerrung der Einzelobjekte hat.

8 Anwenden und Auswerten

8 Navigieren und Kollisionen verhüten

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

8.1 Navigieren

Solange man – bei einem dem Zweck entsprechend gewählten Übersichtsbereich – Kontakt zur Küste hat, betreibt man mit dem Radargerät praktisch laufend „Terrestrische Navigation“. Es werden Entfernungen gemessen, es werden Peilungen zu markanten Seezeichen oder Küsten-Konturen 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 „Neuling“ – auch bei Sicht – mit Radar fahren; dabei Radarpeilungen klarer Konturen 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“)

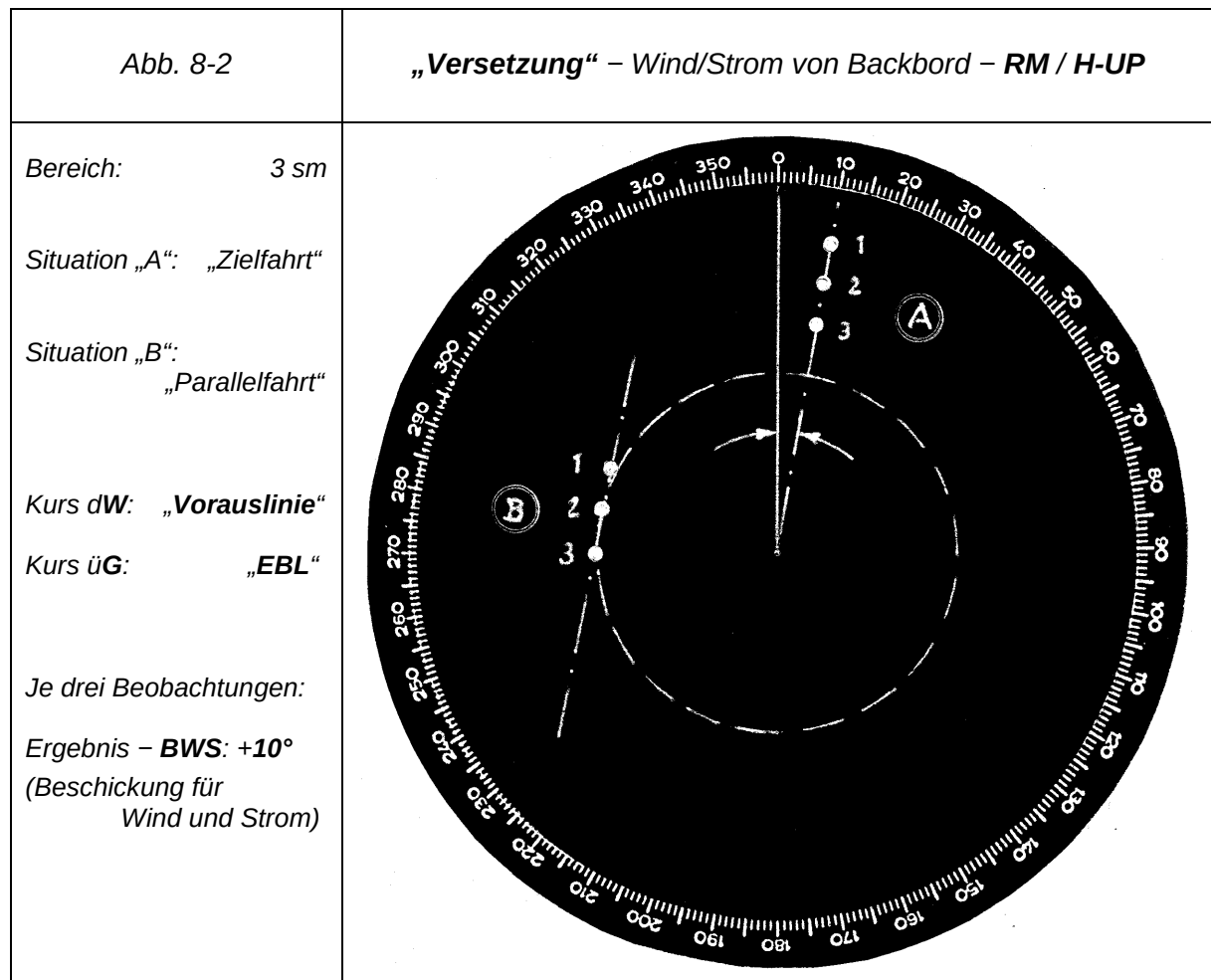
„Vorauslinie“ – Navigation im Fahrwasser – RM / H-UP	Abb. 8-1
	Bereich: 2 sm Situation: Fahrwasser – 1 Gegenkommer 1 ablaufendes Fahrzeug

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 der Nullrichtung nach einem Kompass-Einbau.

Bei 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, da jede Lageänderung von Bezugspunkten zu dem Vorausstrich sofort auffällt; eine andauernde „Abweichung“ 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, eine außergewöhnliche Versetzung durch einen 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.



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

1. Bei 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 einen mechanisch drehbaren „Cursor“ (Fadenkreuz) 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“, „Cursor“-/ „EBL“-Anzeige, entspricht der Resultierenden aus Stromversetzung (S) und/oder Abdrift (W). –

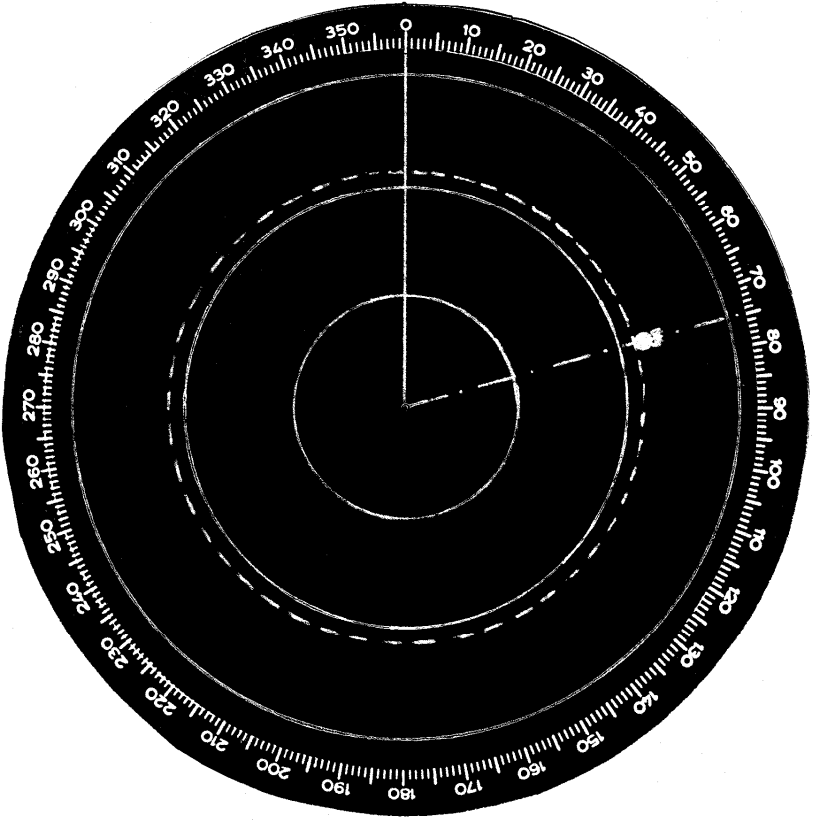
2. Liegt *k e i n e* Zielfahrt an, so kann man auch „irgendwo“ seitlich ein Festziel, eine Tonne oder eine Landmarke, als Bezugspunkt nutzen (Abb.8-2, Situation „B“). Man steuert den gewünschten Kurs entlang einer angenommenen „Hilfslinie“, „angelehnt“ an eine der gravierten Parallelen des mechanisch drehbaren „Cursors“ und zwar mit konstantem seitlichen Abstand, durch den Kreisbogen des entsprechend eingestellten Beweglichen Entfernungsmessringes („VRM“) markiert. –

Neuerdings wäre die Bestimmung mit Hilfe eines „Parallelmarkers“ („PI“) praktischer. (Abschn.5.2.3) Die Winkeldifferenz zwischen Vorauslinie und der „Hilfslinie“ entspräche 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 sog. „Parallel Indexing“ 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

Peilung und Abstand – „Standort bestimmen“ – RM / H-UP – Leuchtturm an Steuerbord –	Abb. 8-3
	Bereich: 6 sm Ringabstand: 2 sm 1. Peilung: RaSP: Stb 075° MgK: 127° KP: 202° Abl: +002° Mw: -005° Rechtw. Peilung: 199° 2. Distanz: 4,25 sm

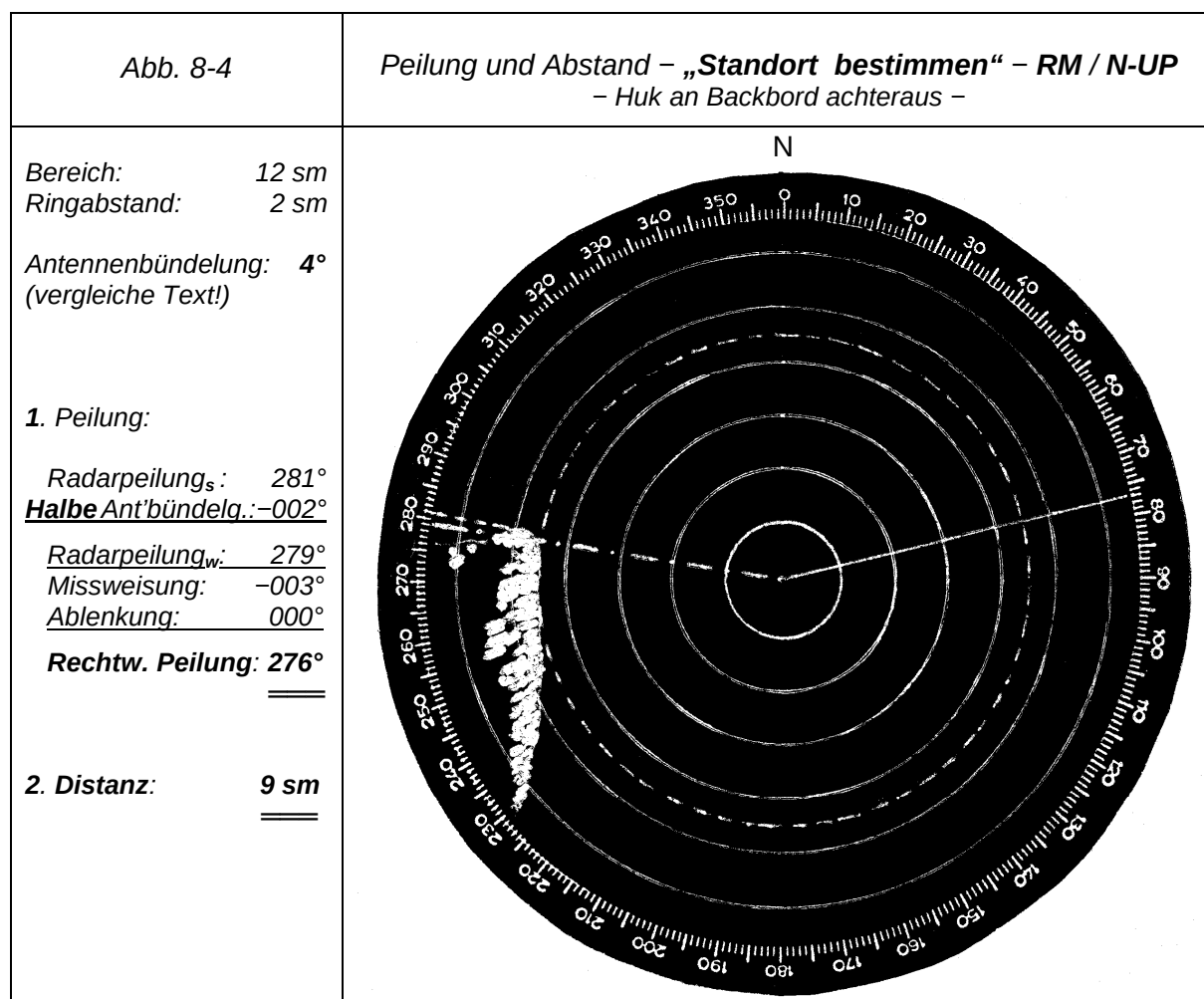
Das „Werkzeug“ für eine Ortung sind der Mechanische „Cursor“ oder der Elektronische Peilstrich („EBL“) u n d der Bewegliche Entfernungsmessring („VRM“) – *oder auch nur der Elektronische „Cursor“*.

Nur Punktziele können z u v e r l ä s s i g gepeilt werden, und „Kanten“ von n i c h t - punktförmigen Peilobjekten sind nur dann eindeutig, wenn sie „i n n e r h a l b“ des Radarhorizontes liegen. Mit einem Radar wird die „M i t t e“ eines Einzelzieles gepeilt oder wenn ein definierter ä u ß e r s t e r Punkt eines azimuthal ausgedehnten Landzieles – nach einem Seekartenvergleich(!) – angesprochen werden soll, so ist es aufgrund der Erkenntnisse aus Abschnitt 7.1.1 angebracht, den h a l b e n Bündelungswinkel der Radarantenne zu berücksichtigen. (Abb.8-4)

Eine mögliche **Abweichung** der Vorauslinie von der Kielrichtung u n d die **Differenz** zwischen Optischem und Radarecho-„Schwerpunkt“ des Peilobjektes u n t e r s c h e i d e t die **Radarpeilung** von der **Seitenpeilung**.

Bei einer v o r a u s orientierten „RM“-Darstellung ist es notwendig, zu j e d e r Peilung den A n l i e g e n d e n Kurs zu ermitteln. (Abb.8-3) Dies gilt insbesondere für kleine „unruhige“ Fahrzeuge mit großem Gierwinkel. Eine Radarpeilung wird nach Berücksichtigung des Magnetkompasskurses („MgK“) u n d 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 – k o m p a s s stabilisierte – Darstellung (Abschn.4.2.2.2) verbessert grundsätzlich die Zuverlässigkeit einer Radarpeilung, weil diese dann „direkt“, o h n e Berücksichtigung des Kurses, als Kompass- bzw. Missweisende Peilung gilt. (Abb.8-4)



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

Bereits e i n 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 e i n e Peilung m i t Abstandsmessung. Dabei stellt der Elektronische Peilstrich („EBL“) die erste Standlinie dar. Die „zweite“ wird durch den Kreisbogen des Beweglichen Entfernungsmessringes („VRM“) gebildet; (ein Radar „arbeitet im Umkehrverfahren“ – nämlich mit der „Zirkelspitze im Standort“). Die Entfernung – digital angezeigt durch ein Zählwerk *oder in einem Datenfenster* – wird dann korrekt gemessen, wenn der Messring auf die V o r k a n t e der Objektmarkierung eingestellt wurde.

Da die Qualität einer Abstandsmessung mit dem Beweglichen Messring durchweg b e s s e r ist als die einer Radarpeilung, vor allem bei n i c h t kompassstabilisierter Darstellung, liefern bereits z w e i Abstände zu definierten Objekten/Küstenkonturen – wobei die kleineren (von mehreren möglichen) Distanzen zu bevorzugen sind – eine z u v e r l ä s s i g e Position. Ein mögliches Gieren fällt dabei n i c h t 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“.

Viele digitalisierte Radarsichtgeräte mit einer „GPS“-Schnittstelle bieten bereits „automatisch“ eine Positionsanzeige – „Breite/Länge“ – am „Rande“ des Bildschirms; infolgedessen wird das Radargerät dann praktisch „nur noch“ zur „relativen“ Positionsbestimmung benutzt.

8.2 Begegnungsabläufe – Kollisionsverhütung

Nur die R e l a t i v e n Richtungen sind ausschlaggebend für die Einschätzung der Entwicklung einer Begegnung zweier Fahrzeuge.

In Zusammenhang mit diesem Thema – für ein Analogradar kommt es jedoch n i c h t in Betracht – wird nochmals auf die „TM“-Log-Stabilisierung hingewiesen. (Abschnitt 4.2.1) Denn falls ein (starker) Strom läuft, ist die L a g e eines in Radarsicht kommenden Fahrzeuges, bei gewissen Kursen n i c h t immer eindeutig einzuschätzen und kann, abhängig von der Log-Stabilisierung, „Water- oder Bottomtrack“, zu falschen Folgerungen führen. Falls möglich ist es dann für den Kollisionsschutz sinnvoller, Kurs und Geschwindigkeit n i c h t vom „GPS“ zu übernehmen und grundstabilisiert („BT“) zu fahren, s o n d e r n, die s e e stabilisierte Darstellung („WT“) zu wählen. Denn, das „Medium Wasser“ hat seinen „e i g e n e n Kurs“!

Selbstverständlich ist auch ein vorausstabilisiertes „RM“-Analogradar, das ausschließlich R e l a t i v e Bewegungen darstellen kann, für die Erkennung eines Kollisionskurses brauchbar – „praktisch dessen Standardaufgabe“. Doch nur eine s o r g f ä l t i g e dauernde Beobachtung des Radarbildes und deren konsequente angemessene Auswertung gewährleisten einen reibungslosen Ablauf der „Begegnung von Fahrzeugen“.

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. Obendrein verlangen sie dann aber auch noch, dass ein „großer“ Gegner aus der Beobachtung seines Radars das Verhalten eines Sportfahrzeuges richtig einschätzen und seine „kollisions-verhindernden Konsequenzen“ ziehen soll. –

Sportboot-Radarfahrer sollten sich für den Fall *u n s i c h t i g e n* Wetters folgendes merken:

Generell ist zu beachten, dass die „Reaktionsfähigkeit“ eines Fahrzeuges – Kurs- und/oder Geschwindigkeits ä n d e r u n g e n (Stoppmanöver !) betreffend – von seiner M a s s e abhängig und entsprechend zu r e s p e k t i e r e n ist.

Auch ein UKW-Kontakt mit dem Gegner kann in kritischen Fällen zu einer „Entschärfung“ der Situation beitragen.

Aufeinander folgende, g e r i n g e Kursänderungen müssen v e r m i e d e n werden.

Geschwindigkeitsänderungen l a n g s a m e r Fahrzeuge (Segler) werden vom Gegner auf dem Radar häufig ü b e r s e h e n.

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 Regel 19 der KVR – vornehmen oder sein Schiff stoppen.

Die Devise für das Handeln lautet:

*„**Rechtzeitig** und **Eindeutig!**“.*

– Dies gilt n i c h t n u r 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“.

In Abschnitt 8.2.2.1 wird e i n Beispiel behandelt, um auch dem „Radar-Plot-Anfänger“ die Komplexität des Vorganges und die notwendige S o r g f a l t 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“.

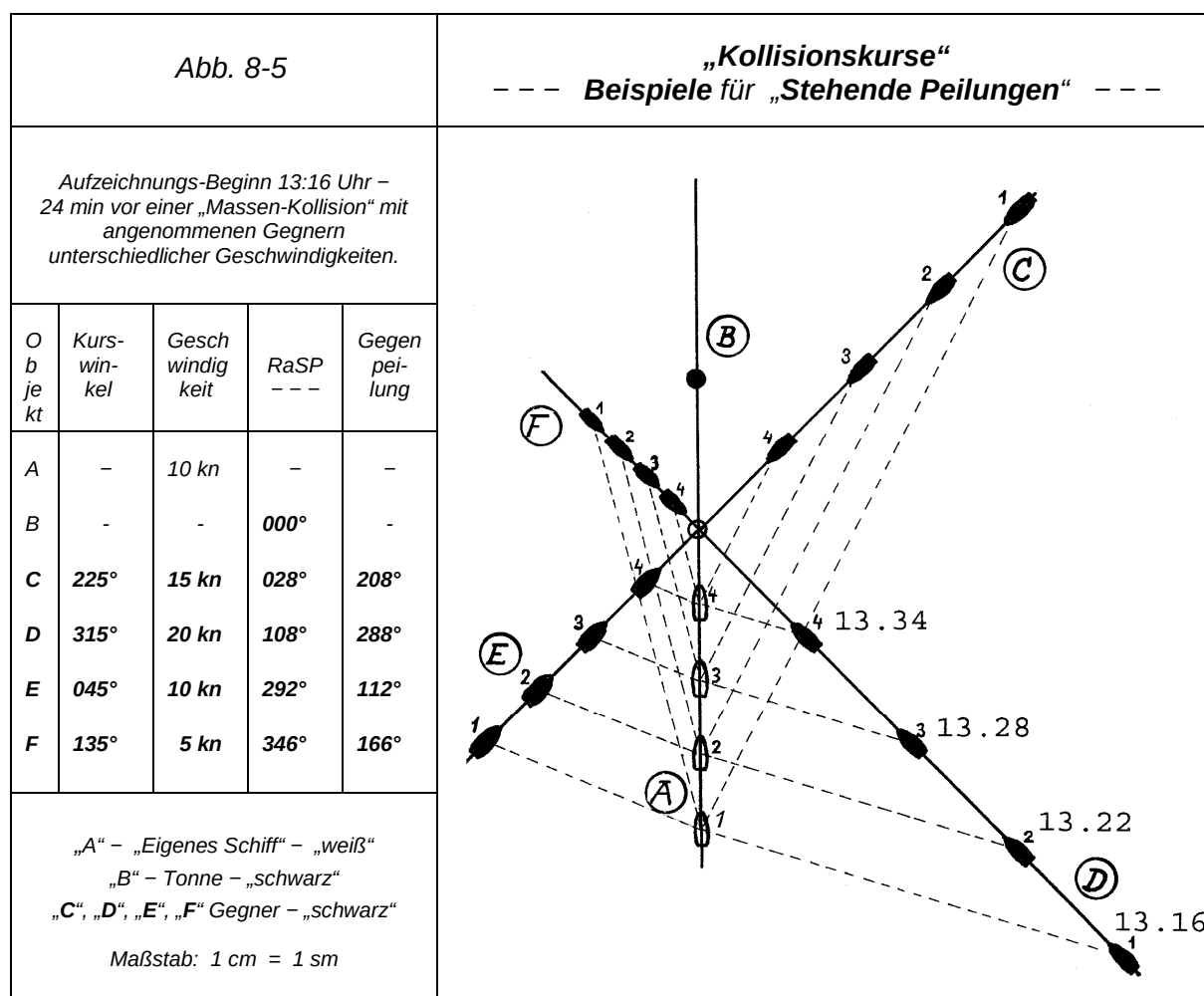
– „Man nimmt sofort „Kontakt“ auf.“ –

8.2.1 „Stehende Peilung“

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

1. Die Peilung zu einem Radarkontakt steht, *a b e r* die gegenseitige Entfernung ändert sich *n i c h t*: 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“, als Kriterium für eine Kollisionsgefahr – bei konstanten Kursen der Beteiligten, ist ein Radargerät mit Relativer Darstellung (Abschn.4.2), 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 *n i c h t* kompass-stabilisierten Radarpeilung – von *g i e r e n d e n* Fahrzeugen aus – die Seitenpeilung *n i c h t* ausreichend; dann muss, wie bei der optischen Peilung, der jeweils *A n l i e g e n d e* Kurs berücksichtigt werden.

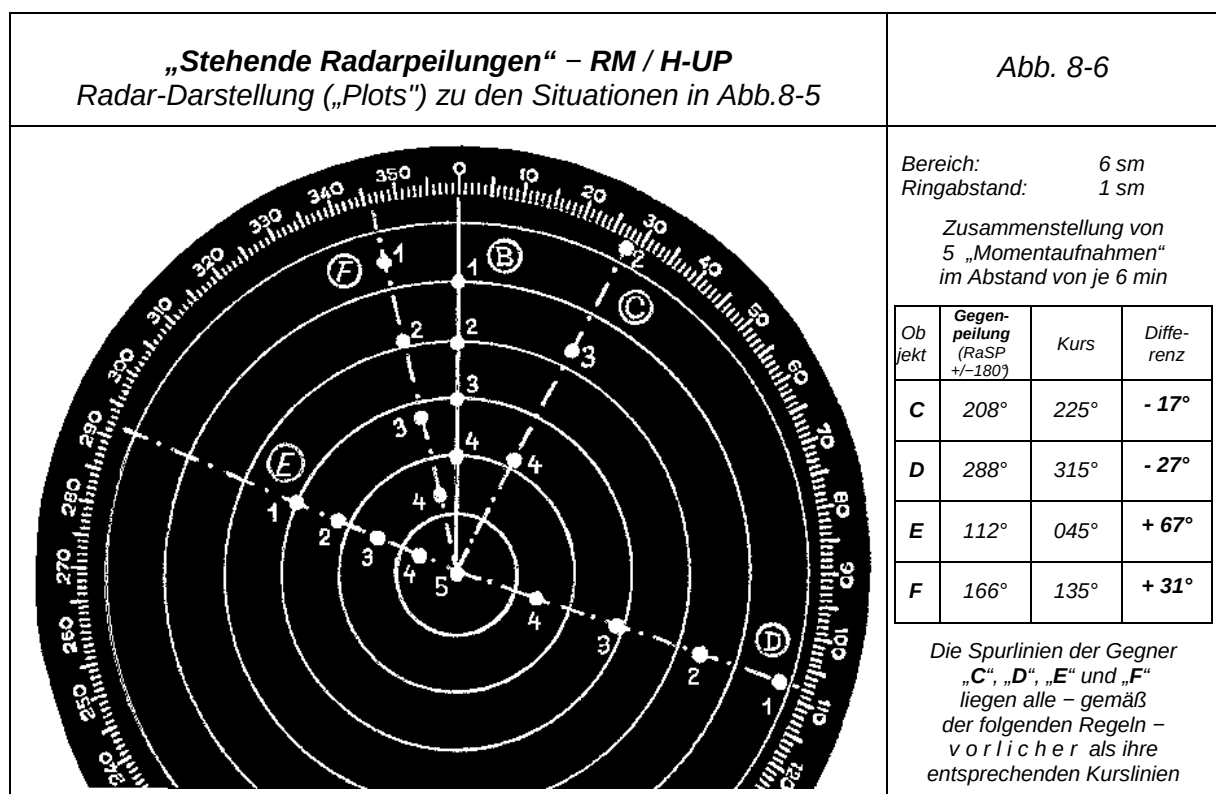


Im Prinzip entspricht die praktische Radar-Beobachtung bei diesem Vorgang der optischen Beobachtung; man „verfolgt“ die Peilung(en) zum Gegner und – „zieht die Konsequenz“ ...

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 Übersichtsbereich von „6...12-Seemeilen“. Ein 12-sm-Bereich setzt voraus, dass die Radarantenne mindestens 5 Meter hoch montiert wurde. Wenn man sinnvoll beobachten will, kann ein 6-sm-Bereich bereits unzumutbar sein, falls sich der Gegner schneller als mit 15 kn (relativ!) nähert.



In der Abb. 8-6 ist die „Fortschreibung“ der gegnerischen Positionen – bei „Stehender Peilung“ – nach Erfassung der jeweils dritten Position 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 (Gegenpeilung), nicht mit ihrem Kurs übereinstimmt; die Betrachtung eines „Vektordreiecks“ liefert die Erklärung. (Abschn.8.2.2.1) Der Unterschied ist abhängig von den entsprechenden 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 *R e l a t i v e n* Darstellung –
 I m Uhrzeigersinn und wird zu dessen **Spurlinie** (Abb.8-6).

Um den Radius des Radarbildes „abzulaufen“. benötigt ein Fahrzeug mit 15-kn-Eigenfahrt 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 Schnelfähre läuft bei 30-kn-Fahrt *z e h n* Seemeilen in 20 Minuten! – Bei zu geringen Positionsänderungen in der Zeiteinheit ist es sinnvoll, vorübergehend auf einen angepassten Bereich mit größerem Maßstab herunterzuschalten.

Mit Hilfe eines Mechanischen „*Cursors*“ (Fadenkreuz) oder einer 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 !?) *o h n e* „zusätzlichen Aufwand“ beobachtet. Außerdem wird dessen Position schon beim *e r s t e n* Kontakt mit dem Beweglichen Entfernungsmessring („*VRM*“) markiert. Dadurch besteht dann die Möglichkeit, bereits nach einem Beobachtungszeitraum von drei Minuten, die Annäherungsgeschwindigkeit durch Multiplikation der *A b s t a n d s d i f f e r e n z* des Gegners (d_G) [sm] mit 20, annähernd zu ermitteln. Falls Distanz und/oder Geschwindigkeit es erlauben, ist ein Beobachtungszeitraum von **6 min** ein „gängiger“/„optimaler“ Takt, denn:

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

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, – *r e c h t z e i t i g* – über die weitere Entwicklung Klarheit verschaffen.

8.2.2 Situation dokumentieren – Plotten

Das Plotten („Mitzeichnen“) erfordert ein exaktes manuelles Übertragen von „Radar-Moment-Aufnahmen“ der Gegner-Positionen auf einen Vordruck mit Polarkoordinaten: eine „**Radar- oder Koppel-Spinne**“, auch „**Radar Plotting Sheet**“, auf ein „**Einfaches Blatt Papier**“ oder auf ein beleuchtetes Zeichengerät mit entsprechenden Teilungen/Skalen.

Es wird oft über die Notwendigkeit des Plottens diskutiert. Dabei ist richtig, dass dieses Verfahren – wenn man *n i c h t* rechnen will oder kann – in „kritischen“ Situationen bei *a n a l o g e n* Radargeräten die *e i n z i g e* Möglichkeit bietet, um mit Hilfe des „Relativplots“ – neben einer „Dokumentation der Annäherung“ – das „Wahre Verhalten“ eines Gegners zu ermitteln. Dies wird durch die Konstruktion seines **Absoluten Vektors** ermöglicht. – Außerdem ergibt das Plotten bei der Absoluten Darstellung, „*True Motion*“, eindeutig Auskunft über die Relativen Bewegungen.

Der „Nachteil“ des Plottens besteht darin, dass der Radarnavigator gezwungen wird, seine Radar-Beobachtung zu unterbrechen, um auf einer „Radarspinne“ die Situation schrittweise festzuhalten und damit ein Resultat zu erarbeiten, das möglicherweise zu einem Ausweichmanöver zwingt. Auf militärischen Fahrzeugen wurde deshalb der

Radarbeobachter durch einen „Radar-Plot-Gasten“ entlastet; eine zweckmäßige, aber „personal-aufwendige“ 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 einer Schutzscheibe zu dem eigentlichen Schirmbild und der daraus resultierenden Parallaxe aber nicht ohne Hilfsmittel möglich. Ein **Reflexions-Plotter** 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 Schirmbild-Fläche, 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 in einen „Relativplot“ unter Berücksichtigung der folgenden Empfehlungen – als Voraussetzung für eine angemessene Anwendung der KVR – mit üblichen Markierungen auf eine „präparierte Vorlage“ 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 kompass-stabilisierten **Radarpeilungen** **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 seine **Annäherungsgeschwindigkeit**.
2. Den **Punkt der dichtesten Annäherung**, „Closest Point of Approach“ („**CPA**“).
In dem Zusammenhang interessiert, ob dieser Abstand den Eigenen **Nahbereichs-Vorstellungen**, die wiederum von der Eigenen Fahrt und der Eigenen Manövrierfähigkeit abhängig sind, 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 **Zeit bis zur dichtesten Annäherung**, „Time to Closest Point of Approach“ („**TCPA**“) oder auch die Zeit und den Abstand bis zum Kreuzen der Eigenen Kurslinie, „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.

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

Die Y-Achse, Eigene Fahrtrichtung, erhält eine Zentimeter-Teilung: 1 cm kann z. B. 1 sm bedeuten. Damit entsteht ein „Plot-Maßstab“ 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 Eigene Schiff **A** dar. Die Indices der Vektoren kennzeichnen die beteiligten Objekte: „**A**“, „**B**“, „**C**“ 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 bzw. „Komponente“ $s_{Aa} / (v_{Aa})$, den Absoluten Eigenen Weg. Die sich daraus ergebende „Resultierende“ zeigt das „wahre Verhalten“ des Gegners, seinen Absoluten Vektor – den „**Gegnervektor**“.

Da sich alle Wege auf das (die) gleiche(n) Plotinterval(le) – 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 lieferten bei einem Plotinterval 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. Dies ergibt den Anfangsverlauf der gegnerischen Spurlinie; die Verlängerung ermöglicht den ersten Schluss über den Passierabstand („CPA“).

In diesem Fall:

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

Inzwischen ist das 2. Plotinterval von **6 min** verstrichen. **$B_3 - 17:36 \text{ Uhr} - 67^\circ - 6 \text{ sm}$** – wird übertragen und bestätigt in den meisten Fällen die vorhergegangene Beobachtung. Ein Pfeil im Kreis markiert die „Relative“ **$B_1 - B_3$** .

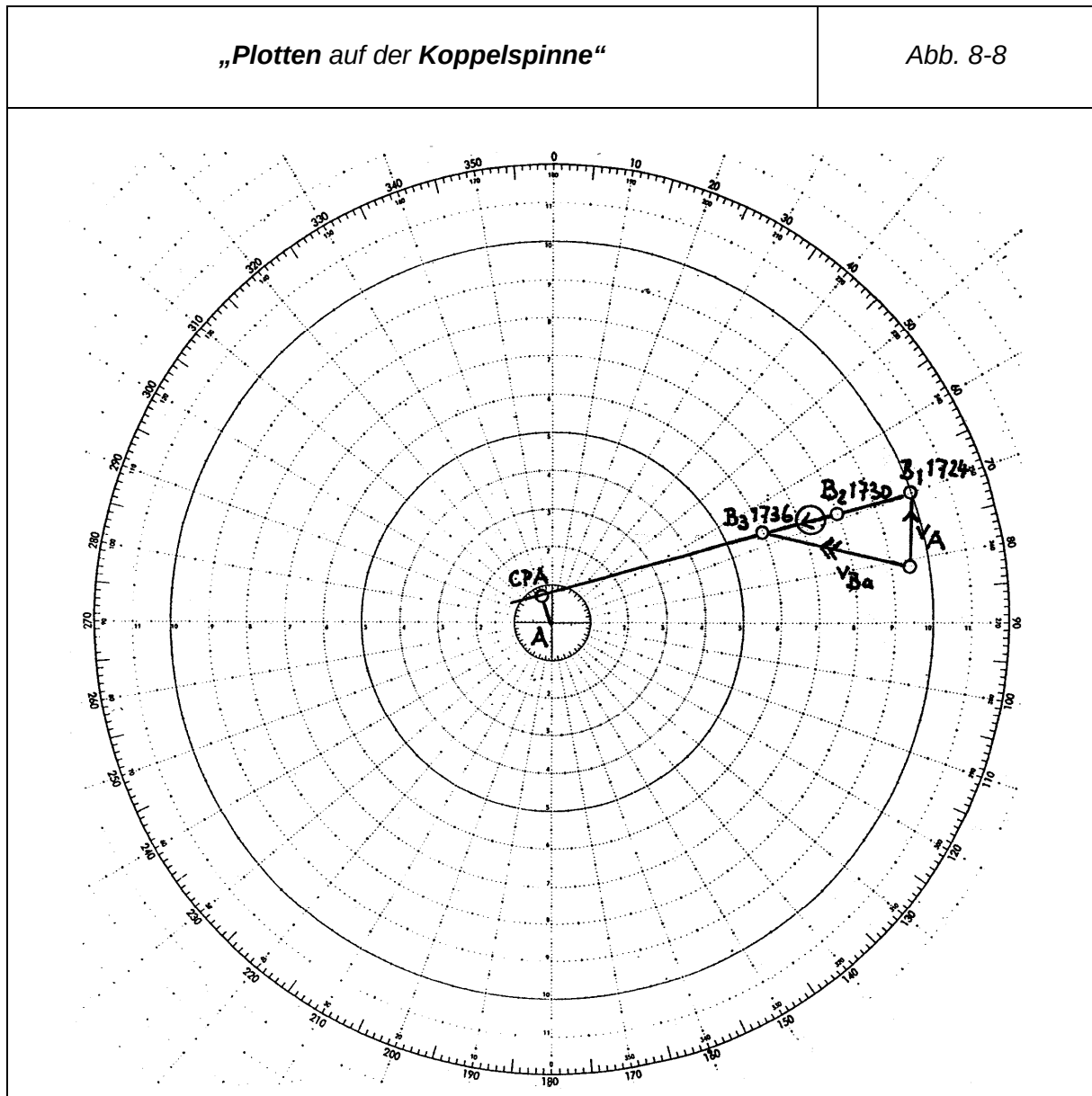
Die Eigene (Absolute) Fahrt v_{Aa} wird mit **10 kn** angenommen; für Segler zwar meistens zu schnell, doch in diesem Beispiel einfach darzustellen (ggf. Maßstabsanpassung, s.o.).

Der innerhalb der ersten beiden Plotintervalle bei einer Plotdauer t_{pl} von $2 \times 6 \text{ min} = \mathbf{12 \text{ min}}$ zurückgelegte Weg ergibt den „Eigenvektor“ **$A' - B_1$** mit ...

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

„Plotten eines Radar-Gegners“

druckten 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 der Skipper aufgrund der Manövrierfähigkeit des Eigenen Schiffes und der gemachten Erfahrungen einen „Nahbereichs-Radius“ von 2 sm und damit einen „CPA“ von **2 sm** als für eine Kollisionsverhütung angemessen, festgelegt, wird nun – wegen der bevorstehenden **Nahbereichs-Lage** mit einem „CPA“ von **0,8 sm** – nach KVR entweder eine Kurs- oder eine Fahrt-Korrektur notwendig.

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

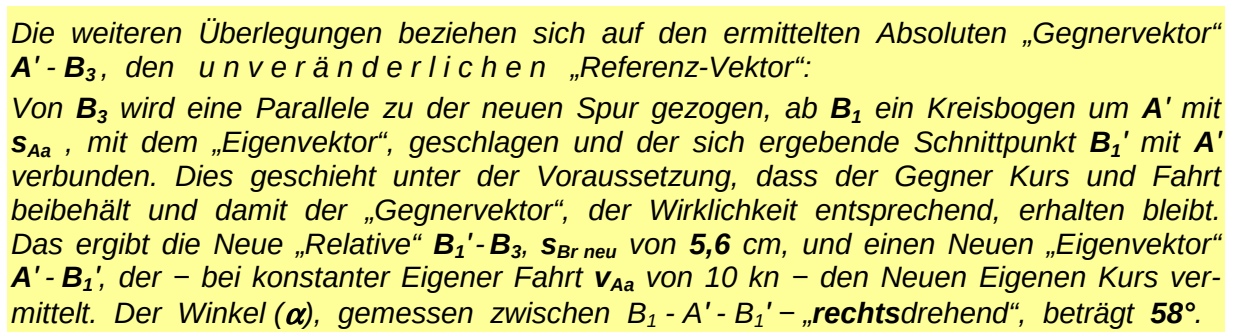
Das bedeutet, dass sich der Gegner bis zum festgelegten Zeitpunkt – innerhalb der noch ausstehenden **3 min** (t_m) – mit seiner Relativen Annäherungsgeschwindigkeit v_{Br} von B_3 nach B_4 um ...

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

Die Nutzung des „Einfach-Relativplots“ – Abb. 8-7 – wird fortgesetzt:

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).

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).

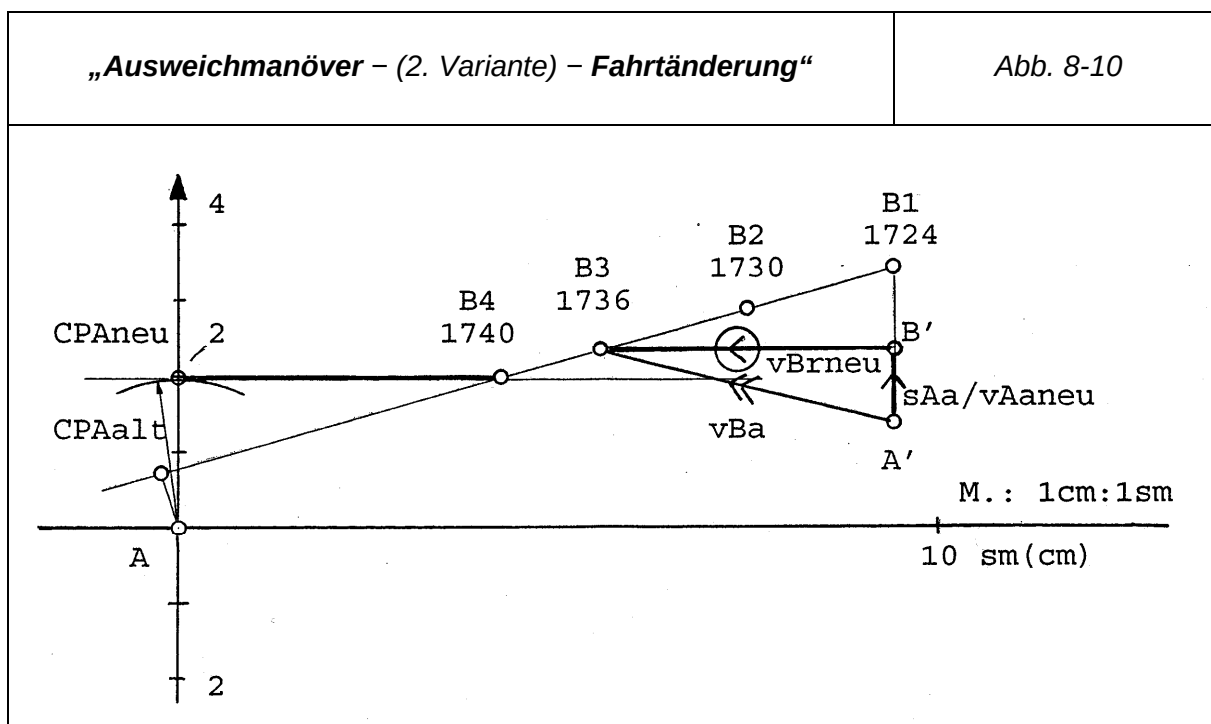


Der Gegner hat dann ab **B₄** bis zum „**CPA_{neu}**“ noch eine Relative Strecke **s_{cpa}** von **4,6 sm** zurückzulegen, für die er ...

*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 dieser 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:



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 ...

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

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 $v_{Aa \text{ alt}}$ bei B_1' .

Der untere Abschnitt $A' - B_1'$ ergibt den Neuen Eigenen Weg $s_{Aa \text{ neu}}$ von **0,9 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** lang. Der Gegner hat damit nach dem Manöver ab B_4 bis zum „CPA_{neu}“ noch einen Relativen Weg s_{cpa} von **4,3 sm** zurückzulegen, der ...

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

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:
a u f w ä r t s – in der Bewegungsrichtung –, wenn der Gegner s c h n e l l e r
bzw. wenn das Eigene Schiff l a n g s a m e r wird
u n d a b w ä r t s bei u m g e k e h r t e m Verhalten.*

Überlegungen zum Plotten:

In der Fachliteratur ist der Umfang an Erläuterungen für das Plotten und entsprechender Aufgaben-Sammlungen 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 im Zusammenhang mit Plot-Beispielen zur Kollisionsverhütung bei „unüblichem Verhalten“ eines Gegners, gar nicht „so dumm denken kann, wie es dann später in der Praxis doch 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 besser beurteilen zu können.

In erster Linie ist wichtig, dass der Sportbootfahrer – mit seiner meist einfachen Radar-ausrüstung – lernt, welche Erkenntnisse eine Relative Darstellung erlaubt und welche „Standard-Plot-Schritte“ es für eine Kollisionsverhütung gibt.

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

... so sieht die Praxis aus. – Erfreulicherweise geht die Entwicklung weiter: Abschnitt 8.3 ...

8.3 Automatische Hilfsmittel

8.3.1 „ARPA“ / Automatic Radar Plotting Aid / Automatische-Radar-Plot-Hilfe

Bei „ARPA“-Anlagen werden die digitalisierten Daten der sich bewegenden Objekte durch das Rasterscan-Radar automatisch dargestellt – als „Vorausschauende Vektoren“ direkt am jeweiligen Leuchtfleck bzw. Symbol – der Kurs durch die *R i c h t u n g* und die Geschwindigkeit durch die *L ä n g e* gekennzeichnet. Außerdem sind diese Daten vielfach auf einem alpha-numerischen Feld des Bildschirms permanent digital verfügbar; so, dass, falls notwendig, die entsprechenden Schritte für die Navigation bzw. Kollisionsverhütung abgeleitet werden können. – Schiffe mit einer BRZ ≥ 10.000 sind ausrüstungspflichtig.

Die erforderlichen navigatorischen Informationen für die Radar-Darstellung werden standardgemäß über NMEA-Schnittstellen von den entsprechenden Sensoren – des Kompasses, Logs und/oder „GPS“ – in „allen möglichen Varianten“ eingespeist.

„ARPA“ ist beispielsweise in der Lage, neben der Vorauslinie (Kielrichtung) auch gleichzeitig den Eigenen Absoluten Vektor – die Kurslinie über Grund, mit zwei(!) Pfeilen gekennzeichnet – und damit die Versetzung darzustellen. Außerdem vermitteln die Absoluten Vektoren der Gegner eindeutig deren Lage – ihren „Aspect“. 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 *R e l a t i v e n* Darstellung als Entscheidungshilfe für die Kollisionsverhütung zu nutzen.

Ausweichmanöver können – bei der Annahme von Kurs- und/oder Fahrtänderungen – simuliert und damit deren Auswirkungen vor der Durchführung „geprobt“ 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“ abgerufen und dokumentiert oder als „Trail“ (Nachleuchtspur) dargestellt werden.

Ein „ARPA“ ist – bei verständigem Einsatz und *v i e l* Übung – eine brauchbare 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“) –
a b h ä n g i g von seinem A n w e n d e r, der es v o l l k o m m e n beherrschen muss,
um seine vielseitigen Fähigkeiten im Interesse der Schiffssicherheit
s i n n v o l l auszuschöpfen.

Die fortschreitende Miniaturisierung und die Steigerung der Kapazität von Mikroprozessoren erlauben es, die Fähigkeiten eines „ARPA“ – durch ein sog. „Mini-ARPA“ oder „MARPA“ – in Kleinradargeräten in „abgespeckter“ Form – zu vertretbaren Kosten als „Standard“ anzubieten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Sportschiffahrt meistens auf eine eigene Kompass- und/oder Log-Stabilisierung mit der Möglichkeit eines „Watertrack“-Betriebes verzichten muss, und dass das „MARPA“ sich dann „nur“ auf ein „GPS“ „stützen“ kann, was „zwangsweise“ einen „Bottomtrack“ bedeutet. 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 „AIS“ ist ein Sende-/Empfangsgerät, das charakteristische nautische Daten seines Trägers verbreitet. Es arbeitet – mit „**GPS-Unterstützung**“ – im Ultrakurzwellen-Bereich mit etwa 160 MHz (2 m Wellenlänge); deshalb kann ein entsprechend ausgerüstetes Fahrzeug meistens schon im „Radarschatten“ erkannt werden. Es ist möglich ein „AIS“ auch passiv, nur als „Empfangsanlage“ und ohne Verknüpfung mit einem Radar zu nutzen. –

Das System ähnelt dem von der Fliegerei her bekannten „Transponder“.

Die Ausrüstung mit „AIS“ ist inzwischen für die internationale Berufs-Seeschifffahrt mit einer BRZ von mehr als 300 obligatorisch.

Der Empfang von AIS-Daten versetzt Rasterscan-Radaranlagen oder auch „Karten-Plotter“ – über eine NMEA-Schnittstelle – in die Lage, „Typische Daten“ eines (Radar-)Gegners auf dem Bildschirm in einem Datenfenster darzustellen. Zusätzlich erscheint das Unterscheidungssignal unmittelbar neben dem Objekt auf(!) dem Radarbild bzw. auf der „Plotter-Karte“. 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 Fahrzeuges werden ausgestrahlt:

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 „AIS“ die folgenden nautischen Daten; sie werden automatisch von den aktuellen Daten der „Elektronischen Navigation“ „abgezweigt“:

3.1 „Die Position und die Uhrzeit“,

3.2 „Der Kurs und die Geschwindigkeit über Grund“ sowie

3.3 „Die Wendegeschwindigkeit („Rate of Turn“) und der 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 auf Grund der Radarbeobachtung. Denn, falls die Daten von „übergroßen“ Schiffen (VLCC/ULCC) stammen, kündigen sie die möglichen Auswirkung eines eingeleiteten Manövers, infolge der Massenträgheit oft bereits „einige“ Minuten bevor dies auf dem Radarbild zu erkennen ist, an.

9 Stören und Täuschen

9 „Unerwünschte Markierungen“

– **deuten, minimieren** oder **vermeiden**

Markierungen, die nicht wirklichen Objekten entsprechen, können die Deutung eines Radarbildes beeinträchtigen. Es handelt sich um Störechos und Störanzeigen oder um Scheinechos, die – häufig „mystifiziert“ – auch als **Geister-Echos** bezeichnet werden. Scheinechos sind an **f a l s c h e r** Position – ein zweites Mal oder auch mehrfach – dargestellte Reflexionen von Echten Objekten, die unter gewissen Umständen, eine „besondere“ Situation simulieren und dadurch eine eindeutige Beurteilung erschweren.

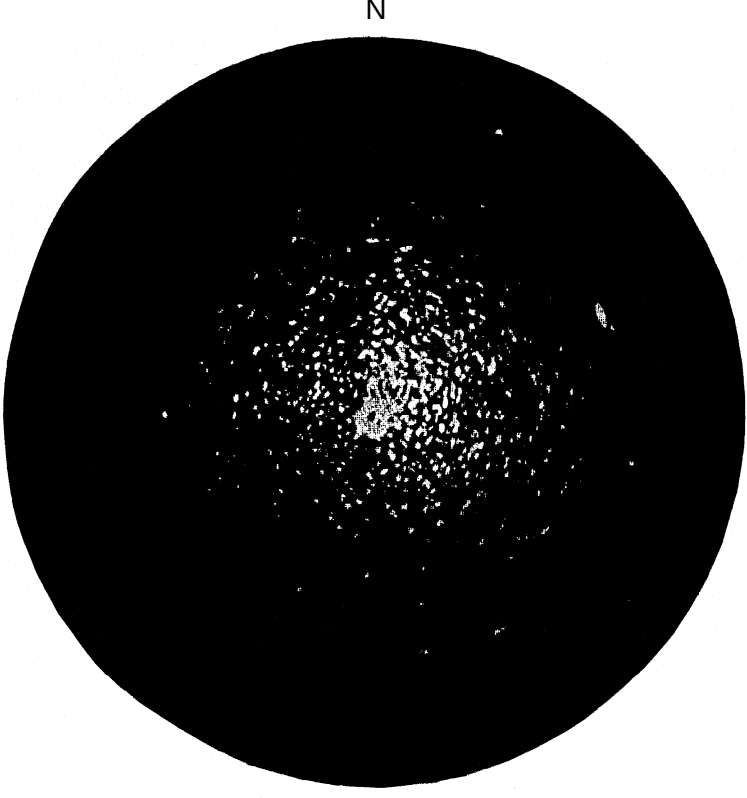
9.1 Radar-Störechos / -anzeigen

„Natürliche“ Bild-Störungen werden durch die nachfolgend genannten „Ereignisse“ als Reflexionen von Wasser in unterschiedlichem „Zustand“ oder durch störende Einflüsse fremder Radarimpulse (dies sind **k e i n e** Echos) verursacht.

1. Seegang – 2. Niederschläge – 3. Fremd-Radar

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

„Seegang“	Abb. 9-1
	Abb. 9-1 Wind von NE „Nahechodämpfung“: – ohne –

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 luvwärtige Rückseiten. (Abb.9-1) – Abhängig von der Antennenhöhe, werden die weiter entfernten Wellenfronten mit zunehmendem Abstand „mehr oder weniger“ abgeklippt. Der Durchmesser der störenden Wasseroberfläche wächst, bei gleicher Wellenhöhe, mit der Höhe der Radarantenne oberhalb der Wasserlinie.

Seegangsreflexionen wirken 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 trotzdem auszumachen. (Abschn.5.2.2/2-5) Hierbei ist eine scharfe Konzentration des Radarbeobachters erforderlich, da ein Ziel möglicherweise nur bei jedem zweiten oder dritten Antennenumlauf angezeigt wird. Wichtig ist, dass man die Unterdrückung der Seegangsechos nicht so weit treibt, dass die Störungen vollständig verschwinden. Ein „Rest-Seegang“ muss erhalten bleiben, damit Echte Objekte möglicherweise doch noch erkannt werden können.

Die digitale Datenverarbeitung versucht mit neuer Technik, dem sog. „Adaptive Gain“, die Echos der „schwachen“ Objekte von mehreren Umläufen zu „stapeln“. Durch „betontes“ Übereinander-Schreiben soll eine gewisse „Mindest-Trefferzahl“ 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.

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 „Echten Objekten“, z. B. auf einem (Fluss-)Revier, eine bessere – oft eindeutige – Auflösung. (Abschn.5.2.2)

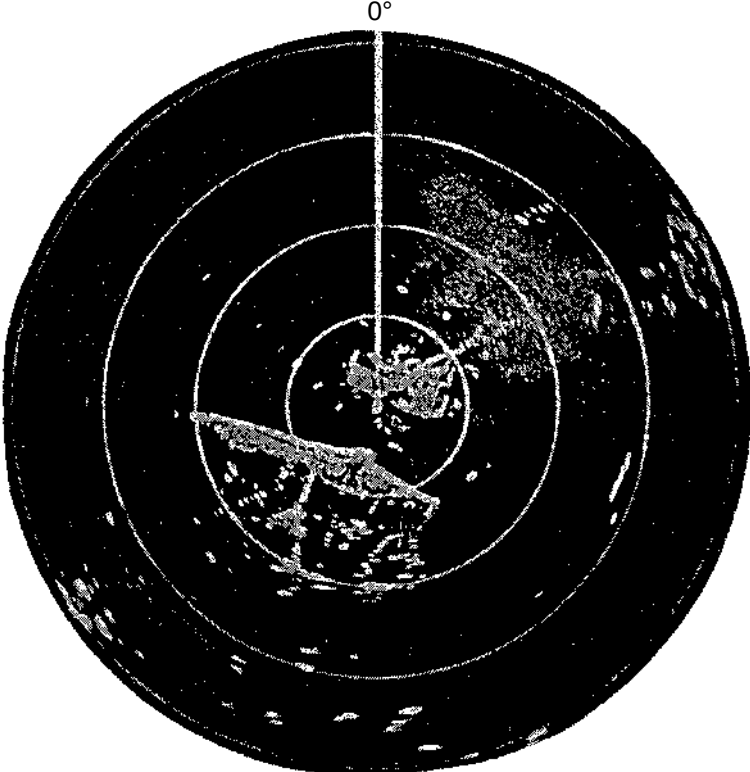
9.1.2 Niederschläge

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 „Tropfen-Durchmesser zur Radar-Wellenlänge“ desto größer die Neigung zur Reflexion. 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 „Echo-Aufbereitung“ weitgehend unterdrückt, um die in ihnen „versteckten“ Objekte deutlicher hervorzuheben. (Abb.9-3) Dabei wird der „Kurvenverlauf der Vorderflanke“ eines jeden Echos „untersucht“, im mathematischen Sinne differenziert – praktisch „kritisch betrachtet“. (Abschn.5.2.2/2-6) Danach erscheinen die Reflexionen echter Objekte, wegen ihrer meist „steileren Vorderflanken“, mit einer größtmöglichen Amplitude. Im Gegensatz dazu werden die der Niederschlags Elemente – mit vorwiegend „flacher ansteigender Flanke“ – in Folge der „Bewertung“, deutlich gedämpft. – Bei starkem Regen oder sehr dichtem Nebel kann die „übliche“ Reichweite der Radarwellen durch Absorption beeinträchtigt werden!

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

Um einerseits die Vorteile der 10-cm-Welle (S-Band) wegen ihrer Unempfindlichkeit gegenüber Seegangsreflexionen und Reflexionen von Niederschlägen sowie andererseits die um bis zu 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. (Abschn.2.1 u. 7.3)

„Regenenttrübung“	Abb. 9-2/3
	<i>Regen an Steuerbord: „normal“ (Abb.9-2)</i> <i>X-Band</i>

	<i>Regen: „enttrübt“ (Abb.9-3)</i> <i>X-Band</i>
--	--

9.1.3 Fremd-Radar

Gelegentlich treten auf dem Radarbild Störungen durch den Einfluss eines **Fremd-Radars** auf. Dabei kommt es zu Überlagerungen (**Interferenzen**) der Eigenen Trägerwelle durch Radarwellen gleicher oder ähnlicher Frequenz anderer Anlagen. Dann erscheint eine Vielzahl kleiner Punkte, die in schneller Folge auf geraden oder meistens 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.

„Fremdstörungen“	Abb. 9-4
	Bereich: 40sm

Bei modernen Radargeräten mit digitalisierter Datenverarbeitung gibt es eine spezielle Schaltung, mit deren Hilfe man diese Interferenz-Störungen unkenntlich machen kann: die sog. „**Interference Rejection**“ („IR“), eine „Überlagerungs-Störsperre“. (Abschn.6.1.4)

9.2 Radar-Scheinechos

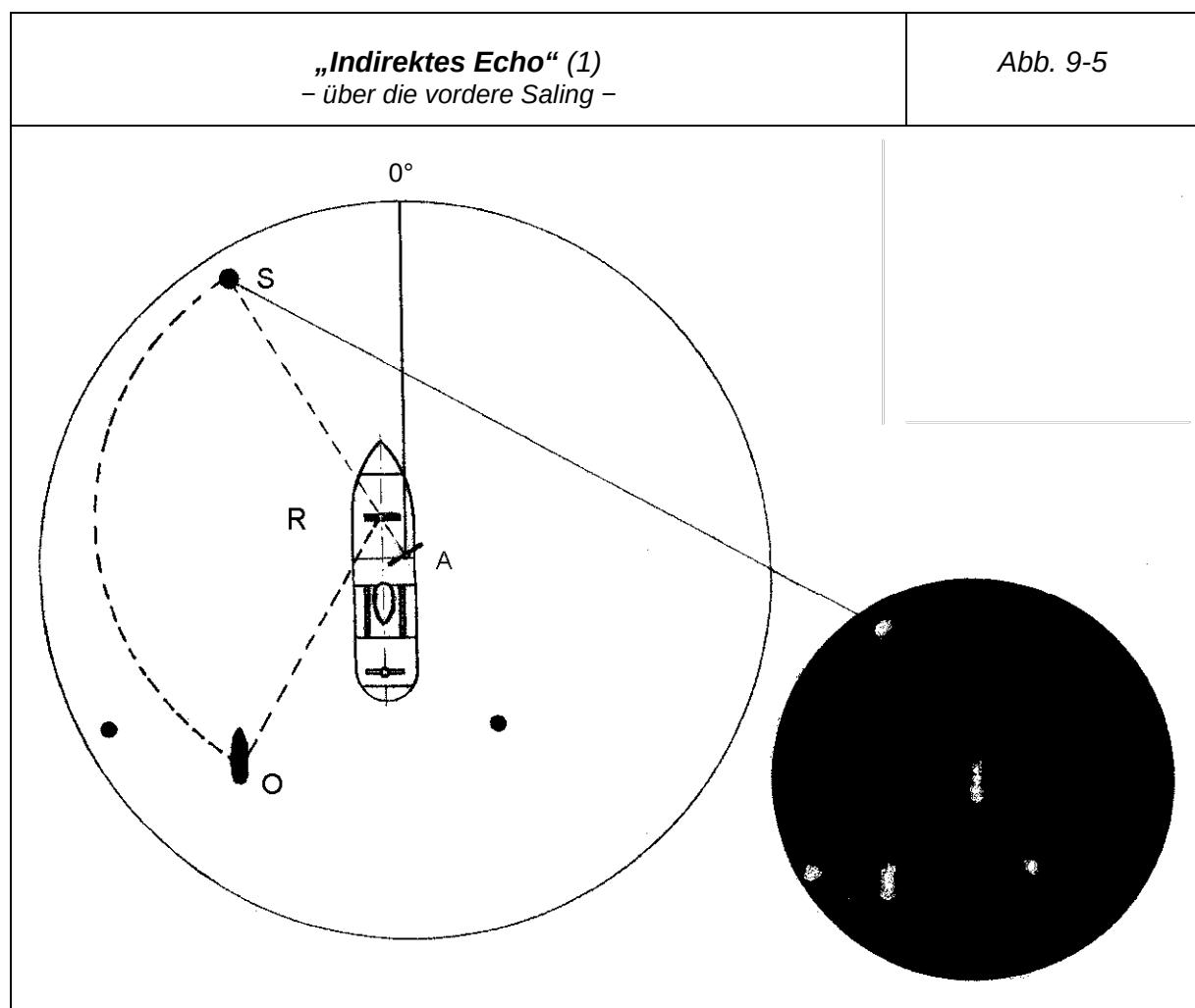
Unter Schein- bzw. **Indirekten Echos** – auch als „quasi-unberechenbare“ Geister-Echos bekannt – versteht man zusätzliche Objekt-Anzeigen an Positionen, die nicht der Wirklichkeit entsprechen. Jedes Scheinecho hat seine Ursache in einem zufällig „spiegelnden Objekt“.

Meistens ähneln diese Indirekten Echos normalen Zielechos; sie sind deshalb nur schwer von denen zu unterscheiden. Doch treten sie *i m m e r* kurzzeitiger als die 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 (1) – „Bordeigene Spiegel“

Auch über/durch Schiffseigene Aufbauten kann ein Scheinecho, dessen Peilung nicht der Wirklichkeit entspricht, hervorgerufen werden und damit eine Fehlortung erfolgen.



Besonders Salinge und „Schornsteine“ sowie die Achterschiffsaufbauten großer Schiffe (bei „mittschiffs“ angeordneter Radarantenne) oder Container „eignen“ sich als „Spiegel“.

Außerdem begünstigen Kniebleche, die Plattformen, Podeste oder Lampen-Halterungen – senkrecht zu deren „Grundfläche“ stehend – abstützen und damit „Tripelspiegel“ bzw. „Hohle Ecken“ bilden können, die Entstehung eines „Spiegelbildes“. (Abschn.6.3.1)

Scheinecho-Regel 1:

*Ein **Scheinecho** / **Indirektes Echo** erscheint auf dem Bildschirm
i m m e r i n R i c h t u n g „Seines Spiegels“ – „h i n t e r i h m“.*

Das abgebildete Indirekte Echo (S) (Abb.9-5) kommt dadurch zustande, dass das Objekt (O) – z u s ä t z l i c h – durch einen Impuls von der Radarantenne (A) auf dem Umweg über die Saling (R) des Vormastes ($d_{AR} + d_{RO}$) „angelotet“ wird. 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 z w e i t e s M a l i n Richtung des Bordeigenen 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 g r ö ß e r. Der „Spiegel“ selbst wird n i c h t dargestellt; er befindet sich in gleicher Peilung v o r dem Scheinecho – deshalb (s. o.): „hinter ihm“.

Wegen der kurzen Abstände der eigenen Aufbauten, verglichen mit der wahren Distanz und auch in Anbetracht der verhältnismäßig kleinen Darstellungsmaßstäbe, fällt der Entfernungsunterschied auf dem Radarbild nicht auf.

Scheinecho-Regel 2:

*Die **Entfernungen** vom „Spiegel“ zum **Echten Echo** u n d zum **Scheinecho**
s i n d a u f d e m R a d a r b i l d i m m e r i d e n t i s c h.*

An Bord können außerdem **Kombi-Echos** – bestehend aus einem Direkten und Indirekten Echos in derselben Peilung – hervorgerufen werden, wenn sich im Bereich der Strahlungskeule – senkrecht zur Ausbreitungsrichtung – p a r a l l e l e Flächen oder „Hohle Ecken“ g e g e n ü b e r stehen. Diese mehrfach spiegelnden Objekte erscheinen dann beim k ü r z e s t e n 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 in den kleinen Bereichen erkennbar.

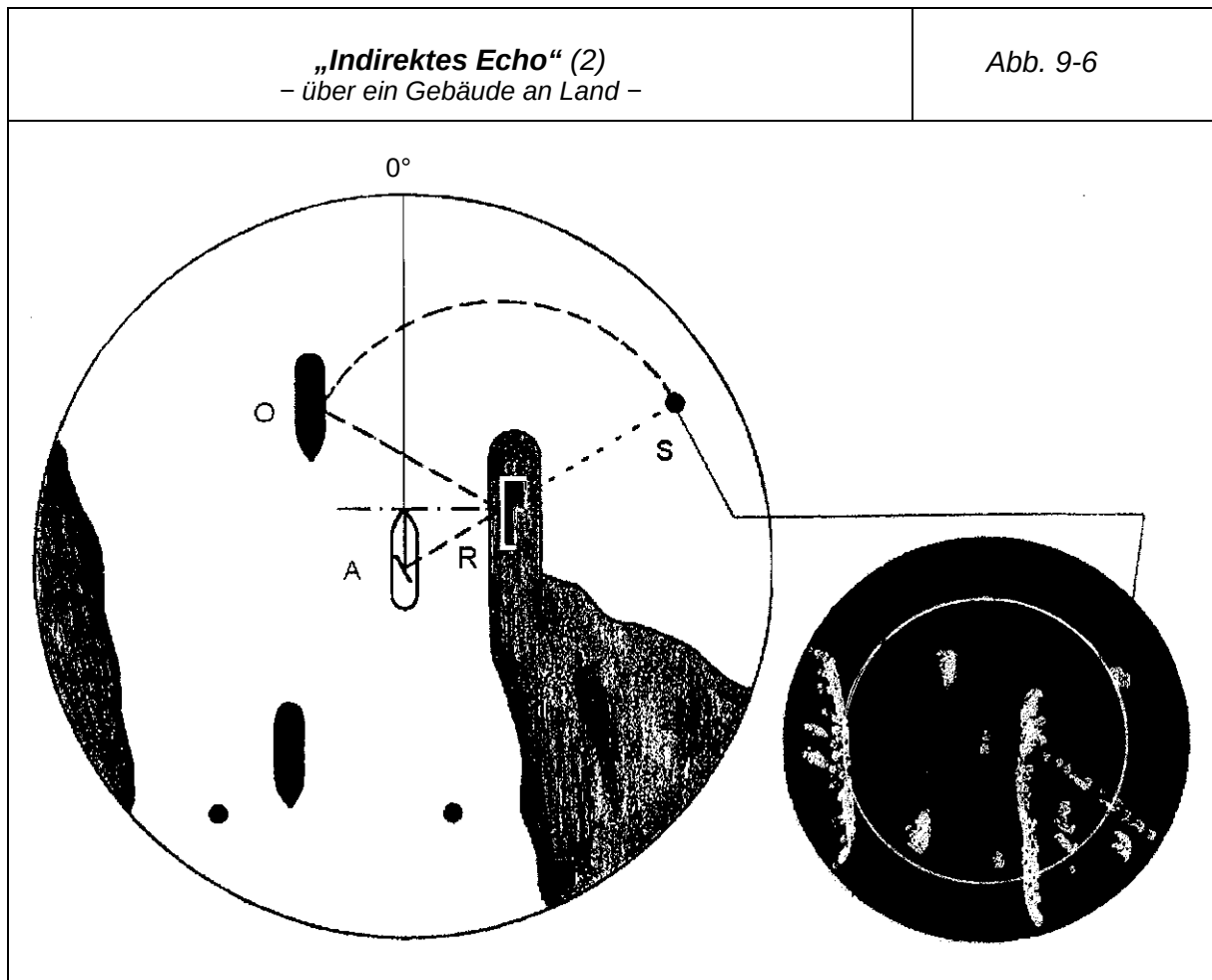
Häufig bilden die beschriebenen Reflektoren deutliche Schatten im Nahbereich, die bei unwirksamer „Nahechodämpfung“ als dunkle Sektoren, praktisch von „Eigenschiff“ ausgehend, zur Identifizierung sichtbar gemacht werden können. Der Vorausssektor – **355°** bis **005°** – ist normalerweise, infolge der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

Wenn es für den Aufstellungsort der Radarantenne keine Alternative gibt, sollte schon bei der E i n b a u p l a n u n g 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 W a r n v e r m e r k im Radar-Logbuch oder unmittelbar am Sichtgerät notwendig.

9.2.2 Indirekte Echos (2) – „Externe Spiegel“

Ähnlich den in 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 auf der diesen „Spiegeln“ g e g e n ü b e r liegenden Seite von umgelenkten Impulsen getroffen und außer an ihrer wirklichen Position, ein z w e i t e s Mal hinter dem „Spiegel“ – wie beim Bordeigenen Reflektor – abgebildet. Dabei stimmen auf dem Bildschirm die Abstände: „Spiegel“ – Echtes Echo (d_{RO}) und „Spiegel“ – Scheinecho (d_{RS}) natürlich (wieder) überein.



Scheinecho-Regel 3:

Auf dem Radarbild ist das **Scheinecho**
 i m m e r w e i t e r v o n „Eigenschiff“ e n t f e r n t a l s d a s **Echte Echo**.
 (Kontrolle mit dem Beweglichen Entfernungsmessring)

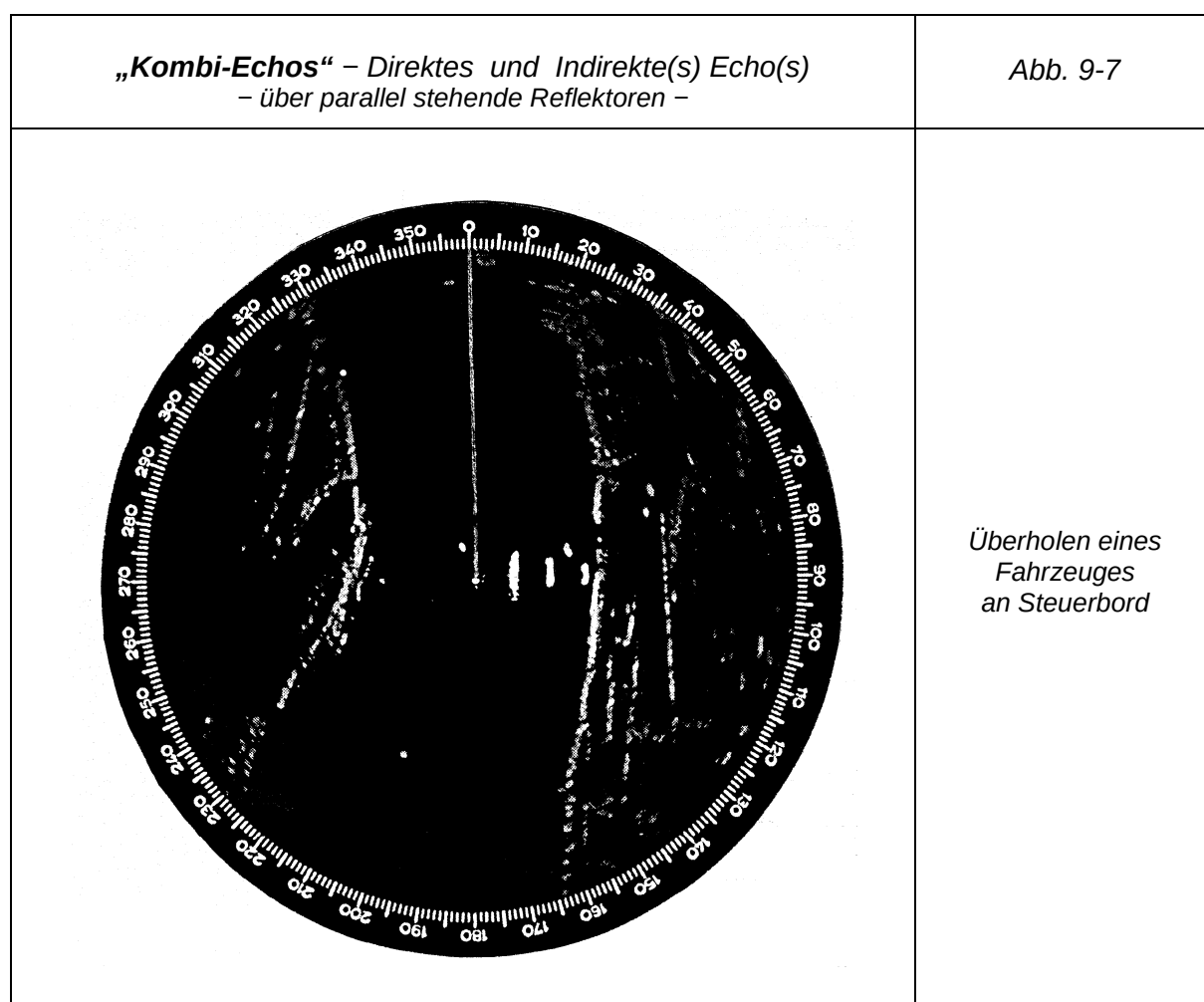
Meistens führen diese Indirekten Echos nicht zu irgendwelchen Verwechslungen, da sie zwischen den, in der Regel zahlreichen, Landechos n i c h t auffallen.

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.

Ein Sonderfall der beschriebenen Erscheinung – ein Kombi-Echo – ergibt sich im Nahbereich beim Passieren eines Objektes, wenn die Eigene Bordwand p a r a l l e l zu dessen Reflexionsfläche steht. In diesem Fall kann das ursprüngliche, zuerst reflektierte Echte Echo dann mehrfach zwischen dem Eigenen Schiff, das verständlicherweise kein(!) Direktes Echo liefern kann, aber einen zweiten „Spiegel“ darstellt, und der Reflexionsfläche des Objektes, die natürlich (gleichzeitig) auch „Spiegel“ ist, „hin und her“ laufen.

Bei j e d e r „Rückkehr“ zur Radarantenne bietet dieses Echo dann „seinen Anteil“ zur Signalaufbereitung – als Indirektes Echo – erneut an. Das Eigene Schiff wird praktisch zu einem „Zweiten Objekt“ und querab entsprechend häufig – jeweils mit seinem Passierabstand – in der Peilung des Echten Objektes dargestellt.



Diese Scheinechos sind besonders intensiv während der Begegnung mit einem anderen Fahrzeug. (Abb.9-7) Es handelt sich um eine K o m b i n a t i o n von Direktem und Indirektem(n) Echo(s). (Abschn.9.2.1) In diesem Fall sind sowohl die Bordwand des gegnerischen Fahrzeuges als auch die eigene besonders „gut geeignete“ großflächige „Spiegel“. Das Eigene Schiff wird regelgerecht – „Regel 1“ – „hinter dem Spiegel“ abgebildet.

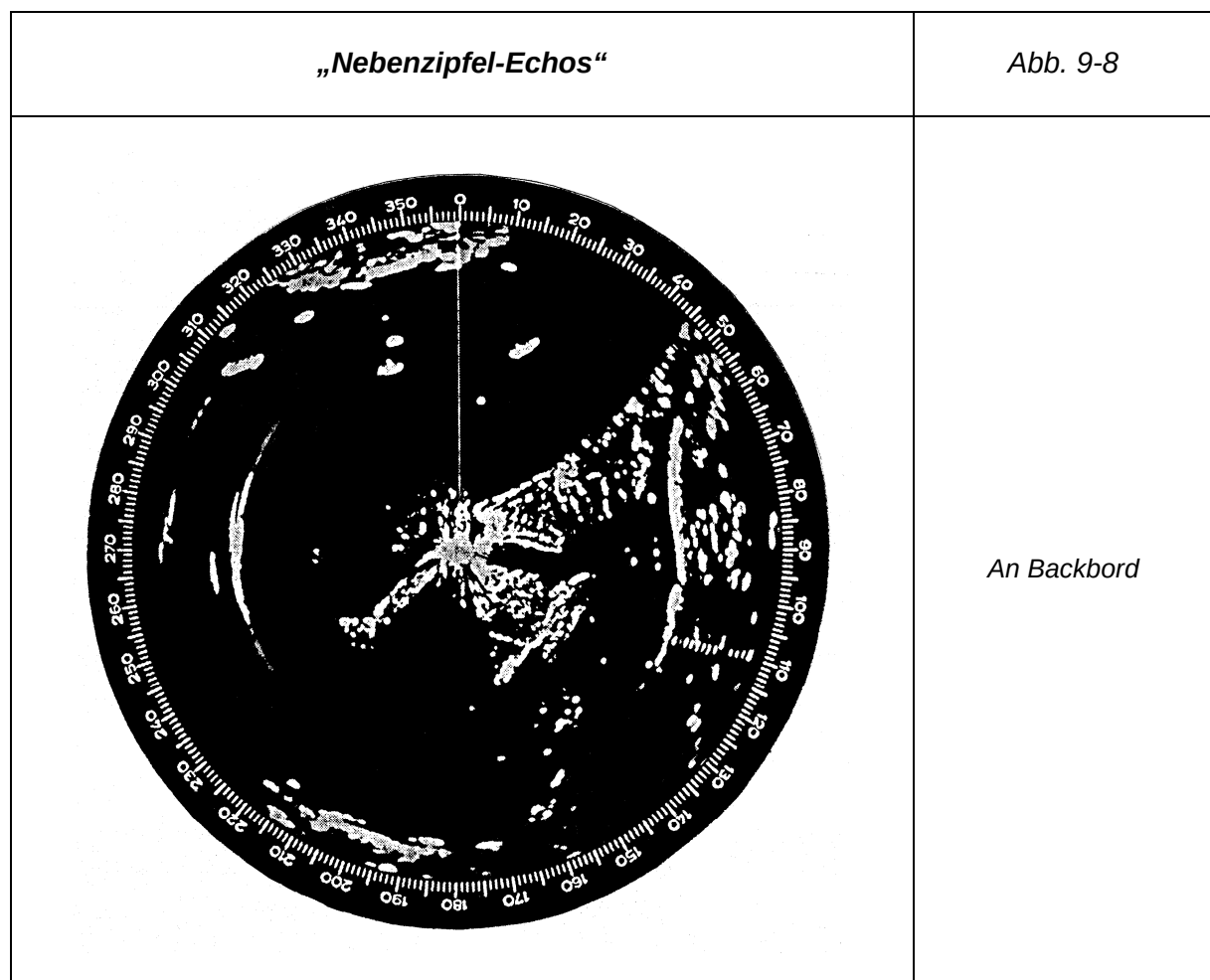
Die drei aufgestellten Regeln sind bei der Identifizierung eines störenden „Spiegels“ an Bord oder eines spiegelnden Objektes außerhalb des Eigenen Schiffes hilfreich. Grundsätzlich gelten alle – auch im Fall eines Kombi-Echos.

9.2.3 Nebenzipfel-Echos

Eine Radarantenne bildet, wie schon erwähnt, seitlich von der Hauptstrahlungskeule Nebenzipfel. Das bedeutet, es wird auch noch in Richtung der jeweiligen Nebenzipfel-Achsen, meistens symmetrisch zur Hauptachse, mit schwacher Energie gesendet und – wie in diesem Fall – „wirkungsvoll“ empfangen. (Abschn.2.1)

P a r a b o l - (Hohlspiegel-) Antennen neigen **e h e r** zur Bildung von Nebenzipfeln als die heute üblichen Schlitzstrahler. Es ist also 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 „reagieren“. Dies hat dann zur Folge, dass ein Objekt – azimuthal gesehen – vor und hinter seiner Hauptrichtung meistens mehrfach, mit steigender und dann wieder mit fallender Intensität, angezeigt wird.

Die Erscheinung kann, abhängig vom Antennen-Typ, 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. Zudem können die zusätzlichen **Nebenzipfel-Reflexionen** häufig mit Hilfe der „**Nahechodämpfung**“ / „**Seegangsentrübung**“ unterdrückt werden, so, dass die Hauptrichtung zu dem Objekt dennoch einwandfrei ermittelt werden kann.

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 „Elektro-magnetischen Fata Morgana“ – kommen.

*Die **Echos** der Objekte 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 an. Zum anderen können die „Impulspakete“ durch abwechselnde Reflexionen an den Rändern einer „ungewöhnlich“ leitenden Luftschicht „kanalisiert“ (wie im Hohlleiter oder 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. **nach** ein oder zwei **weiteren** Sende- („**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. Die Laufzeit von Impuls und(!) Echo ist länger als die dem Bereich entsprechende Ablenkdauer des Schreibstrahls. Die Formel für die **wahre** Zielentfernung (d_w) lautet – bei einer Impulsfrequenz (f_i) in **kHz**:

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

Eine Impulsfrequenz von **1 kHz** „erlaubt“ nur eine Zielentfernung (Abschn.2.2.1) von max. **81 sm**. Das **Echo** einer Steilküste aus **100 sm** Entfernung (d_{wahr}) trifft erst während der nachfolgenden Strahlauslenkung ein und markiert dann in d_{schein} ein **100 – 81 = 19 sm** entferntes Objekt – denn „**Sein Zeitfenster**“ ist „**inzwischen**“ geschlossen. (Abb.9-9)

Bei der Annäherung von „**Eigenschiff**“ an **Verspätete Echos** eines durch Überreichweite erfassten Objektes, laufen die von ihm hervorgerufenen „Falschen Markierungen“, in den Nächstbereich ein. Sie verschwinden dort und erscheinen dann „**später**“ – bei weiterer Annäherung (oder auch erst bei der übernächsten Strahlablenkung) – am Bildrand als „**Echte Markierungen**“ wieder; abgebildet in ihrer 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, **kompriert**, dargestellt werden. Dagegen sind die radialen Abstandsunterschiede innerhalb der Kontur **maßstäblich**. Es kommt zu einer **Verzerrung** der Darstellung. (Abb.9-9)

„Überreichweite“ – Darstellung einer 85 bis 100 sm entfernten Küste
 Radar-Übersichtsbereich = 20 sm – Impulsfrequenz = 1.000 Hz

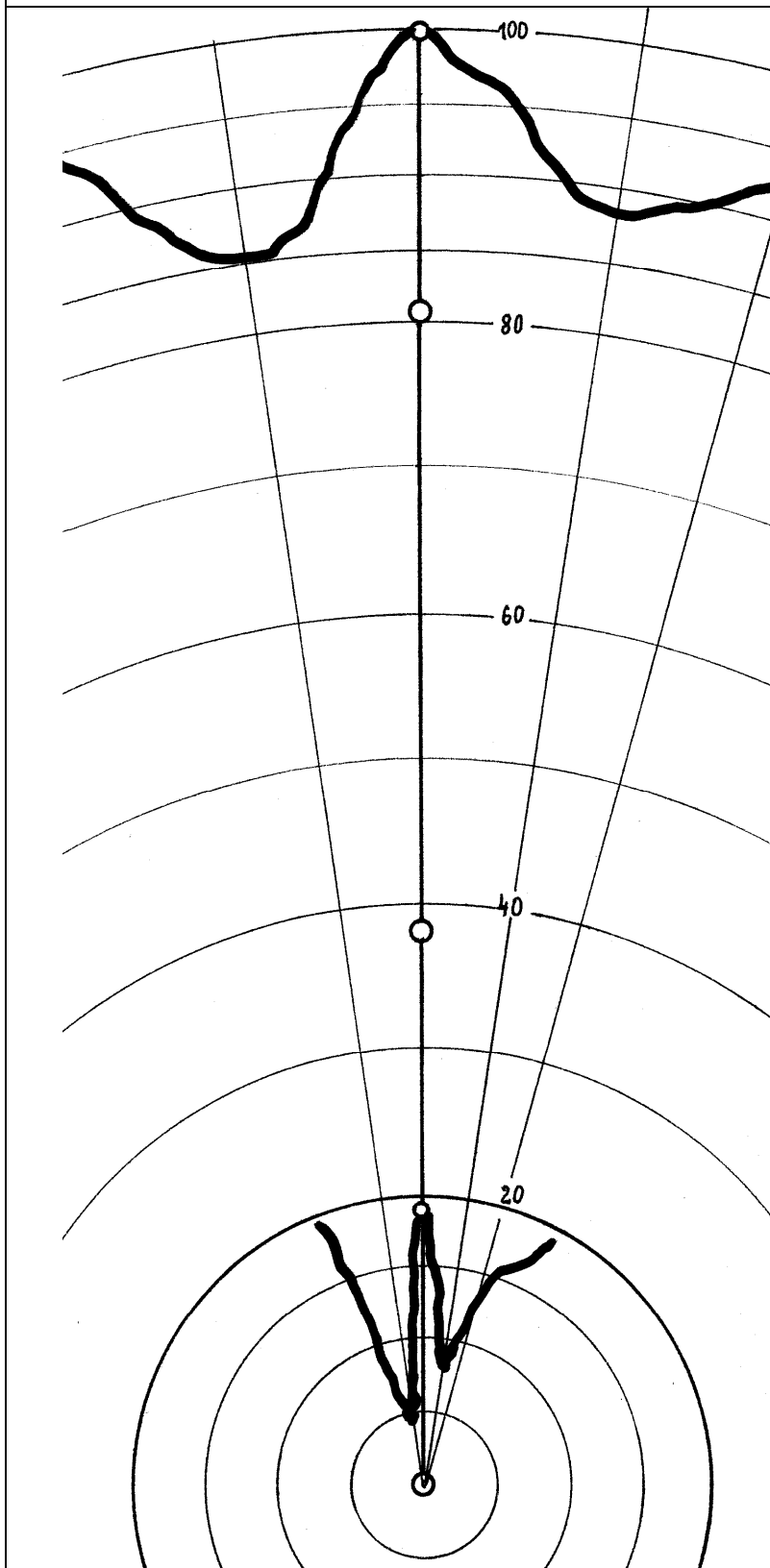


Abb. 9-9

[sm]	Weg	Gesamt-	Zeit	[μs]
------	-----	---------	------	------

▲	3	Objekt reflektiert	▼
100		den (1.) Impuls	617

Ringabstand auf
der Karte: 5 und 10sm

▲ 2 Pos. des (1.) Impulses ▲
81 in der Mitte 500
der Tastpause

- Ablaufbeispiel -

▲ Lauf (Positionen 1-5)
eines Impulses **und**
seines Echos ▼
„auf der Vorauslinie“

Karten- und
Radarbild-Maßstab
sind identisch

Die Peilungen stimmen überein !

▼ 4 Pos. des Echos ▼
100+62 wenn der 1.000
nächste (2.) Impuls gesendet
wird

Ringabstand (4 x) auf dem Radarbild: 5 sm

Empfang des (5 a)		
100+100	1.Echos	1.235

▼ 5 ▼

Pos. des **Bildpunktes** (**5 b**)
19 nach dem 2. Impuls 1.235
wenn das 1. Echo
empfangen wird (siehe 5a)

▲ 1 Ausstrahlung des ▲
0 (1.) Impulses 0

Die impuls-typischen 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.

SCHIFFSRADAR

– Nachwort –

*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. –*

10 Suchen und Finden

10 Bezeichnungen / Begriffe – nachschnagen, entschlüsseln und übersetzen

10.1 Abkürzungen

Diese englischsprachigen Abkürzungen treten vorwiegend im Zusammenhang mit der „Technischen Navigation“ auf. Sie erscheinen deshalb häufig auf dem Bedien- oder Bildschirm-Umfeld der Radarsichtgeräte sowie auf den „Displays“ anderer Navigationsgeräte oder in deren Benutzer-Hinweisen.

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

<i>M</i>	<i>Magnetic ...</i>	Magnet-... (Kompaß-Richtung)
<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>	Parallel-Marker/-Markierungen
<i>PPI</i>	<i>Plan Position Indicator</i>	Radar-Bildschirm („2-dimensionaler Lageplan-Zeichner“)
<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, Entfernungs...
<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>	10-cm-Welle
<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 d. kleinsten Passierabstandes
<i>TCPA</i>	<i>Time to CPA</i>	Zeit bis dichtesten Annäherung
<i>TGT</i>	<i>Target</i>	Ziel, Objekt
<i>TM</i>	<i>True Motion</i>	Absolute Darstellung
<i>TTG</i>	<i>Time to go (Way Point)</i>	Fahrtdauer bis zum: ...
<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>WT</i>	<i>Watertrack</i>	Fahrweg durchs Wasser
<i>X</i>	<i>X-Band</i>	3-cm-Welle
<i>XTR</i>	<i>Transmitter/Receiver</i>	Sender/Empfänger
<i>ZT</i>	<i>Zone Time</i>	Zonenzeit

10.2 Stichwörter

A

Ablenkspule	14, 28, 32, 41, 42
Absolute Darstellung („TM“)	35, 45, 48, 51, 98, 105
Absoluter (Gegner-)Vektor	98
Abstimmung	59
achterausorientiert („S-UP“)	33
AIS (→ Automatische Gegnererkennung)	(125)
Alarm	62
Analogradar	14, 27
Antennenbündelung(-swinkel)	20, 79, 81, 83, 85, 93
Antennenstrahlrichtung	19, 32
Antennen-(Strahlungs-)Diagramm	19
Antennen-(Aufstellungs-)höhe	20, 21, 83, 110
Antennenspannweite	20, 57, 65, 79, 81
Antennenweiche/-umschalter („T/R-cell“, „Duplexer“)	24, 83
Anti Clutter Rain – „ATR“ (→ „Regenenttrübung“)	(132)
Anti Clutter Sea – „ATS“	
(→ „Seegangsenttrübung“/„Nahechodämpfung“)	(133)
ARPA (→ Automatische-Radar-Plot-Hilfe)	(127)
Aspect (→ Lage/„Ansicht“ des Gegners)	(130)
Auflösung	13, 79, 83
Automatische Gegnererkennung („AIS“)	106
Automatische-Radar-Plot-Hilfe („(M)ARPA“)	105
Azimutale Auflösung	81, 83, 84, 110
Azimutale Verzerrung	79, 83, 84, 85

B

basisstabilisiert (Basis-Stabilisierung)	32, 41, 50
Bearing Line/Marker – „EBL“ (→ (Elektron.) Peillinie/-strahl/-strich)	(128)
Bearing Scale (→ Peilskala)	(131)
Bedienung	58, 65
Beobachtungs-(Radarantennen-)standort	14, 30
Bereichsschalter	58, 59
Beweglicher Entfernungsmessring („VRM“)	61, 92, 93, 97, 115
Bildmaßstab	14
Bildmittelpunkt-/„Eigenschiff“-Dehnung („Center Expand“)	83, 139
Bildröhre („CRT“)	14, 28
Bildschirm, Darstellung	14
Bild(schirm)durchmesser	14
Bildschirmbelag/-farbe	15
Bildspeicher	15
Bildursprung/-zentrierung/-zentrum	28, 29, 39, 44

Blip	65
bodenstabilisiert / grundstabilisiert („BT“)	47, 50, 51, 52, 53, 93
Bottomtrack – „BT“ (→ grundstabilisierter Weg, „Fahrweg üG“)	(129)
Brilliance (→ „Helligkeit“)	(129)

C

Cathode Ray Tube – „CRT“ (→ Bildröhre)	(127)
Center Expand (→ Bildmittelpunkt-/„Eigenschiff“-Dehnung)	(127)
Corner (→ Hohle Ecke, Tripelspiegel)	(133)
Course-Up – „C-UP“ (→ sollkursorientiert)	(131)
CPA / Closest Point of Approach (→ Punkt dichtester Annäherung)	(131)
Cursor (→ Markierung, Peillineal, Markierungs-Steuerung)	(130, 131)

D

Darstellung/-sart	14, 32, 40
dezentriert (Dezentrierung)	30, 31, 46, 60
Display (→ Darstellung, Bildschirm)	(127, 128)
Doppler-Log	47
Drehwinkelübertragung	14, 28
Drehmelder	28, 29, 42
Drehzahl (Antennen-)	22, 23
Duplexer („T/R-cell“) (→ Antennenweiche, Sende-/Empfangs-Umschalter)	(127)

E

Echo	13, 21, 27
Eigenschiff („Own Ship“)	14, 27, 39, 46, 50, 53
Electronic Bearing Line/Marker – „EBL“ (→ Elektron. Peillinie)	(128)
Elektronische Peillinie/-strahl/-strich („EBL“)	43, 45, 49, 50, 61, 91, 93, 97
Entfernungs(mess)ring (-marke) („Marker“)	21, 28, 61
Entfernungs-/ Abstandsmessung	13, 92, 93
Erfassungsabstand	66, 68, 70

F

Fahrweg, Fahrweg-Bestimmung /-Registrierung /-Verlauf („Track“/„...-Track“)	36, 46, 47, 62
Fast Time Constant – „FTC“ (→ („Kurze Zeitkonstante“) „Regenenttrübung“)	(132)
Fernsehbildröhre	15, 31
Floating EBL – „FLT-EBL“ (→ Schwimmende Elektron. Peillinie)	(132)
Flüssigkristall-Bildschirm („LCD“)	14, 15, 58
Flussradargerät	81

Fluxgate-Kompass	42
Fremdradar	109
Funkmesstechnik	16

G

<i>Gain</i> (→ „Verstärkung“)	(134)
Geisterecho	109, 113, 118
GPS-stabilisiert („GPS“-Stabilisierung)	53, 105
Gradskala	28, 29, 39, 44, 46, 61
Grundeinstellung	58, 61
grundstabilisiert / bodenstabilisiert („BT“)	47, 50, 51, 52, 53, 93
<i>Guard Zone</i> – „GZ“ (→ Warnsektor)	(134)

H

<i>Half Power Points</i> (→ „Punkte-Halber-Leistung“)	(131)
Haupt(strahlungs)keule	19, 79, 83
Hauptschalter	58
<i>Headline/-marker</i> – „HM“ (→ Vorauslinie/-marker)	(134)
<i>Head-Up</i> – „H-UP“ (→ vorausorientiert)	(134)
Helligkeit („Brilliance“/„Intensity“)	58, 65
Hohl-/ Wellenleiter („Waveguide“)	13, 57
Hohle Ecke, Tripelspiegel („Corner“)	72, 73, 114

I

Impuls (Ortungs-/ Sende-)	13, 21, 79
Impulsabstand	23, 118
Impulsdauer/-länge	22, 58, 60, 80, 82, 83, 84, 85, 118
Impuls(folge)frequenz	22, 23, 118
Impuls/Echo-Laufzeit-Messgerät	16
Impuls(sende)leistung	23
Impulsmesstechnik	21
Impulspaket	21, 79, 80, 83
(Im)pulsradar	13
(Impuls)tastpause	22
Impulstastverhältnis	23
Impulstrefferzahl	22, 23
Impulsvorderflanke/-kante	21, 60, 110
Impulswiederkehr	23
Indirektes Echo	113, 115
<i>Intensity</i> (→ „Helligkeit“)	(129)
<i>Interference Rejection</i> – „IR“ (→ Überlagerungs-Störsperre)	(134)
Interferenz	112

K

Katodenstrahlröhre („CRT“)	14, 28
Kernschatten-freier Bereich	57
Koaxkabel	57
Kollisionsverhütung	47, 94
Kombi-Echo	114, 116
kompassstabilisiert (Kompass-Stabilisierung)	33, 41, 42, 43, 45, 89
Koppelspinne (Radar-)	97, 98, 101
Kreiselkompass	42
Kreiselkompass-Peilskala („True Bearing Scale“)	29, 30, 45
Kreiseltochter	42, 45
Kugelreflektor	73
kursorientiert / sollkursorientiert („C-UP“)	42, 43, 48

L

Lage (Gegner) („Aspect“)	52, 68, 93, 99, 100, 105
Lage (Radarbild)	32, 33, 41, 46
Landradarstation	70
Laufzeit (Impuls/Echo-)	14, 22, 118
LC-Display (→ Flüssigkristall-Bildschirm)	(128)
Lichtgeschwindigkeit	13, 21, 27
logstabilisiert (Log-Stabilisierung)	33, 46, 47, 109

M

Magnetkompass	42
Magnetron	21
Marker (→ Entfernungs(mess)ring, Markierung)	(128/130)
Markierung („Cursor“)	61
Markierungs-Steuerung („Roller Ball“/„Trackball“)	61
MARPA (→ Automatische – „Mini“ – Plot-Hilfe)	(127)
Mikrosekunde	14
Millisekunde	22
Mittelpunkts-Dehnung („Center Expand“)	83, 139
Modulator	21

N

Nachleuchtschleppe/-spur	34, 35, 40, 46, 49, 52, 62
Nächstbereich	21, 59, 83
Nahauflösung	83
Nahbereich	21, 59
Nahbereichslage/-vorstellung	99, 102
Nahechodämpfung („Seegangsenttrübung“) („ACS“/„STC“)	59, 65, 110, 114, 117
Nebenzipfelecho/-reflexion	117
NMEA-Schnittstelle	42, 47
nordorientiert („N-UP“)	44, 50, 51

North-Up – „N-UP“ (→ nordorientiert) (131)

O

Objekt, Ziel („*Target*“) 13, 14, 65
 Objekthöhe 21, 68
 Objekt-Markierung 14, 34

Off Center(-ing) (→ dezentriert, Dezentrierung) (128)

Oktaederreflektor 74, 75

Orientation (→ Orientierungs-Wahlschalter) (131)

Orientierungs-Wahlschalter („*Orientation*“) 59

Orten, Ortung 13, 28, 79

Ortungsstrahl 13, 19

Own Ship (→ „*Eigenschiff*“) (128)

P

Panorama-Anlage 16

Parabolantenne/-schirm/-spiegel 13, 117

Parallel Index/Indexing – „*PI*“ (→ Parallelmarker/-markierung) (131)

Parallelmarker/-markierung („*PI*“) 62, 91

Peilen, Peilung (Radar-) 29, 30, 45, 46, 91, 92, 93

Peillineal („*Cursor*“) 61

Peilscheibe/-skala 28

Pip 65

Plan Position Indicator – „*PPI*“ (→ Radarbilddarstellung/-sichtgerät) (131)

plotten, Plot 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Polarkoordinaten 27

Pulse Length (→ Impulsdauer/-länge) (129)

Pulse Repetition Frequency – „*PRF*“ (→ Impulsfrequenz) (129)

Punkt dichtester Annäherung („*CPA*“) 99, 101

Punkte-Halber-Leistung („*Half Power Points*“) 19

Punktziel 22, 79, 80, 103

R

RACON (→ Radarbake) (131)

Radar(richt)antenne 13, 16, 19, 20, 32, 57

Radarbake („*RACON*“/„*RAMARK*“) 69, 93

Radarbild(darstellung) („*PPI*“) 14, 27, 32, 65, 67

Radarbild-Orientierung 41

Radarbild-Stabilisierung 32

Radarkimm 20, 79

Radarkontakt 65

Radarnavigation 47, 89

<i>Radar Plotting Sheet</i> (→ Radar(koppel)spinne)	(132)
Radarquerschnitt	71, 73
Radarreflektor	69, 70, 73
Radarsichtgerät („PPI“)	14, 57, 58
Radarsichtweite	21
Radar(koppel)spinne	97, 98, 101
Radarwelle	13, 19, 110, 118
Radiale Auflösung	82, 83, 84, 85
Radiale Verzerrung	80, 83, 84
<i>Radio Detecting and Ranging</i> – „RADAR“	13
Radom	14, 57
<i>RAMARK</i> (→ Radarbake)	(131)
<i>Range</i> (→ Übersichtsbereich)	(134)
<i>Range Selector</i> (→ Bereichsschalter)	(127)
Rasterscan-Darstellung /-Radar („ <i>Rasterscan-Radar</i> “)	15, 28, 31, 36, 42, 47, 51, 52
Rauschen (Signal)	59
Reflexionsplotter	98
Regenentrübung („ <i>ACR</i> “/„ <i>FTC</i> “)	58, 60, 65, 110, 111
Regenfang-Stellung	76
Reichweite	13, 20, 23, 60, 83, 118
Relative	99, 103, 104
<i>Relative Bearing Scale</i> (→ Relative Peilskala)	
Relative Darstellung („ <i>RM</i> “)	35, 39, 40, 93, 95
<i>Relative Motion Presentation</i> – „ <i>RM</i> “ (→ Relative Darstellung)	(132)
Relative Peilskala („ <i>Relative Bearing Scale</i> “)	29, 30
Relativplot (Einfach-)	97, 98, 99
<i>Ring</i> – „ <i>VRM</i> “ (→ Beweglicher Entfernungsmessring)	(127)
<i>Roller Ball</i> (→ Markierungs-/ „ <i>Cursor</i> “-Steuerung)	(130)
Rückstrahlintensität	65, 66, 69, 70, 71, 72
Rundsuch-/sichtanlage	16
Rundum-Schmierreflexion	117
S	
S-Band	19, 20, 70, 109, 110
Schatten(-sektoren)	65
Scheinecho	65, 109, 113, 114, 115
Schiffsrichtungs-Orientierung	32
Schlitzstrahler	13, 117
Schreibstrahl/-spur („ <i>Sweep</i> “)	14, 22, 27, 28, 58, 118
Schwelle (Entfernungs-)	62
Schwimmende Elektron. Peillinie („ <i>FLT-EBL</i> “)	61
Sechser-Stellung	76

Seegangsecho	109, 110
Seegangsenttrübung („Nahechodämpfung“) („ACS“/„STC“)	58, 59, 110
Seeradaranlage	81
seestabilisiert / wasserstabilisiert („WT“)	47, 48, 49, 51, 52, 53, 93
Seitenkeule	19
Sende-/Empfangseinheit („Transmitter-Down“)	57
Sendeleistung	23
<i>Sensitivity Time Control</i> – „STC“ (→ „Seegangsenttrübung“)	(133)
Sicht-/ Bediengerät	57
Signal (Echo)	13, 14, 21, 59, 60
sollkursorientiert / kursorientiert („C-UP“)	42, 43, 48
Spur(-linie) („Track“)	36, 40, 97, 99
Standort (Eigener-/Radarantennen-)	14, 27, 28
Staudruck-Log	47
<i>Stern-Up</i> – „S-UP“ (→ achterausorientiert)	(127)
Störanzeige/-echo/-reflexion	65, 109
Strahlablenkung	14, 21, 22
Stromsparmodus	62
Sum-Log	47
<i>Sweep</i> (→ Schreibstrahl)	(132)

T

<i>Target</i> (→ Objekt, Ziel)	(131)
Tast-/ Taktimpuls („Trigger“)	21
Tiefenauflösung	82
<i>TCPA / Time to Closest Point of Approach</i> (→ Zeit bis zur dichtesten Annäherung)	(134)
Toter Kreis, Toter Winkel	21, 57, 67
<i>Track</i> (→ Fahrweg)	(128)
<i>Trackball</i> (→ Markierungs-/ „Cursor“-Steuerung)	(130)
<i>T/R-cell (Duplexer)</i> (→ Sende-/Empfangs-Umschalter, Antennenweiche)	(127)
Trägerfrequenz	21
Trägerwelle	13, 19, 20, 21
<i>Trail</i> (→ Nachleuchtschleppe/-spur)	(130)
<i>Transmitter-Down</i> (→ Sende-/Empfangs-Einheit)	(133)
<i>Transmitter-Up</i> (→ Antennen-/Sende-/Empfangs-Einheit)	(127)
<i>Trigger</i> (→ Tastimpuls)	(133)
Tripelspiegel, Hohle Ecke („Corner“)	72, 73, 114
<i>True Bearing Scale</i> (→ Kreiselkompass-Peilskala)	(130)
<i>True Motion Presentation</i> – „TM“ (→ Absolute Darstellung)	(127)
<i>Tuning</i> (→ „Abstimmung“)	(127)

U

Überlagerungs-Störsperre („IR“)	70, 113
Überreichweite	60, 118, 119
Übersichtsbereich	14, 58, 59, 83, 92, 118
Umschaltdauer (Senden/Empfangen)	83

V

<i>Variable Range Marker</i> – „VRM“	
(→ Beweglicher Entfernungsmessring)	(127)
Veränderbarer Bildmaßstab („Zoom“)	60
Verspätete Echos	118
Verstärkung („Gain“)	58, 59, 65, 117
Verzerrung	79, 80, 83
Video-Signale	24
Vorauslinie/-marker („HM“)	32, 39, 44, 48, 49, 50, 51, 59, 61, 89, 90
vorausorientiert („H-UP“)	32, 39, 45

W

Warnsektor („GZ“)	62
wasserstabilisiert / seestabilisiert („WT“)	47, 48, 49, 51, 52, 53, 93
<i>Watertrack</i> – „WT“ (→ wasserstabilisierter Weg, „Fahrweg dW“)	(134)
<i>Waveguide</i> (→ Wellen-/Hohlleiter)	(134)
Wegpunktreihe	36, 62
Wellenlänge, (Träger-)	19, 20, 70, 110
Wellen-/ Hohlleiter („Waveguide“)	13, 57
Winkelauflösung	20, 81

X

X-Band	19, 20, 68, 72, 109, 110
X/Y-Koordinaten	28

Y

Yacht-Stellung	74
----------------	----

Z

Zeit bis zur dichtesten Annäherung („TCPA“)	99, 101, 103, 104
Zeitfenster	22, 118
Zentimeterband/-welle	13, 16
Ziel, Objekt („Target“)	65
Zielabstand/-entfernung	22, 79, 81, 118
Zielansprache	16, 61
<i>Zoom</i> (→ Veränderbarer Bildmaßstab)	(134)
Zwangssynchronisierung	32

11 E r i n n e r n ...

11 ATLAS WERKE A.G. BREMEN / Zweigbüro Hamburg – „Historische Dokumente“

11.1 Einstellung des Verfassers als Radar-Ingenieur

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

Nr. 30 Telegramm		Deutsche Bundespost	
HAMBURG W 6713 21 28 1321 =			
ZUS:			
Aufgenommen Tag: 11. 52 13 von: 28. II. 52 durch: [Signature] Am: [Signature]		HERRN DIETER LUNGE BEIM SCHLUMP 13 HAMBURG 13	
		Übermittelt Tag: [Signature] von: [Signature] durch: [Signature]	
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 4.53/214			

(„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
POSTSCHECKKONTO, HAMBURG NR. 11919

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

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)

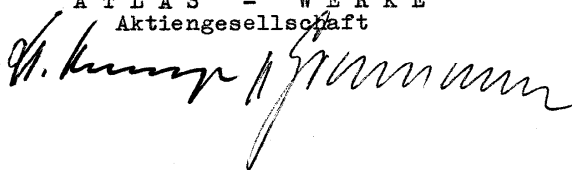
fällig am Letzten des Monats. Sie sind verpflichtet, über die Höhe
Ihrer Bezüge Stillschweigen zu bewahren. Während des tariflich ge-
regelten Urlaubs wird das Gehalt weitergezahlt.

Für die Kündigung Ihres Anstellungsverhältnisses
wird eine einmonatige Frist auf den Schluss des Kalendermonats verein-
bart.

Im übrigen gelten für Ihr Anstellungsverhältnis die
beigefügten Bestimmungen der Arbeitsordnung der Atlas-Werke A.-G.
und der zwischen dem Arbeitgeberverband und den Gewerkschaften ver-
einbarte 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 Haupt-
werkes im geschlossenen Umschlag wieder zuzustellen.

ATLAS - WERKE
Aktiengesellschaft



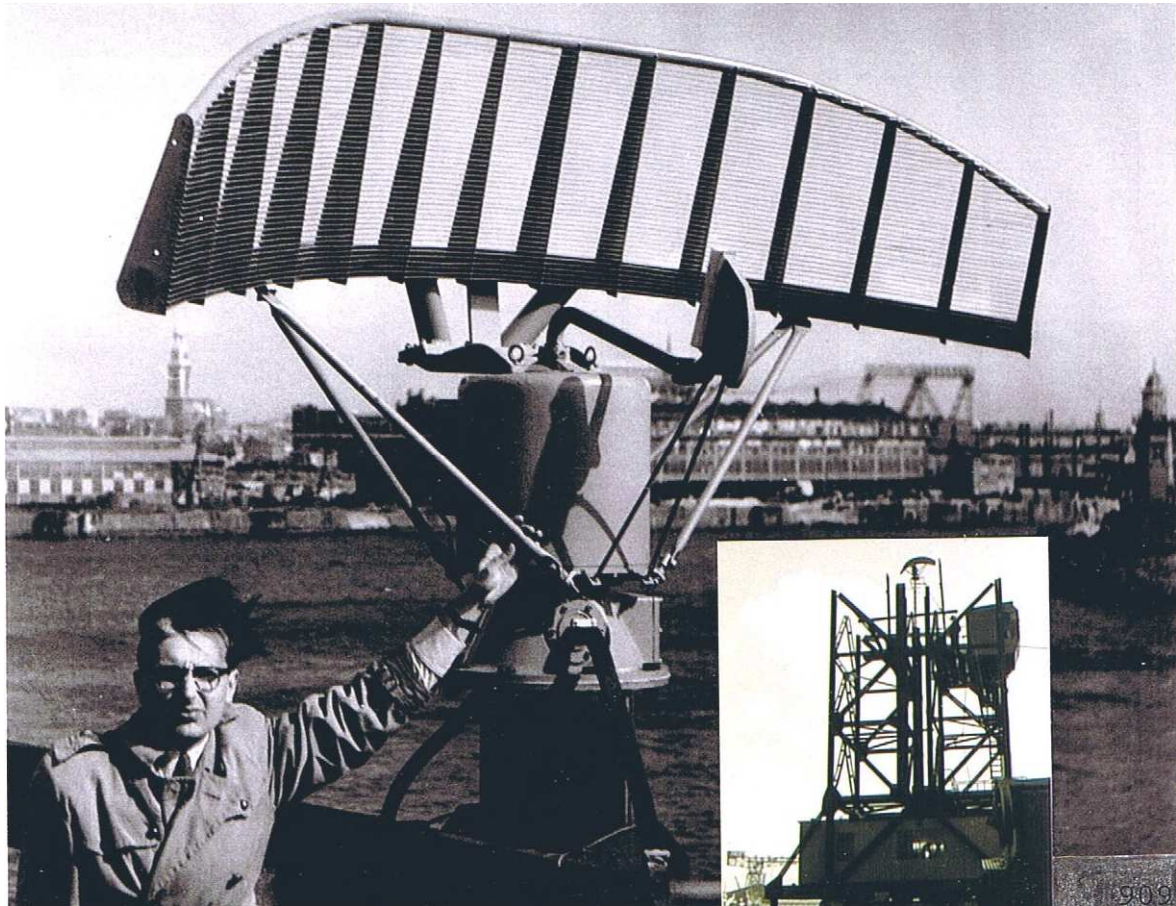
Anl.

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 – Antennenbündelung $1,1^\circ$ – Impulsdauer $0,2 \mu\text{s}$



(Verfasser)

Abb. 11-3

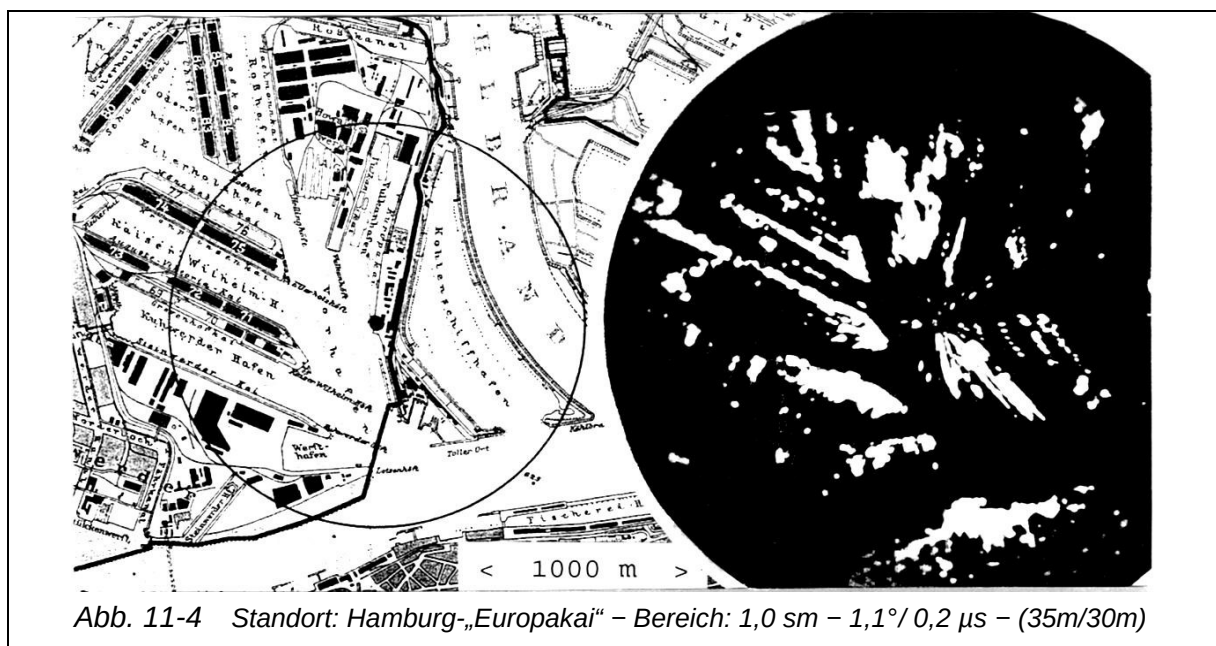


Abb. 11-4 Standort: Hamburg-„Europakai“ – Bereich: 1,0 sm – $1,1^\circ$ / $0,2 \mu\text{s}$ – (35m/30m)

- Frühjahr **1953** – Fortsetzung der Versuche an Bord eines 20-to-Schwimmkranes –
u. a. am „Amerikahöft“ und vor „Neumühlen“

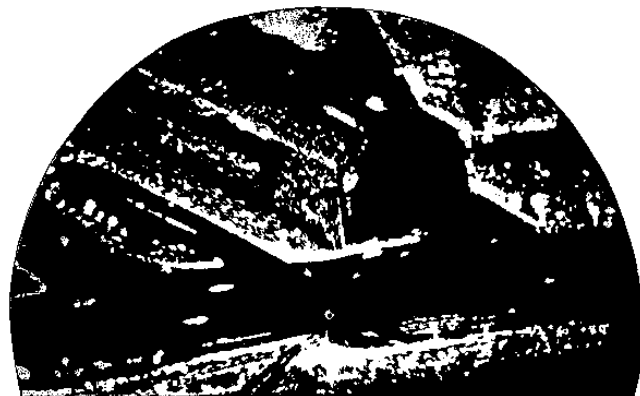
14-Fuß-X-Band-Antenne – Antennenbündelung $0,6^\circ$ – (Impulsdauer $0,2 \mu\text{s}$)



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 eine 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“.

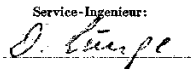
 RAYTHEON Mfg. Co. Waltham, Mass.		RADAR-SERVICE		durch ATLAS-WERKE AG. by			
Anfangsdatum: Date Started:	Schiff: Vessel: „WARSAWA“	Reederei: Owner:	Ort: Location: Hf. DW	Equipm.: SO-1	Serial No.:		
28.3.54	Grund: Reason: Installation of SO-1 Radar		Verbrauchtes Material Material Used				
Befand der Fehlerbehebung Conditions Found and Corrected	Checked all xts before they were installed. Renewed the contacts and the overload thermal relays of the controller. There was a little misp about 3cm out of the center of the picture. P.P.I. damped and picture cleared. –		Part No.	Bezeichnung Description	Anzahl Quantity	Woher Source	
	Avable marker adjusted.		Completed the spare parts list.				
	antenna and synchro aligned.						
	It was bearing hit out of action.						
	Good picture in all ranges.						
	Targets up to 13sm.						
Meßwerte values measured	Adjusted crystal current for 0.6mV		Service-Ingenieur: 		Schiffsleitung: Ships Command 		
Anfrags No.: Order No.: 59287P	Betriebsstunden: Clock Hours:	Enddatum: Date completed: 10.4.54	Datum: Date:				

Abb. 11-8

Technische Daten der RAYTHEON – „SO -1“ – S-Band-Radaranlage, Baujahr 1944:

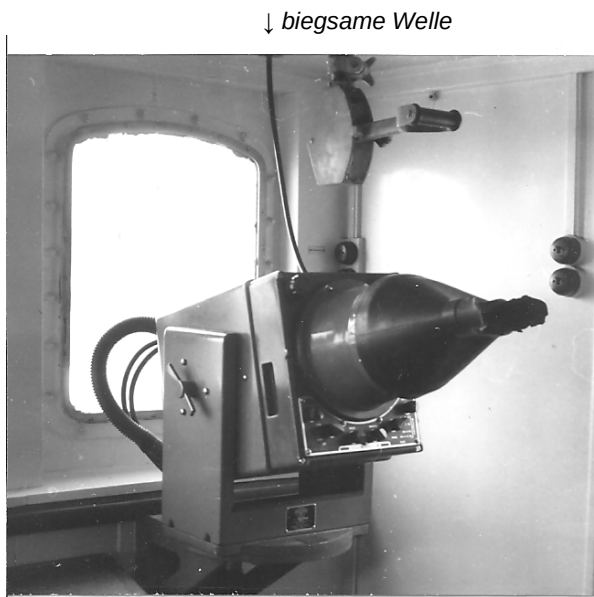
4-Fuß-Parabolantenne mit 8 U/min bei 6°-Antennenbündelung, gespeist über einen innerhalb des Senders vergoldeten 3X1½-Zoll-Rechteck-Hohlleiter; mit einem **S-Band-Magnetron**, „2 J 70“(30 kW), getastet durch eine 4 kV-Funkenstrecke mit umlaufenden Kontakten, bei einer Impulsfrequenz von **200 Hz** und ca. **2 µs** Impulsdauer (Abschn.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, kreiseltochter-gesteuerte Kompass-Peilskala optimierte die Auswertung der relativ/vorausstabilisierten PPI-Darstellung („RM / H-UP“). –

- **1952 ... 1955** – Bilder aus dem Service-Alltag

7-Zoll-Radarindikator
mit
Sichthaube und biegsamer Welle

1952

Abb. 11-9



Kundendienst-Fahrzeug
Gebrauchter DKW-Kombi „3=6“
3-Zyl. / 2-Takt

1954

Abb. 11-10

Vorbereitung für einen
nachträglichen Radareinbau an
der Pier

1955

Abb. 11-11





Radarservice
„Problemlösung“
1955

Abb. 11-12

Wartung einer S-Band-Antenne
1955



Abb. 11-13



Transport eines beschädigten
12-Fuß-S-Band-Parabolreflektors
(3,60m)

1955

Abb. 11-14

ATLAS-WERKE A.G. / RAYTHEON
Kundendienst-Karte

1962

 	ATLAS Echolote und Radargeräte Fertigung Vertrieb, Einbau und Wartung	HAMBURG Steinhöft 11 Fernruf [0411] 35 34 91 Telex 021 1020
	RAYTHEON Radargeräte Mariners Pathfinder und Echolote Vertrieb, Einbau und Wartung in Deutschland durch:	BREMERHAVEN Hoebelstraße (Ecke Amrumstraße) Fernruf [0471] 2 70 70 Cuxhaven: Fernruf [04721] 22 05
ATLAS-WERKE AKTIENGESellschaft 28 Bremen 2 · Sebaldsbrücker Heerstr. 235 Fernsprecher [0421] 4 58 31 · Telex 02 44890		KIEL Ing. Büro ATLAS · Fischereihafen Fernruf [0431] 2 13 24 Telex 029 2824
		EMDEN Eissing KG. · Große Straße 66 Fernruf [04921] 38 83 Telex 027 873

Abb. 11-15