



Hermann Haberkamp

Navigation mit Radar

Lehrbuch und Nachschlagewerk für die Binnenschifffahrt



Binnenschifffahrts-Verlag

Vorwort

Die Binnenschifffahrt ist heute ohne Radar undenkbar. Erst mit Radar ist die „Continue-Fahrt“, die Fahrt rund um die Uhr und unabhängig von den Sichtverhältnissen, möglich geworden. Doch auch bei guter Sicht bietet die Mitbenutzung der Radaranlage viele Vorteile und macht die Fahrt sicherer und leichter. Daher verwundert es nicht, dass nahezu alle Binnenschiffe mit mindestens einer Radaranlage ausgerüstet sind und Radar auch bei guter Sicht nutzen.

Zur sicheren und leichten Navigation mit Radar auf Binnenschiffahrtsstraßen müssen drei wichtige Grundvoraussetzungen erfüllt sein:

1. Die Wasserstraße muss radargerecht ausgerüstet sein,
2. die Schiffe müssen fachgerecht und vorschriftsmäßig ausgerüstet sein und
3. die Schiffsführer¹ müssen das Radargerät fachkundig einstellen und die Informationen auf dem Sichtgerät richtig interpretieren können.

Das vorliegende Handbuch befasst sich mit den drei Grundvoraussetzungen und eignet sich als Lehrgangsunterlage zur Vorbereitung auf die Radarpatentprüfung. In der Anlage zu diesem Handbuch befindet sich eine Sammlung mit Fragen und Antworten zum Thema Flussradar sowie das Prüfungsprogramm nach Anlage D8 der RheinSchPersV.

Nach einer allgemeinen Einführung in das Thema „Navigation der Schifffahrt“ beginnt es mit der Schilderung dessen, was jeder Schiffsführer kennt – der Navigation bei guter Sicht, gefolgt von der Fahrt mit Radar bei unsichtigem Wetter. Auf diese Art fällt es leicht, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der Navigation bei guter Sicht und der Fahrt mit Radar zu erkennen und in Worte zu fassen.

In folgenden Kapiteln werden das Radarprinzip und die systematischen Eigenschaften des Flussradars in einer praxisorientierten Art und Weise erklärt und mit Bildern ergänzt.

Schließlich gibt es noch einen Einstieg in die Themen Inland ECDIS und Inland AIS. Dieser ist als Anregung gedacht, sich auch mit diesen zweckmäßigen Ergänzungen zum Radar intensiver zu beschäftigen.

Hinweis

In diesem Handbuch werden die für den Rhein geltenden Regelungen zu Grunde gelegt und die Navigationsradaranlage für die Binnenschifffahrt als Flussradaranlage bezeichnet.

Seit nunmehr 35 Jahren unterrichte ich in Lehrgängen zur Vorbereitung auf die Radarpatentprüfung und habe meine Lehrgangsunterlagen vielfach angepasst und ergänzt. Die Initiative und Ermutigung, aus den Lehrgangsunterlagen ein Buch zu schreiben, ging von Herrn Lothar Barth aus, Leiter der Akademie Barth. Der Inhalt des Buchs ist gegenüber den Lehrgangsunterlagen erweitert um einige wichtige Kenntnisse und Erkenntnisse, die ich im Laufe meiner Berufstätigkeit, aber auch von den in der Binnenschifffahrt tätigen Menschen gewonnen habe.

Ich wünsche allen Lesern dieses Buches viel Spaß und allzeit gute Fahrt. Falls Sie Wünsche haben, was in dem Buch ergänzt oder verbessert werden könnte, so zögern Sie nicht, dies dem Verlag mitzuteilen.

Hermann Haberkamp

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Handbuch die männliche Form verwendet. Damit sind Personen jeden Geschlechts gemeint.

Abkürzungsverzeichnis

AIS	Automatic Identification System (Automatisches Identifikationssystem)	IHO	International Hydrographic Organisation
ARPA	Automatic Radar Plotting Aids (Navigationshilfe)	IR	Interference Rejection (Interferenzunterdrückung)
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau	Lat	Latitude (Breitengrad)
Bb	Backbord	LNFA	Low Noise Front End (rauscharmes Empfängermodul)
BinSchStrO	Binnenschiffahrtstraßen-Ordnung	Lon	Longitude (Längengrad)
BRZ	Brutto-Raum-Zahl	MKD	Minimum Keyboard Display (Bediendisplay des Inland AIS)
CCD	Charge Coupled Device (Eimerketten-speicher)	MoselSchPV	Moselschiffahrtspolizeiverordnung
CEVNI	Code Européen des Voies de la Navigation Intérieure (Europäische Binnenschiffahrtstraßen-Ordnung)	MTI	Moving Target Indication (Bewegtzielanzeige)
CESNI	Comité européen pour l'élaboration de standards dans le domaine de la navigation intérieure (Europäischer Ausschuss für die Ausarbeitung von Standards im Bereich der Binnenschiffahrt)	NOK	Nord-Ostsee-Kanal
COG	Course Over Ground (Kurs (über Grund))	PPI	Plane Position Indication (kartenähnliche Darstellung)
CPA	Closest Point of Approach (Ort der dichtesten Annäherung)	PRF	Pulse Repetition Frequency (Pulswiederhol-frequenz)
DGPS	Differential-GPS-Dienst	RADAR	Radio Detection And Ranging (funkgestützte Erfassung und Ortung)
DonauSchPV	Donauschiffahrtspolizeiverordnung	RCS	Radar Cross Section (Äquivalente Querschnittsfläche)
DoRIS	Donau River Information Services (elektronisches System zur Verkehrslenkung der Donauschiffahrt)	RheinSchPersV	Verordnung über das Schiffspersonal auf dem Rhein
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System (Elektronisches Kartendarstellungs- und Informationssystem)	RheinSchPV	Rheinschiffahrtspolizeiverordnung
ES	Europäischer Standard (des CESNI)	RM-CU	Relative Motion-Course Up (Relative Darstellung, kursorientiert)
ETSI	European Telecommunication Standards Institute (Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen)	RM-HU	Relative Motion-Head Up (Relative Darstellung, vorausorientiert)
FTC	Fast Time Constant (Regen-Enttrübung)	RM-NU	Relative Motion-North Up (Relative Darstellung, nordorientiert)
FVT	Fachstelle der WSV für Verkehrstechniken	SBY	Stand-by
IFF	Identification Friend or Foe	Stb	Steuerbord
GDWS	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	STC	Sensitive Time Control (Wellen-Enttrübung, Nahechodämpfung)
GLW	Gleichwertiger Wasserstand	SUK	Schiffsuntersuchungskommission
GNNS	Global Navigation Satellite System (Satelliten-Navigationssystem)	TCPA	Time to Closest Point of Approach (Zeit bis zum Ort der dichtesten Annäherung)
GSM	Global System for Mobile Communications (Mobilfunkstandard)	TM	True Motion (Wahre Darstellung)
HDG	Heading (Kurs (Weg))	TR	Transmit/Receive
HL	Hohlleiter	VRM	Variabler Entfernungsmessring
HMI	Human Machine Interface (Benutzerschnitt-stelle)	WGS84	World Geodetic System 1984 (geodätisches Referenzsystem)
		WSPS	Wasserschutzpolizei-Schule
		WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung
		ZF	Zwischenfrequenzebene
		ZKR	Zentralkommission für die Rheinschiffahrt

Inhaltsverzeichnis

1	Navigieren in der Schifffahrt	1
1.1	Bedeutung des Begriffs „Navigieren“	2
1.2	Astronomische Navigation	2
1.3	Terrestrische Navigation	2
1.4	Elektronische Navigation	2
2	Navigation bei guter Sicht	5
2.1	Der Geschäftsprozess des navigierenden Schiffers	6
2.1.1	Die operationelle Navigation	6
2.1.2	Die taktische Navigation	6
2.1.3	Die strategische Navigation	6
2.2	Die Steuerung des Schiffs	6
2.2.1	Der Regelkreis der Schiffssteuerung	6
2.2.2	Bestimmung des Ist-Kurses	7
2.2.3	Bestimmung des Soll-Kurses	7
2.2.4	Regelgerechte Wegführung	7
2.2.5	Adaptives Verhalten	7
2.2.6	Mitbenutzung der Radaranlage bei guter Sicht	8
2.3	Fähigkeiten der Schiffsführung	8
2.3.1	Streckenkenntnisse	8
2.3.2	Schifferpatent	8
2.3.3	Sprechfunkzeugnis	8
2.4	Ausrüstung des Schiffs	9
2.4.1	Schiffsantrieb	9
2.4.2	Steueranlage	9
2.4.3	Funkanlage	9
2.4.4	Schallsignalanlage	10
2.4.5	Visuelle Bezeichnung	10
2.4.6	Anlage zur elektronischen Anzeige von Flusskarten (Inland ECDIS-Gerät)	10
2.4.7	Anlage zur Automatischen Schiffsidentifizierung (Inland AIS-Gerät)	10
2.5	Ausrüstung der Wasserstraße	10
2.5.1	Kilometrierung der Wasserstraße	10
2.5.2	Bezeichnung der Fahrrinne	10
2.5.3	Markierung von Hindernissen	11
2.5.4	Kennzeichnung von Brückendurchfahrten	11
2.5.5	Signale an Schleusenein- und -ausfahrten	11
2.5.6	Relaisstationen für Funk und AIS	11
2.5.7	AIS-Basisstationen	11
3	Navigation mit Radar	13
3.1	Das unsichtige Wetter	14
3.2	Schiffssteuerung in der Radarfahrt	14
3.2.1	Der Geschäftsprozess des navigierenden Schiffers während der Radarfahrt	14
3.2.2	Geeignete Entfernungsbereiche für das Radarbild	14
3.2.3	Gewinnung von Ist- und Soll-Kurs	14
3.2.4	Vorausschauende Verkehrsbeobachtung	14
3.3	Vor- und Nachteile der Radarnavigation im Vergleich zur visuellen Navigation	16
3.3.1	Vorteile von Radar	16
3.3.2	Schwächen von Radar	16

3.4	Zusätzliche Fähigkeiten der Schiffsführung	16
3.4.1	Radarkennnisse des Schiffsführers	16
3.4.2	Radarpatent	16
3.5	Radargerechte Ausrüstung der Fahrzeuge	17
3.5.1	Erforderliche Geräte für die Radarfahrt	17
3.5.2	Platzierung der Radarantenne	17
3.5.3	Positionierung des Bedienteils des Radargeräts	18
3.5.4	Positionierung der Wendegeschwindigkeitsanzeige	18
3.5.5	Einbau und Funktionsprüfung durch anerkannte Fachfirmen	18
3.6	Radargerechte Ausrüstung der Wasserstraßen	18
3.6.1	Radarreflektoren zur Sichtbarmachung von Schifffahrtszeichen	18
3.6.2	Markierung der Brückendurchfahrten bzw. Strompfeiler	18
3.6.3	Maßnahmen zur Verminderung von Radarbildstörungen an Brücken	19
3.6.4	Geeignete Trassierung von Brücken	20
3.6.5	Zurückschneiden von Uferbewuchs	20
3.6.6	Kennzeichnung von Leitungskreuzungen für die Radarfahrt	20
4	Das Radarverfahren	23
4.1	Die Anfänge der Funkortung	24
4.1.1	Christian Hülsmeier	24
4.1.2	Der Neustart der Funkortung	24
4.1.3	Erste Erprobung von Radargeräten auf dem Rhein	24
4.1.4	Erste Radarvorschriften der ZKR	24
4.2	Das Radarprinzip	25
4.2.1	Bedeutung der Abkürzung RADAR	25
4.2.2	Entfernungsmessung durch die Laufzeit eines Impulses	25
4.2.3	Entfernungsmessung mit Radar	25
4.2.4	Erzeugung und Ausbreitung des Sendeimpulses	26
4.2.5	Reflexion des Sendeimpulses	26
4.2.6	Empfang der Radarechos	27
4.2.7	Ermittlung der azimutalen Richtung eines Ziels	27
4.2.8	Entstehung des Radarbilds	28
4.3	Darstellungsarten	28
4.3.1	Relative Darstellung, vorausorientiert (Relative Motion-Head Up, RM-HU)	28
4.3.2	Relative Darstellung, nordorientiert (Relative Motion-North Up, RM-NU)	30
4.3.3	Relative Darstellung, kursorientiert (Relative Motion-Course Up, RM-CU)	30
4.3.4	Wahre Darstellung (True Motion, TM)	31
4.4	Radartypische Zielflächenverzerrungen	31
4.4.1	Zielflächenverzerrungen in beiden Dimensionen	31
4.4.2	Verzerrung der radialen Zielabmessungen	31
4.4.3	Verzerrung der azimutalen Zielabmessungen	32
4.4.4	Verzerrung azimutal verlaufender Lücken	32
5	Kenngrößen und Technik der Flussradaranlage	33
5.1	Abgrenzung von Flussradaranlagen zu anderen Radaranlagen	34
5.1.1	Eignung von Flussradaranlagen für die Binnenschifffahrt	34
5.1.2	Mindestanforderungen an Flussradaranlagen	34
5.1.3	Zulassung von Flussradaranlagen	34
5.2	Betriebliche Kenngrößen von Flussradaranlagen	34
5.2.1	Reichweite	34
5.2.2	Abmessungen und Orientierung des Radarbildschirms	35
5.2.3	Erneuerungsrate des Radarbilds	35

5.2.4	Entfernungsbereiche und Ringabstände	35
5.2.5	Darstellbare Mindestentfernung (Nahauflösung)	35
5.2.6	Radiales Auflösungsvermögen (Entfernungsauflösung)	36
5.2.7	Azimutales Auflösungsvermögen (Winkelauflösung)	37
5.3	Entwicklung und Stand der Technik bei Flussradaranlagen	38
5.3.1	Komponenten einer Flussradaranlage	38
5.3.2	Entwicklungsstand beim Sendeempfänger	38
5.3.3	Entwicklungsschritte bei der Radarantenne	43
5.3.4	Entwicklung der Sichtgeräte	44
5.3.5	Entwicklung der Gerätebedienung	47
5.3.6	Die Radarsynthetik	48
6	Radarziele	51
6.1	Physikalische Grundlagen	52
6.1.1	Definition der Äquivalenten Querschnittsfläche	52
6.1.2	Rückstrahldiagramm	52
6.2	Radarreflektoren	52
6.2.1	Allgemeines	52
6.2.2	Anforderungen an Radarreflektoren	52
6.2.3	Bauformen von Radarreflektoren	53
6.2.4	Rückstrahlcharakteristik	55
6.2.5	Einfluss der Corner-Reflektorgröße auf das Rückstrahlvermögen	55
6.2.6	Nutzungsreichweiten von Radarreflektoren	56
6.3	Rückstrahlvermögen natürlicher Ziele	56
6.3.1	Im Radarbild sichtbare und unsichtbare Strukturen	56
6.3.2	Äquivalente Querschnittsflächen von natürlichen Zielen	56
6.4	Radarantwortbaken	56
6.4.1	Funktionsweise und Echodarstellung von Radarantwortbaken	56
6.4.2	Erzielbare Nutzungsreichweiten von Radarantwortbaken	57
6.4.3	Anwendungsgebiete für Radarantwortbaken	58
6.4.4	Target Enhancer	58
7	Radarbildstörungen	59
7.1	Die zwei Arten von Radarbildstörungen	60
7.2	Vom Schiff selbst ausgehende Störungen	60
7.2.1	Aufspaltung und „Ohren“	60
7.2.2	Abschattungen	60
7.2.3	Mehrfachreflexionen	60
7.2.4	Ablenkung des Sendestrahls	61
7.2.5	Maßnahmen zur Verhinderung dieser Radarbildstörungen	61
7.3	Von der Umgebung ausgehende Radarbildstörungen	61
7.3.1	Regenclutter	61
7.3.2	Seeclutter	62
7.3.3	Streufelder	62
7.3.4	Scheinziele	63
7.3.5	Abschattungen	64
7.3.6	Zweiwegeausbreitung	64
7.3.7	Maßnahmen zur Verminderung derartiger Radarbildstörungen	65
7.4	Von anderen Radaranlagen ausgehende Radarbildstörungen	66
7.4.1	Erscheinungsformen	66
7.4.2	Maßnahmen zur Verhinderung derartiger Radarbildstörungen	66

7.5	Vermutung einer Radarbildstörung durch Bedienungs- und Ablesefehler	66
7.5.1	Fehler in der Geräteeinstellung	66
7.5.2	Interpretationsfehler	66
8	Bedienung der Radaranlage	69
8.1	Anforderungen an den Radaranlagen-Nutzer	70
8.1.1	Kenntnis der Bedienungsanleitung	70
8.1.2	Kenntnis der Bedienelemente des Radargeräts	70
8.1.3	Ordnungsgemäßer Betriebszustand aller Geräte	71
8.2	Ein- und Ausschalten der Radaranlage	71
8.2.1	Einschaltprozess	71
8.2.2	Außerbetriebnahme der Radaranlage	71
8.3	Navigieren mit der Radaranlage	71
8.3.1	Verhalten während der Radarfahrt	71
8.3.2	Funkabsprachen	72
8.3.3	Schallzeichen	72
8.3.4	Zurückschalten der Radaranlage auf Bereitschaft (Stand-by)	72
9	Auswertung des Radarbilds	73
9.1	Hilfen zur Radarbildauswertung	74
9.1.1	Vorauslinie	74
9.1.2	Entfernungsmessringe	74
9.1.3	Peillinie	74
9.1.4	Nachleuchtspur (Trails)	74
9.1.5	Dezentrierung	74
9.1.6	ARPA-Funktionen	74
9.2	Orientierung im Radarbild	74
9.2.1	Lage des eigenen Schiffs	74
9.2.2	Kurs des eigenen Schiffs	75
9.2.3	Bewegungen des eigenen Schiffs	75
9.3	Erkennen des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer	75
9.3.1	Stilllieger	75
9.3.2	Mitläufer	75
9.3.3	Gegenkommer	75
9.4	Bestimmen von Abständen und Entfernungen	75
9.4.1	Darstellungsmaßstäbe	75
9.4.2	Ermittlung von Entfernungen	76
9.5	Abschätzung von Geschwindigkeiten	76
9.6	Drehbewegung des eigenen Schiffs	76
10	Gefahrenhinweise für den Umgang mit Flussradaranlagen	77
10.1	Verletzungsgefahr durch die drehende Antenne	78
10.2	Gefahr durch elektrische Spannungen im Geräteinneren	78
10.3	Bewertung der elektromagnetischen Strahlung	78
10.3.1	Leistungsflussdichten, Grenzwerte und tatsächliche Werte	78
11	Geräte zur Messung, Anzeige und Regelung der Wendegeschwindigkeit	81
11.1	Wendegeschwindigkeitsanzeiger	82
11.1.1	Aufbau	82
11.1.2	Platzierung der Komponenten des Wendeanzeigers	82
11.1.3	Wirkungsweise eines Wendeanzeigers	82
11.1.4	Anzeige der Wendegeschwindigkeit	83

11.2	Wendegeschwindigkeitsregler	83
11.2.1	Wirkungsweise und Anwendung	83
11.2.2	Nutzung des Wendegeschwindigkeitsreglers für die Wegsteuerung	83
12	Das Elektronische Flusskartensystem Inland ECDIS	85
12.1	Klassisches Kartenmaterial	86
12.2	Die Entwicklung des maritimen ECDIS-Standards	86
12.3	Die Entwicklung des Inland ECDIS-Standards	86
12.4	Nutzung des elektronischen Flusskartensystems Inland ECDIS an Bord	86
12.4.1	Inland ECDIS im Informationsmodus	86
12.4.2	Inland ECDIS im Navigationsmodus	88
12.4.3	Weitere Features von Inland ECDIS	89
12.4.4	Nutzung der Daten des Differential-GPS-Dienstes	89
13	Das Automatische Identifizierungssystem Inland AIS	91
13.1	Hintergrund der Einführung	92
13.2	Arbeitsweise des Inland AIS	92
13.3	Ausrüstungsverpflichtung für Binnenschiffe	92
13.4	Anzeige der empfangenen AIS-Daten	92
14	Rechtsgrundlagen für die Schifffahrt	95
14.1	Binnenschifffahrtsstraßenordnung (BinSchStrO)	96
14.2	Rheinschifffahrtspolizeiverordnung (RheinSchPV), Moselschifffahrtspolizeiverordnung (MoselSchPV)	96
14.3	Donauschifffahrtspolizeiverordnung (DonauSchPV)	97
14.4	Rheinschiffsuntersuchungsordnung (RheinSchUO)	97
Serviceteil		
	A1 Übungsfragen	100
	A2 Rechtliche Vorschriften und Merkblätter	114
	A3 Übersicht Schallzeichen	116
	A4 Praktische Übungen zur Vorbereitung auf die Radarpatentprüfung	118
	A5 Prüfungsprogramm für den Erwerb eines Radarpatents	122
	A6 Stichwortverzeichnis	123



Navigation mit Radar

Zusammenfassung

In diesem Kapitel geht es um das „Warum“ der Radarnutzung sowie dessen Grundlagen: Welche Vor- und Nachteile bietet die Verwendung von Radar, welche Qualifikationen benötigt man und wie wird mit Radar gesteuert? Ebenso wird erörtert, wie Fahrzeug und Fahrstrecke ausgerüstet sein müssen, um Radar sinnvoll verwenden zu können.

- 3.1 Das unsichtige Wetter – 14
- 3.2 Schiffssteuerung in der Radarfahrt – 14
- 3.3 Vor- und Nachteile der Radarnavigation im Vergleich zur visuellen Navigation – 16
- 3.4 Zusätzliche Fähigkeiten der Schiffsführung – 16
- 3.5 Radargerechte Ausrüstung der Fahrzeuge – 17
- 3.6 Radargerechte Ausrüstung der Wasserstraßen – 18

3.1 Das unsichtige Wetter

Eine Begriffsbestimmung des „Unsichtigen Wetters“ findet sich in § 1.01 Nr. 27 der BinSchStrO. Demnach ist „unsichtiges Wetter“

ein Zustand, bei dem die Sicht durch Nebel, Schneefall, heftige Regengüsse oder andere ähnliche Ursachen eingeschränkt ist.

In die Praxis umgesetzt bedeutet dies: „Unsichtiges“ Wetter liegt dann vor, wenn die Sicht so stark eingeschränkt ist, dass eine sichere und genügend weitreichende visuelle Erfassung der Verkehrssituation nicht mehr möglich ist.

Die erforderliche Sichtweite ist von den gefahrenen Geschwindigkeiten und von der Schifffahrtsstraße abhängig, je nachdem, ob auf einem Kanal, auf einem gestauten Fluss oder auf einem frei fließenden Strom gefahren wird.

Beispiel

Auf dem Rhein ist wegen der hohen Begegnungsgeschwindigkeiten eine Sichtweite von unter 1 km als unsichtiges Wetter zu betrachten.

- Die Bewertung der Situation, ob es sich um „unsichtiges Wetter“ handelt oder nicht, liegt beim Schiffsführer. Der verantwortungsbewusste Schiffsführer lässt es nicht darauf ankommen und schaltet die Radaranlage bereits vorher ein.

3.2 Schiffssteuerung in der Radarfahrt

- „Radarfahrt“ meint, dass die visuelle Navigation nicht mehr verantwortbar ist und stattdessen alle zur Führung des Schiffs erforderlichen Informationen aus dem Radarbild und über Funk gewonnen werden.

3.2.1 Der Geschäftsprozess des navigierenden Schiffers während der Radarfahrt

Der Geschäftsprozess des navigierenden Schiffers ist in der Radarfahrt der gleiche wie während der Navigation bei guter Sicht (► Abschn. 2.1). Die Radaranlage leistet ihren überwiegenden Anteil für die Operationelle Navigation, zum Teil auch für die Taktische Navigation. Insofern ist auch bei der Radarfahrt die Benutzung des Funks für die Selbstwahrschau (siehe ► Abschn. 1.2.1; Inland AIS eingeschlossen) und die Information der anderen Verkehrsteilnehmer als Bestandteil der Taktischen Navigation unbedingt erforderlich.

3.2.2 Geeignete Entfernungsbereiche für das Radarbild

Für die Streckenfahrt auf dem Rhein wird meistens der Entfernungsbereich 800 m, gelegentlich 1.200 m eingestellt. Das Radarbild wird dezentriert, um die Sichtweite voraus zu vergrößern.

Während eines Manövers wird ein kleinerer Entfernungsbereich gewählt, z.B. 500 m, und das Radarbild wird zentriert.

3.2.3 Gewinnung von Ist- und Soll-Kurs

Die meisten für die Navigation relevanten Informationen aus der Umgebung, die dem Schiffsführer bei guter Sicht zur Verfügung stehen, liefert ihm auch die Radaranlage, hier jedoch in einer landkartenähnlichen Darstellung (Plane Position Indication – PPI). Diese sind

- die Ufer (nur bedingt!),
- die Betonung (in erster Linie die Markierung der Fahrinne),
- Brücken,
- andere Verkehrsteilnehmer,
- Lage und Kurs des eigenen Fahrzeugs.

- Der skizzierte Kanal links in **Abb. 3.1** soll die Charakteristik der PPI-Darstellung im Gegensatz zur Zentralperspektive (linke Abbildung in **Abb. 2.3**) verdeutlichen.

Den Ist-Kurs des Schiffs entnimmt der Schiffsführer dem Verlauf der Vorauslinie im Radarbild.

Den Soll-Kurs bildet sich der Schiffsführer nach den gleichen Kriterien wie bei der visuellen Navigation (vgl. ► Abschn. 2.2.3). An dieser Stelle wird deutlich, dass der Schiffsführer genügend Kenntnisse und Erfahrungen aus der visuellen Navigation auf dieser Strecke haben muss, damit er auch mit Radar sicher navigieren kann.

Die Steuerung des Schiffs erfolgt ebenfalls wie in der Navigation bei guter Sicht als Regelungsvorgang, in dem der Schiffsführer als Regler den Ist-Kurs auf Soll-Kurs bringt und hält. Da aus dem Radarbild Kursänderungen erst spät erkennbar werden, nutzt der Schiffsführer die Wendegeschwindigkeit als Bezugs- und Stellgröße.

3.2.4 Vorausschauende Verkehrsbeobachtung

Zur vorausschauenden Verkehrsbeobachtung während der visuellen Navigation kann der Schiffsführer Entfernungen nur schätzen. Er bestimmt seine Schutzabstände nach Erfahrung und mehr oder weniger nach Gefühl.

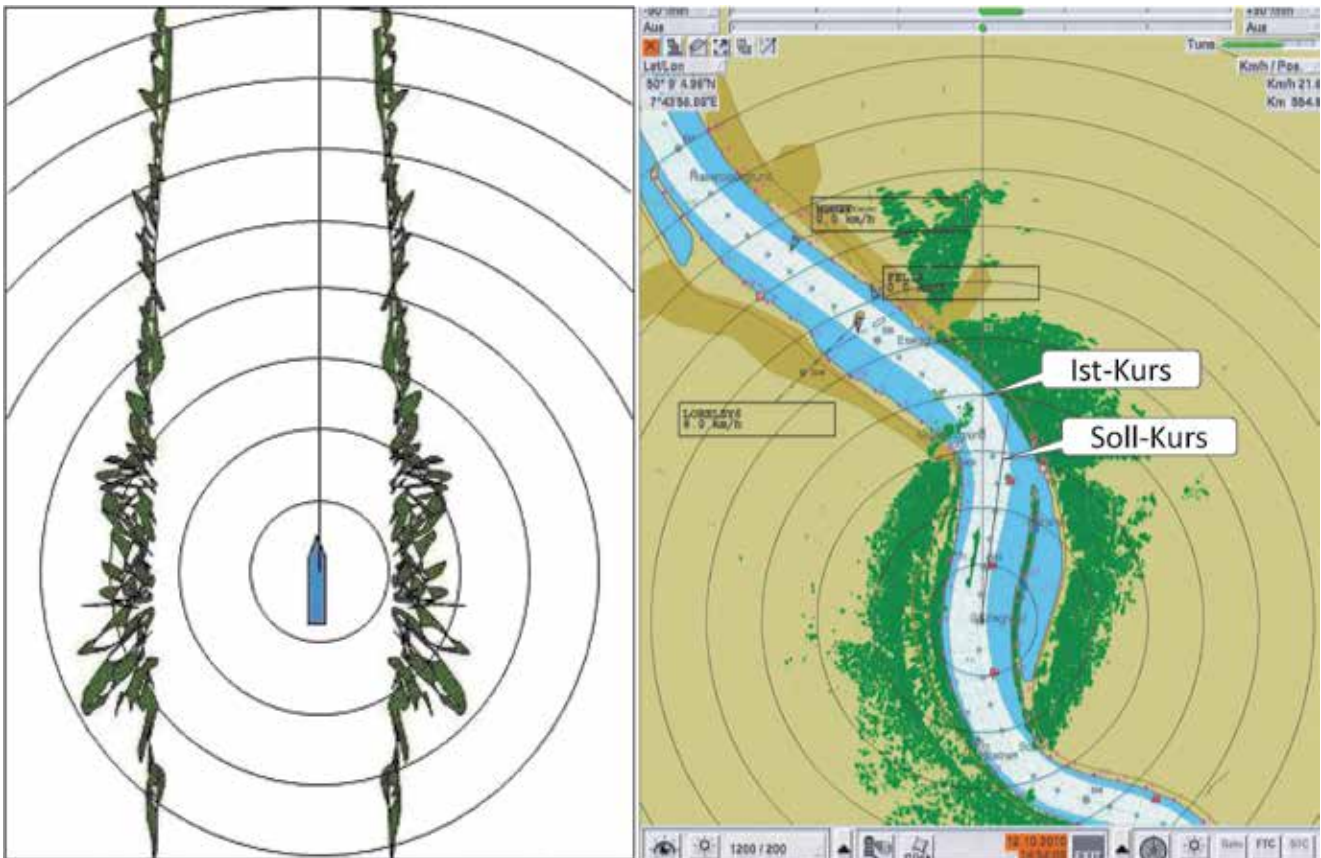


Abb. 3.1 Soll- und Ist-Kurs während der Navigation mit Radar

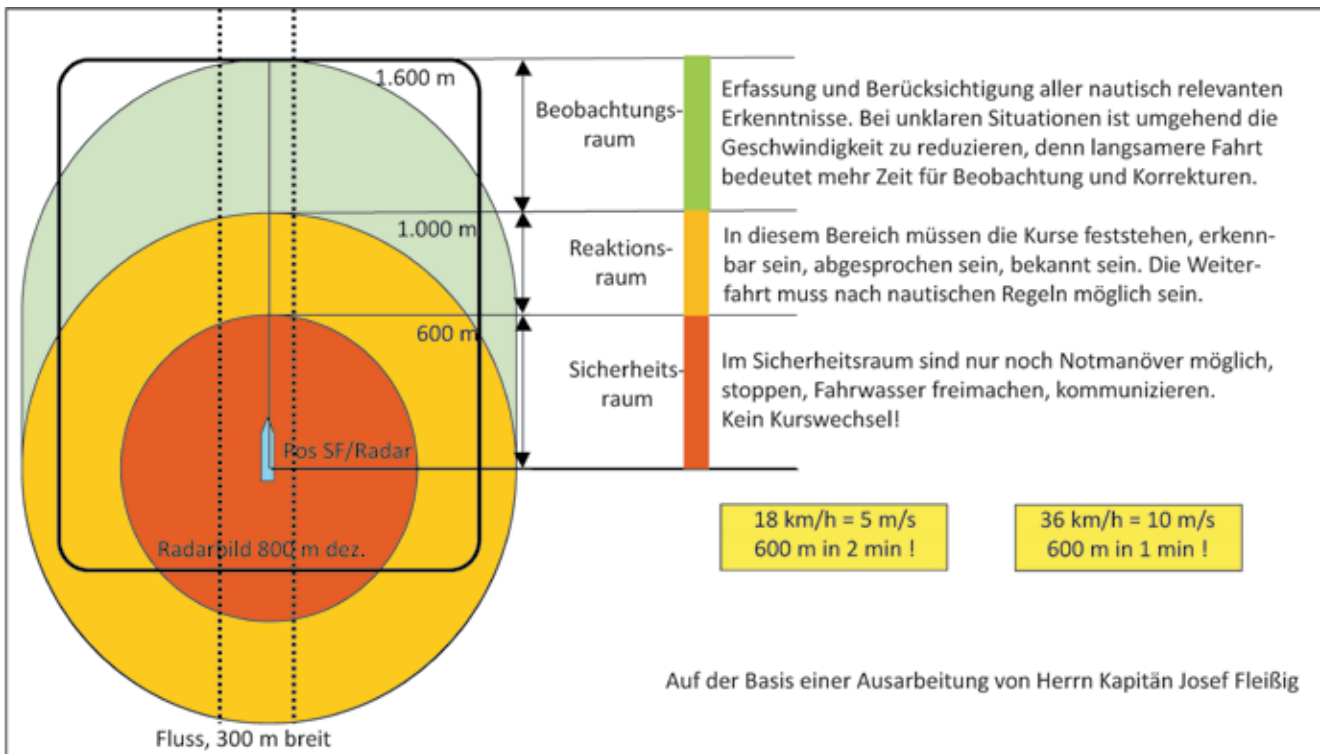


Abb. 3.2 Vorausschauendes Verhalten während der Marschfahrt auf dem Rhein

Eine Radaranlage bietet ihm sowohl bei visueller Navigation als auch während der Radarfahrt die zahlenmäßige Einteilung der Vorausschau in drei wichtige „Räume“:

1. den Beobachtungsraum,
2. den Reaktionsraum und
3. den Sicherheitsraum.

■ Abb. 3.2 zeigt die drei Räume an einem Beispiel für den Rhein. Das Radarbild wird mit einem auf 800 m eingestellten Entfernungsbereich mit dezentriertem Bild betrieben.

Der Schiffsführer beobachtet die Situation im Entfernungsbereich zwischen etwa 1.600 m und 1.000 m (Beobachtungsraum), um alle für die Navigation relevanten Ziele (Ufer, Bauwerke, andere Verkehrsteilnehmer) zu erfassen. Bei unklaren Situationen ist umgehend die Geschwindigkeit zu reduzieren und genauer hinzusehen bzw. über Funk eine Klärung herbeizuführen.

Im Entfernungsbereich zwischen 1.000 m und 600 m (Reaktionsraum) muss die vereinbarte Seite angefahren und der Ist-Kurs auf den gewünschten Soll-Kurs gebracht werden.

Bei 600 m Entfernung muss die Fahrt so wie geplant bzw. abgesprochen weitergeführt werden können.

Unterhalb einer Entfernung von 600 m (Sicherheitsraum) darf kein Kurswechsel mehr vorgenommen werden. Hier sind ggf. nur noch Notmanöver möglich.

3.3 Vor- und Nachteile der Radarnavigation im Vergleich zur visuellen Navigation

3.3.1 Vorteile von Radar

- Als Erstes zu nennen ist die systembedingte Unabhängigkeit des Radarbilds von den Sichtverhältnissen (auch wenn es für Radar Grenzen gibt).
- Die Ermittlung der Entfernung zu andern Objekten ist mit Radar im Gegensatz zum menschlichen Auge zuverlässig und genau möglich.
- Die „Sichtweite“ von Radar ist größer als die des menschlichen Auges.

3.3.2 Schwächen von Radar

- Radar kann Objekte feststellen und orten, aber nicht identifizieren.
- Radar ist ein zweidimensionales Messverfahren und kann daher die Höhe reflektierender Objekte nicht ermitteln und auch nicht darstellen. Deshalb werden Brücken im Radarbild dargestellt, als seien sie auf der Wasseroberfläche schwimmende Pontonbrücken. Auch

fallen die Radarechos von Brückenpfeilern meistens mit dem Echo der Brücke zusammen. Die Pfeiler müssen daher extra für die Radarschiffahrt mit Radarreflektoren markiert werden.

- Lichter (Signale), Farben, Schriftzüge und Konstruktionsdetails anderer Schiffe kann eine Radaranlage nicht darstellen.
- Kursänderungen des eigenen Schiffs (Drehungen in der Horizontalebene) sind im Radarbild wegen des kleinen Bildschirmdurchmessers von 27 cm erst relativ spät zu erkennen. Deshalb ist die Benutzung eines Wendegeschwindigkeitsanzeigers (► Abschn. 11.1) vorgeschrieben.

Die vorgenannten, zweifelsfrei vorhandenen Informationsverluste des Radarbilds gegenüber dem per Auge gewonnenen Bild bei guter Sicht sind die Erklärung dafür, warum es nicht gestattet werden kann, bei guter Sicht ausschließlich mit Radar zu fahren.

3.4 Zusätzliche Fähigkeiten der Schiffsführung

3.4.1 Radarkenntnisse des Schiffsführers

Es wäre unsinnig, von einem Schiffsführer zu verlangen, dass er eine Radaranlage entwickeln und bauen kann. Ebenso unsinnig ist es jedoch zu glauben, ausschließlich praktische Übungen und Erfahrungen am Gerät seien für den korrekten Umgang mit der Radaranlage ausreichend. Um das Radargerät richtig einzustellen, das Radarbild richtig zu interpretieren und die auftretenden Effekte richtig deuten zu können sowie den erforderlichen hohen Vertrauensgrad in die Radaranlage zu erhalten, sind mindestens Grundkenntnisse der Radartechnik erforderlich.

3.4.2 Radarpatent

Das Radarpatent ist Voraussetzung zur Führung eines Schiffs mit Radar. Es kann bei einer zuständigen Stelle (GDWS oder WSPS) im Rahmen einer Prüfung erworben werden.

Grundlage für den Inhalt und den Ablauf der **Radarpatentprüfung** ist die **Verordnung über das Schiffspersonal auf dem Rhein** (RheinSchPersV). Die Radarpatentprüfung besteht aus einem theoretischen Teil mit Fragen zur Wirkungsweise von Radaranlagen und zu Vorschriften sowie einem praktischen Teil, während dessen ein Schiff unter den Bedingungen der Radarfahrt zu steuern ist. Die praktische Prüfung kann auch an einem Radarsimulator durchgeführt werden, wenn dessen Eignung von der zuständigen Stelle festgestellt und bestätigt wurde.



■ Abb. 3.3 Bugradar auf Frachtschiff und Containerschiff

➤ Von einem Patentinhaber wird erwartet, dass er mit Radar navigieren kann.

Die in der vorgenannten RheinSchPersV enthaltenen **Prüfungsanforderungen** wurden von erfahrenen Schiffern, Ausbildern und Prüfungskommissionen aufgestellt und sind nicht nur eine Vorgabe für die Prüfungskommissionen, sondern auch eine Richtschnur für Dozenten hinsichtlich der Ausbildungsinhalte von Lehrgängen und ein Anhalt für die Radarpatentbewerber hinsichtlich der zu erwartenden Prüfungsaufgaben.

Hinweis

An dieser Stelle wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Radar am Tag bei guter Sicht zu Übungs- und Ausbildungszwecken verwendet werden darf, auch wenn sich kein Radarpatentinhaber an Bord befindet. Das Lernen mit Unterstützung eines Radarpatentinhabers dürfte aber effektiver sein.

3.5 Radargerechte Ausrüstung der Fahrzeuge

3.5.1 Erforderliche Geräte für die Radarfahrt

Ein Schiff, das an der Radarfahrt teilnehmen will, muss mit folgenden zugelassenen Geräten ausgestattet sein:

- Flussradaranlage,
- Wendeanzeiger,
- Funkanlage, *)

- Schallsignalanlage, *)
- Inland AIS-Gerät, *)
- Inland ECDIS-Gerät. *)

➤ Die mit *) markierten Geräte sind auch für Fahrzeuge ohne Radarausrüstung vorgeschrieben.

Die Zulassung eines Schiffs für die Radarfahrt wird erst wirksam, wenn sie von einer **Schiffsuntersuchungskommission** (SUK) attestiert (im Schiffsattest eingetragen) wurde.

3.5.2 Platzierung der Radarantenne

Der beste Platz an Bord für die Radarantenne ist der Mast auf dem Vorschiff. Von dieser Stelle aus sind keine vom eigenen Schiff ausgehenden Abschattungen oder Mehrfachreflexionen im Vorausbereich zu befürchten. Außerdem hat die Radarantenne in Einfahrten oder in Kurven Einsicht in Bereiche, die mit dem Auge noch nicht einsehbar sind.

Hinweis

Die Kabellängen zwischen Außen- und Inneneinheit können je nach Fabrikat auch mehr als 200 m betragen. Der vorteilhaften Installation der Antenne auf dem Vorschiff und der Inneneinheit im Steuerhaus stehen damit keine technischen Hemmnisse entgegen.

Wegen des langen Sichtschattens voraus benötigen **Containerschiffe** (■ Abb. 3.3) unbedingt eine Radarantenne auf dem Vorschiff. Deren Radarbildanteil nach hinten ist oft wegen Abschattungen und Strahlablenkungen durch Container

nicht brauchbar. Deshalb besitzen Containerschiffe eine zweite Radarantenne am Heck.

Hinweis

Mittlerweile gibt es **Inland ECDIS-Geräte** im Navigationsmodus, die den vorderen Teil des Bugradarbildes und den hinteren Teil des Heckradarbildes auf einem Bildschirm darstellen können.

3

3.5.3 Positionierung des Bedienteils des Radargeräts

Das Bedienteil der Radaranlage sollte so im Zugriffsbereich der Hände liegen, dass die Beobachtung des Radarbildes während der Bedienung uneingeschränkt möglich ist.

3.5.4 Positionierung der Wendegeschwindigkeitsanzeige

An Steuerstände von Schiffen mit Einmannfahrstand besteht die Forderung, dass während der Radarfahrt die Wendegeschwindigkeit im Blickfeld des Radarbeobachters angezeigt werden muss. Daher wurde bei älteren Radargeräten das Bedien- und Anzeigeteil des Wendeanzeigers unmittelbar ober- oder unterhalb des Radarbildschirms montiert.

Hinweis

Moderne Flussradargeräte haben am oberen Rand des Radarbildschirms eine Tochteranzeige für die Wendegeschwindigkeit. Sie erfüllen somit die oben genannte Anforderung.

3.5.5 Einbau und Funktionsprüfung durch anerkannte Fachfirmen

Der Einbau der vorgenannten Geräte darf nur von anerkannten Fachfirmen vorgenommen werden. Diese sind verpflichtet, eine Funktionsprüfung durchzuführen und darüber eine Bescheinigung auszustellen, deren Original an Bord abzugeben und eine Kopie an die zuständige Stelle der WSV zu senden, und zwar

- zum Abschluss des Einbaus,
- nach einer Reparatur oder
- anlässlich der fälligen Erneuerung des Schiffsattests.

Hinweis

Der Umfang der Funktionsprüfung sowie eine Liste der anerkannten Fachfirmen sind in die Internet-Seiten der ZKR (► www.ccr-zkr.org) eingestellt.

3.6 Radargerechte Ausrüstung der Wasserstraßen

3.6.1 Radarreflektoren zur Sichtbarmachung von Schifffahrtszeichen

Viele visuelle Schifffahrtszeichen sind auch für die Navigation mit Radar erforderlich. Eine wichtige Rolle spielen dabei die **Tonnen** (► Abb. 3.4) zur Markierung der Fahrrinne und von Hindernissen.

Die **Toppzeichen** der visuellen Schifffahrtszeichen werden entweder direkt als Radarreflektoren ausgestaltet oder es werden Radarreflektoren integriert. Die Reflektoren sind derart gestaltet, dass sie einerseits aus genügender Entfernung im Radarbild erkennbar sind und andererseits wirtschaftlich hergestellt und unterhalten werden können.

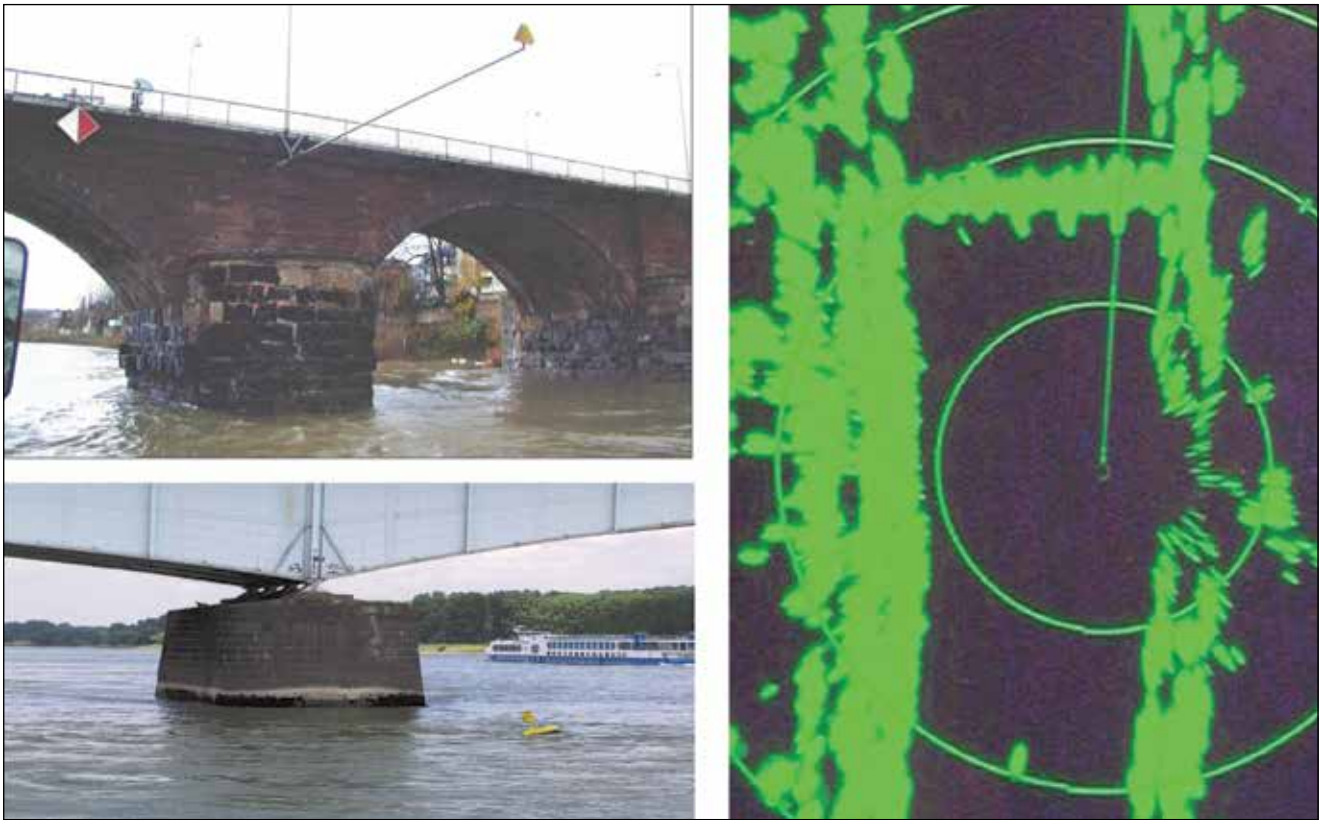
Darüber hinaus werden bestimmte Stellen speziell für die Radarfahrt mit Reflektoren gekennzeichnet.



► Abb. 3.4 Tonnen mit Oktaeder- und BR4-180-Reflektoren (im Kunststoffrohr)

3.6.2 Markierung der Brückendurchfahrten bzw. Strompfeiler

Die Radarechos von Brückenüberbau und Pfeilern kann man im Allgemeinen im Radarbild nicht trennen, weil sie aus derselben Entfernung stammen und die Radaranlage



■ **Abb. 3.5** Pfeilerkennzeichnung an Brücken und im Radarbild

keine Höhenunterschiede darstellen kann. Die Pfeiler sind deshalb nur dann im Radarbild erkennbar, wenn sie weit genug (mehr als etwa 10 m) aus der Außenkante der Brücke herausragen.

Da dies meistens nicht der Fall ist, werden die Brückenpfeiler mit Hilfe von Radarreflektoren markiert. Eingesetzt werden sowohl vorgelagerte, verankerte **Radartonnen** mit Reflektoren als auch an der Brücke befestigte **Radarausleger** (■ Abb. 3.5) mit **Corner-Reflektoren**.

Die **Abstände** der Reflektoren zu den Brückenaußenkanten liegen bei verankerten Tonnen zwischen 20 und 50 m, bei Radarauslegern bei mindestens 12 m und bei Betonbrücken auf dem Rhein bei 15 m.

Daher sieht man im Radarbild die vorgelagerten Tonnen als Einzelechos, getrennt vom Echo der Brücke, während die Echos der Reflektoren an Auslegern als Nasen am Echo der Brückenvorderkante erkennbar sind. Für die sichere Navigation mit Radar ist dies ausreichend.

3.6.3 Maßnahmen zur Verminderung von Radarbildstörungen an Brücken

Typische Radarbildstörungen an der Darstellung von Brücken im Radarbild sind

- Streufelder,
- Uferspiegelungen und
- Geisterbrücken.

Besonders an Stahlbrücken sind innerhalb des Brückenunterbaus Mehrfachreflexionen der Radarstrahlen möglich. Sie führen im Radarbild eines auf die Brücke zufahrenden Schiffs zu einem **Brückenstreuungsfeld**, einer aufgehellten Zone jeweils hinter der Brücke (■ Abb. 7.7).

! **Die radiale Ausdehnung des Brückenechos einschließlich des Streufelds kann wesentlich größer werden als die wirkliche Brückenbreite. Die Gefahr für die mit Radar navigierende Schifffahrt besteht darin, dass ein Schiff, welches sich im Bereich des Streufelds befindet, eventuell im Radarbild nicht erkannt wird.**

Auf Grund dieser Tatsache wird jeder Brückenneubau über Bundeswasserstraßen radartechnisch so konstruiert oder modifiziert, dass von ihm möglichst wenig Radarbildstörungen ausgehen.

Uferspiegelungen (■ Abb. 3.6) sind die Folge von Mehrfachreflexionen zwischen der Brückenaußenfläche einerseits und dem Ufer bzw. der Uferbebauung oder dem Uferbewuchs andererseits.

A1 Übungsfragen

Katalog mit Fragen und Antworten zum Thema Navigation mit Radar auf Binnenschiffahrtsstraßen, in Anlehnung an das Prüfungsprogramm für den Erwerb eines Radarpatents nach Anlage D8 der Verordnung über das Schiffspersonal auf dem Rhein (RheinSchPersV)

Hinweis

Der vorliegende Katalog mit Fragen und Antworten zum Thema Navigation mit Radar auf Binnenschiffahrtsstraßen wurde mit Sorgfalt erstellt und nach und nach an die Vorschriftenlage bis zum Zeitpunkt der Aktualisierung¹ angepasst.

Für sachliche oder orthografische Fehler kann dennoch keine Garantie übernommen werden.

Empfehlung für Selbstlerner

- ✓ Die Antwort zu einer Frage steht direkt unterhalb der Frage und ist wie hier gekennzeichnet.

Zur Überprüfung des eigenen Wissens wird empfohlen, die aufgeschlagene Seite ab der Antwort zur aktuellen Frage nach unten mit einem Blatt Papier abzudecken und selbst die Antwort zu formulieren. Danach kann die eigene Antwort mit der Antwort unter der Frage verglichen werden.

A1.1 Radartheorie

A1.1.1 Funkwellen

- ? Mit welcher Art von Wellen arbeiten Radaranlagen?
- ✓ Mit elektromagnetischen Wellen.
- ? Wie breiten sich elektromagnetische Wellen im freien Raum aus?
- ✓ Sie breiten sich gradlinig aus.
- ? Welche Wellenlänge haben die vom Radar benutzten Frequenzen?
- ✓ Die vom Binnenschiffsradar benutzten Wellen haben eine Wellenlänge von etwa 3,2 cm.

A1.1.2 Geschwindigkeit der Wellenausbreitung

- ? Mit welcher Geschwindigkeit breiten sich elektromagnetische Wellen im freien Raum aus?
- ✓ Mit Lichtgeschwindigkeit (300.000 km/s oder 300 m/μs)

- ? Mit welcher Geschwindigkeit breiten sich Schallwellen im freien Raum aus?

- ✓ Mit ca. 330 m/s.

A1.1.3 Reflektieren der Funkwellen; Reflexion der Sendeimpulse

- ? Erläutern Sie den Unterschied zwischen gerichteter und diffuser Reflexion!

- ✓ Bei einer gerichteten Reflexion wird der Sendeimpuls nach dem Reflexionsgesetz: „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“ überwiegend in eine Richtung reflektiert. Dies geschieht an glatten, ebenen Flächen.

Bei einer diffusen Reflexion wird der Sendeimpuls in unterschiedliche Richtungen reflektiert (z.B. von Bäumen und Sträuchern oder von Objekten mit strukturierten Oberflächen).

- ? Wie nennt man den Anteil des Sendeimpulses, der vom Objekt zur Antenne zurückkommt?

- ✓ Echoimpuls, oder kurz: Echo.

- ? Was geschieht, wenn Sendeimpulse auf ein Objekt auftreffen?

- ✓ Sie werden überwiegend reflektiert, zum Teil absorbiert.

- ? Unter welchem Winkel müssen Sendeimpulse auf ein Objekt auftreffen, damit von ihnen ein Echo in die Antenne zurück gelangt?

- ✓ Die Sendeimpulse müssen rechtwinklig, d.h. unter einem Winkel von 90° auftreffen.

- ? Was geschieht mit den Radarimpulsen, die nicht rechtwinklig auftreffen?

- ✓ Die Impulse werden irgendwohin in den freien Raum umgelenkt. Sie gelangen nicht in die Antenne zurück und erzeugen daher auf dem Bildschirm kein Echo.

- ? Was geschieht mit den Radarimpulsen, die auf kein Objekt auftreffen?

- ✓ Die Impulse breiten sich immer weiter aus, bis die Energie aufgebraucht ist.

? **Weshalb liefert eine glatte Wasseroberfläche kein Echo?**

- ✓ Es erfolgt überwiegend eine gerichtete Reflexion. Die Sendepulse werden weggespiegelt, und es kommt nahezu kein Echo zurück zur Antenne.

? **Warum werden Uferlinien und aus der Wasseroberfläche herausragende Objekte als Punkte, Linien oder Flächen im Radarbild dargestellt?**

- ✓ Im Gegensatz zur glatten Wasseroberfläche, von der kein Echo zurück zu Radarantenne gelangt, enthalten die Uferlinien und andere Objekte rechtwinklig getroffene Flächenanteile, welche die Sendepulse zurück zur Radarantenne reflektieren.

? **Kann man unter Wasser befindliche Objekte im Radarbild erkennen?**

- ✓ Im Allgemeinen nicht. Bei fließenden Gewässern kann man im Radarbild die Wellen erkennen, die von den Objekten unter Wasser erzeugt werden (z.B. an Buhnen).

? **Welche Art der Ufergestaltung erzeugt auf dem Bildschirm sicher ein Echo, und welche Art von Ufer ist weniger gut oder gar nicht sichtbar?**

- ✓ Steile Uferböschungen mit senkrechten Flächen werden auf dem Bildschirm als deutliche Echos sichtbar. Flache, sanft ansteigende und glatte Uferböschungen (z.B. Sandbänke) liefern keine oder nur schwache Echos, weil der überwiegende Teil der Impulse weggespiegelt wird.

Die Radaranlage ermittelt dabei zwei Werte:

- die Entfernung zwischen Radarantenne und Objekt / Ziel (aus der Laufzeit zwischen Aussenden des Sendepulses und Empfang des Echos)
- die Richtung des Objektes / Ziels, bezogen auf die eigene Kurslinie (durch Synchronisation der Antennenstrahlrichtung und Ablenkrichtung im Sichtgerät mit Synchrongenerator/Synchronmotor.

? **In welchem Geräteteil werden die Radarsendeimpulse erzeugt?**

- ✓ Im Sender.

? **Wie gelangen die Radarimpulse vom Sender zur Antenne?**

- ✓ Die Impulse werden über den Sendempfangs-Umschalter und die Drehkupplung zur Antenne geführt.

? **Welche Aufgabe hat der Sendempfangs-Umschalter?**

- ✓ Die ersten Radaranlagen besaßen zwei übereinander angeordnete Antennen (Käseschachtelantennen). Die eine Antenne wurde zum Senden und die andere zum Empfangen genutzt.

Die heutigen Radaranlagen besitzen nur eine Antenne und benötigen einen Sendempfangs-Umschalter. Dieser verbindet die Radarantenne zum Senden mit dem Radarsender und zum Empfangen mit dem Radarempfänger.

? **Welche Geräteteile bewirken, dass Antennenstrahlrichtung und Darstellungsrichtung auf dem Bildschirm übereinstimmen?**

- ✓ Allgemein durch die wie auch immer geartete Synchronisierung der Antennendrehung mit der Signalverarbeitung im Sichtgerät. Im Sprachgebrauch haben sich die Begriffe „Synchrongenerator“ und „Synchronmotor“ etabliert.

A1.1.4 Arbeitsweise des Radars

? **Welche sind die wesentlichen Funktionsbestandteile einer Flussradaranlage?**

- ✓ Eine Flussradaranlage besteht aus der Außeneinheit und der Inneneinheit, die über ein Kabel miteinander verbunden sind: Die Außeneinheit mit Antenne und Drehkupplung, Drehmotor mit Getriebe, Synchrongenerator (Drehimpulsgeber), Sender, Sendempfangs-Umschalter und Empfänger; die Inneneinheit mit Sichtgerät, Bedienteil und Stromversorgung.

? **Erläutern Sie mit Ihren eigenen Worten die Arbeitsweise einer Radaranlage.**

- ✓ Im Sender werden elektromagnetische Impulse erzeugt. Sie werden von der Antenne gebündelt abgestrahlt und breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit geradlinig aus. Wenn sie auf einen Gegenstand auftreffen, erfolgt eine gerichtete oder diffuse Reflexion. Sendepulse, die unter einem Winkel von 90° auf ein Objekt/Ziel auftreffen, werden so reflektiert, dass sie als Echoimpuls wieder zur Antenne zurückkommen. Im Empfänger werden die Echoimpulse verarbeitet und im Sichtgerät als Lichtfleckzeichnung (Ziel) sichtbar.

? **Welche Aufgabe erfüllen Synchrongenerator und Synchronmotor und was wird damit erreicht?**

- ✓ Synchrongenerator und Synchronmotor sind ein Synonym für die wie auch immer technologisch realisierte Synchronisierung der Antennendrehung mit der Signalverarbeitung im Sichtgerät. Sie bewirken, dass Antennenstrahlrichtung und die Richtung des Schreibstrahls in der Bildröhre synchron laufen. Damit wird die Richtungstreue der Bilddarstellung sichergestellt.

? **Welche Aufgabe hat der Empfänger in der Radaranlage?**

- ✓ Der Empfänger muss die eintreffenden Echos so verstärken, dass sie auf dem Bildschirm gut und mit möglichst konstanter Amplitude dargestellt werden.

Wegen der physikalisch bedingten Abnahme der Echostärke mit der vierten Potenz von der Entfernung besitzt der Empfänger zur Kompensation eine zeitabhängige Verstärkungszunahme nach der vierten Potenz von der Entfernung.

? **In welcher Form wird das Radarbild der Umgebung im Sichtgerät dargestellt?**

- ✓ Als landkartenähnliches Bild, entfernungsrichtig und winkeltreu.

- ☐ Welche Bedienelemente hat ein Radargerät? Nennen Sie mindestens sieben.
- ☑ Ein-Aus-Schalter, Abstimmung, Verstärkung, Helligkeit, Bereichsschalter, Dezentrierung, Wellenentrübung (STC), Regenentrübung (FTC).
- ☐ Welche Funktion hat die „Helligkeit“ („BRILLIANCE“)?
- ☑ Damit wird die Helligkeit der Anzeige oder einiger Attribute eingestellt.
- ☐ Welche Funktion hat die „Verstärkung“ („GAIN“)?
- ☑ Mit der „Verstärkung“ wird die Verstärkung des Empfängers und somit die Amplitude der Echos im Radarbild eingestellt.
- ☐ Welche Funktion hat die „Abstimmung“ („TUNING“)?
- ☑ Mit der Abstimmung wird die Frequenz des Empfängers auf die Frequenz des Senders abgestimmt.
- ☐ Welche Funktion hat die „Wellenentrübung“ („STC“) und was muss bei ihrem Gebrauch beachtet werden?
- ☑ Mit der Wellenentrübung (auch „Nahechodämpfung“ oder „STC“ genannt) wird die Empfängerverstärkung von der Bildmitte nach außen (bis zu einer Entfernung von etwa 1.200 m) vermindert. Dadurch werden die Amplituden aller Echos im Nahbereich verkleinert. Die STC darf nur so weit eingedreht werden, dass kleine Nutzziele im Nahbereich erhalten bleiben, auch wenn noch Störungen durch Wellen verbleiben. Es ist darauf zu achten, dass dieser Einsteller so bald als möglich wieder auf Null zurückgestellt wird.
- ☐ Welche Funktion hat die „Regenentrübung“ („FTC“) und was muss bei ihrem Gebrauch beachtet werden?
- ☑ Mit der Regenentrübung werden Störechos von Niederschlägen (Regen, Schnee, Hagel) gedämpft. Die Regenentrübung wirkt über das ganze Radarbild. Mit dem Eindrehen der Regenentrübung werden alle Ziele radial verkürzt und somit in ihrem Erscheinungsbild stark verändert. Daher ist es wichtig, dass dieser Einsteller so bald als möglich wieder auf Null zurückgestellt wird.
- ☐ Welche Funktion hat die „Dezentrierung“ („Off-Centering“) und welche Einschränkungen müssen dabei in Kauf genommen werden?
- ☑ Die Dezentrierung ermöglicht es, den Mittelpunkt nach unten, also nach achtern zu versetzen, um so eine größere Voraussicht zu bekommen. Die größere Voraussicht geht aber auf Kosten einer verringerten Sicht nach achtern.
- ☐ Welche Funktion hat der „Bereichsschalter“ („RANGE“)?
- ☑ Mit dem Bereichsschalter wird der Entfernungsbereich gewählt.
- ☐ Warum gibt es bei Radaranlagen eine Schalterstellung „Bereitschaft“ („STAND-BY“)?
- ☑ Nach dem Einschalten der Betriebsspannung (von „Aus“ auf „Bereitschaft“) wird die Magnetronröhre im Radarsen-

der vorgeheizt. Erst nach dem Aufheizen des Magnetrons kann auf „Betrieb“ geschaltet werden. Aus der Betriebsart „Bereitschaft“ ist es möglich, unmittelbar ohne Wartezeit auf „Betrieb“ umzuschalten.

- ☐ Wozu benötigt die Radaranlage eine Einschaltzeit?

- ☑ Während dieser Zeit, die bis zu vier Minuten dauern darf, wird die Magnetronröhre vorgeheizt.

A1.1.5 Kenngrößen von Radaranlagen der Binnenschifffahrt

- ☐ Welche Organisation bestimmt die technischen Mindestanforderungen für Radaranlagen für die Rheinschifffahrt?
- ☑ Die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR). In den ZKR-Vorschriften sind die übernommenen EU-Vorschriften referenziert.
- ☐ Dürfen Sie in der Rheinschifffahrt jedes Radargerät benutzen?
- ☑ Nein, die Anlagen müssen einem (zugelassenen) Baumuster entsprechen und selbst zugelassen sein.
- ☐ Nach welcher Zeit muss die Radaranlage spätestens betriebsbereit sein?
- ☑ Spätestens nach vier Minuten.
- ☐ Welche Forderung besteht an die Winkelauflösung (azimutale Auflösung)?
- ☑ Sie darf nicht schlechter als 1,2° sein.
- ☐ Welche Forderung besteht an die Entfernungsauflösung (radiale Auflösung)?
- ☑ Sie darf in allen Entfernungsbereichen bis einschließlich 1.200 m nicht schlechter als 15 m sein.
- ☐ Welche Forderung besteht an die Nahauflösung („Minimum Range“)?
- ☑ Sie darf nicht schlechter als 15 m sein, d.h. sie muss ≤ 15 m sein.
- ☐ Welche Entfernungsbereiche müssen vorschriftsgemäß mindestens geschaltet werden können?
- ☑ Die Entfernungsbereiche 500 m, 800 m, 1.200 m, 1.600 m, 2.000 m und 4.000 m.
- ☐ Welche Abstände müssen die festen Entfernungsmessringe in den vorgeschriebenen Entfernungsbereichen haben?
- ☑
- Im Entfernungsbereich 500 m: 100 m,
 - In den Entfernungsbereichen 800 m und 1200 m: 200 m,
 - In den Entfernungsbereichen 1600 m und 2000 m: 400 m,
 - Im Entfernungsbereich 4000 m: 1.000 m.

Stichwortverzeichnis

-3-dB-Punkte 37

A

Ablenkung des Sendestrahls 61
 Ablenkungen des Radarstrahls 63
 Abschalten 71
 Abschattungen 60, 64
 Abstände 75
 Abweisblech 61
 AIS 11
 Antenne 78
 Antennenkeule 26, 43
 Äquivalenten Rückstrahlfläche 35
 Äquivalente Querschnittsfläche 52
 – natürliche Ziele 56
 ARPA 74
 Astronomische Navigation 2
 Auflösungsvermögen
 – azimutal 37
 – radial 36
 Aufspaltung 60
 Außereinheit 38
 Auswertung 73
 Automatische Schiffsidentifizierung 10
 Automatisches Identifizierungssystem 91
 Autopilot
 – Siehe Wendegeschwindigkeitsregler 83
 Azimut 28
 Azimutales Auflösungsvermögen 37
 Azimutwinkel 30, 44

B

Balkenantenne 43
 BEACON-Empfänger 89
 Bedienelemente 70, 118
 Bedienung 69
 Bedienungsanleitung 70
 Begegnen 7
 BEIDU 2
 Beobachtungsraum 16
 Betriebliche Kenngrößen 34
 Betriebsfrequenz 39
 Betriebszustand 71
 Bezeichnung
 – Fahrerinne 10
 – Richtlinien 11
 – Schiff 10
 Bildschirmabmessungen 35
 Binnenschiffahrtsstraßenordnung 96
 BinSchStrO 96
 – Anlage 6 116
 BR4-180-Reflektor 54
 Brückenstreufeld 62
 Bugstrahlruder 9

C

CESNI 97
 Charge Coupled Devices 45
 Clutter
 – Regen 61
 – Wellen 62
 Containerschiffe 17
 Corner-Reflektoren 19, 53
 Course Over Ground 75

D

Darstellungsmaßstäbe 75
 DECCA 2, 38
 Degaussing 47
 Dezentrierung 74
 DGPS 2
 Differential-GPS-Dienst 89
 Differenzial-GPS-Dienst 2
 Diffuse Reflexion 26
 DIN VDE 0848-1 78
 Donauschiffahrtspolizeiverordnung 97
 DonauSchPV 97
 DoRIS 11
 Drehrate 35

E

ECDIS-Standard 86
 Echo 25
 – Empfang 42
 Eimerkettenspeicher 45
 Einmannfahrstand 82
 Einschalten 71
 Einstellungen 118
 Electronic Nautical Chart 86
 Elektromagnetische Strahlung 78
 Elektronische Navigation 2
 Elektronisches Flusskartensystem 10, 85
 Empfängermodul 39
 EN 302 194 45
 Entfernungen 75
 Entfernungsauflösung 36
 Entfernungsbereiche 35
 Entfernungsbestimmung 76
 Entfernungsmessringe 74
 Erneuerungsrate 35
 ES-QIN 97
 ES-RIS 97
 ES-TRIN 97
 ETSI 25, 34
 EU-Richtlinie 99/5/EG 34
 European Telecommunication Standards
 Institute 25

F

Fahrerinne 10
 Fahrinnenbezeichnung 10
 Fahrwasser 10
 Flachbildschirme 47
 Flussradaranlage
 – Bedienung 69
 – Eignung 34
 – Entwicklung 38
 – Gefahren 77
 – Komponenten 38
 – Mindestanforderungen 34
 – Mindestsystemleistung 56
 – navigieren 71
 – Stand der Technik 38
 – Zulassung 34
 Freileitungen 20
 Funkabsprachen 72
 Funkanlage 9
 Funkfeuer 2
 Funkortung
 – Siehe Radar 24

G

GALILEO 2
 Gefahrenhinweise 77
 Gegenkommer 75
 Geisterbrücken 20
 Geisterschiff 63
 Gerätebedienung 47
 Gerichtete Reflexion 26
 Geschwindigkeitsbestimmung 76
 Gleichwertigen Wasserstand 10
 GLONASS 2
 GLW 10
 GNSS 2
 GSM 10

H

Halbleiter-Limiter 42
 Halbwertspunkte 37
 Hauptkeule 44
 Heading 75
 Herzschrittmacher 79
 HIFIX 2
 Hindernisse 11
 Hochfrequente Strahlung 78
 Hohlleiter 38
 Hülsmeier, Christian 24
 Human Machine Interface 88
 Hyperbelnavigationsverfahren 2

I

Inland AIS 10, 74, 89, 91
 – Anzeige 92
 – Arbeitsweise 92

- Ausrüstungspflicht 92
- Einbau 92
- Historie 92
- Inland ECDIS 10, 18, 74, 85
 - Entwicklung 86
 - Informationsmodus 86
 - Navigationsmodus 88
 - Nutzung 86
- Inneneinheit 38
- Interference-Rejection 66
- Interferenzunterdrückung 66
- International Hydrographic Organisation 86
- Ist-Kurs 7

K

- Kanal 10 72
- Käseschachtelantenne 43
- Kennzeichnung
 - Brücken 11
 - Fahrrinne 10
 - Hindernisse 11
 - Schleusen 11
- Kilometrierung 10
- Komponenten 38
- Kreisleffekt 82
- Kurs 75

L

- Leistungsflussdichte 78
- Limitier 36
- LNFE 43
- LORAN 2
- Low Noise Front End 39
- Lüneberg-Reflektor 53
- Lüneburg-Reflektor 53

M

- Magnetron 38
 - Definition 40
 - Verletzungsgefahr 78
- Mehrfachreflexionen 60, 63
- Messringe 74
- Mitläufer 75
- Moselschiffahrtspolizeiverordnung 96
- MoselSchPV 96
- Multi-Layer-Platine 78

N

- Nachleuchtspur 74
- Nahauflösung 35
- Navigation
 - astronomisch 2
 - bei guter Sicht 5
 - elektronisch 2
 - operationelle 6
 - strategische 6
 - taktische 6, 92
 - terrestrische 2

- Navigieren 71
 - Begriffserklärung 2
- NAVSTAR GPS 2
- Nebenkeule 44

O

- Oktaeder-Reflektor 21, 53
- OMEGA 2
- Omnidirektionales Verhalten 52
- Operationelle Navigation 6

P

- Peillinie 74
- Plane Position Indication 14
- Polar diagramm 55
- Polarform 28
- PPI 14
- Praktische Übungen 118
- Prüfungsanforderungen 17
- Prüfungsprogramm 122
- Pulse Repetition Frequency 40
- Puls wiederhol frequenz 40

R

- Radar
 - bei guter Sicht 8
 - Darstellungsarten 28
 - Definition 25
 - Grundprinzip 25
 - Schwächen 16
 - Vorteile 16
 - Ziele 51
- Radarabsorbermatte 40
- Radarantenne 43
 - Platzierung 17
- Radarantwortbake
 - Anwendungsgebiete 58
 - Funktionsweise 56
 - Reichweite 57
- Radarausleger 19
- Radarbild
 - Ausdehnung 31
 - Auswertung 73
 - Entstehung 28
 - Orientierung 74
- Radarbildstörungen 19
 - Arten 60
 - Aufspaltung 60
 - bedienungsbedingt 66
 - fremdradarbedingt 66
 - interpretationsbedingt 66
 - schiffsbedingt 60
 - umgebungsbedingt 61
 - verhindern 61, 66
 - vermindern 65
- Radar Cross Section 52
- Radarfahrt 17
- Radarpatent 16
- Radarpatentprüfung 16
- Radarreflektoren 18, 52
 - Abstand 19
- Anforderungen 52
- Bauformen 53
- Reichweite 56
- Radarröhre 28
- Radarsynthese 48
- Radartonne 19
- Radarziele 51
 - physikalische Grundlagen 52
- Radiales Auflösungsvermögen 36
- Radom 21, 53
- Raster-Scan-Technik 45
 - Vorzüge 46
- RCS 35
- Reaktionsraum 16
- Rechtsquellen 114
- Reflexion
 - diffuse 26
 - gerichtete 26
 - Retro- 26
- Regenclutter 61
- Reichweite 34
- Relaisstation 11
- Relative Darstellung
 - kursorientiert 30
 - nordorientiert 30
 - vorausorientiert 28
- Relative Motion-Course Up 30
- Relative Motion-Head Up 28
- Relative Motion-North Up 30
- Repeater 11
- Retroreflexion 26, 52
- Rhein 24
- Rheinschiffahrtspolizeiverordnung 96
- Rheinschiffsuntersuchungsordnung 97
- RheinSchPersV 16
- RheinSchPV 96
 - Zentrale Paragraphen 114
- RheinSchUO 97
- Ringabstände 35
- RM-CU 30
- RM-HU 28
- RM-NU 30
- Röhrenmonitore 46
- Route Monitoring 3
- Route Planning 3
- Rückstrahlcharakteristik 55
- Rückstrahl diagramm 52
- Rückstrahlvermögen 52
 - natürliche Ziele 56

S

- Satelliten-Navigationssysteme 2
- Scan-Konverter 46
- Schallsignalanlage 10
- Schallzeichen 72
 - Übersicht 116
- Scheinziel 60, 61, 63
- Schifferpatent 8
- Schiffsantrieb 9
- Schiffsdrehungen 76
- Schiffssteuerung 6
- Schiffsuntersuchungskommission 17
- Schraubenantrieb 9
- Seeclutter 62
- Selbstwahrschau 6
- Sendempfangsger 38

A6 Stichwortverzeichnis

Sendeimpuls 25
 – Reflexion 26
 Sendeimpulsdauer 40
 Sendeleistung 40
 Shannon-Theorem 46
 Sicherheitsraum 16
 Sichtgerät 44
 Solid-State-Radargeräte 34
 Soll-Kurs 7
 Sprechfunkzeugnis 8
 SR6-Reflektor 54
 Stand-by 72
 Stangenaufsätze 54
 Steueranlage 9
 Stilllieger 75
 Strategische Navigation 6
 Streufeld 19, 62
 SUK 17
 Synchro-Resolver 45
 Synthetik 48

T

Taktische Navigation 6, 92
 Target Enhancer 58
 Telemobiloskop 24
 Terrestrische Navigation 2
 Tiefeninformationen 88
 TM 31
 Tonnen 18
 Toppzeichen 18
 Trails 74

TR-Limiter 41
 True Motion 31
 Typprüfung 34

U

Überlagerungsempfänger 42
 Übungsfragen 100
 Uferbewuchs 20
 Uferspiegelungen 19
 Unsichtiges Wetter 14, 96

V

Verletzungsgefahr 78
 Verordnung über das Schiffpersonal auf dem
 Rhein 16
 Visuelle Bezeichnung 10
 Voith-Schneider-Propeller 9
 Vorauslinie 74
 VTS-Radaranlage 34

W

Wahre Darstellung 31
 Waveguide 38
 Wendeanzeiger 76
 – Siehe Wendegeschwindigkeitsanzeiger 82

Wendegeschwindigkeit 82
 – Anzeige 83
 Wendegeschwindigkeitsanzeiger
 – Aufbau 82
 – Platzierung der Komponenten 82
 – Sensor 82
 – Wirkungsweise 82
 Wendegeschwindigkeitsregler
 – Anwendung 83
 – Wegsteuerung 83
 – Wirkungsweise 83
 WG-Regler
 – Siehe Wendegeschwindigkeitsregler 83
 WGS84 2
 Winkelauflösung 37
 World Geodetic System 1984 2

Z

Z-Antrieb 9
 ZF-Verstärker 42
 Zielflächenverzerrung 31
 Zielspur 74
 Zirkulator 38
 ZKR 24
 Zurückschalten auf Bereitschaft 72
 Zweigeausbreitung 64
 Zwischenfrequenzebene 42