

Dipl.-Ing. HARTMUT KUHN und
Dipl.-Ing. HORST NEUMANN

Mitteilung aus der DDR-Schiffs-Revision und
-Klassifikation und dem Rundfunk- und Fernseh-
technischen Zentralamt der Deutschen Post

Komponenten des INMARSAT-Systems

Raumsegment

Die Seefunksatelliten oder, korrekt ausgedrückt, ihre Seefunktransponder bilden das Raumsegment des INMARSAT-Systems. Die Rolle der Transponder als zentrale kosmische Relaisstelle der Übertragungsstrecke zwischen den SES und CES bedingt ihre technischen Funktionen bei der Nachrichtenübertragung der verschiedenen Dienste, der Signalisierung und der Frequenzkontrolle. Bild 4 verdeutlicht diese Transponderfunktionen anhand der einzelnen Signalwege zwischen CES, NCS und SES.

In jedem der drei Funknetze des INMARSAT-Systems übernimmt ein geostationärer Satellit die gesamte Betriebsabwicklung. Ein zweiter Satellit je Funknetz steht in Reserve. Damit besetzt INMARSAT sechs Positionen im geostationären Orbit.

Die Satellitenpositionen sind so gewählt, daß jeder der drei Ozeanbereiche fast vollständig durch das Antennensystem eines Seefunksatelliten abgedeckt wird. Neben den Polgebieten, die von den An-

tennen eines geostationären Satelliten nicht erfaßt werden können, gibt es im Ostpazifik eine zusätzliche schmale Bedeckungslücke des INMARSAT-Systems (s. auch Teil 1, Bild 2), bei der eine minimale SES-Antennenelevation von 5° keinen Aufbau einer Funkverbindung zum Satelliten gestattet. Diese Bedeckungslücke resultiert aus der Wahl der Satellitenpositionen im geostationären Orbit, die aus Rücksicht der INMARSAT-Organisation auf nationale Interessen bei der CES-Standortfestlegung einen Kompromiß bezüglich der Landbedeckung durch die INMARSAT-Satelliten darstellen. Mit geringeren Elevationswinkeln ($< 5^\circ$) ist der Aufbau einer Satellitenseefunkverbindung jedoch auch in dieser Zone möglich, nur muß dabei eine verminderte Güte der Nachrichtenverbindung einkalkuliert werden.

Mit drei Satellitenherstellern hat INMARSAT Verträge über die Anmietung von Satelliten vereinbart: mit COMSAT für die drei im Orbit befindlichen MARISAT-Satelliten (je 10 Sprechfunkkanäle), von denen z. Z. nur noch der für die Pazifikregion zuständige Satellit als Reservesatellit für das IN-

Der zweite Teil des Beitrages befaßt sich mit den drei Systemkomponenten: Raumsegment, Satelliten-Küstenfunkstelle (CES) und -Seefunkstelle (SES). Ihre Aufgaben bei der Realisierung der Satelliten-Seefunkverbindung werden erläutert und allgemeine Daten der Antennen und der Sende-Empfangssysteme genannt.

MARSAT-System benötigt wird, mit der ESA für zwei MARECS-Satelliten (je 40 Sprechfunkkanäle) und mit INTELSAT (International Telecommunications Satellite Organization) für vier INTELSAT-V-MCS-Satelliten (je 30 Sprechfunkkanäle). Eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Stationierung der INMARSAT-Satelliten auf der geostationären Umlaufbahn in etwa 35 700 km Höhe über dem Äquator gibt die Tafel 5.

Die ursprüngliche Planung von INMARSAT sah vor, die Betriebsablösung der MARISAT-Satelliten durch die MARECS- und INTELSAT-V-MCS-Satelliten Anfang 1984 abzuschließen. Auf Grund des Fehlstarts der ARIANE-Trägerrakete am 10. 9. 1982, die den MARECS-B auf seine Umlaufbahn transportieren sollte, und des damit verbundenen Verlustes des Satelliten ist dieser Zeitplan in Verzug geraten. Erst mit einem Jahr Verspätung konnte INMARSAT am 8. 1. 1985 die Betriebsabwicklung für die Pazifikregion von den letzten der drei MARISAT-Satelliten auf den Ersatzsatelliten des MARECS-B, den MARECS-B2, übertragen.

Einen Vergleich einiger technischer Daten der Seefunktransponder der verschiedenen Satelliten gestattet Tafel 6.

Die Steuerung der Satelliten, d. h. Telemetrie (TM), Telekommando (TC) und Satellitenbeobachtung, erfolgt über die Satellitenkontrollstationen (SCT = Satellite Control Terminal). Jeder Satellit besitzt eigene SCTs, die in folgenden Frequenzbereichen mit dem Satelliten korrespondieren:

MARISAT	6 175 MHz (TC) 3 945,5 MHz oder 3 954,5 MHz (TM)
MARECS	6 416,88...6 417,39 MHz (TC) 4 188,47...4 188,98 MHz (TM)
INTELSAT-V-MCS	6 174...6 175 MHz (TC) 3 947,5 oder 3 952,5 MHz (TM)

Die SCTs sind direkt mit einem zentralen Satellitenkontrollzentrum (SCC) gekoppelt, das die Computerüberwachung der Satelliten durchführt und die Arbeit der SCTs koordiniert. Das SCC für die MARISAT- und INTELSAT-V-MCS-Satelliten befindet sich in Washington/USA, das SCC für die MARECS-Satelliten in Darmstadt/BRD.

Die SCTs und SCCs als Leiteinrichtungen für die Steuerung der INMARSAT-Satelliten werden durch die Satellitenhersteller betrieben und unterliegen nicht der Verantwortung der INMARSAT-Organisation.

Satelliten-Küstenfunkstelle (CES)

Die Aufgaben der Satelliten-Küstenfunkstellen (CES) des INMARSAT-Systems resultieren zum ersten aus ihren Funktionen bei der Herstellung von Funkverbindungen zu den Satelliten-Seefunkstellen (SES), der Bereitstellung der verschiedenen verfügbaren Dienste, der technischen Absicherung der Einhaltung der Qualitätsparameter der Nachrichtenverbindung und der Koordinierung des gesamten über sie laufenden Nachrichtenverkehrs, zum zweiten aus ihrer Rolle als Bindeglied zwischen dem INMARSAT-Funknetz und den nationalen bzw. internationalen Nachrichtennetzen (s. a. Teil 1).

Typische Grundbestandteile einer CES sind die Parabolantenne, die für das C- und L-Band geeignet sein muß und einen Durchmesser zwischen 10 m und 15 m besitzt,

Tafel 5: Die Satelliten des INMARSAT-Systems

Ozeanregion	Satellit	Position	Starttermin	INMARSAT-Inbetriebnahme	Betriebszustand
Atlantik	MARECS A	26°W	20. 12. 81	21. 5. 82	in Betrieb
	INTELSAT-V-MCS-B	18,5°W	19. 5. 83	August 83	Reserve
Indik	INTELSAT-V-MCS-A	63°O	28. 9. 82	Januar 83	in Betrieb
	INTELSAT-V-MCS-C	60°O	19. 10. 83	März 84	Reserve
Pazifik	MARISAT	176,5°O	10. 6. 76	1. 2. 82	Reserve
	INTELSAT-V-MCS-D	179°O	Januar 84	Ende 85	Reserve
	MARECS-B2	177,5°O	9. 11. 84	8. 1. 85	in Betrieb

die Funk-Sende- und Empfangsausrüstung für beide Bänder (technische Parameter s. Tafel 7), die AFC-Pilotsignal-Sende-Empfangseinrichtungen für das C- und L-Band, die Computersteuerung der Funkstelle, die den automatischen Betrieb der frequenzbestimmenden Baugruppen und der Rufauslösung und -verarbeitung garantiert, und die Einrichtungen zur Überleitung in die nationalen und internationalen Nachrichtennetze.

Sende- und empfangsseitig ist von jeder CES eine Reihe von Funktionen zu erfüllen, die nachfolgend beschrieben wird:

● Aussendung des TDM-Trägers

Jede CES wird auf mindestens einer nur ihr zugewiesenen Frequenz im 6-GHz-Bereich einen TDM-Träger ständig aussenden. Dieser TDM-Träger enthält:

1. den Signalisierungskanal der CES, über den z. B. Kanalanforderungen oder andere Signalisierungsfunktsprüche an die Funknetz-Koordinierungs-Küstenfunkstelle (NCS), eine Küstenfunkstelle, die zusätzlich Leit- und Koordinierungsaufgaben für das Funknetz der Ozeanregion erfüllt, gesendet werden (vgl. auch Teil 1)
2. 22 Fernschreibkanäle, die im Zeitmultiplex zur Realisierung von Land-Schiff-Verbindungen im Einweg- oder Duplexbetrieb genutzt werden können.

Die Rahmendauer eines derartigen TDM-Rahmens beträgt 0,29 s.

● Aufbau einer FM-Sprechfunkverbindung

Auf Zuweisung durch die NCS stellt die CES die Sprechfunkverbindung über einander zugeordnete Sendempfangskanäle im Frequenzmultiplex her.

Die Abstimmung auf eines der 299 möglichen Sprechfunk-Kanalpaare erfolgt automatisch innerhalb von 2 s nach Empfang der Kanalzuweisung.

● Empfang des allgemeinen TDM-Trägers

Der allgemeine TDM-Träger wird von der NCS auf einer festen Frequenz ausgesendet. Er enthält den allgemeinen Signalisierungskanal, der der Übermittlung von Signalisierungsfunktsprüchen, z. B. Kanalzuweisungen und Kanalfreigabebeanweisungen, sowohl an die CES als auch an die SES dient.

Bild 5 zeigt den Rahmenaufbau des (allgemeinen) TDM-Trägers.

● Empfang von Signalen im Zeitmultiplexzugriff (TDMA)

Die CES empfängt auf der korrespondierenden Frequenz ihres TDM-Trägers, die 2 225 MHz unter dessen Frequenz liegt, die von den SES im TDMA-Betrieb ausgesendeten TDM-Träger, die der Übertragung von Fernschreibkanälen dienen.

● Empfang der Anmeldekanäle

Die beiden Anmeldekanäle, über die die Schiff-Land-Signalisierung (schiffseitige Dienstanforderung) unabhängig von der Ozeanregion erfolgt, werden von den CES und NCS auf den festen Frequenzen 4 194,6 MHz und 4 198,85 MHz (4 195,1 MHz und 4 199,45 MHz für die MARISAT-Satelliten) ständig überwacht und diejenigen Anmeldungen bearbeitet, die den zweistelligen oktalen Adreßcode der jeweiligen Küstenfunkstelle enthalten. Ist der Anmeldefunkspruch einer SES korrekt, wird entweder eine sofortige Kanalzuweisung durch die CES oder die NCS abhängig vom ge-

Tafel 6: Allgemeine technische Kenndaten der INMARSAT-Satelliten Transponder

		MARISAT		INTELSAT-V-MCS		MARECS	
Frequenzband	Schiff → Land	L-Band	1 638,5...1 642,5 MHz	1 636,5...1 644 MHz	1 638,5...1 644 MHz	Notfunkkanal mit hohem Gewinn	1 644,3...1 644,5 MHz 4 200,3...4 200,5 MHz
		C-Band	4 195...4 199 MHz	4 192,5...4 200 MHz	4 194,5...4 200 MHz		
	Land → Schiff	L-Band	1 537...1 541 MHz	1 535...1 542,5 MHz	1 537,5...1 542,5 MHz		
		C-Band	6 420...6 424 MHz	6 417,5...6 425 MHz	6 420...6 425 MHz		
Empfangsgütwert G/T	Schiff → Land		-17,5 dBK	-15 dBK	-12,1 dBK		
	Land → Schiff		-21 dBK	-18,6 dBK	-17 dBK		
Strahlungsleistung EIRP	Schiff → Land		18,8 dBW	20 dBW	14,5 dBW		
	Land → Schiff		27 dBW	32,6 dBW	34,2 dBW		
Antennengewinn G	Schiff → Land	L-Band	19 dB	19 dB	18,8 dB		
		C-Band	19 dB	21 dB	20,7 dB		
	Land → Schiff	L-Band	19 dB	19 dB	20,5 dB		
		C-Band	19 dB	21 dB	20,7 dB		
Anzahl der gleichzeitig übertragbaren Sprechfunk-(FM-Duplex-)Kanäle	L-Band	8 bis 10	30	40			
	C-Band	14	100	50			

Tafel 7: Technische Parameter für CES-Sende-Empfangssysteme (INMARSAT-Mindestforderungen)

Parameter	C-Band	L-Band
Antennengewinn		
Senden	54 dBi (57,3 dBi)	29,5 dBi (43,5 dBi)
Empfang	50,5 dBi (54,3 dBi)	29 dBi (42,9 dBi)
Leistungshalbwertsbreite der Antenne		
Senden	0,33°	5,8°
Empfang	0,48°	6,2°
Achsenverhältnis der Antenne	1,06	1,3
Polarisation der Antenne		
Senden	rechts zirkular	rechts zirkular
Empfang	links zirkular	rechts zirkular
Empfangsgüte G/T	32 dBK (33,8 dBK)	2 dBK (8,6 dBK)
Systemrauschtemperatur des Empfängers	100 K	400 K
Rauschtemperatur des rauscharmen Vorverstärkers (LNA)	(57 K)	(226 K)
Strahlungsleistung EIRP je Träger	wird von INMARSAT im Bereich von 44...67 dBW festgelegt (66 dBW)	36 dBW (37 dBW)
EIRP der unerwünschten Aussendungen (ausgenommen im ± 25 -kHz-Band um den Träger)	60 dB unter der EIRP des Trägers	
Senderlinearität (Pegel der Intermodulationsprodukte)	30 dB unter dem Pegel zweier gleicher Prüfträger im 100-kHz-Abstand mit einer EIRP von 72 dBW	
Pegelstabilität des Trägers	$\pm 0,7$ dB mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,95	37 dBW -1 dB; -2 dB
resultierende Trägerfrequenzgenauigkeit des Senders	bei Anwendung des eigenen Pilotsignals: ± 230 Hz bei Anwendung des Pilotsignals einer anderen CES: ± 450 Hz	

Angaben in Klammern sind Kenndaten der CES Goonhilly (Großbritannien) [3]

wünschten Kanaltyp vorgenommen, oder es erfolgt eine Zuordnung in den lokalen Wartespeicher der angesprochenen Küstenfunkstelle, wenn die Kanalanforderung nicht unmittelbar befriedigt werden kann.

● L-Band-Sende-Empfangsmöglichkeit

Die CES besitzen ähnlich wie die SES ein L-Band-Sende-Empfangssystem, das für den Aufbau von Verbindungen der CES untereinander und zur Kanalüberprüfung benötigt wird.

● Sende-Empfangssystem für AFC-Pilot-signale

Die CES senden sowohl im L-Band als auch im C-Band AFC-Pilot-signale aus, die die Aufgabe haben, Frequenzfehler, die durch den Satelliten-Transponder oder den SES-Sender entstehen können, automatisch an den eigenen Sende- und Empfangseinrichtungen für die Nachrichtenübertragung zu kompensieren.

Entscheidend für die Bearbeitung der Dienstanforderung einer SES oder eines landseitigen Teilnehmers durch die CES bzw. NCS ist die Prioritätseinstufung der Anmeldung. Im Signalisierungssystem des INMARSAT-Systems sind folgende Prioritätskategorien vorgesehen (s. auch Bilder 5 und 6):

- 0 Routine
- 1 Sicherheit
- 2 Dringend
- 3 Notruf (SOS)

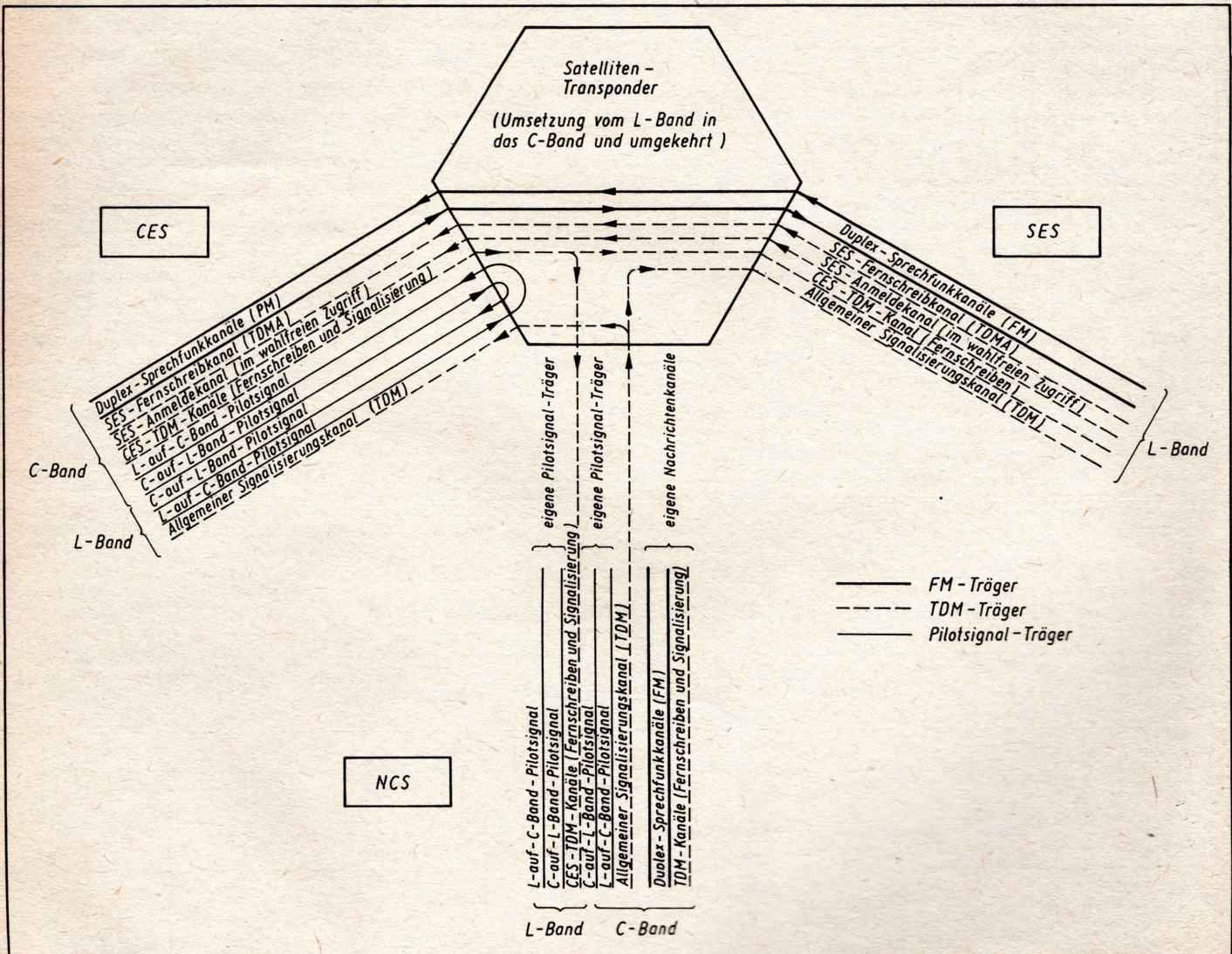


Bild 4: Funktion des Satellitentransponders im INMARSAT-System

Anmeldungen mit Notrufpriorität besitzen absoluten Vorrang, d. h., eine Verbindung mit niedrigerer Priorität wird getrennt, wenn das für die Erfüllung der Anforderung notwendig ist.

Liegen gleichzeitig mehrere Anmeldungen bei einer CES vor, so werden diese in der Reihenfolge ihrer Priorität in den lokalen Wartespeicher der CES übernommen und auch in dieser Reihenfolge realisiert. Innerhalb der gleichen Prioritätskategorie wird die zuerst empfangene Anmeldung unabhängig von der gewünschten Rufrichtung zuerst bearbeitet.

Wurde die Anmeldung einer SES in den Wartespeicher einer CES eingeordnet, so wird diese SES als frei betrachtet und kann während des Verbleibs der Anmeldung im Speicher mit einem anderen Ruf von einer anderen CES belegt werden. Jede SES kann jedoch nur einen Speicherplatz im lokalen Wartespeicher einer CES beanspruchen. Spätere Anmeldungen höherer Priorität ersetzen Rufanmeldungen niedrigerer Priorität. Ist der gewünschte Teilnehmer nicht erreichbar, sendet die CES der anfordernden SES keinen Kanalzuteilungsfunkspruch über den Signalisierungskanal, und die Anmeldung wird im Speicher gelöscht. Die Rücknahme einer SES-Anmeldung ist ebenfalls möglich, wobei der Speicherplatz auch freigegeben wird.

Ein landseitiger Teilnehmer, der eine Anmeldung bei einer CES ausgelöst hat, erhält ein Besetzzeichen oder ein äquivalentes Signal übermittelt, wenn nach Bereitstellung des Funkkanals festgestellt wird, daß die gewünschte SES besetzt ist. In der Folge wird diese Anmeldung aus dem CES-Speicher herausfallen. Ist der CES bereits bekannt, daß die SES besetzt ist, so wird diese Anmeldung erst gar nicht in den Wartespeicher eingeordnet. Das Besetzzeichen für den Landteilnehmer wird sofort gegeben.

Im allgemeinen treten noch keine Wartezeiten bei den CES infolge zu hohen Verkehrsaufkommens im INMARSAT-System auf, weil die Anzahl der zur Verfügung stehenden Funkkanäle den gegenwärtigen Verkehrsbedürfnissen im Satelliten-Seefunk vollauf genügt. Die Erfahrungen des ersten, mit einer SES ausgerüsteten DDR-Schiffes MS Frankfurt/Oder bestätigen dies. Zu jeder Tages- und Nachtzeit konnte die gewünschte Teilnehmerverbindung über das INMARSAT-System kurzfristig und in ausgezeichneter Übertragungsqualität realisiert werden, wenn das die jeweilige internationale und nationale terrestrische Übertragungsstrecke zuließ.

Satelliten-Seefunkstelle (SES)

Ein Grundgedanke des INMARSAT-Systems ist es, die allgemeine Verbesserung der Kommunikationsmöglichkeiten, die die Ausrüstung eines Schiffes mit einer SES und deren Anwendung insbesondere auch im Not- und Sicherheitsverkehr mit sich bringt, für möglichst viele Reeder dadurch interessant zu machen, daß sich technischer Aufwand, Nutzen und Preis der Anlage in einer günstigen Relation befinden und somit auch der Ausrüstung kleinerer Schiffe nicht durch unzumutbar hohe Anschaffungskosten von vornherein Grenzen gesetzt werden. Deshalb soll dem Reeder

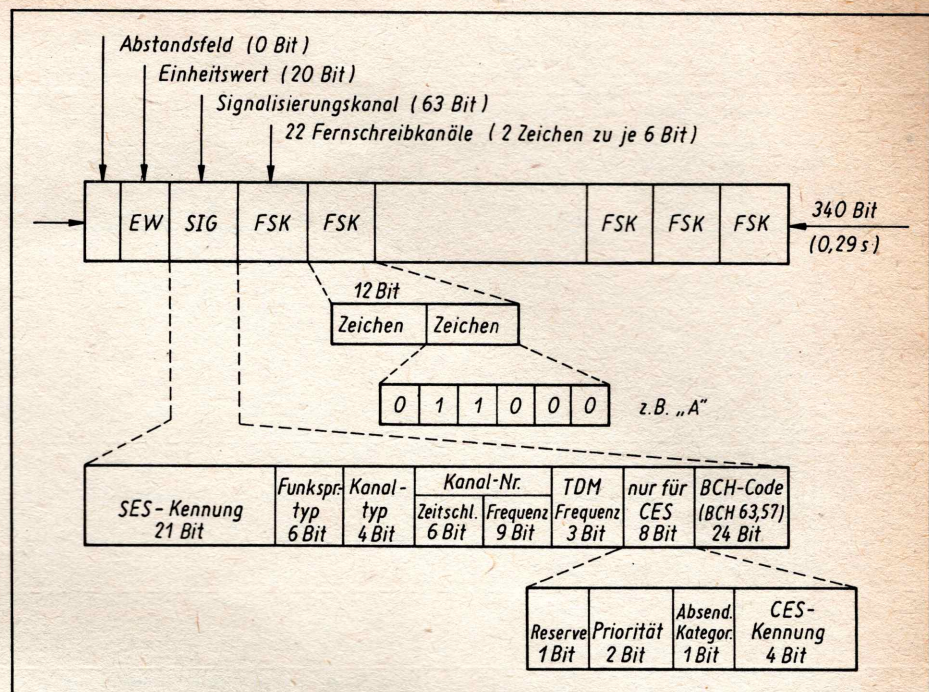


Bild 5: Rahmenformat des TDM-Kanals

Tafel 8: SES-Standardtypen entsprechend INMARSAT-Klassifikation

Standard-typ	G/T bei 5° Elevation	Dienstangebot
A	-4 dBK	Sprechfunk, Fernschreiben, Datenübertragung mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit (HSD), Faksimile
B	-7...-10 dBK	Sprechfunk mit reduzierter Güte, Fernschreiben, Datenübertragung
C	-17...-26 dBK	Fernschreiben, Datenübertragung
D	+5 dBK	mehrkanalige Übertragung sämtlicher Dienste

zukünftig die Wahl zwischen mehreren SES-Ausrüstungsvarianten entsprechend den differenzierten Erfordernissen der einzelnen Kategorien der Seefahrzeuge ermöglicht werden (s. Tafel 8).

Wie in der Tafel 8 angedeutet ist, werden sich die verschiedenen SES-Standardtypen sehr erheblich in ihren technischen Parametern und äußeren Merkmalen unterscheiden. Insbesondere an den Abmessungen der Über-Deck-Einheit der Anlage bzw. der Antennenkonstruktion wird äußerlich leicht erkennbar, mit welchem SES-Standardtyp das jeweilige Schiff ausgerüstet ist. Die Unterschiede im technischen Aufwand und Komfort und die abgestuften Realisierungsmöglichkeiten des Dienstangebotes des INMARSAT-Systems der einzelnen SES-Standardtypen werden sich zwangsläufig in entsprechenden Preisdifferenzen niederschlagen. Die bedeutendste Kosten- bzw. Preisreduzierung in Relation zum Standardtyp A wird die Ausrüstungsvariante C mit ihrer quasirundstrahlenden Antenne (Gewinn 0...5 dB) erbringen.

Die Einführung der Standardtypen B und C ist etwa für 1988 geplant, wobei bereits detaillierte Vorstellungen darüber existieren, die mögliche Palette an SES-Varianten bis zu diesem Zeitpunkt durch eine

reine Satelliten-Seefunkempfangsstelle (ROSES = Receive-Only Ship Earth Station) zu erweitern. Diese ROSES werden in den Empfänger- und Antennenparametern weitgehend dem Standardtyp C entsprechen und damit mindestens in der Lage sein, die Satellitennotfrequenz zu überwachen, um z. B. bei Empfang eines Sammelrufs mit Notrufpriorität entsprechende Maßnahmen zur Hilfeleistung auszulösen.

Gegenwärtig ist nur SES vom Standardtyp A der Zugriff zum INMARSAT-System gestattet, da bisher nur für diese Ausrüstungsvariante verbindliche technische Vorschriften der INMARSAT-Organisation existieren und INMARSAT-Zulassungen vergeben wurden. Die technischen Standards für die anderen Ausrüstungsvarianten werden z. Z. noch erarbeitet. Deshalb beschränken sich die folgenden Ausführungen nur auf SES vom Standardtyp A.

Grundsätzlich sind für den Standardtyp A drei Typenklassen zugelassen:

Klasse	Anwendung	Funktionen
1	Fernschreiben, Sprechfunk, Datenübertragung, Faksimile	Duplex-Fernschreiben und -Sprechfunk mit und ohne Kompondierung, Einweg-Fernschreiben und -Sprechfunk mit und ohne Kompondierung in Land-Schiff-Richtung
2	Sprechfunk, Datenübertragung, Faksimile	Duplex- und Einweg-Sprechfunk in Land-Schiff-Richtung mit und ohne Kompondierung
3	nur Fernschreiben	Duplex- und Einweg-Fernschreiben in Land-Schiff-Richtung

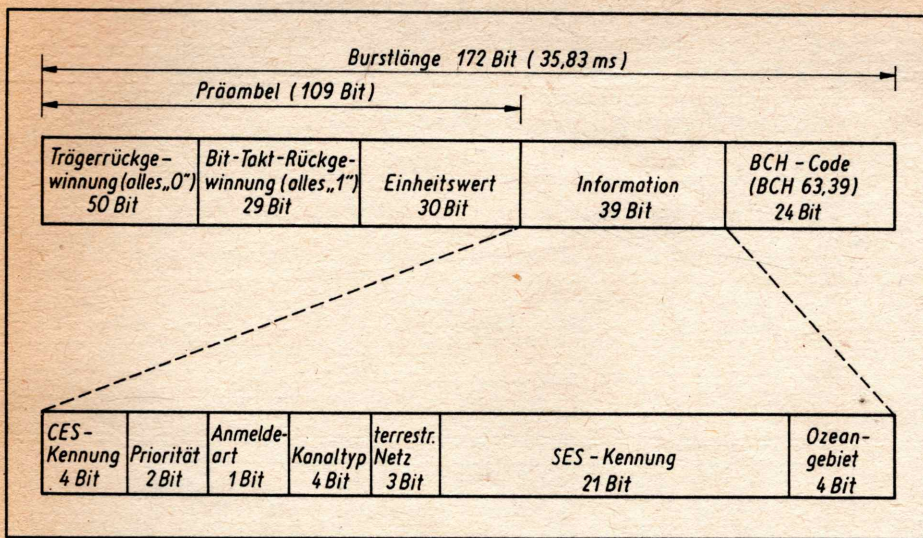


Bild 6: Rahmenformat des Anmeldekanal-Bursts

Um diese Funktionen realisieren zu können, muß jede SES in der Lage sein, folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Kontinuierlicher Empfang des allgemeinen TDM-Trägers der NCS

Jede SES wird ständig den allgemeinen Signalisierungskanal überwachen. Die Überwachung wird nur dann unterbrochen, wenn die SES zur Durchführung des Fernschreibverkehrs ein anderes TDM-Trägerfrequenzpaar benutzt. Bei der Abwicklung von Sprechfunkverkehr erfolgt keine Unterbrechung.

- Automatisches Erkennen eines im TDM-Rahmen des allgemeinen TDM-Trägers enthaltenen Signalisierungsfunktspruches, der an die SES adressiert ist, und die automatische Beantwortung desselben

Jeder Signalisierungsfunktspruch, der die eigene siebenstellige oktale Kennung der SES enthält, wird automatisch ausgewertet und, wenn er ein Kanalzuweisungskommando enthält, automatisch beantwortet.

- Aussenden von Anmeldefunksprüchen

Jede Kanalforderung seitens der SES wird über einen Anmeldefunktspruch signalisiert. Das erfolgt im wahlfreien Zugriff auf den Frequenzen 1 638,6 MHz oder 1 642,95 MHz.

Bild 6 zeigt das Rahmenformat des Anmeldebursts einer SES. Der Informationsanteil des Anmeldefunktspruches enthält die erforderlichen Angaben der Adresse, der Priorität des gewünschten Kanalyps und des Absenders.

Infolge des wahlfreien Zugriffs auf die Anmeldekanäle und der damit verbundenen fehlenden Rahmensynchronisierung kann es zu Störungen durch Überlagerung gleichzeitig ausgesendeter Anmeldebursts von verschiedenen SES kommen. In einem solchen Fall muß der verstümmelte Anmeldefunktspruch nach 10 s noch einmal korrekt durch die SES wiederholt werden.

- Aussenden und Empfang der Signale, die der Klasse der SES entsprechen und die die durch INMARSAT festgelegte Signalcharakteristik besitzen

Tafel 9: Technische Parameter für SES-Sende/Empfangssysteme. Standardtyp A (INMARSAT-Mindestanforderungen)

Empfangsgüte G/T	-4 dBK (-2 dBK)
Antennengewinn	je nach Empfängerrauschtemperatur 20...23,5 dBi (23,8 dBi)
Antennendurchmesser	je nach Empfängerrauschtemperatur 0,8... (1,2) m
Leistungshalbwertsbreite der Antenne	je nach Antennengewinn (10°) bis 16°
Achsenverhältnis der Antenne	< 2 dB
Polarisation der Antenne	rechts zirkular
Systemrauschtemperatur des Empfängers	je nach Antennengewinn 200...400 K (380 K)
Strahlungsleistung EIRP je Träger	(36 dBW) -2 dB, +1 dB
zulässige Pegelabweichung EIRP der unerwünschten Ausstrahlungen (ausgenommen ein ±25-kHz-Band um den Träger)	60 dB unter der EIRP des Trägers
Trägerfrequenzgenauigkeit des Senders	±250 Hz
Frequenzhub (Sprechfunk)	12 kHz
Basisband (Sprechfunk)	300...3 000 Hz
Träger-/Rausch-Verhältnis (Intermodulations- und atmosphärische Rauschanteile)	
TDM-Träger	56 dBHz
FM-Träger	61 dBHz
maximale Bit-Fehlerrate bei einem Träger-Rausch-Verhältnis von 43,4 dBHz (TDM-Kanal)	1 · 10 ⁻⁵

Kennwerte in Klammern sind die der SES Typ „Saturn 3“ des norwegischen Herstellers Elektrisk Bureau

Nach erfolgter Kanalzuweisung und Aufbau der Satellitenverbindung zur CES wird jede weitere Signalisierung für den Verbindungsaufbau zum Teilnehmer nach festem Ablaufschema über die Arbeitskanäle durchgeführt.

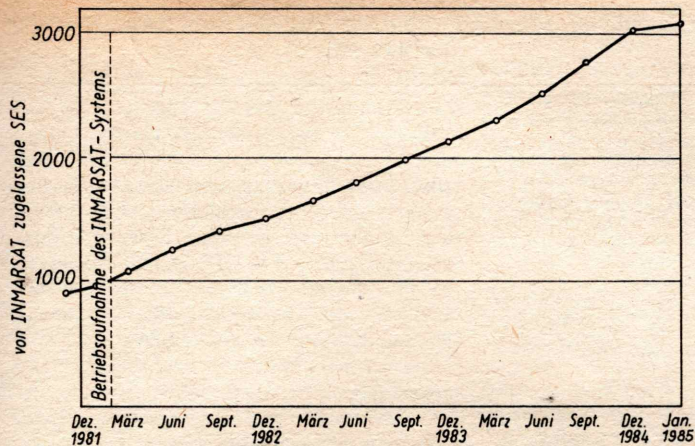
Die Verbindungstrennung nach Abwicklung des Nachrichtenverkehrs erfolgt normalerweise ebenfalls nach festem Ablaufschema über die Arbeitskanäle. Allerdings können die NCS oder CES in Sonderfällen, z. B. bei Störungen, Notrufen, Wetterwarnungen u. ä., durch ein Kanalfreigabekommando die Trennung einer Verbindung über den allgemeinen Signalisierungskanal fordern. Betrifft diese Forderung einen belegten Sprechfunkkanal, dann erfolgt die Freigabe des Kanals innerhalb von 10 s automatisch.

Unabhängig von ihrer Klasse weist jede SES, die immer eine kombinierte Sendee- und Empfangsanlage darstellt, die gleiche technische Grundkonzeption einer Aufteilung in Über- und Unterdeckanlage auf. Zur Überdeckanlage gehören Antennen, Diplexer, rauscharmer Vorverstärker (LNA), Hochleistungsverstärker (HPA) und in den meisten Fällen auch die Auf- und Abwärtskonverterbaugruppen zur Frequenzumsetzung in das L-Band bzw. zur ZF-Gewinnung.

Bei einzelnen SES-Typen sind die Konverterbaugruppen jedoch Bestandteil der Unterdeckanlage, die außerdem die Baugruppen der Frequenzaufbereitung, alle ZF-, Modem- und Koder-/Dekodereinrichtungen und die Endgeräte (Fernschreibdrucker, Telefon, Bordrechner, Faksimilegerät usw.) enthält.

Tafel 9 vermittelt einen Überblick über typische Kennwerte der SES-Sende-Empfangsanlage vom Standardtyp A.

Die INMARSAT-Organisation hat bis 1. Dezember 1984 für SES vom Standardtyp A 1151 Zugriffslizenzen vergeben [2]. Von den 20 Standardtyp-A-Modellen der verschiedenen Hersteller, die eine INMARSAT-Typenzulassung besitzen, entfallen 16 auf die Klasse 1, vier auf die Klasse 2 [2]. Ein Vergleich mit der Anzahl der INMARSAT-Typenzulassungen von Standardtyp-A-Modellen Ende 1982 (nur eine Zulassung!) dokumentiert die zunehmende Bedeutung, die die Schiffselektronikerhersteller der ganzen Welt dem Satelliten-Seefunk als neuem Absatzmarkt beimessen. Da damit zu rechnen ist, daß ab 1988 die verschiedenen Ausführungsformen der neuen Standardtypen B und C die Vielfalt des SES-Angebotes weiter bereichern werden, liegt die Schlußfolgerung nahe, daß mit der Existenz des INMARSAT-Systems die Entwicklung eines neuen Zweiges der schiffselektronischen Industrie – der Satelliten-Schiffselektronik – weltweit ausgelöst wurde, deren progressive Tendenz zumindest bis in die 90er Jahre anhalten wird. Der nahezu lineare Anstieg der Gesamtzahl der mit SES vom Standardtyp A ausgerüsteten Schiffe seit Inbetriebnahme des INMARSAT-Systems (vgl. Bild 7) bestätigt das. Von 542 SES Ende 1980, die noch das MARISAT-System als Vorläufer des INMARSAT-Systems nutzten, stieg die Zahl der Schiffe, die eine SES an Bord hat, auf 3 004 SES im Dezember 1984. Diese SES verteilen sich auf Seefahrzeuge von 64 nationalen Registern [2].



Der wachsenden Bedeutung des INMARSAT-Systems tragen auch die sozialistischen Länder in immer stärkerem Maße Rechnung. In der UdSSR ist die Produktion der ersten im sozialistischen Wirtschaftsgebiet hergestellten SES mit der Bezeichnung Volna-S – einer SES vom Standardtyp A, Klasse 1 – angelaufen (s. unseren Bericht von der Leipziger Frühjahrsmesse im Heft 6/85). Die Volna-S besitzt eine IN-

MARSAT-Zulassung. Bisher wurden 14 Schiffe mit einer Anlage dieses Typs ausgerüstet [2]. Die sozialistischen Länder statten ihre Flotten schrittweise mit SES für das INMARSAT-System aus. Die Tafel 10 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausrüstungsstand der Flotten der RGW-Länder mit INMARSAT-SES. Im November 1984 wurde ein zweites Schiff der DDR-Handelsflotte mit einer

Tafel 10: Ausrüstung der Flotten der RGW-Länder mit von INMARSAT zugelassenen SES (Stand: 1. 12. 1984 [2])

Land	Schiffsart								
	Σ	Mas- sen- gut	Öl- tanker	Con- tainer	Stück- gut	LGC (Flüs- siggas- tanker)	Passa- gier	Fisch- fang	Son- stige
UdSSR	27	5	1	3	6	2	6	3	1
VR Polen	7	—	—	3	1	—	—	2	1
DDR	2	—	—	—	2	—	—	—	—
VR Bul- garien	24	15	—	—	8	—	—	—	1

Bild 7: Entwicklung des Ausrüstungsstandes mit INMARSAT-SES seit Betriebsaufnahme des INMARSAT-Systems

SES ausgerüstet. Für 1985 wird der Beitritt der DDR zur INMARSAT-Organisation erwartet.

Literatur

- [1] Flack, M.; Neill, E. J.: A new earth station at Goonhilly downs for a satellite service to ships – pt. 1. British Telecommunications Engineering 1 (1982) July, S. 85–95
- [2] INMARSAT data. Ocean voice 5 (1985) January, S. 24 und 25 (Journal of Maritime Satellite Communications)