**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und

Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle

poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

**Band:** 68 (1990)

Heft: 9

**Artikel:** Die Satellitenbodenstation der PTT für Versuche und Messungen im

Frequenzband von 20/30 GHz

Autor: Schlaubitz, Albert

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-876215

# Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

## **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

# Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 08.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

# Die Satellitenbodenstation der PTT für Versuche und Messungen im Frequenzband von 20/30 GHz

Albert SCHLAUBITZ, Bern

Zusammenfassung. Der Europäische Forschungssatellit Olympus ermöglicht es erstmals, in den Frequenzbändern von 20 GHz (Abwärtspfad) und 30 GHz (Aufwärtspfad) Übertragungsversuche mit Satellitenfunk-Ausrüstungen modernster Technologie durchzuführen. Der Autor beschreibt die zur Teilnahme an verschiedenen Experimenten beschaffte Versuchs-Bodenstation.

La station terrienne pour satellites des PTT pour essais et mesures dans la bande des 20/30 GHz

Résumé. Le satellite scientifique européen Olympus permet pour la première fois de procéder à des essais de transmission au moyen d'équipements de radiocommunication par satellite de la technologie la plus moderne dans la bande de fréquences de 20 GHz (liaison descendante) et 30 GHz (liaison montante). L'auteur décrit la station terrienne expérimentale acquise en vue de la participation à diverses expériences. La stazione terrestre per satellite delle PTT per esperimenti e misure nella banda di frequenza 20/30 GHz Riassunto. Il satellite sperimentale europeo Olympus permette per la prima volta di condurre esperimenti di propagazione nelle bande di frequenza 20 GHz (tratta in discesa) e 30 GHz (tratta in salita) con i più moderni equipaggiamenti per le radiocomunicazioni via satellite. L'autore descrive la stazione terrestre sperimentale impiegata per lo svolgimento di diverse prove.

#### 1 Einleitung

Der Fernmeldeverkehr über Satelliten ist weiterhin in rascher Entwicklung begriffen. Neben den öffentlichen Fernmeldenetzen entstehen vermehrt neue Netze für die Unternehmenskommunikation. Diese verbinden Stammhäuser von Grossunternehmen wie Banken und Industriekonzerne mit ihren Aussenstellen. Durch die starke Zunahme der Belegung der seit längerer Zeit genutzten Satelliten-Frequenzbänder von 4/6 GHz und 11/14 GHz ist zu erwarten, dass neue Dienste vermehrt auf das bis anhin für Fernmeldeverbindungen noch wenig genutzte Band von 20/30 GHz ausweichen werden. Zurzeit sind jedoch für dieses nur sehr spärliche Angaben über Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Satellitenverbindungen vorhanden. Es ist bekannt, dass extreme Wetterereignisse wie Gewitter, Nassschnee und starke Niederschläge eine viel stärkere Beeinträchtigung der Ausbreitungsbedingungen zur Folge haben als in den Bändern von 4/6 GHz und 11/14 GHz. Vor der Inbetriebnahme von kommerziellen Satellitendiensten auf 20/30 GHz ist es daher unerlässlich, den Einfluss der Ausbreitungsbedingungen sowie Massnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit zu untersuchen und zuverlässige Planungsgrundlagen zu erarbeiten.

#### 2 Der Europäische Forschungssatellit Olympus

Im Juli 1989 wurde der Satellit *Olympus* der europäischen Raumfahrtbehörde *ESA* (European *S*pace *A*gency) mit einer Ariane-Rakete vom französischen Raumfahrtsgelände Kourou aus in eine geostationäre Umlaufbahn gebracht. Dieser neue Fernmeldesatelliten-Typ wurde von der ESA als Forschungssatellit entwikkelt. Mit seinen Umsetzern in den Bänder 12/14 GHz, 12/18 GHz und 20/30 GHz und mit seinen drei phasenkorrelierten Bakensendern in den Bändern 12, 20 und 30 GHz ermöglicht er die Erprobung neuer Technologien und Betriebsversuche in diesen Bändern sowie Untersuchungen der Ausbreitungsbedingungen bei 12, 20 und 30 GHz. In den Bändern 20 und 30 GHz ist dies das erste

Mal, dass Fernmeldebetrieben, Forschungsanstalten und Hochschulen Gelegenheit zu Versuchen geboten wird. Bei den Bezeichnungen wie z. B. 20/30 GHz gibt jeweils die erste Grösse das Frequenzband des Abwärtspfades (Down-link, Strecke Satellit-Bodenstation), die zweite jenes des Aufwärtspfades (Up-link) an.

# 3 Die Dachorganisationen der Olympus-Versuchsteilnehmer

Im Rahmen der *G*roup of *E*xperimenters of *C*EPT for *O*lympus (GECO) beteiligen sich europäische Fernmeldebetriebe und Forschungsanstalten an betriebsorientierten Versuchen über den Olympus-Satelliten. Bei diesen Versuchen sollen bewährte und neue Übertragungsverfahren der Sprach-, Daten- und Bildübertragung über Satellitenstrecken 12/14 GHz, 12/18 GHz und 20/30 GHz erprobt werden. Die Leitung und Koordination der GECO-Experimente obliegt der Europäischen Fernmeldesatelliten-Organisation *Eutelsat*.

Die eher wissenschaftlichen Untersuchungen wie Ausbreitungs-Statistiken und Korrelation von Schwundereignissen in den Bändern von 12, 20 und 30 GHz sowie das Verhalten von Phase und Polarisation der Bakensignale auf der Übertragungsstrecke erfolgen unter der Schirmherrschaft der ESA durch die Gruppe der Olympus Propagation Experimenters (OPEX). In dieser Arbeitsgruppe sind vorwiegend europäische Hochschulen und Forschungsanstalten vertreten.

# 4 Weshalb eine schweizerische Versuchs-Bodenstation für 20/30 GHz?

Die Inbetriebnahme einer eigenen Versuchs-Satellitenbodenstation erlaubt der Direktion Forschung und Entwicklung (V) der Schweizerischen PTT-Betriebe, erstmals aktiv an Übertragungsversuchen mit Satellitenfunk-Ausrüstungen neuester Technologie teilzunehmen. Im Labor kann zudem das Verhalten der einzelnen Systeme und Einheiten untersucht werden. Dabei können wertvolle Erfahrungen in der Messtechnik bei Frequenzen oberhalb 18 GHz gesammelt werden.

Die Erkenntnisse aus den Übertragungsversuchen liefern die Planungsgrundlagen für künftige Satellitendienste bei 20/30 GHz. Die Erfahrungen mit Anlagen in diesem neuen Frequenzbereich sind mit Blick auf die Spezifikation und Abnahmemessungen von künftigen Anlagen wertvoll. Deshalb wurde bei der Firma ANT Nachrichtentechnik in Backnang (BRD) eine Satellitenbodenstation für diesen Frequenzbereich beschafft. Sie ist auf dem Dach des Hochhauses im Technischen Zentrum der PTT in Bern aufgebaut.

#### 5 Anwendungen

## 51 Allgemeines

Die Station wurde für eine möglichst vielseitige Anwendung ausgelegt. Aufgrund ihrer technischen Spezifikationen und der Wahl der Schnittstellen ist sie für die Übertragung analog oder digital modulierter Träger mit einer Bandbreite bis zu 72 MHz geeignet.

Der für die Antennennachführung verwendete Bakenempfänger erlaubt auch eine Beobachtung der Ausbreitungsbedingungen durch Aufzeichnung des empfangenen Bakensignals. Durch Verändern der Regelgrössen der Antennennachführung können die Arbeitsweise einer schrittweisen Nachführung (Step Tracking) untersucht und die für die Ausbreitungsbedingungen bei 20/30 GHz am besten geeigneten Werte ermittelt werden.

## 52 Die schweizerische Beteiligung an den GECO-Experimenten

Die GECO-Gruppe plant eine grössere Anzahl verschiedenartiger Experimente. Aufgrund der zurzeit verfügbaren Ausrüstung und der betrieblichen Bedürfnisse haben die Schweizerischen PTT-Betriebe vorerst die Teilnahme an folgenden Experimenten vorgesehen:

- Experiment 6A «SMS-TDMA» (Fig. 1) Im Rahmen dieses Experimentes wird vom FTZ (Fernmeldetechnischen Zentralamt der Deutschen Bundespost Telekom) in Darmstadt, der DLR (Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt) in Oberpfaffenhofen und den Schweizerischen PTT-Betrieben in Bern ein TDMA-Netz (Time Division Multiple Access, Vielfachzugriffsverfahren im Zeitbereich [1]) betrieben. Dieses Experiment dient zur Untersuchung des Verhaltens aller Systemkomponenten mit Labormessungen, Messungen in der Stations- und Satellitenschleife sowie der Erfassung der Betriebsqualität in Abhängigkeit von den Wetterbedingungen bei bestimmten typischen Ereignissen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen, zusammen mit den Ergebnissen der Ausbreitungsstatistik der OPEX-Gruppe, zur Planung und Optimierung künftiger Systeme dienen sowie die Grundlagen für das Folgeexperiment 5A liefern.

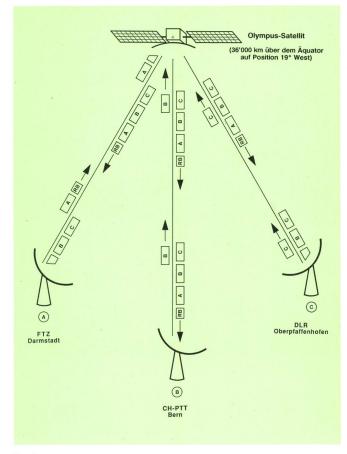


Fig. 1 GECO-Experiment 6A

RB Referenz-Burst, Netzsynchronisier- und Steuersignal-Paket

A Datenpaket der Station AB Datenpaket der Station B

Datenpaket der Station C

FTZ Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen

**Bundespost Telekom** 

DLR Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt

Experiment 5A «Adaptive Resource Sharing for TDMA»

Dieses ist ein Folgeexperiment des Experimentes 6A. Aus den Erkenntnissen des Verhaltens des Netzes bei wetterbedingten Schwundereignissen wird die Software zur Steuerung der Übertragungsparameter der Bodenstation weiterentwickelt. Durch automatisches Anpassen dieser Parameter wie Bit-Rate, FEC-Rate (Forward Error Correction), Burstlänge (Dauer der einzelnen Sende-Impulsbündel), Bandbreite, Sendeleistung usw. an die jeweiligen Übertragungsbedingungen soll eine optimale Nutzung und Betriebssicherheit des Netzes erreicht werden.

Bei den Experimenten 6A und 5A wird ein eigens für diese Versuche entwickeltes TDMA-Modem des GEC Marconi Research Centre in Chelmsford (GB) verwendet, das über die Steuersoftware eine weitgehend freie Wahl der erwähnten Übertragungsparameter gestattet, eine wichtige Voraussetzung für diesen Versuchsbetrieb.

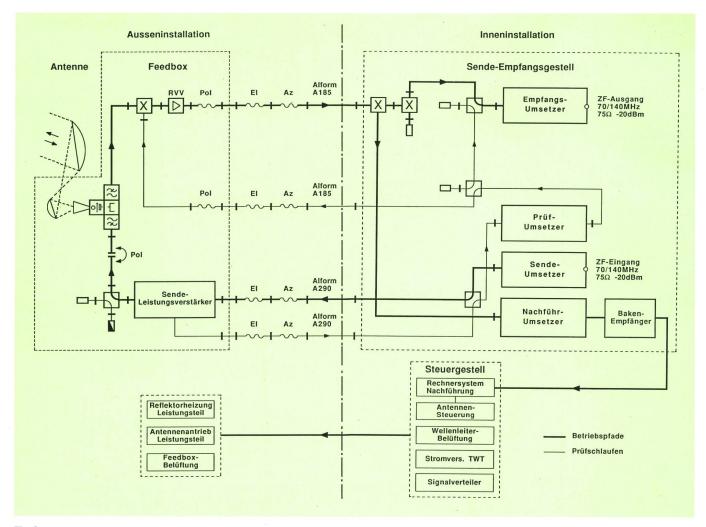


Fig. 2 Blockschema der ganzen Anlage

# 6 Allgemeine Beschreibung und Systemeigenschaften

#### 61 Allgemeine Beschreibung

Die Station besteht aus folgenden Systemen (Fig. 2, Blockschema):

- Antenne mit 2,4-m-Apertur-Durchmesser nach dem Offset-Gregory-Prinzip
- Antennen-Steuersystem zur Ausrichtung der Antenne in der Azimut- und Elevationsrichtung
- Automatisches Antennen-Nachführsystem nach dem Step-Track-Prinzip
- Empfangssystem für den Bereich von 18,8 bis 20,2 GHz
- Sendesystem für den Bereich von 27,9 bis 30 GHz
- Prüfeinrichtung mit Prüfschlaufen, Prüfumsetzer und Wellenleiter-Schaltmatrix
- Einrichtung zur Enteisung der Antenne
- Einrichtung zur Belüftung der Feedbox
- Einrichtung zur Belüftung der Wellenleiter.

Auf eine Redundanz (Ersatzsysteme) wurde verzichtet, da die Anlage nicht für kommerziellen Einsatz vorgesehen ist.

Der rauscharme Vorverstärker (RVV) des Empfangssystems und der Leistungsverstärker des Sendesystems sind unmittelbar bei der Antenne in einem Gehäuse, der Feedbox, eingebaut (Fig. 3). Dadurch werden die Zuleitungsverluste zwischen der Antenne und diesen Einhei-

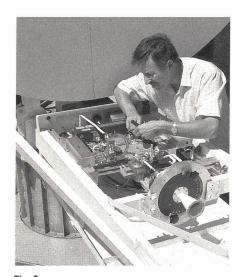


Fig. 3 Feedbox, geöffnet

ten möglichst klein gehalten. Die Feedbox gewährleistet den erforderlichen Wetterschutz und verringert die klimabedingten Temperaturschwankungen. Die übrigen Einheiten des Empfangs- und Sendesystems sowie der Antennennachführung befinden sich im Betriebsraum. Verlustarme *Alform*-Wellenleiterzüge verbinden hochfrequenzmässig die Geräte in der Feedbox mit jenen im Betriebsraum.

62 Systemeigenschar 621 Sendesystem	ften	Amplituden-Frequenz- gang	≤0,5 dB/28,8 MHz bzw. 48 MHz ≤1 dB/36 MHz bzw. 72 MHz	
Frequenzbereich  Maximale äquivalente	27,9 bis 30 GHz	Gruppenlaufzeit- verzerrungen	≤4 ns/28,8 MHz bzw. 48 MHz ≤10 ns/36 MHz bzw. 72 MHz	
isotrope Strahlungs- leistung EIRP*	≥76,5 dBW	Spiegelfrequenz- unterdrückung	> 00 ID	
Abstrahlung von Stör- signalen	≤4 dBW/4 kHz	1. Umsetzung (f <sub>e</sub> —2*f <sub>z1</sub> ) 2. Umsetzung (f <sub>e</sub> —2*f <sub>z2</sub> )	≥ 30 dB ≥ 60 dB	
Stabilität der EIRP	$\pm 1$ dB/24 Std. über einen Temperaturbereich von 15 bis 35 $^{\circ}$ C	Ausgangspegel	$\leq$ -10 dBm	
		Ausgangsimpedanz	75 $\Omega$ koaxial	
Frequenzstabilität	$\pm400$ Hz/Monat über einen Temperaturbereich von 15 bis 35 $^{\circ}\text{C}$	623 Antennensystem		
		Antennengeometrie	Offset-Gregory	
Störphasenmodulation	entsprechend den Pflichtwer- ten von INTELSAT (IDR*) und EUTELSAT (SMS*) für die Übertragung digital modu- lierter Trägersignale	Polarisation	linear, orthogonal	
		Polarisations- entkopplung	≥30 dB innerhalb des Winkelbereichs einer Haupt- keulenbreite von 1 dB	
Eingangsfrequenz f <sub>c</sub> (Zwischenfrequenz, ZF)	70 MHz oder 140 MHz	Nebenzipfeldämpfung	$\geq$ 29 $-$ 25*log $\Phi$ (dBi) für 1° $\leq$ $\Phi$ $\leq$ 36°; $-$ 10 dBi für $\Phi$ $\geq$ 36°	
Bandbreite	$36 \text{ MHz bei } f_c = 70 \text{ MHz}$ $72 \text{ MHz bei } f_c = 140 \text{ MHz}$	Sende-Frequenzbereich	27,9 MHz bis 30 GHz	
Amplituden-Frequenz- gang	≤0,5 dB/28,8 MHz bzw. 48 MHz ≤1 dB/36 MHz bzw. 72 MHz	Sende-Antennengewinn	≥54,6 dBi bei 27,9 GHz (ein- schliesslich 0,7 dB Dämpfung der Sende-Empfangs- Weiche)	
Gruppenlaufzeit- verzerrungen	$\leq$ 4 ns/28,8 MHz bzw. 48 MHz $\leq$ 10 ns/36 MHz bzw. 72 MHz	3-dB-Öffnungswinkel bei Senden	0,3°	
Eingangspegel	$\leq$ +5 dBm	Empfangs-Frequenz-		
Eingangsimpedanz	75 $\Omega$ koaxial	bereich	18,8 bis 20,2 GHz	
		Empfangs-Antennen- gewinn	≥51 dBi bei 18,8 GHz (ein- schliesslich 0,9 dB Dämpfung der Sende-Empfangs- Weiche)	
622 Empfangssystem		3-dB-Öffnungswinkel	rroione	
Frequenzbereich	18,8 bis 20,2 GHz	bei Empfang	0,42°	
Empfangsempfindlich- keit G/T	≥ 25 dB/K bei einer Elevation von ≥ 25°	Schwenkbereich der Antenne	Azimut 180° Elevation —1,5° bis +66°	
Linearität der Empfangs- einrichtung	Eingangs-Intercept-Punkt der Intermodulationsprodukte dritter Ordnung: ≥ —56 dBm	Polarisationseinstellung (manuell)	$0^{\circ}~\pm30^{\circ}$ und $90^{\circ}~\pm30^{\circ}$	
Verstärkungsstabilität	$\pm$ 0,5 dB (bei beheizter Feedbox)	* EIRP = Equivalent Isotropically Radiated Power IDR = Intermediate Data Rate SMS = Satellite Multiservice System		
Frequenzstabilität	± 300 Hz/Monat über einen Temperaturbereich von 15 bis 35°C	7 Funktionsbeschreibung		
Störphasenmodulation	entsprechend den Pflicht- werten von INTELSAT (IDR) und EUTELSAT (SMS) für die Übertragung digital modu-		_	
		71 Das Antennensystem  Als Sende- und Empfangsantenne wird ein Antennensystem nach dem Offset-Gregory-Prinzip verwendet  (Fig. 4 und 5). Die von der Lieferfirma neu entwickelte		

Als Sende- und Empfangsantenne wird ein Antennensystem nach dem *Offset-Gregory-Prinzip* verwendet (Fig. 4 und 5). Die von der Lieferfirma neu entwickelte Antenne kann in der Azimut- und Elevationsachse geschwenkt werden. Sockel, Antriebseinheit, Feedbox und Antenne bilden eine kompakt und sehr stabil gebaute Einheit, die sowohl für ortsfesten als auch für transportablen Einsatz geeignet ist.

Ausgangsfrequenz fc

Bandbreite

(Zwischenfrequenz, ZF)

lierter Trägersignale

70 MHz oder 140 MHz

36 MHz bei  $f_c = 70$  MHz 72 MHz bei  $f_c = 140$  MHz

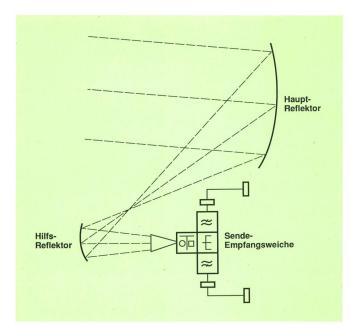


Fig. 4
Antenne nach dem Offset-Gregory-Prinzip

Das Gregory-Prinzip (nach dem schottischen Astronomen *Gregory* benannt) ist dadurch gekennzeichnet, dass der parabolische Hauptreflektor der Antenne durch ein Speisesystem mit einem elliptischen, konkaven Hilfsreflektor *(Fig. 6)* erregt wird. Werden Speisesystem und Hilfsreflektor *ausserhalb* des Strahlenganges des Hauptreflektors angeordnet, ergibt sich ein unsymmetrischer Strahlengang, und man spricht von einer *Offset-Antenne*. Weil der Strahlengang zum Hauptreflektor im Gegensatz zu Antennen mit symmetrischem Strahlengang nicht durch Speisesystem, Hilfsreflektor und mechanische Verstrebungen gestört wird, kann eine wesentliche Verbesserung der Nebenzipfeldämpfung erreicht werden.

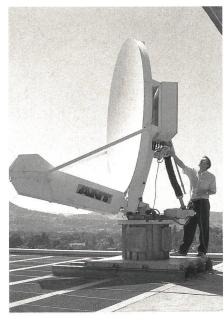


Fig. 5 Gesamtansicht der Antenne Handbedienung des Elevationsantriebes

#### 72 Das Empfangssystem

Das Empfangssystem ist für den Frequenzbereich von 18,8 bis 20,2 GHz ausgelegt. Bei einer Satelliten-EIRP (äquivalente isotrope Strahlungsleistung) von 48 dBW und einer Funkfelddämpfung (Summe von Freiraumund atmosphärischer Dämpfung) von 210,8 dB kann bei klarem Himmel am Empfangsort mit einer Flussdichte von -115,8 dBW/m² (2,6 pW/m²) gerechnet werden. Mit 51 dB Antennengewinn ergibt sich daraus am Eingang des rauscharmen Vorverstärkers ein Eingangspegel von -81,8 dBm. Der RVV ist als ungekühlter Verstärker mit HEMT-FET (High Electron Mobility Transistor-Field Effect Transistor) aufgebaut. Seine Verstärkung beträgt mindestens 40 dB. Durch sein ausgeprägtes Bandpassverhalten bewirkt er auch eine willkommene Dämpfung von Ausserband-Störsignalen. Über zwei Richtkoppler mit Einfügungsdämpfungen von 1 dB bzw. 3 dB wird das verstärkte Empfangssignal auf den Empfangsumsetzer geführt, der dieses in die Zwischenfrequenzlage umsetzt. Die Empfangsfrequenz kann innerhalb des erwähnten Frequenzbereichs durch Anschluss eines externen Synthesizers (Bereich zwischen 103,525 und

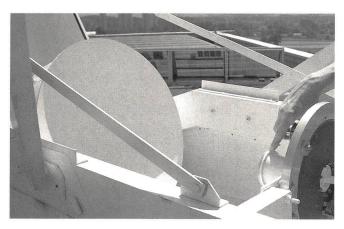


Fig. 6 Rillenhorn des Speisesystems (gezeigt) und Hilfsreflektor

112,713 MHz) oder durch Auswechseln des Oszillator-Quarzes gewählt werden. Der Emfangsumsetzer arbeitet zur Gewährleistung einer ausreichenden Spiegelfrequenzunterdrückung mit zweifacher Frequenzumsetzung. Nebst Frequenzumsetzung und Bandbegrenzung wird das Zwischenfrequenzsignal auf einen Nennpegel von —20 dBm verstärkt. Dieser Pegel ist zum Betrieb der meisten handelsüblichen Demodulatoren ausreichend. Mit auswechselbaren Einschüben kann eine Norm-Zwischenfrequenz von 70 oder 140 MHz gewählt werden. Die Betriebsbandbreite des Empfangsumsetzers beträgt 36 MHz bei einer Zwischenfrequenz von 70 MHz und 72 MHz bei 140 MHz. Beim Wechsel der Zwischenfrequenz ist eine Anpassung der Frequenz des ersten Überlagerungsoszillators erforderlich.

Die guten Phasenrauscheigenschaften der Empfangsund Sendesysteme erlauben die Verarbeitung von analog oder digital modulierten Trägersignalen.

## 73 Das Sendesystem

Der Sendeumsetzer ist für den Betrieb mit einem Zwischenfrequenzpegel von  $-25\,\mathrm{dBm}$  bis  $+5\,\mathrm{dBm}$  ausge-

legt. Wie der Empfangsumsetzer, kann auch der Sendeumsetzer durch Auswechseln von Einschüben mit einer Norm-Zwischenfrequenz von 70 oder 140 MHz betrieben werden. Die Betriebsbandbreite beträgt 36 MHz bei 70 MHz und 72 MHz bei 140 MHz. Beim Wechseln der Zwischenfrequenz ist eine Anpassung der Frequenz des zweiten Überlagerungsoszillators erforderlich. Das ZF-Signal wird durch zweifache Überlagerung auf eine Sendefrequenz zwischen 27,9 und 30 GHz umgesetzt. Die Sendefrequenz kann innerhalb dieses Frequenzbereiches durch Anschluss eines externen Synthesizers (Bereich zwischen 106,933 und 115,975 MHz) oder durch Auswechseln des Oszillatorquarzes gewählt werden. Über einen verlustarmen Alform-Wellenleiter gelangt das Sendesignal an den Sende-Leistungsverstärker in der Feedbox. Dieser besteht aus einem mit Feldeffekt-Transistoren (FET) bestückten Treiberverstärker und einer neu entwickelten, luftgekühlten Wanderfeldröhre mit Kammstruktur. Der Sende-Leistungsverstärker liefert in der Sättigung eine Ausgangsleistung von mindestens 200 W. Über Oberwellenfilter, Messkoppler und Sende-Empfangsweiche wird das Sendesignal der Antenne zugeführt. Mit 54,6 dB Antennengewinn ergibt sich eine EIRP von 76,5 dBW.

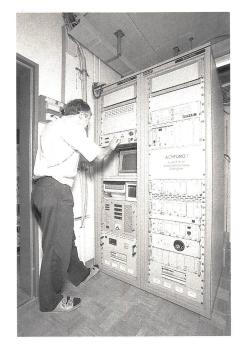


Fig. 7
Ausrüstung im Betriebsraum
Der Autor bedient die Nachführeinrichtung

# 74 Das Antennen-Nachführsystem

Das Antennen-Nachführsystem (Fig. 7 und 8) verwendet ein vom Satelliten ausgestrahltes Bakensignal zur Ausrichtung der Bodenstationsantenne auf den Satelliten. Damit wird der Einfluss von Satellitenbewegungen und mechanischen Unstabilitäten der Bodenstationsantenne auf die Übertragungseigenschaften weitgehend ausgeglichen. Das Antennen-Nachführsystem arbeitet nach dem Step-Track-Verfahren. Bei diesem Verfahren tastet sich die Antenne stufenweise nach einem bestimmten Algorithmus an den maximalen Bakenpegel heran. Bei grösseren Schwundeinbrüchen oder Ausfall der Satellitenbake wird die Nachführung durch gemessene oder errechnete Satelliten-Bahndaten (Memory- oder Programmtracking) unterstützt. Dieses Nachführverfahren erfordert zur optimalen Ausrichtung der Antenne relativ viel Zeit. Der Schaltungsaufwand ist jedoch wesentlich geringer als bei dem mit einem eigentlichen Peilsystem arbeitenden «Monopulse»-Verfahren.

Das Bakensignal mit einer Frequenz von 19,77 GHz gelangt über das Antennensystem mit einem Pegel von —101,8 dBm (die EIRP der Bake beträgt 24 dBW) an den RVV, wo es um 40 dB verstärkt wird. Nach dem RVV wird das verstärkte Bakensignal über einen Richtkoppler von 20 dB aus dem Hauptempfangspfad ausgekoppelt und dem Bakenumsetzer zugeführt. Dieser setzt es durch zweifache Umsetzung auf die Zwischenfrequenz von 70 MHz um. Der darauf folgende, sehr schmalbandige Bakenempfänger gewinnt aus dem umgesetzten Bakensignal eine zum Empfangspegel logarithmisch proportionale Gleichspannung. Ein Rechner wertet den Pegel und den zeitlichen Verlauf dieser Gleichspannung aus und leitet daraus die für die Nachführung der Antenne erforderlichen Steuerbefehle ab. Der Rechner erlaubt auch die Aufzeichnung des Bakenpegels sowie der Nachführbewegungen.

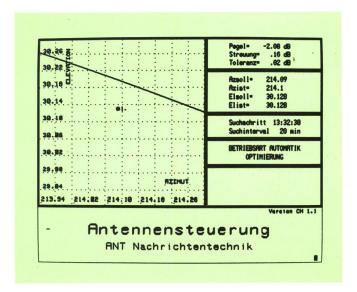


Fig. 8

Bildschirm der Nachführeinrichtung

Azsoll Soll-Wert der Azimutnachführung

Azist Ist-Wert der Azimutnachführung

Elsoll Soll-Wert der Elevationsnachführung

Elist Ist-Wert der Elevationsnachführung

## 75 Die Prüfschlaufen

Die Prüfschlaufen ermöglichen Versuche und Unterhaltsmessungen an der Station, ohne dass ein Sendesignal abgestrahlt wird. Dadurch können die Versuche optimal vorbereitet werden, ohne dass andere Dienste gestört werden. Die Frequenzumsetzung des Satelliten wird dabei mit einem Prüfumsetzer nachgebildet. Der Frequenzversatz beträgt beim Betrieb über den Olympus-Satelliten 9,147255 GHz. Das Ausgangssignal des Leistungsverstärkers kann auf eine luftgekühlte Kunstlast geschaltet werden.

Es können verschiedene Prüfschlaufen gewählt werden:

- Die kleine Prüfschlaufe gestattet ZF–ZF-Messungen über Sende-, Prüf- und Empfangsumsetzer. Der Empfangspegel lässt sich am Prüfumsetzer über einen Bereich von 50 dB stufenlos einstellen.
- Die grosse oder Stations-Prüfschlaufe gestattet ZF-ZF-Messungen über die ganze Station einschliesslich Sende-Leistungsverstärker und RVV.
- Eine erweiterte kleine Prüfschlaufe mit Sende-Leistungsverstärker, jedoch ohne RVV.
- Eine erweiterte kleine Prüfschlaufe mit RVV, jedoch ohne Sende-Leistungsverstärker.

## 8 Schlussbetrachtung und Ausblick

Mit dieser 20/30-GHz-Satellitenbodenstation steht der Direktion Forschung und Entwicklung der PTT erstmals eine moderne und vielseitige Satellitenbodenstation für Versuchszwecke zur Verfügung. Nach vorbereitenden Untersuchungen an den einzelnen Baugruppen und Messungen in der Stationsschlaufe sind die ersten Übertragungsversuche über den Olympus-Satelliten auf Anfang 1991 vorgesehen. Zwischen den einzelnen Phasen der GECO-Experimente 6A und 5A und nach deren Abschluss steht die Anlage für weitere Versuche zur Verfügung. Denkbar sind zusätzliche Experimente zur Erarbeitung von Planungsgrundlagen sowie Betriebsver-

suche mit potentiellen Kunden, um Erfahrungen über die Akzeptanz von künftigen Diensten wie Fernunterricht im Hochschulbereich, videokonferenzartige Dienste, «Local Area Network Interconnection» usw. zu gewinnen.

Die Anlage kann auch eine wertvolle Hilfe als Gegenund Überwachungsstation bei Abnahmemessungen an künftigen Satellitenbodenstationen im Bereich von 20/30 GHz sein.

Zudem ist grundsätzlich ein Betrieb über andere Satelliten möglich, zum Beispiel über die deutschen Fernmeldesatelliten *DFS Kopernikus*.

Nachdem im Rahmen dieses Artikels eine allgemeine Übersicht der Stationsausrüstung vermittelt wurde, ist vorgesehen, die einzelnen Baugruppen in Folgeartikeln näher zu erläutern. In diesen Artikeln beschreiben Entwicklungsingenieure der Herstellerfirma technische Grundlagen, Funktionsprinzip und interessante Erkenntnisse bei der Entwicklung der Baugruppen und Subsysteme. Die Antennensteuerung ist in diesem Heft beschrieben.

### **Bibliographie**

[1] Freudiger M. 120-Mbit/s-TDMA/DSI-Ausrüstungen für Satellitenverbindungen. Techn. Mitt. PTT, Bern, 65 (1987) 2, S. 90.

# Die nächste Nummer bringt unter anderem:

Vous pourrez lire dans le prochain numéro:

10/90

Pitteloud J.

Systemverwaltung der Informatiknetze nach OSI

Eggli H. und Kauz H. Rechnerunterstützter Fernseh-Interstudio- und -Reportagebetrieb Albis REAL

Gebhardt H.-P.

Die Neustrukturierung der Deutschen Bundespost und die Reform der Telekommunikationsregulierung in der Bundesrepublik Deutschland

La réorganisation de la Poste Fédérale Allemande et la réforme des télécommunications en République Fédérale d'Allemagne