

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = 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 Telegrafienbetriebe

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: 22.01.2026

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 Space Agency) mit einer Ariane-Rakete vom französischen Raumfahrtsgelände Kourou aus in eine geostationäre Umlaufbahn gebracht. Dieser neue Fernmeldesatelliten-Typ wurde von der ESA als Forschungssatellit entwickelt. Mit seinen Umsetzern in den Bändern 12/14 GHz, 12/18 GHz und 20/30 GHz und mit seinen drei phasenkorrelierten Baken sendern 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 Group of Experimenters of CEPT for Olympus (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 Schwundergebnissen in den Bändern von 12, 20 und 30 GHz sowie das Verhalten von Phase und Polarisation der Baken-signale 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 (Fernmeldetechnisches 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.

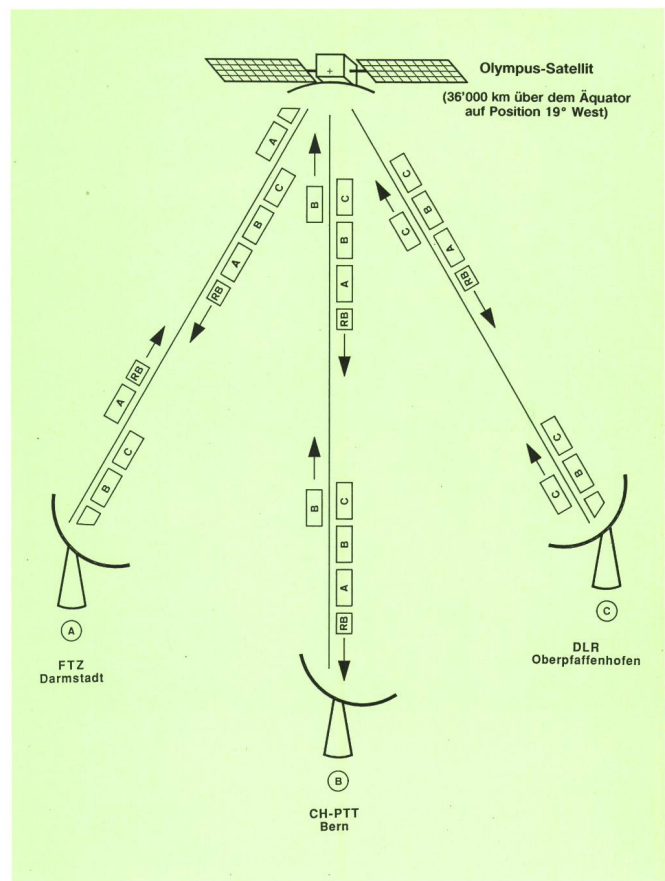


Fig. 1

GECO-Experiment 6A

RB	Referenz-Burst, Netzsynchronisierungs- und Steuersignale-Paket
A	Datenpaket der Station A
B	Datenpaket der Station B
C	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.

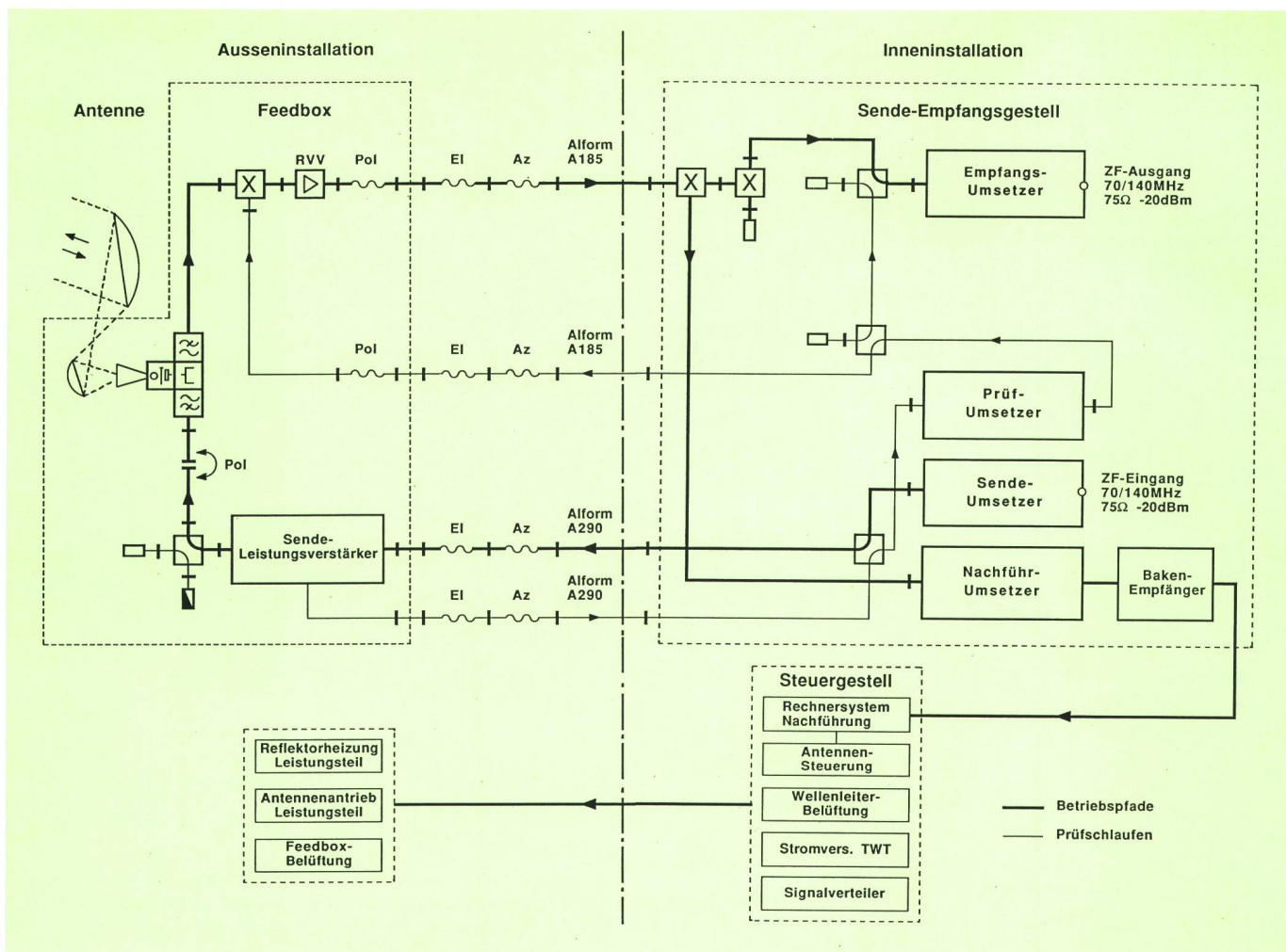


Fig. 2
Blockschema der ganzen Anlage

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, Prüfumssetzer 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 Einheiten

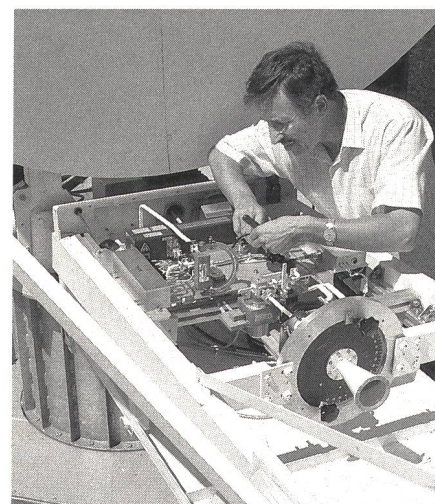


Fig. 3
Feedbox, geöffnet

ten möglichst klein gehalten. Die Feedbox gewährleistet den erforderlichen Witterschutz 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 Systemeigenschaften

621 Sendesystem

Frequenzbereich	27,9 bis 30 GHz
Maximale äquivalente isotrope Strahlungsleistung EIRP*	$\geq 76,5$ dBW
Abstrahlung von Störsignalen	≤ 4 dBW/4 kHz
Stabilität der EIRP	± 1 dB/24 Std. über einen Temperaturbereich von 15 bis 35 °C
Frequenzstabilität	± 400 Hz/Monat über einen Temperaturbereich von 15 bis 35 °C
Störphasenmodulation	entsprechend den Pflichtwerten von INTELSAT (IDR*) und EUTELSAT (SMS*) für die Übertragung digital modulierter Trägersignale
Eingangsfrequenz f_c (Zwischenfrequenz, ZF)	70 MHz oder 140 MHz
Bandbreite	36 MHz bei $f_c = 70$ MHz 72 MHz bei $f_c = 140$ MHz
Amplituden-Frequenzgang	$\leq 0,5$ dB/28,8 MHz bzw. 48 MHz ≤ 1 dB/36 MHz bzw. 72 MHz
Gruppenlaufzeitverzerrungen	≤ 4 ns/28,8 MHz bzw. 48 MHz ≤ 10 ns/36 MHz bzw. 72 MHz
Eingangspegel	$\leq +5$ dBm
Eingangsimpedanz	75 Ω koaxial

622 Empfangssystem

Frequenzbereich	18,8 bis 20,2 GHz
Empfangsempfindlichkeit G/T	≥ 25 dB/K bei einer Elevation von $\geq 25^\circ$
Linearität der Empfangseinrichtung	Eingangs-Intercept-Punkt der Intermodulationsprodukte dritter Ordnung: ≥ -56 dBm
Verstärkungsstabilität	$\pm 0,5$ dB (bei beheizter Feedbox)
Frequenzstabilität	± 300 Hz/Monat über einen Temperaturbereich von 15 bis 35 °C
Störphasenmodulation	entsprechend den Pflichtwerten von INTELSAT (IDR) und EUTELSAT (SMS) für die Übertragung digital modulierter Trägersignale
Ausgangsfrequenz f_c (Zwischenfrequenz, ZF)	70 MHz oder 140 MHz
Bandbreite	36 MHz bei $f_c = 70$ MHz 72 MHz bei $f_c = 140$ MHz

Amplituden-Frequenzgang	$\leq 0,5$ dB/28,8 MHz bzw. 48 MHz ≤ 1 dB/36 MHz bzw. 72 MHz
Gruppenlaufzeitverzerrungen	≤ 4 ns/28,8 MHz bzw. 48 MHz ≤ 10 ns/36 MHz bzw. 72 MHz
Spiegelfrequenzunterdrückung	1. Umsetzung ($f_e - 2 \cdot f_{z1}$) ≥ 30 dB 2. Umsetzung ($f_e - 2 \cdot f_{z2}$) ≥ 60 dB
Ausgangspegel	≤ -10 dBm
Ausgangsimpedanz	75 Ω koaxial

623 Antennensystem

Antennengeometrie	Offset-Gregory
Polarisation	linear, orthogonal
Polarisations-entkopplung	≥ 30 dB innerhalb des Winkelbereichs einer Hauptkeulenbreite von 1 dB
Nebenzipfeldämpfung	$\geq 29 - 25 \cdot \log \Phi$ (dBi) für $1^\circ \leq \Phi \leq 36^\circ$; -10 dBi für $\Phi \geq 36^\circ$
Sende-Frequenzbereich	27,9 MHz bis 30 GHz
Sende-Antennengewinn	$\geq 54,6$ dBi bei 27,9 GHz (einschliesslich 0,7 dB Dämpfung der Sende-Empfangs-Weiche)
3-dB-Öffnungswinkel bei Senden	0,3°
Empfangs-Frequenzbereich	18,8 bis 20,2 GHz
Empfangs-Antennengewinn	≥ 51 dBi bei 18,8 GHz (einschliesslich 0,9 dB Dämpfung der Sende-Empfangs-Weiche)
3-dB-Öffnungswinkel bei Empfang	0,42°
Schwenkbereich der Antenne	Azimet 180° Elevation $-1,5^\circ$ bis $+66^\circ$
Polarisationseinstellung (manuell)	$0^\circ \pm 30^\circ$ und $90^\circ \pm 30^\circ$

* EIRP = Equivalent Isotropically Radiated Power
IDR = Intermediate Data Rate
SMS = Satellite Multiservice System

7 Funktionsbeschreibung

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 Antenne kann in der Azimet- 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.

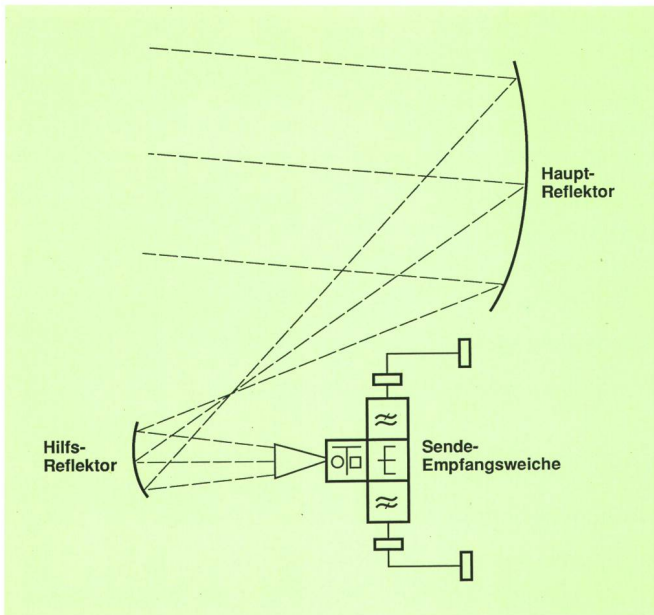


Fig. 4
Antenne nach dem Offset-Gregory-Prinzip

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 Verstreibungen gestört wird, kann eine wesentliche Verbesserung der Nebenzipfeldämpfung erreicht werden.

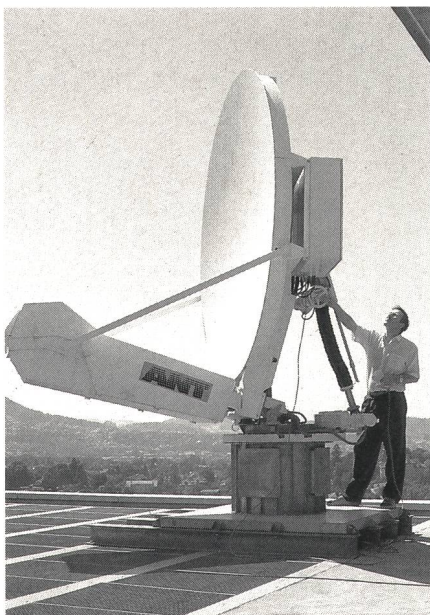


Fig. 5
Gesamtansicht der Antenne
Handbedienung des Elevationsantriebes

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 Freiraum- und atmosphärischer Dämpfung) von 210,8 dB kann bei klarem Himmel am Empfangsort mit einer Flussdichte von $-115,8 \text{ dBW/m}^2$ ($2,6 \text{ pW/m}^2$) gerechnet werden. Mit 51 dB Antennengewinn ergibt sich daraus am Eingang des rauscharmen Vorverstärkers ein Eingangspegel von $-81,8 \text{ dBm}$. 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

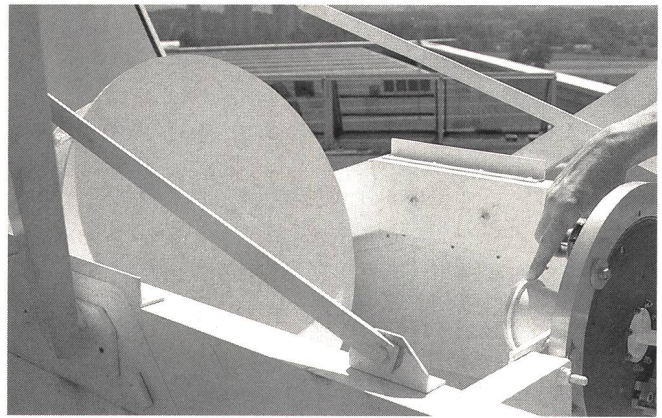


Fig. 6
Rillenhorn des Speisesystems (gezeigt) und Hilfsreflektor

112,713 MHz) oder durch Auswechseln des Oszillator-Quarzes gewählt werden. Der Empfangsumsetzer 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 Empfangs- und Sendesysteme erlauben die Verarbeitung von analog oder digital modulierten Trägersignalen.

73 Das Sendesystem

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

legt. Wie der Empfangsumsetzer, kann auch der Sendesumsetzer 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.

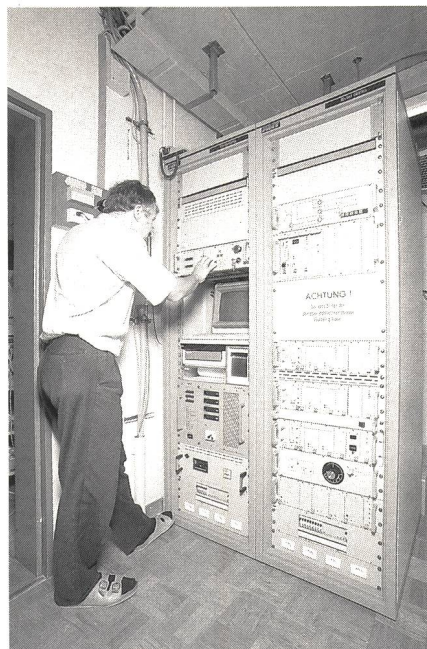


Fig. 7
Ausrüstung im Betriebsraum
Der Autor bedient die Nachführeinrichtung

74 Das Antennen-Nachführsystem

Das Antennen-Nachführsystem (Fig. 7 und 8) verwendet ein vom Satelliten ausgestrahltes Bakenignal 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 Schwundseinbrüchen 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 Bakenignal 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 Bakenignal 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 Bakenignal 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.

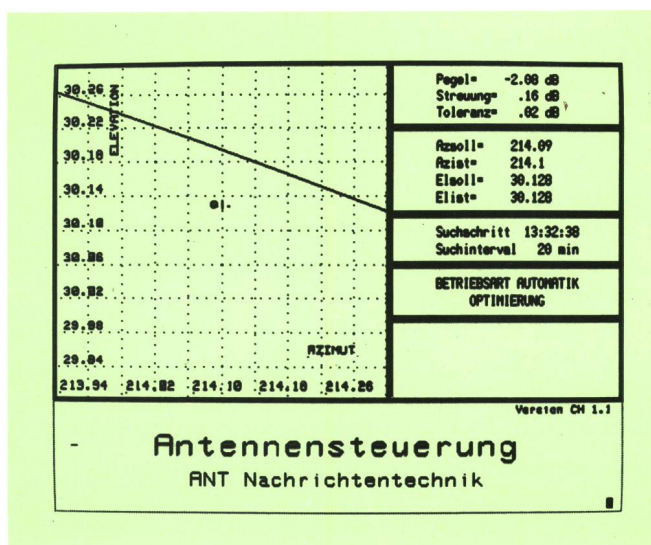


Fig. 8
Bildschirm der Nachführeinrichtung
Azoll Soll-Wert der Azimutnachführung
Azist Ist-Wert der Azimutnachführung
Elsoll Soll-Wert der Elevationsnachführung
Elist Ist-Wert der Elevationsnachführung

75 Die Prüfschlaufen

Die Prüfschlaufen ermöglichen Versuche und Unterhaltungsmessungen 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 Prüfschleife* 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-Prüfschleife* gestattet ZF-ZF-Messungen über die ganze Station einschliesslich Sende-Leistungsverstärker und RVV.
- Eine *erweiterte kleine Prüfschleife* mit Sende-Leistungsverstärker, jedoch ohne RVV.
- Eine *erweiterte kleine Prüfschleife* 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 Stationsschleife 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 Gegen- und 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 Fernmelde-satelliten *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