Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 69 (1978)

Heft: 6

Artikel: Das europäische Testsatellitenprojekt

Autor: Hauck, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-914853

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: 16.07.2025

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

BULLETIN des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
de l'Association Suisse des Electriciens
des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke
de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité

Elektrotechnik – Electrotechnique

Das europäische Testsatellitenprojekt

Von E. Hauck

621.396.946:629.783;

Im Frühjahr 1978 soll ein europäischer Testsatellit gestartet werden. Damit sind Satellitenfunktionsprüfungen, Übertragungs- und Ausbreitungsmessungen in neuen Frequenzbändern und mit neuen Modulationstechniken vorgesehen. Die geplanten Versuche sowie die wichtigsten Daten der Bodenstationen und des Satelliten werden beschrieben.

Au printemps 1978, un satellite européen d'essais sera lancé dans le but de procéder à des contrôtes ae son fonctionnement, ainsi qu'à des mesures de transmission et diffusion dans de nouvelles bandes de fréquences et avec de nouvelles techniques de modulation. Les essais prévus et les caractéristiques les plus importantes des stations terrestres et du satellite sont décrits.

1. Einleitung

Am 6. April 1965 wurde der erste Internationale Nachrichtensatellit, Intelsat I (Early Bird), in Betrieb gesetzt. Mit ihm konnten damals 240 Duplextelefonkanäle oder 2 Fernsehprogramme übertragen werden. Seither wurde ein weltumspannendes Satellitennetz aufgebaut, dessen Satelliten etwa 6000 Duplextelefonkanäle oder 20 Fernsehprogramme hoher Qualität übertragen können. In den letzten Jahren ist eine starke Entwicklung von nationalen und regionalen Netzen festzustellen. So existieren bereits in Indonesien, Kanada, Russland und den Vereinigten Staaten nationale Satellitennetze.

Es ist offensichtlich, dass bei einem derartigen Wachstum das vorhandene Frequenzspektrum für die drahtlose Nachrichtenübertragung bald überlastet sein wird. Es müssen deshalb neue Frequenzbänder untersucht und wirtschaftlichere Modulations- und Übertragungsmethoden gefunden werden.

Von diesen Voraussetzungen ausgehend wurde in Europa in Zusammenarbeit zwischen der im CEPT[1]) zusammengeschlossenen PTT-Administrationen, der Europäischen Weltraumorganisation[2]) und den interessierten Industrien ein Europäischer Testsatellit[3]) geplant, der die Grundlagen für ein regionales europäisches Satellitennetz liefern soll. Mit ihm sind die Übertragung in neuen, höheren Frequenzbändern, eine bessere Spektrumausnützung durch Übermittlung in zwei Polarisationsebenen und digitale Modulationsmethoden vorgesehen. Sein Start soll im Frühjahr 1978 stattfinden, nachdem der Abschuss im September 1977 wegen der Explosion der Trägerrakete misslungen ist. Der folgende Bericht gibt einen kurzen Überblick über die Versuche und die wichtigsten technischen Daten der eingesetzten Bodenstationen und des Satelliten.

[1]) Conférence Européenne des Administrations des Postes et Télécommunications.
[2]) European Space Agency ESA.
[3]) Orbital Test Satellite OTS.

2. Versuche mit OTS

Es sind fünf voneinander grundsätzlich verschiedene Arten von Versuchen vorgesehen.

2.1 Funktionskontrolle des Satelliten

Mit diesen Messungen soll geprüft werden, ob sämtliche Einrichtungen des Satelliten einwandfrei funktionieren. Diese Kontrollen werden vor allem in den ersten sechs Monaten durchgeführt und die wichtigsten davon in halbjährlichen Abständen wiederholt. Sie werden eine Bewährungsprobe für die Europäische Satellitenindustrie darstellen, da der Satellit von einem Konsortium europäischer Firmen – darunter zwei Schweizer Firmen – hergestellt wurde.

Es wird interessant sein, zu erfahren, ob die Positionierung und Lagestabilisierung des Satelliten mit der geforderten Präzision erreicht werden kann. Die meisten Nachrichtensatelliten strahlen heute zirkular polarisierte Signale ab, so dass eine Drehung des Satelliten um die Sendeachse keinen negativen Einfluss hat. Im OTS sind Versuche mit linearer Polarisation geplant, was besonders hohe Anforderungen an die Lagestabilisierung stellt.

Wenn alle Apparaturen einwandfrei funktionieren, werden die übertragungstechnischen Einrichtungen ausgemessen. Es

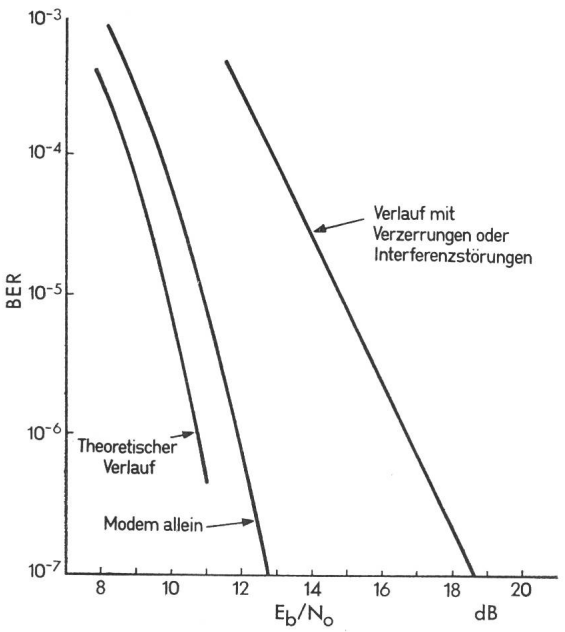


Fig. 1 TDMA-PSK-Fehlerratenmessung

TDMA-PSK	Time Division Multiple Access Phasenschubtastung
BER	Bit-Error-Rate
E_b	übertragene Energie pro Bit, Trägerleistung (C) dividiert durch Bitrate (BR); $E_b = C/BR$
N_o	Rauschleistungsdichte, Rauschleistung (N) dividiert durch Rauschbandbreite (*B*); $N_o = N/B$

finden die sog. *klassischen Übertragungstests* statt. Bei diesen Messungen werden die übertragungstechnischen Spezifikationen wie Sendeleistung, Empfängerrauschzahl, Amplitudengang und Gruppenlaufzeit in Funktion der Frequenz, Verstärkungs- und Frequenzstabilität geprüft und mit den Abnahmemessungen am Boden verglichen. Die Resultate sind für den Satellitenhersteller interessant und werden ausserdem von den Testingenieuren als Grundlage für die nachfolgenden Versuche benötigt.

2.2 Übertragung von pulscode-modulierten (PCM) Telefongesprächen

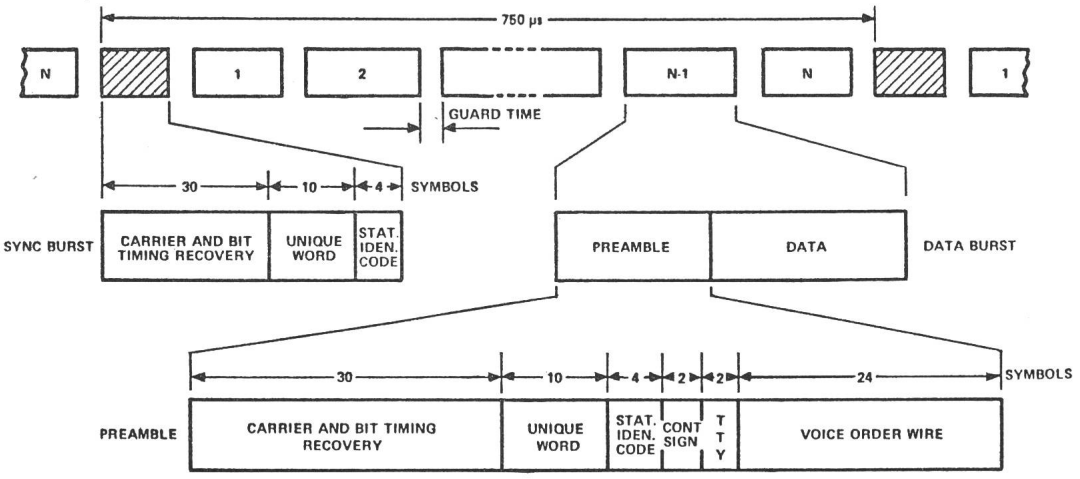
Es ist vorgesehen, im zukünftigen europäischen Satellitennetz die Telefongespräche in digitaler Form zu übertragen. Dazu werden die analogen Sprachschwingungen eines Telefongesprächs durch Pulscode-Modulation in einen digitalen Datenstrom verwandelt und mittels Phasenschubtastung (PSK) dem SHF-Träger[4]) aufmoduliert. Die Qualität der Übertragung solcher Datenströme über den Satelliten wird im Rahmen der *digitalen Übertragungstests* untersucht. Dazu wird die Fehlerwahrscheinlichkeit (Bit-Error-Rate = BER) in Funktion des empfangenen Träger- zu Rauschverhältnisses gemessen. Fig. 1 zeigt die typische Darstellungsform derartiger Messresultate. Es werden dabei auch die Einflüsse von Nebenkanalstörungen und Gleichkanalstörungen, die beim dualpolarisierten Betrieb auftreten können, untersucht. Weitere Messungen dienen der Ermittlung der Einflüsse des Übertragungsmediums und der Verzerrungen in den Bodenstationen und im Satelliten.

In den herkömmlichen Satellitennetzen werden in den Bodenstationen mehrere SHF-Träger frequenzmoduliert. Ein Satellitenumsetzer muss in einem solchen System unter dem Sättigungspunkt betrieben werden, damit die gleichzeitig verstärkten Träger verschiedener Bodenstationen keine störende Intermodulationsprodukte erzeugen. In einem digitalen System erhalten die verschiedenen Bodenstationen nach einem festgelegten Zeitrahmen nacheinander Zugriff zum Satellitenumsetzer. Dieses Verfahren wird Time Division Multiple Access (TDMA) genannt. Jedem Datenpaket werden Synchronisationspulse und Absender- und Adressinformationen zugeordnet. Ein typischer TDMA-Zeitrahmen ist in Fig. 2 dargestellt. Während der *TDMA-Systemtests* wird das Zusammenspielen von bis zu vier Stationen untersucht werden, wovon eine als Netzleitstation für das einwandfreie Funktionieren der Synchronisation verantwortlich ist. Dem Verhalten bei langen und kurzen Unterbrüchen muss dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Qualität der Telefonverbindungen wird im Rahmen der *Telefonkanal-Tests* untersucht. Es sind Messungen des Amplituden- und Gruppenlaufzeitfrequenzganges, des thermischen, des Intermodulations- und des Quantisierungsrauschens vorgesehen. Weiter werden subjektive Qualitätstests durchgeführt und versuchsweise einige Leitungen auf das bestehende Telefonnetz geschaltet.

Wesentliche Voraussetzung zur Integration des Satellitennetzes in das europäische Telefonnetz ist die Vereinheitlichung des Wahlsystems und dessen Funktionstüchtigkeit über Satellitenleitungen. Mit den *Schalt- und Signalisierungstests* sollen vor

[4]) SHF Specially High Frequencies: 3...30 GHz.



Carrier and Bit Timing Recovery: Benötigte Pulse zur Synchronisation des Demodulators

Unique Word: Genau festgelegte Pulsfolge zur Synchronisation der Datenströme

Station Identification Code: Absender Identifizierung bzw. Adresse

Continuity Signal: Verbindungskontrolle

TTY: Dienstkanal Telex

Voice Order Wire: Sprachdienstkanäle

1, 2, ...N: Verschiedene angerufene Stationen

Fig. 2 Typisches TDMA-Rahmen-Format

Wichtigste Daten der grossen Bodenstationen Tabelle I

	Deutschland	Frankreich	Grossbritannien	Italien
Standort	Usingen	Bercenay-en-Othe	Goonhilly	Fucino
Geographische nördliche Breite	50° 19′ 53″	48° 13′ 17″	50° 03′	41° 58′ 41″
Geographische Länge	8° 29′ 3″ (östlich)	03° 53′ 04″ (östlich)	05° 10′ (westlich)	13° 35′ 51″ (östlich)
Höhe über Meer	390 m	170 m	116 m	650 m
Antennendurchmesser	18,3 m	14,5 m	19 m	17 m
Antennengewinn:				
Senden	66 dB	64,3 dB	66,8 dB	65 dB
Empfang	64 dB	62,7 dB	65 dB	63,8 dB
Empfindlichkeit (Qualitätsfaktor G/T)	39,8 dB/K	39 dB/K	40,7 dB/K	39,6 dB/K
Maximale Sendeverstärkerleistung	2 kW (TWT)	2 kW (TWT)	2 kW (Klystron)	2 kW (TWT)
EIRP *)	95,5 dBW	95,5 dBW	99,3 dBW	92,5 dBW

*) EIRP Equivalent Isotropically Radiated Power.

allem das Wahlsystem R2, eventuell auch die Systeme CCITT [5]) Nr. 5 und 6 [1] [6]), geprüft werden. Es sind zirka 100 Versuchsanrufe geplant, wobei keine Fehlwahl auftreten darf. Auch die störungsfreie Übertragung der Antwortsignale, wie Besetztzeichen und Summton, ist bei diesen Versuchen wichtig. Da bei Satellitenverbindungen mit relativ langen Laufzeiten Echos besonders störend empfunden werden, muss dem einwandfreien Funktionieren der Echounterdrücker besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

2.3 Fernsehtests

Ein Programm für die Fernsehmessungen wurde in Zusammenarbeit zwischen den CEPT-Administrationen, der EBU/UER [7]) und der ESA ausgearbeitet. Die Messungen sollen Unterlagen zur Benützung eines europäischen Fernmeldesatelliten für Eurovisionssendungen liefern. Da in nächster Zukunft zur Fernsehübertragung Frequenzmodulation gebraucht werden wird, sind in erster Linie analoge Fernsehmessungen vorgesehen. Es wird aber auch für neue Digitalfernsehversuche genügend Testzeit zur Verfügung stehen. Auch für diese Messungen wurden bereits Programme vorbereitet, wobei speziell auf die Untersuchung der zeitlichen Fehlerverteilung Wert gelegt wird, um geeignete Fernsehfehlerkorrektur-Systeme entwickeln zu können.

2.4 Ausbreitungsmessungen

Wie in der Einleitung erwähnt wurde, sollen mit OTS neue Techniken erprobt werden, die in einem zukünftigen Europäischen Satellitensystem angewendet werden können. Mit den Ausbreitungsmessungen wird der Einfluss der Atmosphäre auf die Dämpfung und Depolarisierung von SHF-Signalen bei 11 GHz und 14 GHz untersucht. Im Gegensatz zu den Übertragungstests sind dazu Langzeitregistrierungen von mindestens ein bis zwei Jahren notwendig. Um den Einfluss der verschiedenen klimatischen Bedingungen in Europa messen zu können, nehmen etwa 30 Stationen an diesen Experimenten teil. Auch die schweizerische PTT wird sich mit einer Station, die im Forschungszentrum Ostermundigen aufgestellt wurde, an den Messungen beteiligen. Die Auswertungsergebnisse der Daten werden die Unterlagen zur Bestimmung der notwendigen Sendeleistung und Empfangsempfindlichkeit zukünftiger Bodenstationen liefern.

2.5 Neue Satellitenanwendungsmöglichkeiten

Anfangs 1982 sind mit einem speziellen Direkt-Fernsehsatelliten (Heavy direct television satellite = H-SAT) Versuche für den Satelliten-Heimfernsehempfang geplant. Mit OTS können dazu einige Vorversuche gemacht werden, obwohl der Satellit nicht für einen derartigen Einsatz dimensioniert ist.

Ein weiteres zukünftiges Einsatzgebiet für Satelliten ist die Übertragung von Daten mit sehr niedrigen Bitfehlerraten. Der OTS wird es ermöglichen, derartige spezielle Datennetze auszuprobieren.

3. Bodenstationen

3.1 Grosse Bodenstationen

Für die in Abschnitt 2.2 und 2.3 beschriebenen Telefonie- und Fernsehmessungen werden grosse Bodenstationen, die Investitionen von etwa 15 Millionen Franken erfordern, benötigt. Es ist deshalb verständlich, dass sich nur Administrationen der grössten europäischen Länder direkt an diesen Messungen beteiligen können. Tabelle I enthält die wichtigsten Daten und Standorte der vier beteiligten Bodenstationen. Es ist möglich, dass sich zu einem späteren Zeitpunkt Spanien mit einer fünften Station an den Messungen beteiligen wird.

3.2 Kleine Bodenstationen

Die kleinen Bodenstationen, welche in den meisten Fällen mit 3-m-Parabolspiegelantennen ausgerüstet sind, werden für die in Abschnitt 2.4 beschriebenen Ausbreitungsmessungen benötigt. Eine derartige Empfangsstation kostet etwa 500000 Fr. Da bei den Ausbreitungsexperimenten nur die Pegel unmodulierter Träger gemessen werden, können phasensynchronisierte (phase-lock-loop = PLL) Empfänger mit sehr kleinen Bandbreiten benützt werden, die es erlauben, Empfangspegel bis zu −140 dBm (10^{-5} pW) zu messen.

[5]) CCITT Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.

[6]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

[7]) EBU/UER European Broadcasting Union / Union Européenne de Radiodiffusion.

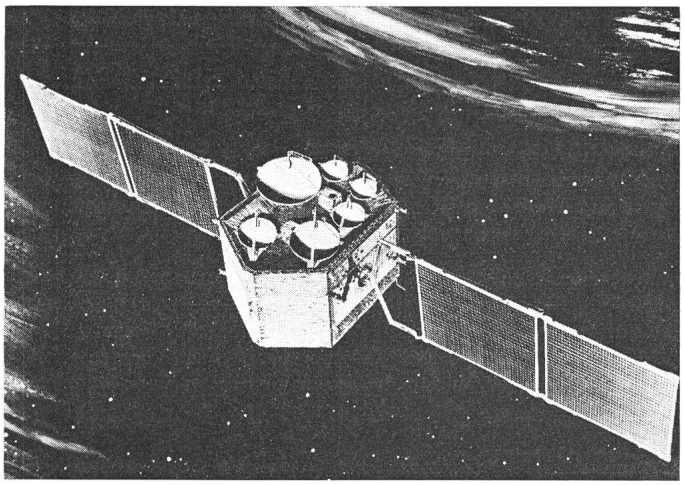


Fig. 3 Gesamtansicht des OTS

Wichtigste Daten des OTS-Satelliten Tabelle II

Trägerrakete	Delta 3914
Masse	Startmasse: 901,5 kg Masse in Umlaufbahn: 443,2 kg
Lebensdauer	Minimum: 3 Jahre Betrieb möglich voraussichtlich: 7 Jahre
Position	10° östliche Länge ± 0,1° Nord/Süd und Ost/West
Stabilisierung	Dreiachsenstabilisiert
Speisung	535 W von 2 Sonnenzellen-Paddeln
Frequenzbänder	Empfang: 14,00 GHz...14,50 GHz Senden: 10,95 GHz...11,70 GHz
Umsetzer	2 mit 40 MHz Bandbreite (Modul A, Umsetzer 2) 2 mit 120 MHz Bandbreite (Modul A, Umsetzer 4) 2 mit 5 MHz Bandbreite (Modul B)
Polarisation	Modul A: linear (vertikal und horizontal) Modul B: zirkular (links- und rechtsdrehend)
Antennen	*Senden:* Eurobeam 7,5° × 4,25° (3 dB) (Modul A, Umsetzer 2) Spot 2,5° × 2,5° (3 dB) (Modul A, Umsetzer 4) } linear Für Ausbreitungsmessungen 5° × 3,5° (3 dB), zirkular (Modul B) *Empfang:* 2 Antennen 7,5° × 4,25° (3 dB), linear (Modul A) Für Ausbreitungsmessungen 5° × 3,5° (3 dB), zirkular (Modul B)
Empfängerrauschzahl	5 dB (alle 3 Umsetzer)
G/T	Von Modul A: −3 dB/K Von Modul B: −0,4 dB/K
Max. EIRP	Modul A, Umsetzer 2: 38 dBW Modul A, Umsetzer 4: 47 dBW Modul B: 41 dBW
Sendeverstärker	20 W

4. Der Testsatellit

Eine Gesamtansicht des OTS gibt Fig. 3. Die wichtigsten Daten sind in Tabelle II zusammengefasst.

4.1 Abschuss, Positionierung und Stabilisierung

Der 2,4 m hohe Satellit wird durch die NASA mit einer Thor Delta 3914-Rakete von Cape Kennedy abgeschossen. Wenn der Abschuss planmässig verläuft, wird der Satellit zuerst in eine stark elliptische Umlaufbahn gebracht werden, wo er von der letzten Stufe der Rakete abgetrennt wird. In dieser Phase wird er um eine Achse rotierend stabilisiert und mit Signalen im VHF-Band gesteuert. Nach etwa 37 h, wenn der Satellit das Apogäum der Umlaufbahn erreicht hat, wird der sog. Apogäumsmotor gezündet, welcher den Satelliten auf die geostationäre Umlaufbahn bringt. Danach wird die Rotation des Satellitenkörpers um seine Achse gestoppt, und der Satellit wird in 3 Achsen stabilisiert, ohne Rotation des Satellitenkörpers. Die 9,3 m langen Sonnenpaddel werden ausgeklappt, und mittels eines Sonnensensors und Infrarot-Erdsensoren werden die SHF-Antennen auf die Erde gerichtet. Nun können Steuer- und Telemetriesignale im SHF-Band (Senden: 11,575 GHz, Empfang: 14,125 GHz) übertragen werden. Die Sonnenpaddel werden ständig auf die Sonne ausgerichtet, so dass sie pro Tag eine Umdrehung gegenüber dem Satelliten und den Antennen beschreiben. Es dauert etwa 21 Tage, bis der Satellit seine genaue Position auf der geostationären Umlaufbahn mit 10^0 östlicher Breite erreicht hat. Alle Kontroll- und Steueroperationen werden vom Europäischen Satellitenkontrollzentrum (European Space Operations Centre = ESOC) aus durchgeführt werden.

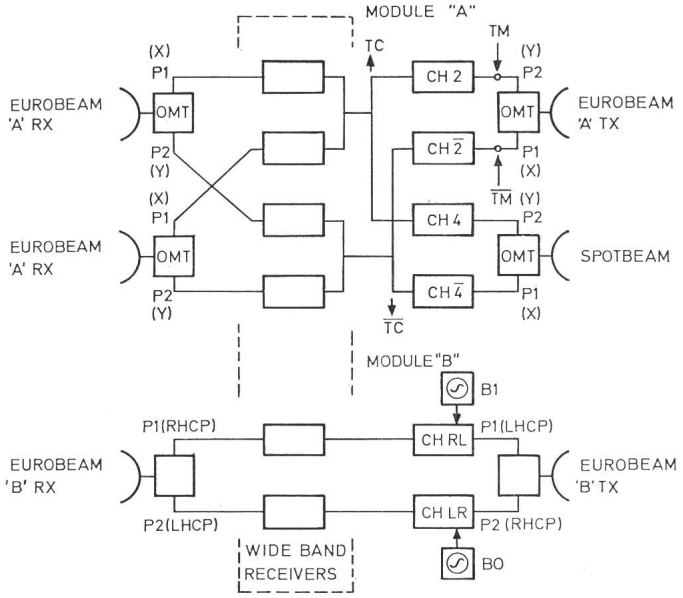


Fig. 4 OTS-Antennen und -Umsetzer

OMT	Ortho Mode Transducer; dient zur Trennung der zwei Polarisationsebenen bzw. Polarisationsdrehrichtungen
TM	SHF-Telemetrieträger
TC	SHF-Fernsteuerungsträger
X	Horizontal linear polarisiert
Y	Vertikal linear polarisiert
RHCP	«Right Hand» zirkular polarisiert (Gegenuhrzeigersinn)
LHCP	«Left Hand» zirkular polarisiert (Uhrzeigersinn)
BO, B1	SHF-Träger für Ausbreitungsmessungen

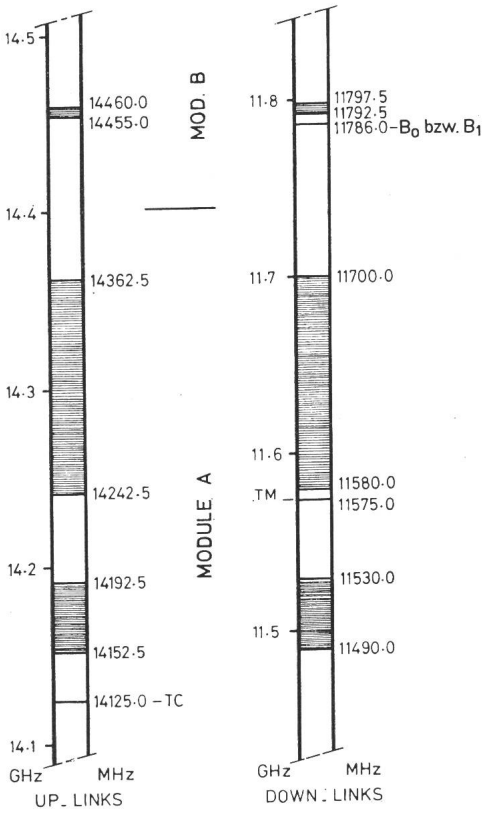


Fig. 5 OTS-Frequenzplan

Das *Temperaturreguliersystem* ist dafür verantwortlich, dass alle Einrichtungen im spezifizierten Temperaturbereich arbeiten. Anlagenteile mit grossen Verlustleistungen, wie Sendeleistungsröhren, werden mittels Aluminium-Radiatoren gekühlt. Heizungselemente halten die Temperatur aufrecht, wenn der Satellit den Erdschatten durchläuft. Das *Telemetrie- und Fernsteuerungssubsystem* (Telemetry, Tracking and Telecommand Subsystem TTC) sammelt alle Telemetriedaten im Satelliten und übermittelt sie an die Kontrollstation. Eine weitere Funktion dieses Systems ist Empfang und Senden von Signalen zur Positionskontrolle des Satelliten. Weiter werden Steuersignale von der Kontrollstation empfangen und an die entsprechenden Anlagenteile weitergeleitet.

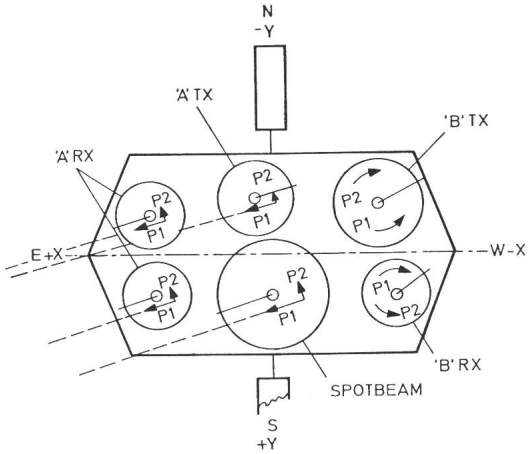


Fig. 7 OTS-Antennen-Anordnung

4.2 Wichtigste Subsysteme

Neben den für die Nachrichtenübertragung benötigten Subsystemen, die im Abschnitt 4.3 erläutert werden, seien im folgenden einige der wichtigsten Teile des Satelliten kurz beschrieben. Die *Stromversorgung* liefert ein 50-V-Gleichspannungsnetz, das meistens von den zwei Sonnenpaddeln gespeist wird. Für die Dauer der Eclipsen stehen Nickel-Cadmium-Batterien zur Verfügung, die während 72 min 290 W abgeben können.

4.3 Nachrichtentechnische Ausrüstungen

Die in Abschnitt 2.2 beschriebenen Übertragungsmessungen werden mit dem sog. Modul A durchgeführt, welcher mit je zwei Umsetzern von 40 MHz (CH2 und $\overline{CH2}$) und 120 MHz (CH4 und $\overline{CH4}$) für die Übertragung von 60 Mbit/s und 180 Mbit/s ausgerüstet ist (Fig. 4). Modul B besteht aus zwei 5 MHz breiten Umsetzern und steht für die Ausbreitungsmessungen und die Datenübertragungstests zur Verfügung.

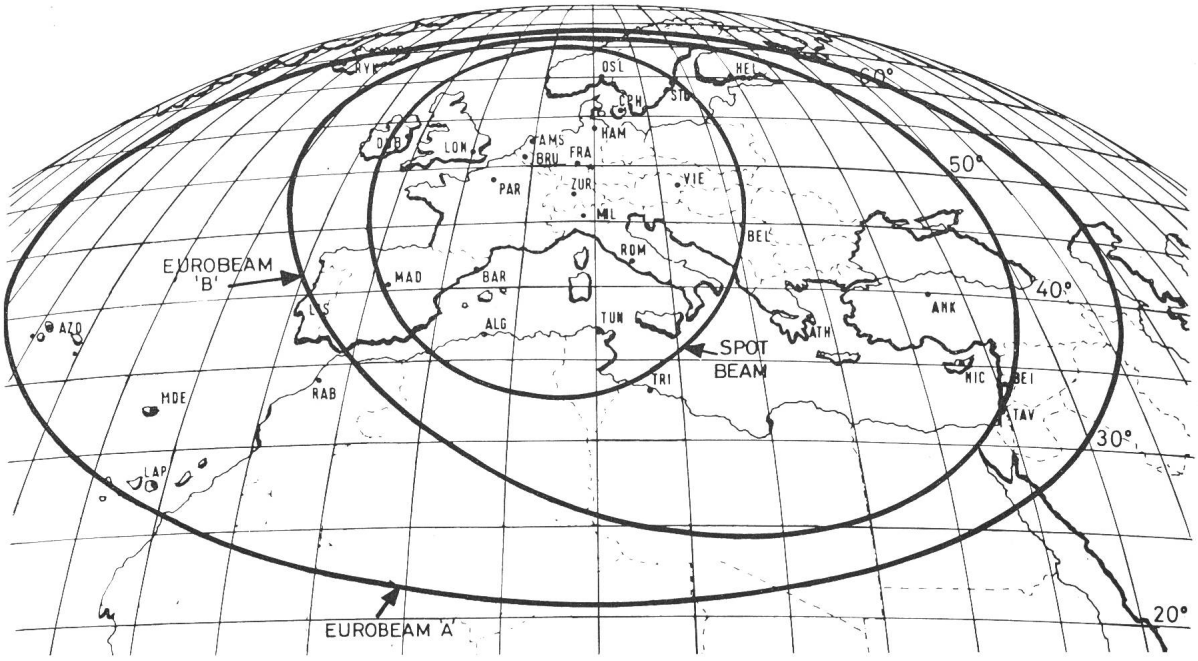


Fig. 6 Überdeckungsgebiete der OTS-Antennen

Die Sende- und Empfangsfrequenzbereiche sind im Frequenzplan (Fig. 5) dargestellt. Die drei Sendeantennen (Eurobeam 'A' TX, Spotbeam, Eurobeam 'B' TX) und die drei Empfangsantennen (Eurobeam 'A' RX, Eurobeam 'B' RX) haben, wie in Fig. 6 dargestellt ist, verschiedene Strahlungsdiagramme. Mit speziell scharf gebündelten Antennen – «Spot Beam»-Antennen – die auf dichtbesiedelte Gebiete gerichtet werden, kann ein hoher Antennengewinn erreicht werden. Die räumliche Anordnung der verschiedenen Parabolantennen ist in Fig. 7 dargestellt. Mit den Modul-A-Antennen können SHF-Signale in zwei zueinander senkrecht stehenden linearpolarisierten Ebenen empfangen und gesendet werden. Die Antennen des Modul B sind zum Senden und Empfangen von zirkularpolarisierten Signalen in beiden Drehrichtungen ausgerüstet. Durch die Benützung von zwei Polarisationsebenen bzw. Drehrichtungen werden die Frequenzbänder doppelt ausgenützt. Zur Verstärkung der beiden dualpolarisierten Signale werden für jedes Frequenzband zwei Umsetzerketten benötigt.

Im Rahmen der Ausbreitungsmessungen wird Modul B von Teilnehmern mit eigenen Sendestationen als Umsetzer eingesetzt. Bodenstationen, die nur über Empfangseinrichtungen verfügen, werden das im Satelliten erzeugte Meßsignal B1 empfangen und auswerten.

Wie aus der kurzen Übersicht hervorgehen dürfte, werden von den OTS-Tests eine Menge Messresultate und Betriebserfahrungen erwartet. Es bleibt zu hoffen, dass diesmals der Raketenstart erfolgreich verläuft und auch der Satellit die an ihn gestellten Erwartungen erfüllt. Ein gelungenes OTS-Projekt wäre ein grosser Erfolg für die europäische Satelliten- und Elektronikindustrie, und die technischen Voraussetzungen für ein regionales, europäisches Nachrichtennetz wären damit geschaffen.

Literatur

[1] CCITT. Sixième assemblée plénière, Genève, 27 septembre – 8 octobre 1976. Livre orange. Tome VI.1, VI.2 et VI.3. Genève, Union Internationale des Télécommunications, 1977.

Adresse des Autors

Dipl. Ing. *Erhard Hauck*, Technisches Zentrum PTT, 3000 Bern 29.

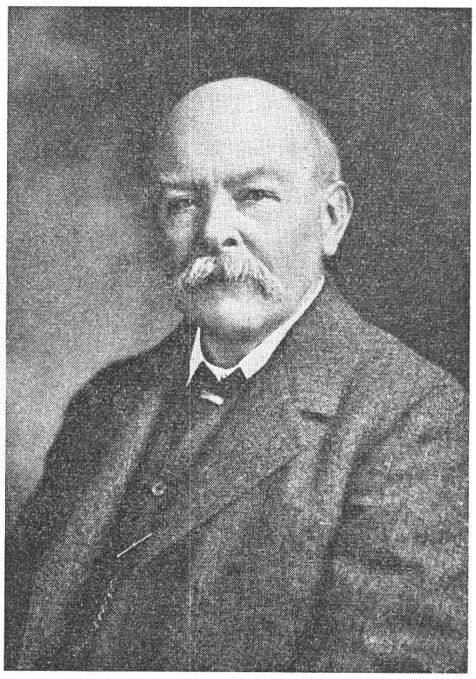
John Henry Poynting 1852–1914

In den Jahren 1884/85 publizierte Poynting seine beiden grossen Arbeiten, betitelt «On the transfer of energy in the electromagnetic field» und «On the connexion between electric current and the electric and magnetic induction in the surrounding field». Darin stipulierte er den später nach ihm benannten «Energie-Vektor», der senkrecht zum elektrischen sowie zum magnetischen Feld steht. Dessen Grösse ist gleich dem Produkt aus den beiden Feldstärken. Nach Poynting bewegt sich die elektrische Energie nicht im Leiter, sondern im ihn umgebenden Feld.

Die beiden Arbeiten fanden nur im Kreise von Wissenschaftern Beachtung und gerieten beinahe in Vergessenheit. An der ETH z.B. erwähnte Prof. Dr. Kuhlmann den Poynting-Vektor in seiner 1920/21 herausgekommenen Autographie gewissermassen als Kuriosum ganz am Schluss. Auch heute ist die Bedeutung des Poynting-Vektors noch nicht in allen Teilen abgeklärt.

Poynting, Sohn eines Pfarrers, wurde am 9. September 1852 in Monton bei Manchester geboren. Zuerst unterrichtete ihn sein Vater, später besuchte er das Owens-College in Manchester (heute Universität), die Universität London und das Trinity College in Cambridge. 1876 erhielt er den Doktorgrad, verbunden mit der Auszeichnung als bester Mathematiker seines Jahrganges. Im Cavendish-Laboratory begann er unter Maxwell Berechnungen über die Gravitationskonstante und über die mittlere Dichte der Erde. Diese Untersuchungen führte er auch fort, nachdem er 1880 als Physikprofessor ans neu gegründete Mason College (heute Universität Birmingham) gewählt worden war. Im gleichen Jahr heiratete er; dem Paar wurden ein Sohn und zwei Töchter geschenkt.
In den 80er Jahren entstanden dann die eingangs erwähnten Arbeiten, für die ihm Cambridge den Science-doctor und die Royal Society den Fellow-Titel verlieh. Im Verlauf der Jahre erhielt der vielseitige Gelehrte noch verschiedene Preise. Von seinen spätern Arbeiten sei noch der Nachweis der Existenz des Strahlungsdruckes erwähnt. Poynting, ein beliebter und erfolgreicher Lehrer, blieb bis zu seinem am 30. März 1914 erfolgten Tod an der Universität Birmingham. Neben seinen akademischen Pflichten hatte er eine Zeitlang das Amt eines Friedensrichters bekleidet. Über lange Jahre war er ferner Präsident der Gartenbau-Gesellschaft Birmingham.

H. Wüger



Bibliothek der ETHZ