Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 38 (1965)

Heft: 6

Artikel: Die technischen Daten des Early Bird

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-562674

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: 13.07.2025

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

Die technischen Daten des Early Bird

Der Early Bird ist ein trommelförmiges Raumschiff mit einem Durchmesser von 71 cm und einer Höhe von 59 cm, ohne die Antennen und den Apogäum-Motor gerechnet. Es wurde von der Hughes Aircraft Company für die Communications Satellite Corporation geplant und gebaut.

Der Satellit ist in den Vereinigten Staaten und Kanada und im grössten Teil des westlichen Europas sichtbar. Er ist für 240 Duplex-Sprechkanäle, für schnellste Datenübermittlung, sowie für Fernsehübertragungen eingerichtet und wird drei Jahre lang funktionieren. Die Konstruktion dieses Raumschiffes beruht auf den Erfahrungen mit den Satelliten Syncom II und Syncom III, welche am 26. Juli 1963, bzw. am 19. August 1964 mit Erfolg abgeschossen wurden.

Das Gewicht des Early Bird beträgt 38,5 kg. Die Aussenfläche des Satelliten ist von 6000 mit Silizium überzogenen Sonnenzellen bedeckt. Er ist um ein genietetes Gerippe aus Aluminium und Magnesium herum aufgebaut. Das äussere Gerippe trägt die Sonnenzellen und enthält die Wasserstoffsuperoxyd-Tanks, die axialen und radialen Düsen des Steuersystems, sowie den grössten Teil der Elektronik. Das innere Gerippe trägt den Apogäum-Motor und die übrigen Teile der Elektronik. Der Satellit besitzt folgende Antennen: Für Uebermittlungszwecke eine Kleeblattantenne zum Empfang und eine koaxiale Schlitzantenne zum Senden; für Telemetrie und Befehlsempfang vier Stabantennen in Drehkreuzanordnung. Er enthält auch ein passives Temperatur-Kontrollsystem.

Energieversorgung

Das System zur Erzeugung elektrischer Energie besteht aus 6000 Silizium-Sonnenzellen, zwei Nickel-Kadmium-Batterien aus je 21 Zellen, sowie den zugehörigen Spannungsreglern. Die Sonnenzellen liefern 45 Watt, so dass die Batterien nicht beansprucht werden, solange der Satellit sich nicht im Erdschatten befindet. Die Sonnenzellen sind auf vier getrennte Segmente verteilt und bedecken insgesamt eine Fläche von ca. 12 900 cm^2. Die Batterien versorgen den Satelliten mit Energie während des Abschusses und auf seinem Weg auf der elliptischen Übergangsbahn, bis er seine endgültige Position in der Umlaufbahn erreicht hat.

Elektronik

Die Elektronik des Early Bird umfasst Organe für die Uebermittlung, für den Befehlsempfang und für Telemetrie. Das Uebermittlungssystem besteht in einem Frequenzumsetzer und -verstärker in doppelter Ausführung. Die Signale der Bodenstation werden auf ca. 6000 MHz empfangen und durch Wanderfeldröhren-Sender auf ca. 4000 MHz zur Erde zurückgestrahlt. Jede der beiden Wanderfeldröhren kann nach Belieben von der Erde aus in Betrieb gesetzt werden, aber immer nur eine zur gleichen Zeit. Die Ausgangsleistung dieser Röhren beträgt je 6 Watt.

Der Gewinn der Sendeantenne ist 9 db und ihre Strahlungscharakteristik ist unabhängig vom Winkel um die Rotationsachse. Der Strahl ist konisch, mit maximalem Gewinn in der Richtung auf die Bodenstationen. Seine Breite beträgt etwa 11°. Das Uebermittlungssystem ermöglicht 240 Duplex-Sprechkanäle, die eine sehr gute Tonqualität ergeben, sowie Duplex-Fernsehübertragung.

Telemetrie

Die Telemetrie-Ausrüstung umfasst zwei VHF-Sender, zwei AM/FM-Codierer, eine Drehkreuzantenne, ein Anpassungsglied und zwei Signalumsetzer, die mit den Wanderfeldröhren und der Uebermittlungsantenne arbeiten. Die Telemetrie-Sender arbeiten im 136-MHz-Band mit einer Leistung von etwa 1,8 Watt. Für Telemetriesendungen wird die Drehkreuzantenne verwendet. Anders als der Syncom, der ein Dreiton-Befehlssystem mit einem Dezimeterwellenempfänger benützte, empfängt der Early Bird die Befehle der Bodenstation über zwei Zentimeterwellen-Empfänger und zwei wahlweise benützbare Impulstondecoder durch 12 Befehlskanäle.

Antrieb und Steuerung

Der Early Bird wurde von der Thrust Augmented Delta (TAD)-Rakete zuerst in eine elliptische Umlaufbahn gebracht. Nachdem er das Apogäum (den erdfernsten Punkt) und somit die nötige Höhe für einen synchronen Umlauf erreicht hatte, lieferte das eigene Antriebssystem (der «Apogäum-Motor») des Satelliten die nötige zusätzliche Geschwindigkeit, um ihn auf eine synchrone, kreisförmige Umlaufbahn zu bringen. Der Raketenmotor gab ihm eine Geschwindigkeit von annähernd 11 200 km/h.

Zur Einhaltung der richtigen Achsenstellung und Geschwindigkeit auf der Umlaufbahn dient ein im Doppel vorhandenes Wasserstoffsuperoxydgas-System. Die vier kugelförmigen, unter Druck stehenden Treibstofftanks sind rings um die Innenwand des Satelliten in Abständen von 90° angeordnet. Jedes der beiden Systeme besitzt zwei Düsen, eine zur Ausstossung eines Gasstrahls parallel zur Rotationsachse des Satelliten und die andere zur Erzeugung eines radialen Strahls. Die vier Tanks enthalten genügend Brennstoff, um den Satelliten während etwa drei Jahren steuern zu können.

Nachdem der Satellit auf seine Umlaufbahn gebracht war, wurde er durch die Ausstossung von Gasstrahlen aus der Achsenstellungs-Regulierdüse so gedreht, dass die Rotationsachse senkrecht zur Ebene seiner Umlaufbahn steht und die Uebermittlungsantenne nordwärts gerichtet ist.

Die Nutation des Satelliten, d. h. das Wackeln seiner Rotationsachse, wird durch einen passiven Nutationsdämpfer korrigiert. Dieser besteht aus einer parallel zur Rotationsachse angeordneten, teilweise mit Quecksilber gefüllten Glasröhre. Die Bewegung des Quecksilbers in der Röhre zerstreut die Wackelenergie.

---

lungsbehörde der Armee (SATCOM) für die Bodenverteilerstationen und die Uebermittlungsversuche. Der Hughes wurde durch das Raumflugzentrum der NASA ein Vertrag über die Entwicklung und Lieferung eines Prototyps und von drei Flugmodellen zugesprochen. Anschliessend wurde noch ein zusätzlicher Vertrag für die Herstellung und Lieferung von drei Telemeter- und Steuerungsstationen vergeben.

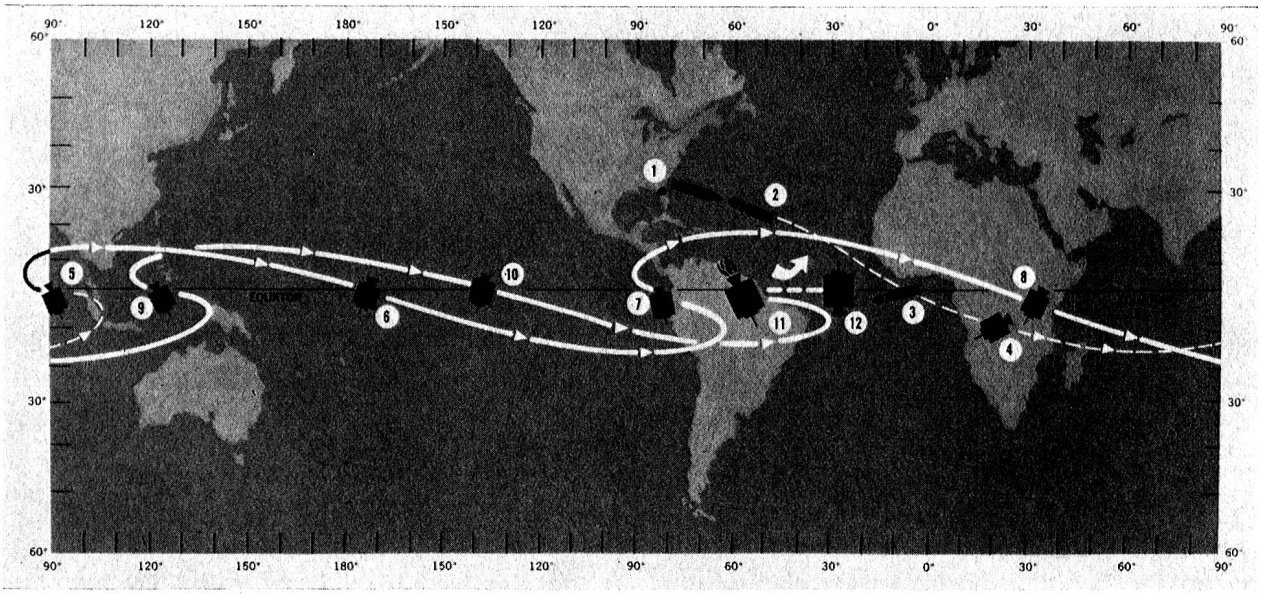
Hauptziel des Programmes war die Demonstration der Umlaufbahnregulierung, der Rotationsstabilisierung und der Lage- und Längensteuerung. Die erste Konstruktion sah nur ein minimales Uebermittlungselement mit zwei einseitigen Sprechkanälen vor.

Für den Nachweis der praktischen Verwendbarkeit wurde eine Betriebsperiode von 30 bis 90 Tagen in der Umlaufbahn als

genügend erachtet. Die Bedingungen des Vertrages hinsichtlich Zuverlässigkeit forderten eine hohe Betriebswahrscheinlichkeit während dieser Periode.
Die Leistungsfähigkeit der Thor-Delta-Abschussrakete auferlegte der ersten Syncom-Konstruktion eine ganze Anzahl von Einschränkungen. Zur Erzielung einer synchronen Umlaufbahn waren sowohl ein Apogäummotor als auch ein einfaches Pulsodüsen-Steuerungssystem erforderlich. Das Steuerungssystem dient auch zur Lageregulierung der Rotationsachse, der Längensteuerung des Satelliten, zum Einhalten der richtigen Position und — falls gewünscht — zur Steuerung der Bahnebenneigung. Sonnensensoren regulieren die Rotationsgeschwindigkeit, die Fluglage und die Phasenregulierung der Steuerungsmanöver. Die Hälfte des Startgewichtes des Syncom-Satelliten entfiel auf den Apogäummotor und die Steuerungssubsysteme, weshalb sämtliche elektrischen Subsysteme äusserst klein und leicht gehalten werden mussten. Trotzdem wurden beinahe alle Subsysteme vertretbar gestaltet, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen.
Die Rotationsstabilisierung ist in der Konstruktion des Satelliten ein grundlegender Faktor. Bei einem dynamisch ausgewuchteten Körper bleibt die Lage im Raum wesentlich konstant, was die Richtung eines toroidförmigen Antennenbildes gegen die Erde ermöglicht. Die Rotationsbeschleunigung eliminierte das Problem des Verhaltens von Fluiden bei fehlender Schwerkraft. Es ist keine aktive thermische Steuerung erforderlich, und bei einem richtig konstruierten rotierenden Satelliten kann eine den Laboratoriumsgegebenheiten entsprechende thermische Umgebung erreicht werden.

Der erste Uebermittlungssatellit Syncom

Syncom I wurde am 14. Februar 1963 abgeschossen und schien am Anfang richtig zu funktionieren, bis fünf Stunden später, gegen das Ende der Apogäummotor-Schubphase, jeder Kontakt mit der Raumkapsel verlorenging. Wahrscheinlicher Grund des Versagens war unter Umständen die Explosion einer der Druckkammern der Kapsel.
Syncom II wurde am 26. Juli 1963 erfolgreich in eine Umlaufbahn von 53 Grad gegenüber dem Äquator abgeschossen. Er funktioniert nun schon seit mehr als 19 Monaten störungsfrei. Er befindet sich jetzt in einer Umlaufbahn über dem Indischen Ozean.
Syncom III wurde am 19. August 1964 in eine synchrone äquatoriale Umlaufbahn über der internationalen Datumsgrenze abgeschossen und wurde somit der erste wirklich stationäre Satellit. Die Längen-Trift wurde auf 0,2 Grad täglich beschränkt — eine Abweichung, die gegebenenfalls noch mehr reduziert werden könnte.
In den Monaten, während welcher die Satelliten Syncom II und III beginnend mit der ersten Verbindung zwischen dem amerikanischen Kriegsschiff Kingsport im Hafen von Lagos, Nigerien und der Station Lakehurst, New Jersey, in Betrieb standen, wurden während Tausenden von Stunden praktische

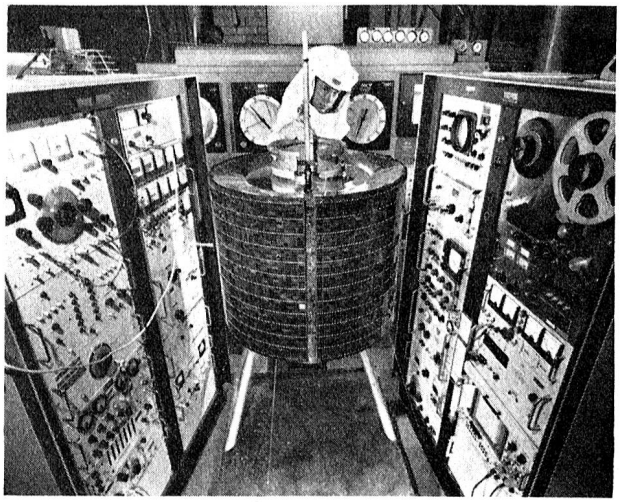


Die schwierigen Raummanöver des Early Bird von der Abschussrampe in Cape Kennedy mittels einer verstärkten Delta Rakete bis zur endgültigen Umlaufposition ungefähr über der Mitte des Atlantiks, sind in der Zeichnung dargestellt. Die Rückwärtsbewegungen auf der Bahn finden statt, wenn das Raumschiff in der Nähe des Apogäum und die relative Geschwindigkeit hinter derjenigen der Rotation der Erde zurückfällt. Early Bird erreichte seine Bahn wie folgt: 1. Abschuss von Cape Kennedy; 2. Erlöschen der zweiten Bahn-Rakete; 3. Einleitung in die Transferbahn nahe des Äquators nach der Zündung der dritten Rakete; 4. Transfer in die Laufbahn; 5. 6 Stunden und 10 Minuten nach Abschuss erreichte der Satellit das erste Apogäum; 6. zweites Perigäum über dem Äquator; 7. zweites Apogäum über Süd-Amerika; 8. drittes Perigäum über Afrika; 9. drittes Apogäum über Aequator bei Indonesien; 10. viertes Perigäum über Äquator im Pazifik; 11. viertes und letztes Apogäum über Süd- Amerika bei 60 Grad westliche Länge mit Apogäum-Motor gezündet und Satellit eingekleidet in Treibbahn geleitet; 12. Raumschiff wird erneut gerichtet und mit seinen Gasdüsen in die endgültige Position auf 27,5 Grad westlicher Länge gebracht.

Erfahrungen gesammelt. Jene erste Sprechbotschaft, die über einen Synchronsatelliten von einem Kontinent zum anderen übermittelt wurde, war die Morgenröte einer neuen Ära im Uebermittlungswesen ohne luftelektrische Störungen, Überlagerungen und Rauschen. Bei den ersten Versuchen handelte es sich um die Uebermittlung von Sprechbotschaften, Fernschriftsendungen, Telemeterdaten und eine Bildtelegraphieverbindung zwischen Fort Dix, Camp Roberts und der amerikanischen Flottenstation Kingsport. Es wurde eine Verbindung von 7700 Meilen zwischen Lagos, Nigerien und Paso Robles (Kalifornien) hergestellt. Später wurde die Verbindung mit der Kingsport aufrechterhalten, als diese von Lagos nach dem Atlantik und dem Mittelmeer auslief. Während dieser Periode wurde im Oktober eine Verbindung zwischen Genf, dem Tagungsort der Konferenz der International Telecommunications Union mit Drahtleitungen zu der im Hafen von Rota (Spanien) liegenden Kingsport via Syncom nach Fort Dix und dann mit Draht in das Gebiet der Hauptstadt Washington und zum Sitz der UNO hergestellt. Dies war das erste Mal, dass eine grössere Anzahl von Teilnehmern Gelegenheit hatte, über einen Synchronsatelliten zu sprechen.
Unmittelbar nach dem Abschuss von Syncom II begann die Hughes, sich für die Möglichkeiten kleiner, mit dem Satelliten in Verbindung stehender Verteilerstationen zu interessieren. Eine Empfangsantenne von drei Metern Länge wurde in Switch-Board-Schaltung auf dem Dach des Gebäudes der Hughes Space Systems Division angebracht, um die Syncom-Sendungen aufzufangen. Der Erfolg dieser ersten Versuche bewegte die Firma dazu, im September 1963 eine leicht transportable 15-Fuss-Verteilerstation für den Betrieb im Syncom-Uebermittlungsnetz bauen zu lassen. Diese Station stand innert 70 Tagen im Betrieb und wurde innert 90 Tagen auf dem Luftwege nach der Luftwaffenbasis MacDill in Florida geflogen, um die Möglichkeiten zu demonstrieren, welche die Satelliten für das taktische Uebermittlungswesen bieten konnten. Dank der Synchronumlaufbahn genügte für die Spurverfolgung das Satelliten bei seinen durch die geneigte Umlaufbahn verursachten Nord-Süd-Abweichungen vom Äquator ein manuelles System.

Ausgezeichnete Resultate der Versuchsreihe Syncom

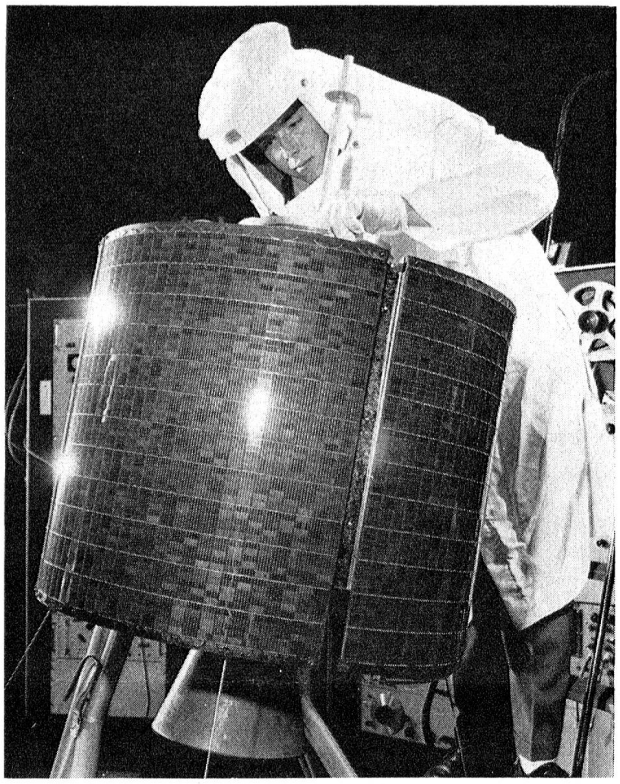
Die Bodenstation wurde anschliessend an verschiedenen Standorten in den USA demonstriert, wobei man z. B. von Fort Myers aus eine Verbindung von 7440 Seemeilen Länge mit den Philippinen herstellte, als der Satellit in der Nähe von Hawaii stand. Unterdessen wurde diese Bodenstation schon zur Herstellung von Verbindungen via Syncom III zwischen Saigon und den Vereinigten Staaten verwendet. Für die Armee wurde später ein militärischer Prototyp dieser Bodenstation gebaut, die ebenfalls in Saigon stationiert ist. Diese beiden Bodenstationen, zwei auf den Flaggschiffen Canberra und Midway befindliche Marinestationen von 6 Fuss, sowie in den Operationsgebieten des Pazifischen und des Indischen Ozeans errichtete Bodenstationen gewährleisten ununterbrochene Uebermittlungsmöglichkeiten über die Satelliten Syncom II und III. Dabei werden unschätzbare Erfahrungen mit der Inbetriebsetzung von Systemen und über die Leistungsfähigkeit von Prototypausrüstung gesammelt.



Der Early Bird wurde vor seiner Lancierung umfangreichen Tests unterworfen. Unser Bild zeigt den Satelliten bei seinem Schlusstest in der Herstellerfirma Hughes Aircraft Co.

Die Fernsehübertragung der Olympischen Spiele in Tokio

Einer der Höhepunkte war die Fernsehübertragung der Olympischen Spiele in Japan über das Syncom-System an eine modifizierte Hughes-Empfängerstation von 85 Fuss in Point Mugu, Kalifornien. Die Eröffnungsfeierlichkeiten der Spiele in Tokio, ein Programm von 1¼ Stunden, wurden in einer Life-Sendung nach den Vereinigten Staaten übertragen. Die Berichterstattung über die Spiele für Europa und Kanada erfolgte durch eine Fernsehverbindung über den Satelliten nach Point Mugu, von wo aus das Material drahtlos oder mit Flugzeug an die Sendestation weiterging. Der Sprechkommentar wurde durch Kabel übermittelt und durch eine Zeitverzögerungskopplung in den Sprechkreisläufen mit der drahtlosen Bildübertragung synchronisiert. Unglücklicherweise trat am 15. Oktober einige 28 Meilen östlich von Guam ein schwerwiegender Bruch des Ozeankabels ein, durch welchen die Übertragung der gesprochenen Kommentare zur Bildsendung über den Satelliten unmöglich wurde. Angesichts der Tatsache, dass die Reparatur einschliesslich der Fahrzeit des aus Yokohama auslaufenden japanischen Kabelschiffes und der acht Stunden, welche für die effektiven Arbeiten benötigt wurden, fünf Tage in Anspruch nehmen würde, richtete man in Honolulu diesseits der Kabelbruchstelle ein Tonstudio ein. In dieses Tonstudio brachte man täglich auf dem Luftwege besprochene Tonbänder und Berichterstatter, die von dort aus Bericht über den Verlauf der Spiele in Tokio erstatteten. Infolge des geographischen Zeitunterschiedes konnten die Berichterstatter in Honolulu nur wenige Minuten vor dem Augenblick eintreffen, an welchem sie ihre Life-Kommentare zur Bildübertragung sprechen mussten.
Einer der am weitesten gehenden Versuche war die Zweiweg-Fernschreiberübertragung von der Bodenstation in Camp Roberts an ein über dem Pazifischen Ozean fliegendes Flugzeug der Pan American. Diese erstmalige Uebermittlung von Informationen über den Satelliten an ein und von einem Kursflugzeug markiert den Beginn einer neuen Ära auf dem

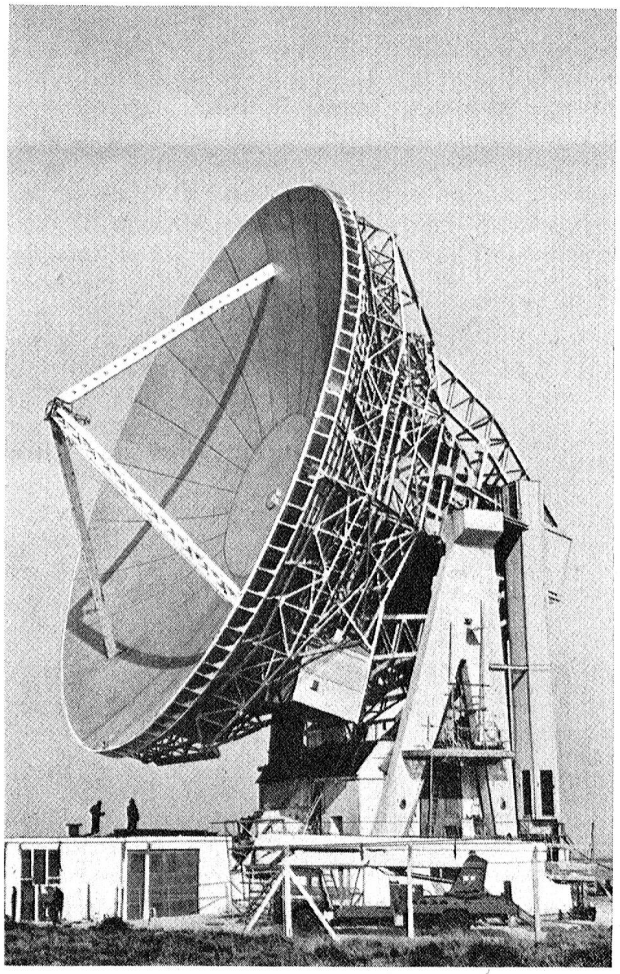


Die 6000 Sonnenzellen des Early Bird — auf unserer Abbildung ist nur die Hälfte sichtbar — versorgen die Anlagen des Satelliten mit elektrischer Energie, die durch die Ausnützung des Sonnenlichtes gewonnen wird.

Gebiet des Langstrecken-Nachrichtenverkehrs mit Flugzeugen. Bei diesen Versuchen wurden das Telemeter- und das Steuerungssystem des Syncom III als Ultrahochfrequenz-Transponder für die Teletypie-Übertragung verwendet.
Ein weiterer sehr neuer Erfolg war die Doppelrelaisverbindung zwischen beiden Satelliten durch das Amt für Satellitenübermittlungswesen der amerikanischen Armee zwischen Fort Monmouth, New Jersey, und Asmara, Abessinien.
Die Sprechverbindung wurde über die Überlandleitung von New Jersey zur Antennenstation in Point Mugu, Kalifornien, geführt, und von dort aus an den Satelliten über der Internationalen Datumsgrenze gestrahlt. Vom Satelliten aus gelangte das Signal an eine fahrbare Bodensation in Saigon, um dann von einer zweiten Antenne wieder an den Syncom II über dem Indischen Ozean und zurück nach Asmara zu gelangen. Es war dies die längste Verbindung, die je unter Verwendung von Synchronsatelliten hergestellt wurde.

Der erste kommerzielle Uebermittlungssatellit Early Bird

Im April 1965 wurde der erste kommerzielle Uebermittlungssatellit der Hughes, «Early Bird» («Früher Vogel»), mit über 240 Gegensprechkanälen zwischen den Vereinigten Staaten und Europa über dem Atlantischen Ozean in eine Umlaufbahn gebracht. Dies ist jedoch nur der erste Schritt in der Entwicklung eines globalen kommerziellen Systems unter Verwendung einfacher Bodenstationen, mit welchem das von der Communication Satellites Corporation gebildete internationale Konsortium eine billige Möglichkeit für die Nachrichtenübermittlung bieten will. Das Netz des Synchron-Uebermittlungssatelliten wird von Behörden, wie die Departemente für auswärtige Angelegenheiten und den Handel, sowie das amerikanische Luftverkehrsamt und das Departement für Landesverteidigung, benützt werden. Ein globales System für das Sammeln von Wetterdaten mit Hilfe der Synchronsatelliten befindet sich bereits im Planungsstudium und die praktische Durchführbarkeit der Luftverkehrsregulierung auf dem gleichen Wege wurde bereits demonstriert.
Der Early Bird erreichte seine Umlaufbahn genau wie in den Berechnungen vorgesehen und hat seither alle Versuche mit Erfolg bestanden.
Die letzten Manöver, welche die «Comsat» am 9. April mit ihm ausführte, brachten den Satelliten auf einen Punkt bei 27,6



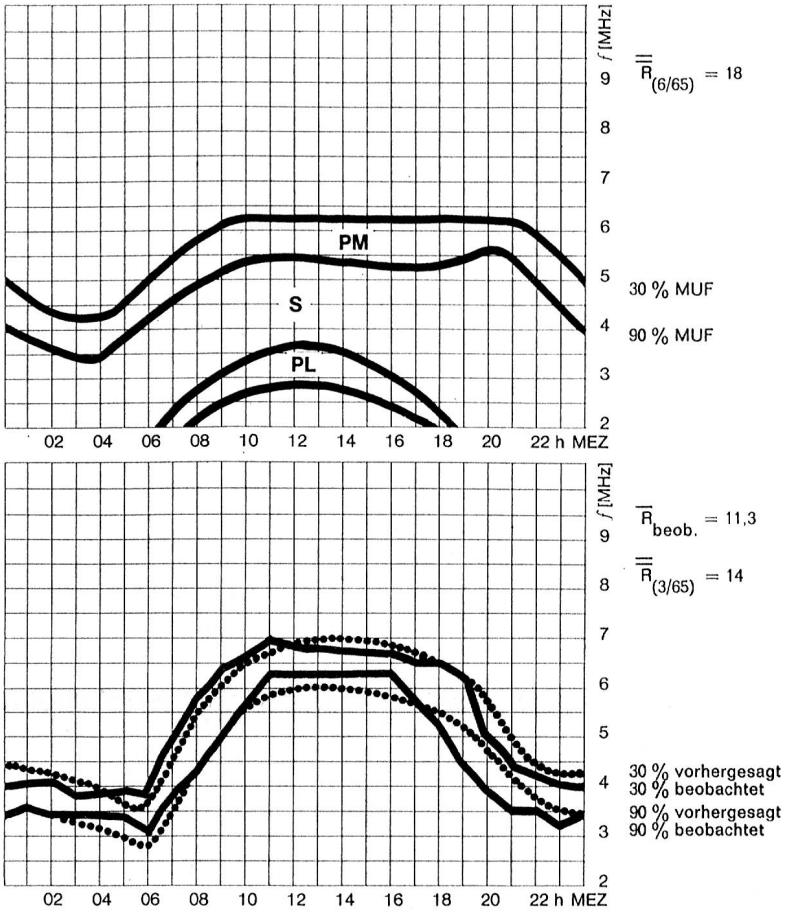
Die Antenne der Bodenstation Goonhilly Downs des Syncom-Projektes. Wir haben in einer früheren Ausgabe des «Pionier» diese Anlage ausführend beschrieben. Das Projekt umfasst total fünf Bodenstationen des gleichen Typs, nämlich in Andover, Maine (USA), Goonhilly Downs (Grossbritannien), Pleumeur Bodou (Frankreich), Raisting (Bundesrepublik Deutschland) und Fucino (Italien).

MUF-Vorhersage für Juni 1965
Beobachtungen, März 1965

Grad westlicher Länge, nur einen Zehntelsgrad von seiner endgültigen, festen Position entfernt, die sich mitten über dem Atlantischen Ozean in der Nähe des Äquators befindet. Der Satellit wird nun langsam von selbst das letzte Stück Weg bis zu 27,5 Grad westlicher Länge zurücklegen.

Alle Steuersysteme an Bord haben ausgezeichnet funktioniert. In Loop-Tests von der Bodenstation in Andover im Staate Maine (USA) aus, wobei Gespräche zum Satelliten und von dort zurück zur Bodenstation gefunkt wurden, war nach Berichten von Beamten der Comsat die Tonqualität ausgezeichnet, von grösserer Klarheit als in einem Telephongespräch innerhalb einer Stadt. Eine probeweise geheime Fernsehvorschau verlief erfolgreich, noch während sich der Satellit auf dem Weg in seine endgültige Umlaufbahn befand. Am 18. April 1965 führte Comsat weiter Loop Tests durch: Fernsehsendungen von Andover zum Satelliten und zurück. In der Woche vom 19. April an erfolgten die ersten Versuche mit Bild- und Sprechsendungen von Andover über den Satelliten nach den Bodenstationen in Goonhilly Downs, England, Pleumeur Bodou, Frankreich, und Raisting, Deutschland. Diese weiteren Versuche dienten der Vorbereitung auf die Eröffnungs-Fernsehsendungen von Kontinent zu Kontinent am 2. und 3. Mai.

24 Stunden nach seinem Abschuss am 6. April (06.48 Eastern Standard Time) hatte der Satellit ein Apogäum (grösste Entfernung von der Erde) von 22 680 Meilen (=36 288 km) und ein Perigäum (kleinste Entfernung von der Erde) von 900 Meilen (=1440 km). Damals sagte Siegried H. Reiger, der technische Vizedirektor der Comsat-Gesellschaft, die Leistungen des Early Bird hätten bereits die auf ihn gesetzten Hoffnungen übertroffen. Man beschloss zu versuchen, den Satelliten auf seine endgültige, feste Position zu bringen. Im Apogäum nach dem sechsten Umlauf wurde der Apogäum-Motor in Betrieb gesetzt, der die Geschwindigkeit des Satelliten verdoppelte, so dass er frühmorgens am 9. April in die vorgesehene Kreisbahn kam.



Bedeutung der Symbole

Wählt man für eine Verbindung auf Kurzwellen innerhalb der Schweiz die Arbeitsfrequenz so, dass sie in den Bereich S fällt, so ist die Verbindung als sicher zu beurteilen (unter Vorbehalt von drei gestörten Tagen). In den Bereichen PM und PL ist die Wahrscheinlichkeit für eine sichere Verbindung naturgemäss geringer. Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PM, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-MUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine tiefere Arbeitsfrequenz gewählt werden. Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PL, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-LUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine höhere Arbeitsfrequenz gewählt werden.

$\overline{R}$ = gleitendes Zwölfmonatsmittel der Sonnenflecken-Relativzahlen

$\overline{\overline{R}}$ = beobachtete monatliche Relativzahl der Sonnenflecken

Explication des symboles

Si l'on choisit pour une transmission sur ondes courtes sur territoire suisse une fréquence de travail qui se trouve dans la région centrale S du graphique, on peut considérer la liaison comme sûre (sauf en cas de perturbation pendant trois jours). Dans les régions PM et PL du graphique, la probabilité d'obtenir une liaison sûre est naturellement moins grande. Si la fréquence de travail se trouve dans la région PM, la probabilité est plus grande que la MUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: diminuer la fréquence de travail. Si la fréquence de travail se trouve dans la région PL, la probabilité est plus grande que la LUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: augmenter la fréquence de travail.

$\overline{R}$ = nombre relatif mensuel observé des taches solaires

$\overline{\overline{R}}$ = moyenne glissante de douze mois des nombres relatifs mensuels des taches solaires.