

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 35 (1962)
Heft: 8

Artikel: Versuche mit künstlichen Erdsatelliten als Relaisstation für
Fernmeldeverbindungen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-563259>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

lichen Betriebskosten für das gesamte System in der Grössenordnung von 20 Millionen Dollar.

Die Statistik der Federal Communications Commission für 1957 weist eine Bruttoeinnahme von 85 000 Dollar für ein Übersee-Fernsprechkabel aus; betrachtet man das vorbesprochene Satelliten-Übermittlungssystem, das eine Kapazität von rund 1000 Kanälen besitzt, und legt die Gebühren bei der jetzigen Kabelübertragung zugrunde, würde die Bruttoeinnahme 80 Millionen Dollar jährlich übersteigen. Es liegt also durchaus im Bereich der Möglichkeit, die Gesprächskosten so weit zu senken, dass in wenigen Jahren Telefongespräche von Kontinent zu Kontinent eine alltägliche Gewohnheit sind. Die genannten Zahlen geben die Grössenordnung der Kosten an, die zur Zeit zugrunde gelegt werden muss; es gibt eine grosse Anzahl Faktoren, welche die Summen auf die Hälfte reduzieren, aber auch verdoppeln kann.

Im Zusammenhang mit dem Nachrichtenverkehr über Satelliten taucht die grundsätzliche Frage auf, ob derartige Verbindungen anstelle der seitherigen Fernsprechnetze — inländische und internationale — eingesetzt werden können. Es ist technisch durchaus denkbar, eine Basis im Weltraum mit einem Übertragungs-

system auszustatten, das den Inlandsbedarf an Nachrichtenverbindungen deckt, aber die gegenwärtig existierenden Verbindungsnetze auf der Erde bieten auf breiter Basis die Möglichkeit, Gespräche bei örtlichen Schwierigkeiten umzuleiten, was ein Satelliten-System nicht kann. Man wird deshalb immer neben der Nachrichtenübertragung durch Satelliten bei bodengebundenen Kabel- und Richtfunkstrecken bleiben, um ein Land bei Ausfall von einem oder zwei Satelliten nicht seiner Nachrichtenverbindung zu berauben.

Schrifttum

- [1] Hans F. Mayer: Interkontinentale Nachrichtenübertragung mittels moderner Tiefseekabel und Satellitenverbindungen. Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 104
- [2] H. Mutschke: Fernmelde-Satelliten als Nachrichten-Übermittler. VDI-Nachrichten, 1961, Nr. 34
- [3] Aschmoneit: Weltumspannende Nachrichtenverbindungen über Satelliten. Elektro-Welt, 1961, Fachausgabe C7
- [4] Dr. H. Carl: Nachrichtenverbindungen mit Erdsatelliten. radio-mentor, 1962, Heft 1
- [5] H. Venhaus: Abschätzung des künftigen überseeischen Fernspreckverkehrs. Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, 1962, Heft 1
- [6] G. Müller: Der verschleierte Überseefunk. VDI-Nachrichten, 1951, Nr. 10

Ing. Herbert Mutschke, Kornwestheim
(Aus: Elektro-Anzeiger, Essen)

Versuche mit künstlichen Erdsatelliten als Relaisstationen für Fernmeldeverbindungen

Die Verwendung von sehr kurzen Wellen ermöglicht die Übertragung breiter Frequenzbänder. Ausserdem treten in diesen Frequenzbereichen viel weniger Funkstörungen auf als bei Lang-, Mittel- und Kurzwellen. Deswegen kam schon sehr früh, nämlich 1935, als der heutige Stand der Fernmeldetechnik und der Raketentechnik erst erahnt werden konnte, bei der Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost der Gedanke auf, transoceanische Richtfunkverbindungen mit Hilfe von Flugzeugen herzustellen. Seit dem Start des ersten Sputniks wurde eine grosse Anzahl von Raumsonden abgeschossen, von denen die meisten als künstliche Satelliten die Erde umkreisen und einige sogar den

Anziehungsbereich der Erde verlassen haben und in den weiteren Raum vorgestossen sind. Mit all diesen Flugkörpern hatte man oder hat man noch heute Funkverbindung.

Der Telstar-Satellit

Der erste Telstar-Satellit wurde am 10. Juli 1962 in Umlauf gesetzt. Er wurde von den Bell-Laboratorien gebaut. Telstar hat die Gestalt einer Kugel mit einem Durchmesser von 86 cm. Das Gewicht beträgt 77 kg. Die Umlaufbahn des Satelliten hat elliptische Form. Der erdnächste Punkt der Bahn liegt bei 930 km Höhe, während der Satellit im erdfernten Punkt seiner Bahn etwa 5600 km von der Erde

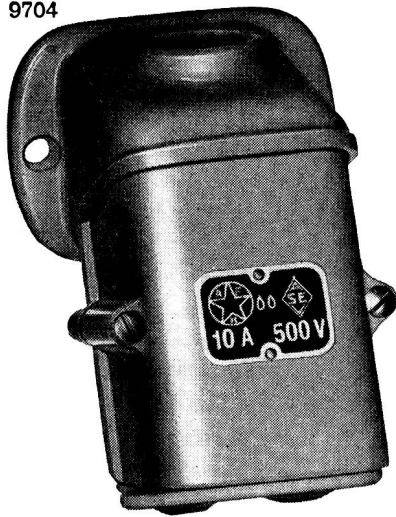
entfernt ist. Die Bahn ist um 45° gegen den Äquator geneigt. Die Antennen des Telstar, die der Nachrichtenübermittlung dienen, sind kleine Strahler, die in zwei Ringen am «Äquator» des Satelliten angebracht sind. Die Antennen des einen Ringes dienen zum Empfang, die des zweiten Ringes zum Senden. Aus der Richtcharakteristik dieser Anordnung ergibt sich die Notwendigkeit, die Lage des Satelliten im Raum so zu stabilisieren, dass die Erde immer in der Ebene des Satellitenäquators liegt. Dies wird dadurch erreicht, dass man den Satelliten um seine eigene Achse rotieren lässt, die senkrecht zum Gravitationsfeld der Erde steht.

Telstar kann die Signale von der Erde auf einer Wellenlänge von etwa 4,7 cm empfangen, sie verstärken und auf einer Wellenlänge von ungefähr 7,2 cm mit einer Leistung von etwa 3 Watt wieder abstrahlen. Die notwendige Energie bekommt der Satellit von der Sonne. Er ist mit 3600 Sonnenzellen ausgerüstet, die fast seine gesamte Oberfläche bedecken. Solange Telstar im Sonnenlicht fliegt, laden die Sonnenzellen Nickel-Cadmium-Speicherbatterien auf, aus denen die Verbraucher (im wesentlichen Transistoren und die Senderröhre) gespeist werden. Wenn alle Verbraucher eingeschaltet sind, wird den Speicherbatterien mehr Strom entnommen, als die Sonnenzellen liefern können. Deswegen wird die Relaisstation im Satelliten durch Funksignale erst eingeschaltet, wenn der Telstar in den gemeinsamen Sichtbereich zweier Bodenstationen kommt. Beim Verlassen dieses Bereichs wird die Relaisstation wieder abgeschaltet. Bis zum nächsten Durchgang haben dann die Sonnenzellen genügend Zeit, die Batterien wieder aufzuladen.

Der Relay-Satellit

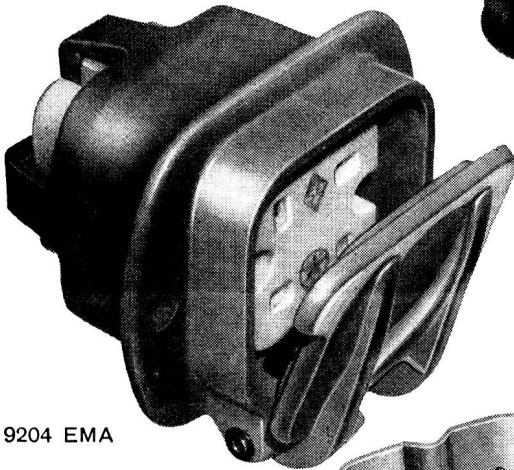
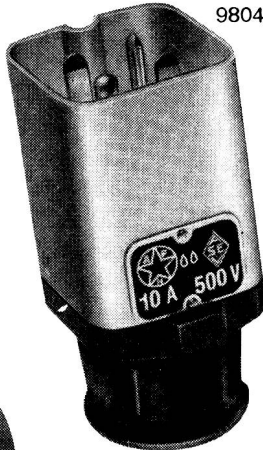
Der Satellit für das Versuchsprojekt Relay wird von der RCA (Radio Corporation of America) gebaut. Relay soll ebenfalls im Laufe dieses Jahres, etwas später allerdings als Telstar, in Umlauf gebracht werden. Er hat die Gestalt eines achteckigen Zylinders mit aufgesetztem, ebenfalls achteckigem Pyramidenstumpf. Sein Gewicht beträgt etwa 60 kg. Die Umlaufbahn wird eine Ellipse sein, deren erdnächster Punkt in 1665 km Höhe und deren erdfernter Punkt in 5550 km Höhe liegen sollen. Die Bahn wird

9704



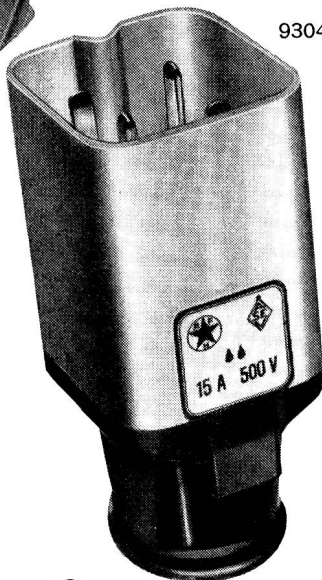
Industrie-Steckkontakte
3 P + E
10 A 500 V und 15 A 500 V

9804



9204 EMA

9304



Feller

Adolf Feller AG Horgen

um 50° gegen den Äquator geneigt sein, also etwas näher an den Polen vorbeiführen als beim Projekt Telstar. In dem Relay Satelliten sind zwei gleichartige Verstärker enthalten. Wegen der beschränkten Leistungsfähigkeit der Sonnentzellen, die auch bei diesem Satelliten die Energie liefern, können aber beide Verstärker nicht gleichzeitig betrieben werden. Vielmehr dient der zweite Verstärker nur als Ersatz. Relay wird die von der Erde kommenden Signale auf etwa 17,3 cm Wellenlänge empfangen, verstärken und auf etwa 7,2 cm Wellenlänge zur Erde zurücksenden. Die Sender des Satelliten Telstar und Relay arbeiten also auf gleicher Frequenz, so dass sie auf der Erde mit denselben Empfängern aufgenommen werden können. Die Ausgangsleistung des Satellitensenders beträgt bei Projekt Relay etwa 10 W. Die Antenne von Relay besitzt ebenfalls eine gewisse Richtcharakteristik; daher muss auch dieser Satellit durch Rotation um die Längsachse stabilisiert werden.

Die Bodeneinrichtungen

Die beiden Versuchsprojekte Telstar und Relay sollen die Möglichkeit der Übertragung breiter Frequenzbänder über grosse Entfernungen mit Hilfe von Erdsatelliten demonstrieren. In den Vereinigten Staaten werden zu diesem Zweck zwei Bodenfunkstellen errichtet, die eine von American Telephone and Telegraph Company (AT&T) im Staate Maine, die zweite von International Telephone and Telegraph Company (ITT) im Staate New Jersey. Brasilien beteiligt sich mit einer Station in der Nähe von Rio de Janeiro. In Europa baut die britische Post- und Fernmeldeverwaltung eine Bodenfunkstation in Cornwall und die französische Verwaltung errichtet eine Station in der Bretagne. Auch die deutsche Postverwaltung wird sich an den Versuchen beteiligen und zu diesem Zweck bei Raisting (Oberbayern) eine entsprechende Bodenfunkstelle errichten, mit deren Fertigstellung jedoch erst im Jahre 1963 zu rechnen ist. Eine weitere Station in Europa wird von der italienischen Gesellschaft Telespazio in den Bergen östlich von Rom geplant.

Wegen der sehr grossen Entfernungen müssen in den Bodenfunkstellen verhältnismässig grosse Antennen und sehr empfindliche Empfänger verwendet werden. Während in der nor-

malen Richtfunktechnik Antennendurchmesser von zwei bis drei Meter ausreichend sind, müssen bei Fernmeldeverbindungen über Satelliten Antennen verwendet werden, die — je nach der geforderten Übertragungsbandbreite — Öffnungen von 12 bis 25 m Durchmesser aufweisen.

Besonders eindrucksvoll ist die grosse Hornparabolantenne mit etwa 335 m² Abstrahlfläche, die die AT&T in Maine errichtet. In Frankreich wird eine gleichartige Antenne aufgebaut. Die Antenne der britischen Station sowie die Antenne der deutschen Postverwaltung werden als Reflektoren Parabolspiegel von etwa 25 m Durchmesser erhalten. In den übrigen Bodenfunkstellen werden zunächst kleinere Parabolantennen mit 12 bis 18 m Durchmesser verwendet, da man sich hier im Versuchsstadium mit der Übertragung kleinerer Bandbreiten begnügen will. Die grossen Antennen in Maine, in der Bretagne und in Oberbayern werden durch sogenannte Radome, das sind kugelförmige, nur durch Überdruck im Innern aufrecht gehaltene Zelte gegen Wind und Wetter sowie gegen direkte Sonneneinstrahlung geschützt.

Antennen von den Abmessungen, wie sie für die Projekte Telstar und Relay verwendet werden, bündeln bei den hohen Frequenzen die ausgesandten Wellen auf Bruchteile eines Bogengrades. Hierdurch kommt man einerseits zwar mit einer relativ geringen Leistung der Bodensender in Höhe von einigen Kilowatt aus; man muss aber andererseits die Antennen sehr genau auf den Satelliten hin ausrichten, damit dieser auch wirklich im Strahlungskegel liegt. Die gleiche präzise Antenneneinstellung ist notwendig, damit die sehr schwachen Signale des Satelliten mit ausreichender Qualität empfangen werden können. Hierbei ist von Vorteil, dass für Sendung und Empfang auf der Bodenstation nur eine gemeinsame Antenne benutzt wird, wobei zur Trennung der beiden Richtungen entsprechende Weichen vorgesehen sind. Die genaue Antenneneinstellung kann nur durch die umfangreiche Verwendung von Elektronenrechnern zur Vorausbestimmung der Umlaufbahnen, durch mehrere «Tracking»-Stationen zur Korrektur der Berechnungen und durch komplizierte automatische Nachführeinrichtungen an den Antennenanlagen selbst erreicht werden.

Neben den aufwendigen Antennen mit all ihren Hilfseinrichtungen müssen in der Bodenstation die modernsten Mittel der Empfängertechnik, nämlich Maser und parametrische Verstärker, verwendet werden, um bei den begrenzten Senderleistungen der Satelliten die Signale über so grosse Entfernungen hinweg mit ausreichender Bandbreite empfangen zu können. Geplant sind beim Projekt Telstar Übertragungsversuche mit 600 Fernsprechanälen oder einem Fernsehkanal, beim Projekt Relay Übertragungsversuche mit 300 Fernsprechanälen oder ebenfalls einem Fernsehkanal. Diese Zahlen gelten allerdings nur bei der Übertragung in einer Richtung. Bei gleichzeitiger Übertragung in beiden Richtungen, was für den tatsächlichen Fernsprechverkehr unerlässlich ist, wird man sich bei den Versuchen zunächst mit 12 bis 24 Fernsprechanälen begnügen.

Die Satelliten werden sich während eines Umlaufes, der etwa 150 Minuten dauert, nur knapp 30 Minuten oder weniger im Bereich gemeinsamer Sicht mit amerikanischen und europäischen Stationen befinden. Damit während dieser kurzen Zeiten alle interessierenden Versuche vorgenommen werden können, müssen die beteiligten Bodenfunkstellen nach genauen, vorher vereinbarten Plänen arbeiten. Die bei früheren Satelliten-Experimenten gemachten Erfahrungen können hierbei mit Vorteil verwendet werden. Auch die technischen Hilfseinrichtungen, die die NASA aus Anlass verschiedener früherer Satelliten-Experimente gemachten Erfahrungen aufgebaut hat, und mit deren Hilfe die Satelliten angepeilt und verfolgt werden können, werden für die Telstar- und Relay-Versuche von ausserordentlich grossem Wert sein, insbesondere können sie die Angaben für die Vorausberechnung der Umlaufbahnen liefern.

Für die Übermittlung der Bahndaten, zur Steuerung und Koordinierung der Messungen und zum Austausch der Messergebnisse wird ein umfangreiches Netz von Fernschreib-, Fernsprech- und Datenübertragungsleitungen zwischen den Bodenfunkstellen geschaltet. Dies ist ebenfalls eine Voraussetzung für die bestmögliche Ausnutzung der zur Verfügung stehenden kurzen Zeit gemeinsamer Sicht während eines Umlaufs.

Andere Projekte

Ausser den Projekten Telstar und Relay sind auf dem Gebiet der Nachrichtenverbindungen mittels künstlicher Erdsatelliten für die Zukunft eine Anzahl weiterer Versuche geplant. Zunächst ist der Abschuss eines passiven Satelliten vorgesehen, der den Namen Echo II tragen wird. Es wird sich bei Echo II um einen grossen Ballon mit reflektierender Oberfläche handeln, der jedoch grösser als sein Vorläufer sein wird und aus steiferem Material bestehen wird. Unter dem Namen Rebound wird ein Versuch vorbereitet, mit einer Rakete drei Ballons in gleichen Abständen in eine kreisförmige Umlaufbahn zu bringen.

Für den Aufbau eines weltweiten Nachrichtennetzes wird das Projekt Syncom von besonders grossem Interesse sein. Hierbei soll ein aktiver Satellit mit ähnlicher Ausrüstung wie Telstar und Relay in eine kreisförmige Umlaufbahn von etwa 43 000 km Radius (36 000 km Höhe über dem Erdboden) abgeschossen werden. Bei geringer Neigung der Umlaufbahn gegen den Erdäquator wird dieser Satellit die gleiche Winkelgeschwindigkeit um die Erdachse haben wie die Erde selbst. Er wird also scheinbar über einem Längengrad stehen und lediglich um einige Breitengrade vom Äquator aus nach Norden und Süden pendeln. Über dem Atlantik stehend, wird ein solcher «Synchronsatellit» ständig im gemeinsamen Sichtbereich von Nord- und Südamerika und Europa sein. Auf diese Weise kann mit Hilfe eines einzigen Satelliten die Verbindung über den Atlantik hinweg ständig aufrechterhalten werden. Bei der Wahl von Umlaufbahnen in geringeren Höhen (1000 bis 10 000 km) benötigt man gegen 20 bis 40 auf der Umlaufbahn gleichmässig verteilte Fernmeldesatelliten, damit zu jeder Zeit wenigstens einer im gemeinsamen Sichtbereich der beiden Kontinente ist. Die Entfernung eines Synchronsatelliten von der Erde ist allerdings so gross, dass die elektromagnetischen Wellen eine merkliche Zeit brauchen, um den Weg von der einen Bodenfunkstelle über den Satelliten zur Gegenstelle zurückzulegen. Diese verhältnismässig lange «Laufzeit» kann sich auf den flüssigen Gesprächsablauf störend bemerkbar machen. Hierüber sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.