

# Die Bodenstation Goonhilly Downs

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **37 (1964)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-560917>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die Bodenstation Goonhilly Downs

Vorbemerkung. Der nachfolgende Artikel stellt die Übersetzung eines Vortrages dar, der am 3. Internationalen Fernseh-Symposium vom 20. bis 25. Mai 1963 in Montreux von F. J. D. Taylor, General Post Office, Engineering Department, London, gehalten wurde. Die Redaktion der «Technischen Mitteilungen PTT» stellte uns in verdankenswerter Weise die Klischeevorlagen zur Verfügung und gestattete uns auch den Nachdruck des Aufsatzes aus den «Technischen Mitteilungen PTT», Heft Nr. 10/1963.

Red.

## 1. Einleitung

Die Anlage, wie sie sich heute zeigt, wurde hauptsächlich zur Mitarbeit bei den Versuchen mit den Satelliten Telstar und Relay entwickelt; sie ist aber mit den entsprechenden Änderungen auch für weitere Versuche geeignet. Das zur Verfügung stehende Gelände ist gross genug, um Antennen und Anlagen einer voll betriebsmässigen Bodenstation aufzunehmen.

Für die ersten Versuchsreihen wurde die Station mit einer grossen steuerbaren Antenne ausgerüstet, die einen parabolischen Reflektor von 26 m Durchmesser aufweist (siehe Titelbild der Nr. 2/1964 des «Pionier»)

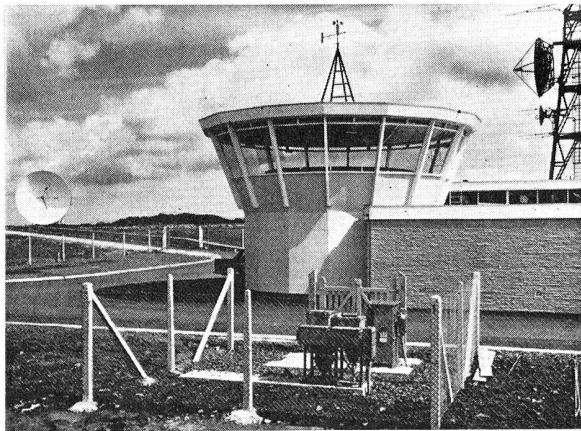


Fig. 2. Kontrollgebäude mit Antenne

Rund 400 m entfernt befindet sich die zentrale Kontrollstelle, die den Hauptteil der elektronischen Ausrüstung enthält (Fig. 3). Eine zweiwegige Richtstrahlanlage verbindet die Station mit dem britischen Fernmeldenetz.

Die Bodenstation Goonhilly Downs umfasst Apparaturen zur objektiven und subjektiven Beurteilung aller auftretenden Eingangssignale, das heisst für Fernsehen mit Begleitton, Mehrkanaltelephonie, Telegraphie, Bildtelegraphie sowie Schmal- und Breitbanddaten. Im Bereich der Fernsehübertragungstechnik können die folgenden Messungen ausgeführt werden:

- Amplituden- und Gruppenlaufzeitcharakteristiken
- Bild- und Tonverstärkungsstabilität
- $\sin^2$ -Pulse und Balkensignale
- «k»-Beurteilung (Einschwingverhalten)
- Bild-Ton- und Ton-Bild-Übersprechen
- Bild- und Tonrauschverhältnisse

Andere Messungen betreffen die Rauschtemperaturen der Empfangsanlage sowie deren Veränderung in Funktion von

Elevation (des Richtstrahls), atmosphärischen Einflüssen und Zeit.

Für Demonstrationen oder Messungen an andern Orten wird die bereits erwähnte Richtstrahlverbindung mit dem bestehenden breitbandigen Landesnetz benützt. Für die Normwandlung des Bildsignals werden die Anlagen der Rundfunkanstalten verwendet.

Die hier beschriebenen Ausrüstungen und Resultate beschränken sich auf die bei der Übertragung von Fernsehsignalen (mit zugehörigem Ton) mit den Satelliten und der Bodenstation gesammelten Erfahrungen.

## 2. Die Satelliten Telstar und Relay

Diese Versuchssatelliten wurden in geeignete elliptische Bahnen gebracht, so dass sich die Perioden der beidseitigen Sicht über den Atlantik verändern und von einigen Minuten bis zu fast einer Stunde variieren. Beide Satelliten sind mit Umsetzern ausgerüstet, die ein FM-Signal mit grossem Hub von der Bodenstation empfangen und dieses nach Frequenzumsetzung und Verstärkung wieder aussenden.

Beim Telstar liegt der Träger für die Strecke zum Satelliten nahe bei 6390 MHz. Der Träger der Strecke vom Satelliten zur Erde liegt bei 4170 MHz. Der Hub beträgt in beiden Fällen ungefähr  $\pm 7$  MHz.

Für den Satelliten Relay ist die Sendefrequenz der Bodenstation 1725 MHz, der Hub ungefähr  $\pm 2,3$  MHz. Im Satelliten wird das Signal auf der Zwischenfrequenz verdreifacht und erhält so für die Strecke zur Erde einen Hub von ungefähr  $\pm 7$  MHz auf einer Trägerfrequenz von 4170 MHz.

## 3. Die Ausrüstung von Goonhilly Downs

Das Blockscheema der Ausrüstung zeigt Figur 4.

Die Videobandbreite des Eingangssignals ist auf 5 MHz begrenzt, oder auf 3,2 MHz, falls der Begleitton auf einem 4,5-MHz-Träger als FM übertragen wird. Mit abschaltbaren Netzwerken können die Signale mit oder ohne Vorbetonung gesendet werden. Die Modulation wird auf 70 MHz vorgenommen und durch auswechselbare Geräte auf die jeweilige Sendefrequenz umgesetzt. Die ebenfalls auswechselbaren Endstufen arbeiten bis zu Leistungen von 5 kW für die Sendungen zum Telstar und bis zu 10 kW für die Sendungen zum Relay.

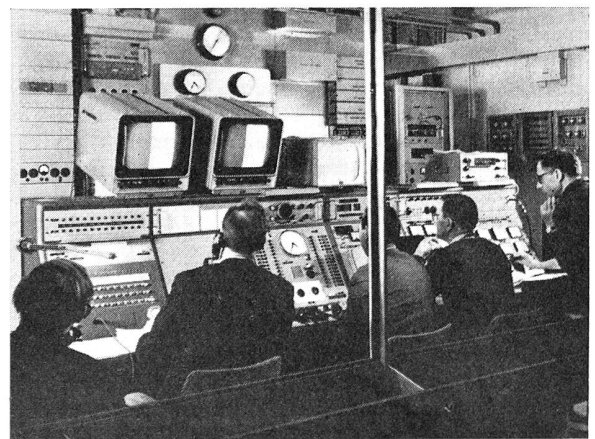


Fig. 3. Kontrollstelle der Satellitenbodenstation Goonhilly Downs während einer Fernsehübertragung

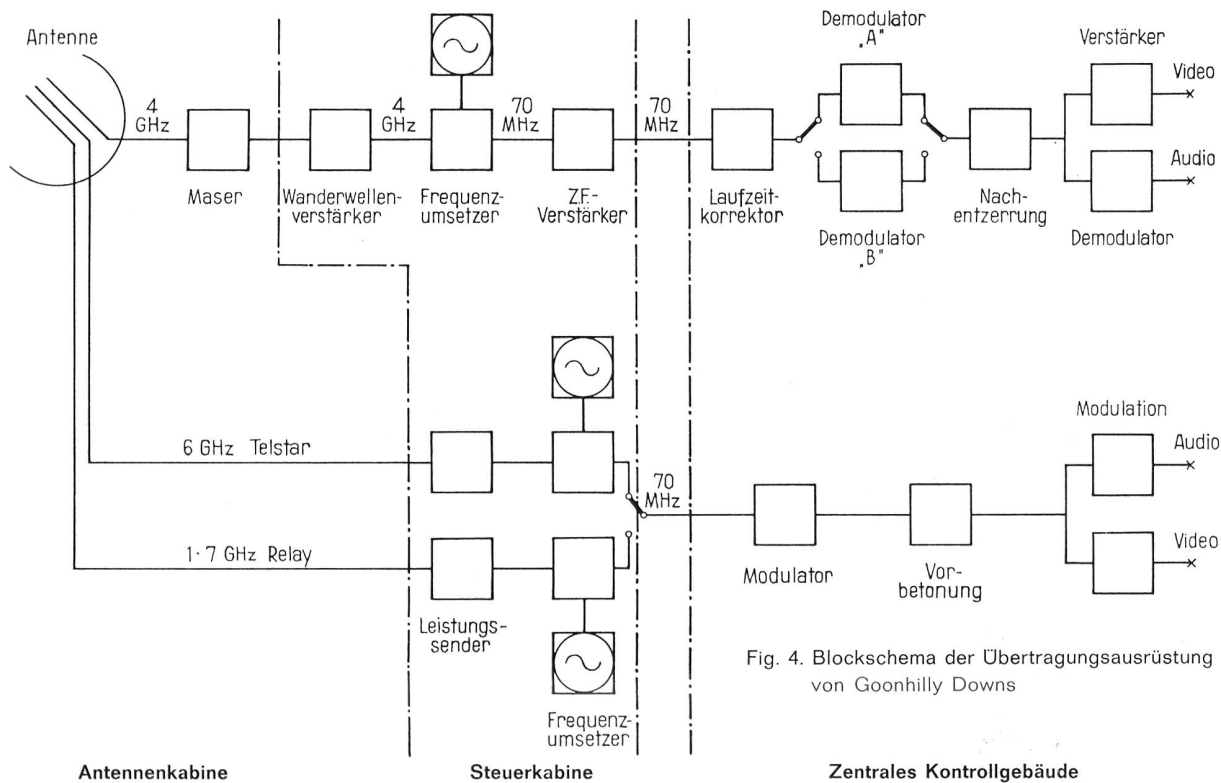


Fig. 4. Blockschema der Übertragungsausrüstung von Goonhilly Downs

Die Speiseanordnung ergibt für das Sendesignal eine rechtsdrehende Zirkularpolarisation, für das Empfangssignal die umgekehrte Polarität.

Das vom Satelliten empfangene Signal weist eine Leistung von ungefähr  $1.10^{-12}$  Watt (1 pW) auf und wird zunächst von einem Wanderwellen-Maser verstärkt. Nach weiterer Verstärkung wird es auf 70 MHz umgesetzt und anschliessend auf die austauschbaren Demodulatoren gegeben. Auf Grund des unvermeidbar ungünstigen Rauschverhältnisses im Hochfrequenzteil wurden besondere Demodulatoren entwickelt. Der eine benutzt FM-Rückkopplung, der andere weist eine dem Signalpegel umgekehrt proportionale Bandbreite auf, wobei die Zenterfrequenz den Frequenzen mit grösstem Signalpegel nachläuft.

Das demodulierte Signal wird falls nötig durch die Nachentzerrungsnetzwerke gegeben und ist alsdann zu Messungen oder zur Weitergabe an entferntere Orte verfügbar.

Der Reflektor der steuerbaren Antenne ist so gewählt worden, dass der Brennpunkt in der Öffnungsebene liegt. Diese Eigenschaft, in Verbindung mit sorgfältig dimensionierten Strahlungseinheiten, ergeben einen guten Wirkungsgrad und ein Strahlungsdiagramm mit geringen Rückwärts- und Seitenzipfeln. Der Öffnungswinkel ist natürlich frequenzabhängig, beträgt aber bei 4 GHz nur 12 Bogenminuten zwischen den 3 dB-Punkten.

Figur 5 zeigt das Prinzip der Antenne. Die beweglichen Teile wiegen 870 Tonnen, und die zur Verfügung stehende Antriebsleistung ermöglicht den Betrieb sogar bei Windgeschwindigkeiten von über 95 km/h. Die Richtgenauigkeit ist besser als 1 Bogenminute.

Die Steuerung der Antenne geschieht durch Lochstreifen, die gemäss den Umlaufbedingungen vorbereitet sind. Für die Feinsteuerung ist eine Korrektur durch geringfügige Bewegung der Strahlungseinheit vorgesehen, die sich aber in der Praxis nur selten als notwendig erweist.

#### 4. Versuchsergebnisse

Es ist wesentlich, zu wissen, dass die Versuchssatelliten Signale auf den ganzen ihnen sichtbaren Teil der Erde abstrahlen. Daraus folgt, dass die durch eine Bodenstation abgestrahlten und vom Satelliten übertragenen Signale nicht nur von entfernten Stationen, sondern auch von der Sendestation selbst aufgefangen werden können. Die Versuche lassen sich also entweder in einer Schleife von einer oder zwischen zwei Bodenstationen machen, wobei beide Versuche wertvolle Resultate ergeben. Der erste ist oft noch aufschlussreicher, da alle sich ergebenden Daten am selben Punkt anfallen. Ferner sind auch Messungen und Versuche zwischen den drei grossen Bodenstationen ausgeführt worden, das heisst zwischen Andover (Maine, USA), Pleumeur-Bodou (Frankreich) und Goonhilly Downs (Grossbritannien).

Durch internationale Übereinkunft wurde für Versuchs- und Demonstrationsübertragungen die amerikanische 525-Zeilen-Norm mit 60 Bildern/s verwendet. Die allfällige Normwandlung wird in Europa vorgenommen.

Ein sehr wesentlicher Parameter der Satellitenbodenstation ist die Rauschtemperatur der Empfangseinrichtung. Diese Grösse ist natürlich von der Zeit und von der Elevation des Richtstrahls abhängig. In Goonhilly Downs beträgt sie ungefähr 76 °K im Zenith, bei einer Toleranz von 3—4 °K. Bei ab-

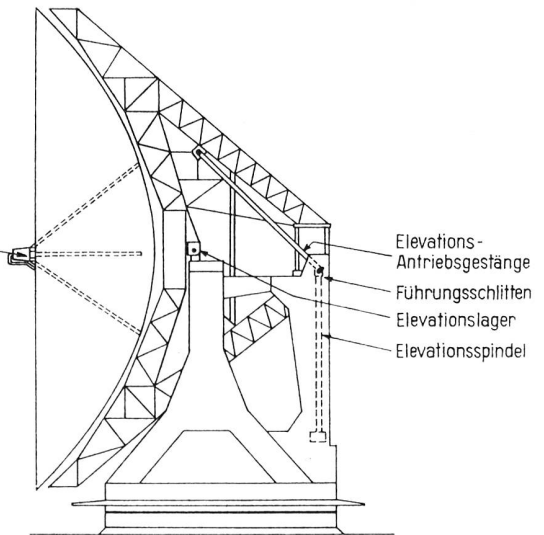
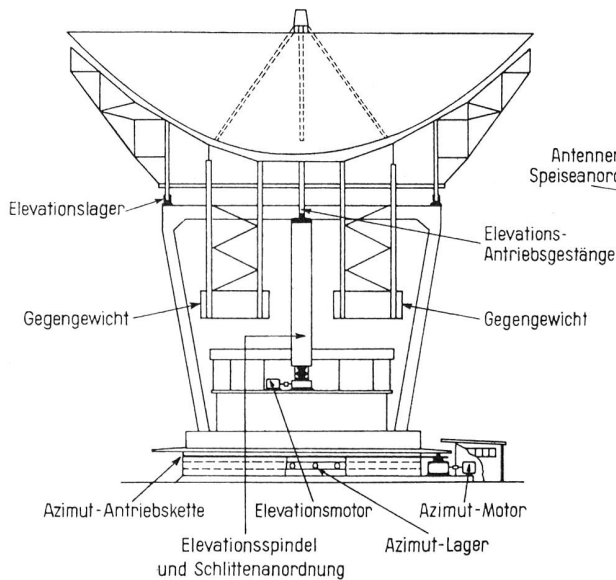


Fig. 5. Prinzipzeichnung der Antenne

nehmender Elevation nimmt sie zu und beträgt bei  $4^\circ$  Elevation ungefähr  $100^\circ\text{K}$ . Bei noch tieferer Elevation hängt sie sehr stark von klimatischen Verhältnissen ab und nimmt Werte zwischen  $130^\circ\text{K}$  und  $250^\circ\text{K}$  an.

Objektive Versuche mit Video-Testsignalen haben folgende Resultate ergeben: Der Einschwingvorgang ergibt einen Bewertungsfaktor  $k$  von ungefähr  $3\%$ , wenn die üblichen Routine-Testmethoden angewandt werden, die sich für Kreise von transatlantischer Länge sehr gut eignen. Das bewertete Rauschverhältnis (Spitze-zu-Spitze-Signal zu quadratischem Mittelwertauschen) liegt bei  $46\text{ dB}$ . Das Bild-Ton-Übersprechen ist wesentlich vom Gebrauch der Video-Vorbetonung und den Eigenschaften der verwendeten Demodulatoren abhängig. Ursprünglich konnte in Goonhilly Downs ein befriedigendes Bild-Ton-Übersprechen nur mit vorbetonten Video-signalen erreicht werden. Verbesserungen an den Demodulatoren lassen nun aber auch befriedigende Resultate ohne Video-Vorbetonung zu. Allerdings bietet die Video-Vorbetonung Vorteile.

Wie erwartet werden konnte, ergeben sich aus der Entfernung des Satelliten nicht wesentliche Änderungen der Resultate, es sei denn, der Satellit befindet sich sehr weit entfernt oder in so ungünstiger Höhe, dass das Signalrauschverhältnis derart klein wird, dass die Wirkung der Demodulatoren aufhört.

Ein bemerkenswertes Ergebnis der Versuche von Goonhilly Downs ist der äusserst niedrige Elevationswinkel, bei dem noch ein zuverlässiger Empfang möglich ist. Der Träger des Satellitensenders kann oft noch bei geringen negativen Elevationswinkeln empfangen werden, und stabile Bilder ergeben sich schon bei Elevationswinkeln unter  $3^\circ$ .

Obschon die Dopplerverwerfungen gross sind, und  $120\text{ kHz}$  erreichen können, konnten die erwarteten Bildexpansionen und -kompressionen nicht festgestellt werden.

Zu keiner Zeit wurden Bildstörungen festgestellt. Mehrwegausbreitungserscheinungen fehlen vollständig, sobald der Elevationswinkel mehr als  $3^\circ$  beträgt.

Eine aussergewöhnliche Probe für alle Einrichtungen, eingeschlossen jene des Satelliten Telstar, bildete die Übertragung von Farbbildern nach dem NTSC-System mit einer Bandbreite von  $5\text{ MHz}$ . Die Resultate waren ausgezeichnet; Unterschiede in den Bildern vor und nach der Übertragung durch den Satelliten konnten nicht festgestellt werden.

## 5. Vorführungen

Monochrome Programme mit Begleitton sind seit Juli 1962 bei verschiedenen Gelegenheiten über den Atlantik geschickt und von den Fernsehnetzen verschiedener Länder übernommen worden. Die Bildqualität wurde als gut bezeichnet, wenn auch sichtlich beeinträchtigt durch die Verwendung von Normwandlern. Diese haben allerdings nichts mit der Satellitenstrecke zu tun.

Farbfernsehen mit Programmen medizinischen Inhalts wurden von Grossbritannien nach den Vereinigten Staaten übertragen und im Kurzschlussverfahren von einer Zuhörerschaft von Fachleuten verfolgt.

## 6. Schlussfolgerungen

Es kann festgestellt werden, dass die Übertragung von Fernsehprogrammen (einschliesslich Begleitton) über interkontinentale Distanzen durch künstliche Erdsatelliten in befriedigender Weise verwirklicht werden kann. Es gibt keine physikalisch-technischen Grenzen, so dass sich Bildübertragungen von höchster Qualität erreichen lassen.

Andererseits ist festzuhalten, dass noch eine grosse Forschungs- und Entwicklungsarbeit geleistet werden muss, bevor ein weltweites Fernsehnetz mit Satelliten in Betrieb genommen werden kann. Dazu kommt der Umstand, dass auch komplizierte technische Projekte, wie das vorliegende, im Vergleich zu den Problemen der internationalen Verständigung über Normungsfragen, Zuständigkeit und Finanzierung, nur unbedeutend sind.