

Interkontinentale Verbindungen über Satelliten

Autor(en): **Probst, H.-R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **63 (1972)**

Heft 22

PDF erstellt am: **27.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915758>

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.

Interkontinentale Verbindungen über Satelliten

Vortrag, gehalten an der 30. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik vom 22. Juni 1972 in Bern,
von H.-R. Probst

629.783 INT : 621.39(100) : 061.3(494)

Der Bau einer schweizerischen Sende/Empfangsstation bei Leuk für den direkten Verkehr über Satelliten des INTELSAT-Netzes stellt eine wichtige Etappe im Ausbau der internationalen Fernmeldeverbindungen unseres Landes dar. Mit der Lieferung der Parabolantenne und der übertragungstechnischen Einrichtungen dieser Station beauftragte die Generaldirektion PTT die japanische Firma NEC (Nippon Electric Company, Ltd.). Voraussichtlich kann der Betrieb der Anlage Ende 1973 aufgenommen werden.

1. INTELSAT

Die INTELSAT-Satelliten sind gemeinsames Eigentum der Mitglieder eines 1964 auf Initiative der USA gegründeten internationalen Konsortiums. Dieses umfasst heute 83 nationale Fernmeldebetriebe und betreibt auf kommerzieller Basis ein weltumspannendes System von Nachrichtensatelliten. Die Mitglieder finanzieren gemeinsam das «Raumsegment», (d. h. Entwicklung, Bau und Abschuss der Satelliten sowie die Einrichtungen zu deren Steuerung und Überwachung im Betrieb) und zwar im Verhältnis zu ihrem Verkehrsanteil. Andererseits bezahlen sie für die Benützung der Stromkreise eine Miete an das Konsortium, die gegenwärtig 13 000 \$ pro Jahr und halben Stromkreis beträgt. Diese Mietgebühren werden von INTELSAT verwendet zur Deckung der Verwaltungs- und Betriebskosten, zur Amortisierung der Investitionen in der Form von Kapital-Rückzahlungen und zur Verzinsung der im System gebundenen Kapitalien der Mitglieder.

Die PTT-Betriebe der Schweiz haben mit einer Anteilquote von 1,5 % seit 1964 etwa 20 Mill. Franken investiert,

bisher davon rund die Hälfte aus Amortisationen zurück- erhalten und mieten gegenwärtig 77 Stromkreise zu einem Betrag von 4 Mill. Franken pro Jahr.

Die Bodenstationen für den Sende/Empfangsbetrieb über die Satelliten sind nicht gemeinsames Eigentum, sondern deren Bau und Betrieb obliegt jedem Mitglied selbst. Sie haben strengen Zulassungsvorschriften von INTELSAT zu entsprechen und müssen nach den detailliert festgelegten Regeln des Konsortiums betrieben werden.

Die Schweiz leitet gegenwärtig ihre Stromkreise über ausländische Bodenstationen in Deutschland, Frankreich, England, Italien und Spanien. Die Zuleitungs- und Mietkosten für die Benützung ausländischer Stationen steigen aber mit zunehmendem Verkehr derart, dass von etwa 100 Stromkreisen an der Betrieb einer eigenen Bodenstation in der Schweiz für die PTT-Betriebe wirtschaftlicher sein wird. Bei einer jährlichen Zunahme des Bedarfs von 15...25 % wird dies spätestens 1974 der Fall sein.

Das INTELSAT-Vertragswerk von 1964 wurde in den letzten Jahren durch die Mitglieder revidiert. Der neue Vertrag wird voraussichtlich im Herbst 1972 in Kraft treten, nämlich sobald zwei Drittel der Mitglieder diesen ratifiziert haben.

Das neue Abkommen bringt eine wesentliche Internationalisierung der Struktur von INTELSAT. Aus dem Konsortium, das gegen aussen durch das amerikanische Mitglied COMSAT vertreten wurde, wird eine internationale Gesellschaft mit eigener Rechtsperson und einer eigenen Geschäftsführung. Der bisherige Aufsichtsrat, in welchem die Hauptbenützer unter dem Vetorecht der USA alle wichtigen

Fragen entscheiden, wird erweitert, sein Abstimmungsprozedere demokratisiert, und er erhält zwei übergeordnete Organe. Die Generalversammlung aller Mitgliedregierungen gibt Richtlinien über die allgemeine Fernmeldepolitik der Organisation und die Versammlung aller beteiligten nationalen Fernmeldebetriebe regelt die Finanz- und Betriebspolitik. In beiden dieser Organe besitzt jedes Mitglied eine Stimme, währenddem im Aufsichtsrat das Stimmrecht weiterhin nach dem Verkehrs- und Investitionsanteil gewogen ist, ohne jedoch einem einzelnen Mitglied mehr dominie-

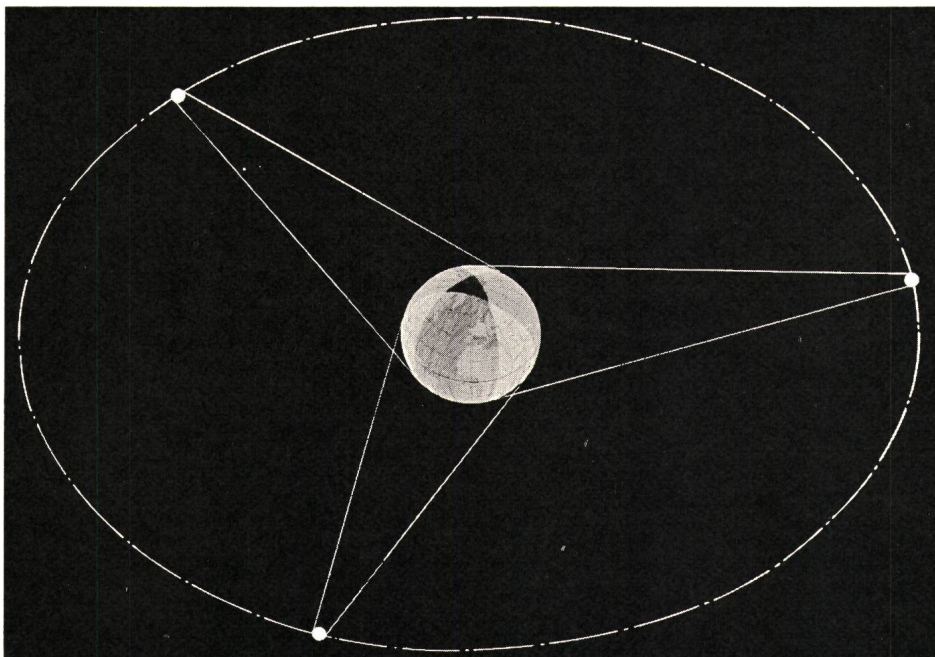


Fig. 1
Bedienungsbereiche von drei geostationären Satelliten

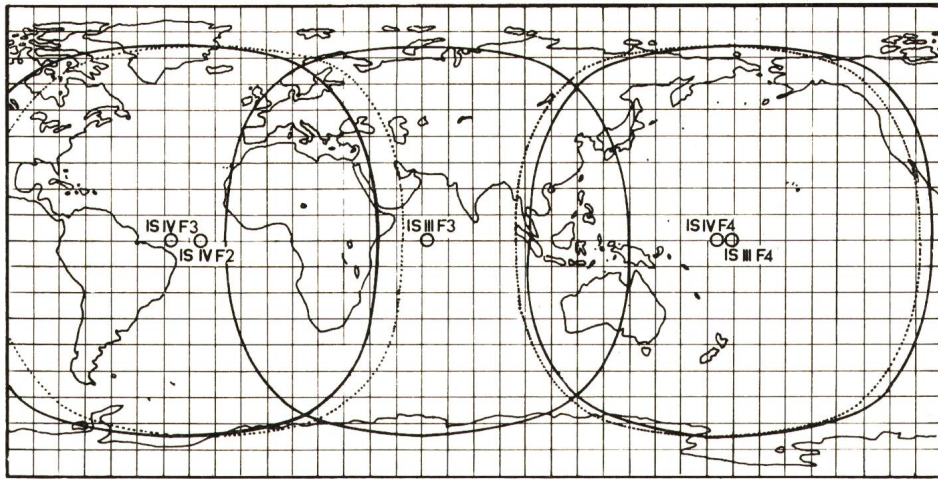


Fig. 2
Position der INTELSAT-Satelliten in der Äquatorebene über Atlantik, Indischem Ozean und Pazifik
IS INTELSAT; III, IV; 3. bzw. 4. Generation; F... laufende Nr. innerhalb der Generation

rende Stimmkraft zu verleihen. Der Geschäftsführer des Konsortiums, die COMSAT, wird in den nächsten Jahren gewisse technisch-betriebliche Funktionen unter einem Vertrag mit INTELSAT weiter ausüben.

2. Satelliten

Seit Anbeginn setzte INTELSAT geostationäre Satelliten ein, die auf kreisförmiger Bahn in der Äquatorebene in 36 000 km Höhe eine Umlaufdauer von genau 24 Stunden aufweisen und somit jederzeit bezüglich der Erdoberfläche stillzustehen scheinen. Mit drei Positionen über dem Atlantik, dem Pazifik und dem Indischen Ozean können alle Gebiete der Erde, mit Ausnahme der Polarregionen, bedient werden (Fig. 1).

INTELSAT nahm 1965 mit einem Satelliten IS I (Early Bird) über dem Atlantik den Betrieb auf: Gegenwärtig wird bereits die vierte Satellitengeneration (IS IV) eingesetzt. Die Verkehrskapazität und die mittlere zu erwartende Lebensdauer konnte von Serie zu Serie namhaft verbessert werden (Tabelle I).

Heute arbeiten über dem Atlantik zwei Satelliten IS IV auf 330° und 335° E (östliche Länge), im Pazifik ein IS IV auf 174° E und ein IS III auf 179° E und im Indischen Ozean ein IS III auf 61° E. (Fig. 2). Zwei IS III dienen als fliegende Reservesatelliten im Atlantik und Pazifik und ein weiterer IS IV wird demnächst im Indischen Ozean den IS III ablösen, um die Fernsehverbindungen der Olympiade nach dem Fernen Osten sicherzustellen (Fig. 2).

In den drei Satellitenregionen werden insgesamt 66 Antennen auf 52 Bodenstationen betrieben, nämlich: Atlantik 32, Pazifik 17, Ind. Ozean 17.

Die fernmeldetechnische Funktion aller Satelliten ist die gleiche; sie empfangen ein 500 MHz breites Frequenzband (5,925...6,425 GHz), setzen es um auf 3,7...4,2 GHz und

strahlen es wieder ab zur Erde. IS III benützt hierzu zwei Transponder, jeder mit einer Bandbreite von 225 MHz und zwei Wanderfeld-Endstufen von 10 W. IS IV verarbeitet das Band in 12 Transpondern zu je 36 MHz Bandbreite, von denen jeder mit zwei Wanderfeldröhren zu 6 W bestückt ist. Während die Sendeantenne von IS III mit einem Öffnungswinkel von 17° die ganze Erde mit beiden Bandhälften bestrahlt, besitzt IS IV ein wesentlich komplexeres Sende-Antennensystem aus 3 Einheiten. 4 Transponder arbeiten auf den «global beam» mit 17° Öffnungswinkel, die restlichen auf zwei «spot beams», die mit 4,5° nach Osten und Westen mit starker Bündelung auf die zu bedienenden Kontinente ausgerichtet sind. Die Leistungskonzentration in «spot beams» erlaubt, den Bandbreitebedarf pro Tf-Stromkreis auf etwa die Hälfte zu senken (Fig. 3 und 4).

3. Verbindungskonzept

Als Modulationssystem wird FM mit Frequenzmultiplex verwendet, wie es ähnlich in terrestrischen Richtstrahlverbindungen zum Einsatz kommt. Ein FM-Träger führt dabei über den Satelliten Bündel von 24 bis 1800 Kanälen bei HF-Bandbreiten von 2,5 bis 36 MHz. Eine Bodenstation sendet nur einen oder zwei Träger, ob sie mit fünf oder zehn anderen Stationen zusammenarbeitet. Sie muss jedoch einen Träger pro Verbindung demodulieren und aus dem Multiplex-

Kapazität und Lebensdauer der 4 Satellitengenerationen der INTELSAT

Tabelle I

Intelsat Serie	Stromkreise	Lebensdauer Jahre
I	240	1½
II	240	3
III	1200	5
IV	6000	7

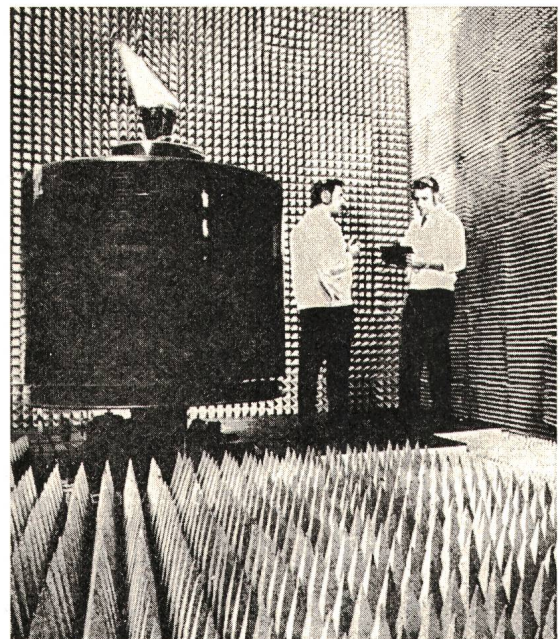


Fig. 3
Satellit INTELSAT III auf dem Prüfstand
Durchmesser: 143 cm; Startgewicht 293 kg

				US	SW	SUI	POR	MAR	ISR	IT	HOL	GB	FR	ESP	DRF	CAN	BR	BEL	ARG
BR	Global	192	10	36		10	12			24		15	16	12	26				37
CAN	East	252	7,5			21	6			19		169	35					21	
ISR	East	252	7,5			39				24	7	72	20	4	74			13	
SUI	West	132	5	111												21			
SUI	Global	60	5						39								10		
US	East	792	20		112	111		8		60	74	120	60		60			118	
	Bündel	Kapa- zität	Band- breite (MHz)																

signal diejenigen NF-Kanäle entnehmen, die für sie bestimmt sind (Tabelle II).

Für Verbindungen mit geringem Verkehr lohnt sich die Miete eines permanenten Stromkreises nicht. Hierfür kann eine Verbindung nach Bedarf aufgenommen werden. INTELSAT liess hierfür das SPADE-System entwickeln, mit dessen Ausrüstungen Bodenstationen für den Bedarfsverkehr ergänzt werden können. (SPADE: «Single channel per carrier PCM multiple Access Demand assignment Equipment»). Für SPADE wird ein 36 MHz breites Band eines IS IV-Transponders in 800 einzelne Kanäle aufgeteilt, womit 400 Sprechkreise entstehen. Keiner dieser Kanäle ist weder auf der Sende- noch Empfangsseite einer bestimmten Bodenstation zugeteilt. Wenn ein Anruf in einer Bodenstation eintrifft, sucht die SPADE-Ausrüstung automatisch ein freies Frequenzpaar und meldet der Bestimmungsstation über einen Signalisationskanal die Frequenzwahl für die Verbindung. Alle Stationen überwachen dauernd diesen Signalkanal, der ihnen Auskunft über belegte Frequenzen und die Adressierung einer Verbindung gibt. Die gewählte Frequenz für einen bestimmten Sprechkreis wird mit einer digitalen Instruktion einem Synthesizer mitgeteilt, der jede der 800 in Frage kommenden Trägerfrequenzen erzeugen kann. Die Sendefrequenz dient dabei gleichzeitig als Oszillatorfrequenz für die Heruntermischung des Empfangsträgers aus der Gegenrichtung, da die Frequenzpaare eines Stromkreises um die Empfangs-ZF versetzt gewählt werden.

Wenn die Verbindung hergestellt ist, wird das Analogsignal in PCM codiert und dem Träger mit PSK aufmoduliert (Tabelle III). Ein Sprachdetektor sperrt den Träger während Sprechpausen, um Sendeleistung im Satelliten zu sparen und damit die Kapazität zu erhöhen. Wenn das Gespräch beendet ist, signalisiert SPADE allen Stationen, dass das Frequenzpaar wieder frei zur Verfügung steht.

4. Bodenstation

Unter den Zulassungsbedingungen der INTELSAT für eine Bodenstation ist die wichtigste:

$$\frac{G}{T} = 40,7 \text{ dB/}^{\circ}\text{K}$$

Dieser Wert ist nötig, um den Geräuschbeitrag des Welt- raumsegmentes in jedem Tf-Kanal unter 8000 pW zu halten.

In der Praxis bedeutet diese Forderung, dass der Empfangs- gewinn G um 60dB betragen muss bei einer Rauschtempera- tur eines mit Helium gekühlten parametrischen Empfangs- systems von 90 °K, was mit einer Cassegrainantenne und einem Parabolspiegel von ca. 30 m Durchmesser realisiert werden kann.

Für die Standortwahl einer Bodenstation stellen sich in erster Linie Probleme der Frequenzkoordination. Es ist zu bedenken, dass die im Satellitenbetrieb verwendeten Fre- quenzbänder im Bereich von 4 und 6 GHz auch von terrestri- schen Funkdiensten benützt werden, in erster Linie von Richtstrahlanlagen. Die gemeinsame Verwendung der Bän- der wird insbesondere dadurch erschwert, dass die beiden Dienste sehr unterschiedliche Systemparameter aufweisen. Während eine terrestrische Mehrkanal-Richtstrahlverbin- dung mit Sendeleistungen zwischen 1 und 20 W und Emp- fangspegeln um 1 µW arbeitet, besitzt die Bodenstation Trä-

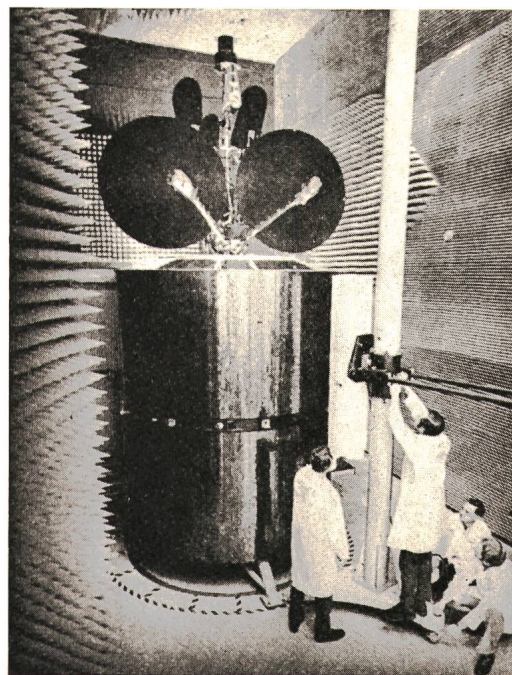


Fig. 4
Satellit INTELSAT IV auf dem Prüfstand
Durchmesser 238 cm; Startgewicht: 1400 kg

Kanal-Kodierung	7-bit; A-Gesetz
Modulationsart	4-Phasen PSK (kohärent)
Bit-Rate	64 kbit/s
Bandbreite pro Kanal	38 kHz
Kanal-Abstand	45 kHz
Stabilitäts-Anforderung	± 2 kHz (mit AFC)
Bitfehler-Rate (Schwellwert)	1×10^{-4}

gerleistungen zwischen 0,1 und 1 kW und empfängt Signale auf Pegeln von etwa 0,5 pW. Trotz ihrer Dimensionen ist das Strahlungsdiagramm einer Bodenstationsantenne nicht ideal (Fig. 5), so dass in einem bestimmten Gebiet um die Bodenstation keine Anlagen betrieben werden können, die entweder durch den Sender der Bodenstation (um 6 GHz) gestört oder die ihrerseits auf 4 GHz das sehr schwache Satellitensignal stören würden. Um dieses Gebiet möglichst zu begrenzen, wird mit Vorteil ein Standort ausgesucht, dessen umliegende Topographie eine zusätzliche Abschirmwirkung bietet. Das Wallis liegt zwischen zwei hohen Bergketten, die eine Bodenstation in fast idealer Weise von Norditalien und dem schweizerischen Mittelland abschirmen, zwei Gebieten mit einer hohen Belegungsdichte an Richtstrahlanlagen. Das Radioreglement der UIT enthält Vorschriften, inwieweit der Betrieb einer Satelliten-Bodenstation auch der Zustimmung der Nachbarstaaten bedarf (Fig. 6). Eine genaue Nachrechnung der Ausbreitungsverhältnisse unter Berücksichtigung von Beugung, Brechung und Reflexion bezüglich des Standortes Leuk ergab, dass effektiv ein Überschreiten der gegenseitigen Schutzfeldstärken auf das Wallis beschränkt ist.

Ein weiteres Erfordernis an den Standort ist nach den INTELSAT-Normen eine Horizontfreiheit von 5°. Die möglichen Positionen von geostationären Satelliten liegen auf einem Bogen, dessen Lage durch die geographische Breite des Standortes gegeben wird (Fig. 7). Vom Standort aus sollte dieser Bogen möglichst in seiner ganzen Ausdeh-

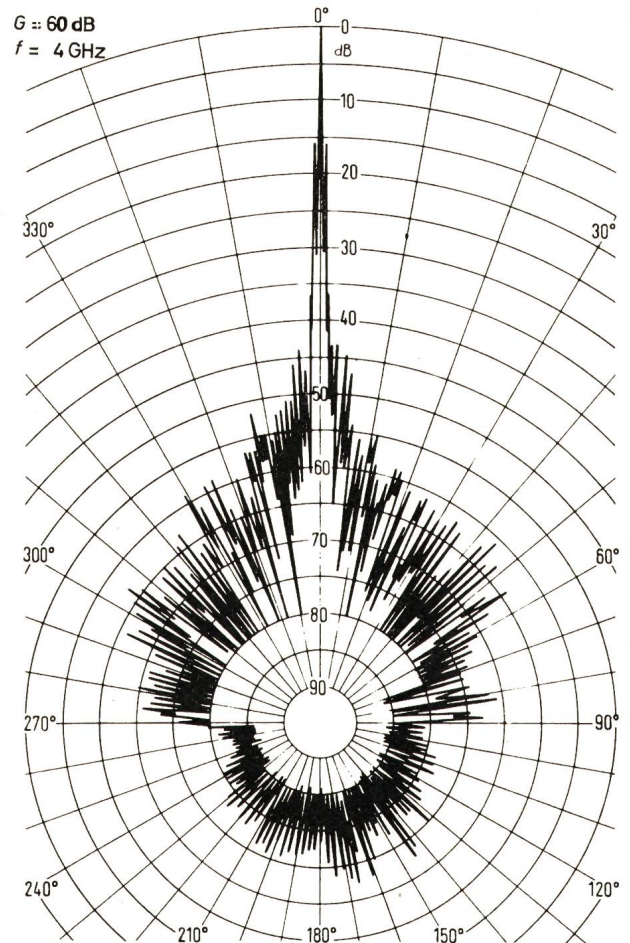


Fig. 5
Azimutdiagramm einer Antenne von 30 m Durchmesser
Antennengewinn G in Hauptstrahlungsrichtung = 60 dB
auf $f = 4$ GHz (Empfangsband)

nung bis hinab zum Horizont frei von Ausbreitungshindernissen sein, um auch mit extrem placierten Satelliten noch verkehren zu können. Für Leuk liegen die beiden Talachsen gerade in der Richtung der Fusspunkte des Bogens, so dass die Horizontfreiheit optimal ist. Die heute gebräuchlichen Positionen der INTELSAT-Satelliten liegen für Leuk immerhin auf Elevationen von 28° (Atlantik) und 16° (Ind. Ozean).

Im Erstausbau wird zunächst eine Antenne für den Verkehr in westlicher Richtung errichtet (Fig. 8). Das Stationsgelände erlaubt jedoch die Aufstellung von 3 Antennen für den interkontinentalen Verkehr sowie noch zwei kleineren für den Einsatz auf einen eventuellen europäischen Kontinentalen Satelliten. In der zweiten

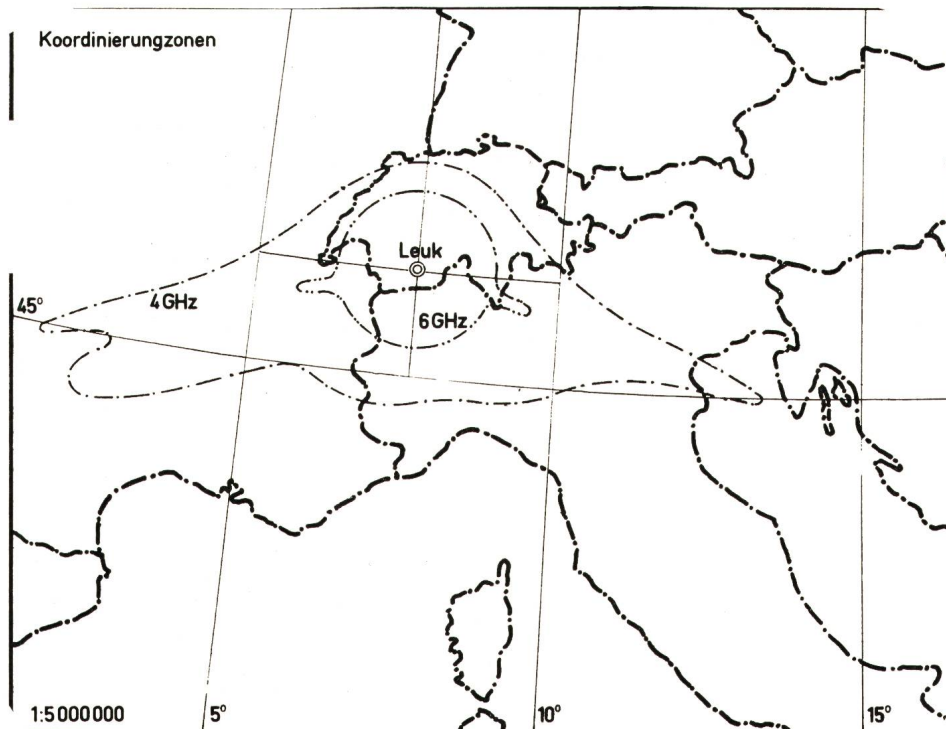


Fig. 6
Koordinierungszonen für 4 und 6 GHz
um den Standort Leuk der Bodenstation
(nach Radioreglement der UIT)

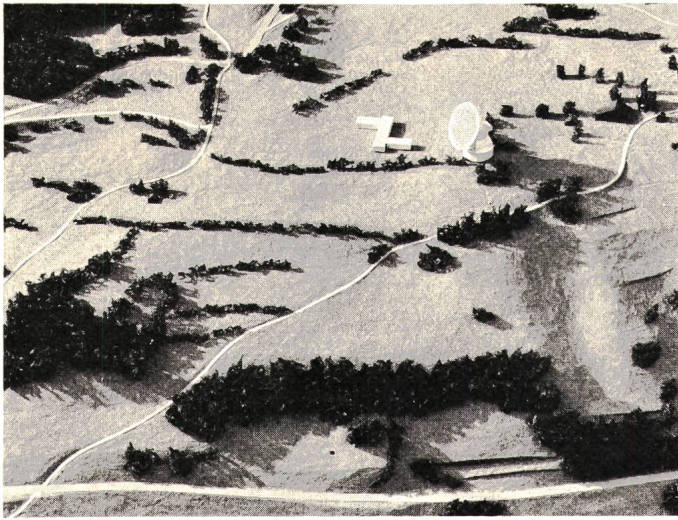


Fig. 8
Modellaufnahme des Stationsgeländes mit der ersten Antenne
in Richtung Atlantik

Hälfte dieses Jahrzehntes wird voraussichtlich eine zweite Antenne mit einem INTELSAT V-Satelliten im Atlantik arbeiten und die erste Antenne den Verkehr in Richtung Osten, wo IS IV noch einige Zeit im Einsatz bleiben wird, aufgenommen haben (Fig. 9).

Bei der Wahl der Antennenkonstruktion wurde der «Kingpost»-Antenne mit festem Sockel und Lagerzapfen für horizontale Schwenkung (Fig. 10) trotz ihres höheren Preises der Vorzug gegeben. Das andere gebräuchliche System, die «wheel and track»-Antenne (Fig. 11), bei der sich der Sockel auf einer Kreisschiene dreht, ist empfindlich auf Korrosion

und Schnee- und Eisansammlungen, die auf etwa 1000 m ü. M. zu erwarten sind. Zudem ist der kleinere Durchmesser des festen Sockels auch ästhetisch im Sinne eines bestmöglichen Landschaftsschutzes besser.

Eine weitere grundsätzliche Entscheidung betraf die Wahl der Senderöhren. Auf 6 GHz bieten sich heute zwei Typen an, die Wanderfeldröhre und das Klystron. Obschon das Klystron billiger ist, einen doppelt so hohen Wirkungsgrad besitzt und an die Hochspannungsversorgung geringere Stabilitätsanforderungen stellt, musste die Wanderwellenröhre vorgezogen werden, weil sie mit ihrer grossen Bandbreite über die ganzen 500 MHz Mehrträgerverstärkung erlaubt und bei Frequenzwechsel und Umschaltungen auf einen Reserve-sender ($n + 1$ Redundanz) keine Abstimmungsprobleme bietet. Noch sind im rasch wachsenden INTELSAT-Netz relativ häufig Trägerumdispositionen vorzunehmen, die betrieblich möglichst einfach und damit auch sicher gestaltet werden müssen.

5. Weitere Entwicklung

INTELSAT hat für die nächste Satellitengeneration IS V bereits mehrere Konzeptionsstudien bei der einschlägigen Industrie in Auftrag gegeben. Um die Anzahl Flugkörper für eine Verkehrsregion möglichst niedrig zu halten, wird eine Erhöhung der Satellitenkapazität auf das 5- bis 10fache derjenigen von IS IV notwendig.

Die administrative Radiokonferenz der internationalen Fernmeldeunion legte 1971 weitere Frequenzbänder für die Benützung durch Satellitendienste fest, nämlich je ein Band von 500 MHz Breite auf- und abwärts bei 11/14 GHz sowie je ein solches von 3500 MHz bei 20/30 GHz. Abgesehen davon, dass auf diesen Frequenzen mit einer erhöhten Aus-

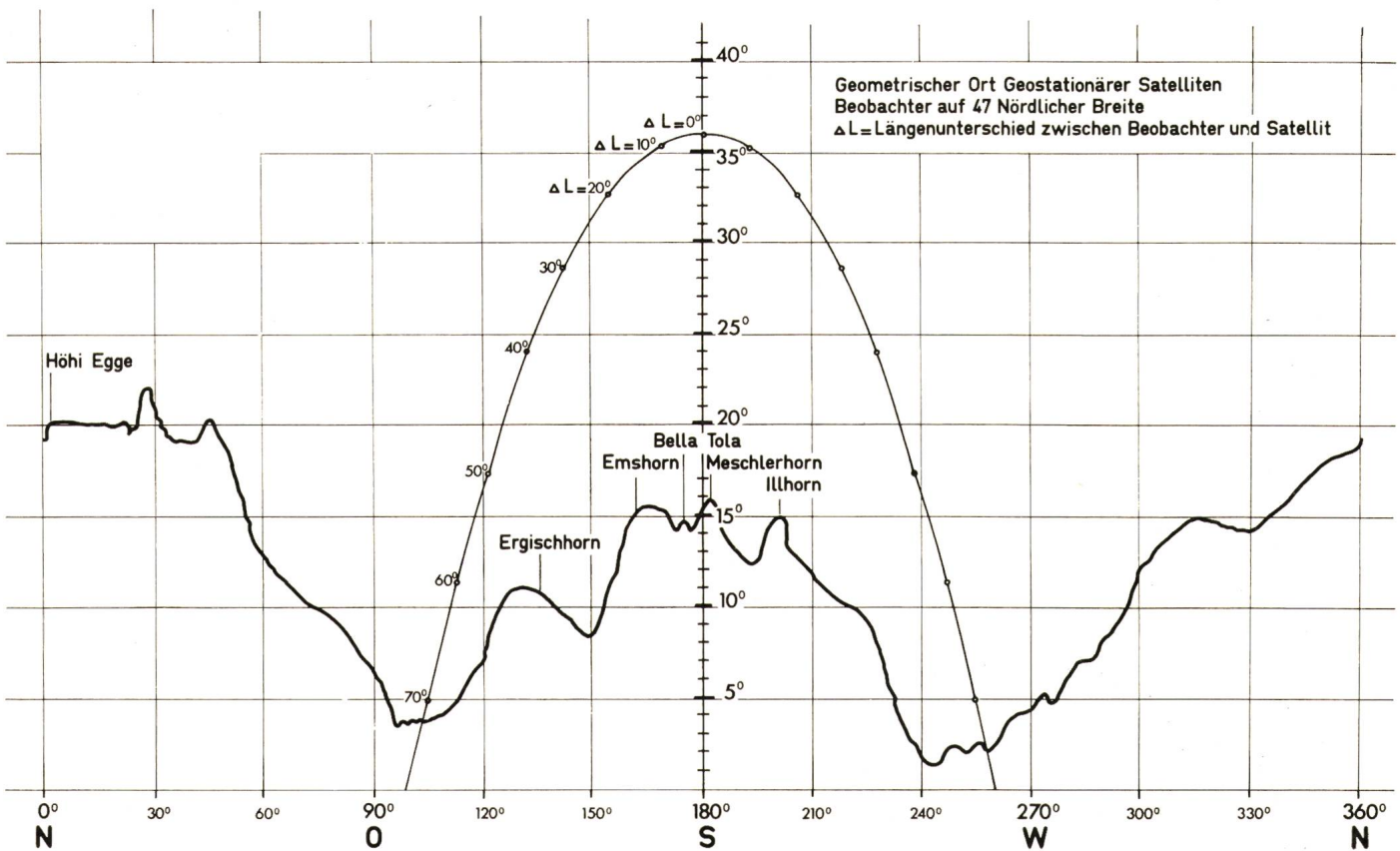


Fig. 7
Horizontdiagramm und Positionsbogen geostationärer Erdsatelliten für die Bodenstation in Leuk-Brentjong



Fig. 9
Modellaufnahme des Stationsgeländes mit 2 Antennen für den Verkehr nach Westen und Osten

breitungs-dämpfung durch die Atmosphäre zu rechnen ist, bedingen neue Frequenzbänder auch den Bau neuer Antennen auf der Erde. Es liegt deshalb nahe, für IS V vorerst alle verfügbaren technischen Mittel einzusetzen, um die heute verwendeten 4/6-GHz-Bänder maximal auszunützen.

Der Bandbreitebedarf pro Sprechkreis kann primär durch eine weitere Erhöhung der Strahlungsleistung des Satelliten reduziert werden. Hierfür ist eine noch engere Bündelung der «spot beams» möglich, die andererseits eine sehr präzise Ausrichtung der Sendeantennen bedingt. Hierzu genügt die Drallstabilisierung der heute verwendeten Satelliten jedoch nicht mehr und es muss wahrscheinlich auf eine 3-Achsen-Stabilisierung durch eingebaute Kreiselräder übergegangen werden. Solche Satelliten wurden von der NASA bereits gebaut und im ATS-Programm (*Advanced Technology Satellites*) erprobt.

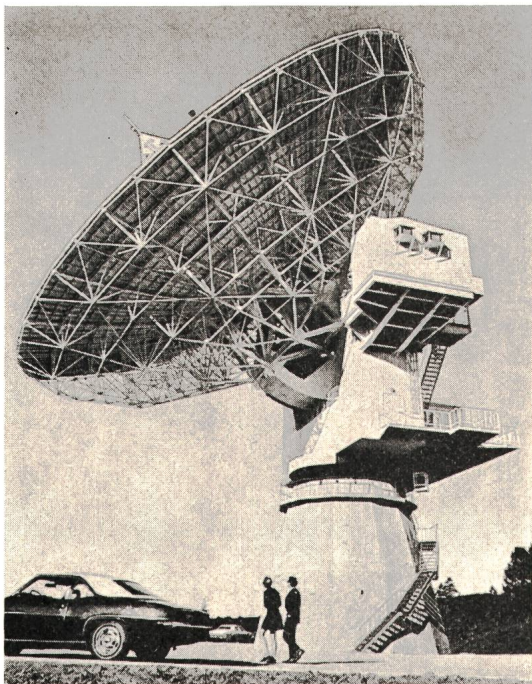


Fig. 10
Typische «Kingpost»-Antenne (Neuseeland)

Ein solcher in seinen drei Achsen im Raum fixierter Satellit trägt seine Sonnenzellen auf grossflächigen Paddeln, die dauernd auf die Sonne ausgerichtet sind. Bei gleicher Zahl Zellen kann die elektrische Leistung gegenüber deren Anordnung auf dem Mantel eines drehenden Satelliten etwa verdreifacht werden, was auch eine entsprechende Erhöhung der Sendeleistung erlaubt.

Die Verwendung scharf bündelnder Sendeantennen ermöglicht auch eine Mehrfachausnützung der Sendefrequenzen, indem dasselbe Frequenzband über getrennte Antennen in verschiedenen Richtungen andere Kanäle überträgt, wobei zur Trennung auch Polarisations-Diskriminierung eingesetzt werden kann.

Ein beachtlicher Teil der Kapazität eines Satelliten-Transponders geht dadurch verloren, dass die Wanderwellenröhre unter ihrem maximalen Wirkungsgrad arbeiten muss, um die Intermodulationsprodukte der gleichzeitig übertragenen Träger genügend tief zu halten. Wegen des Filteraufwandes kann die Zahl der Transponder nicht beliebig gesteigert werden (Gewicht, Bandbreitewerlust), zudem könnte das System nur sehr umständlich an wechselnde Ver-

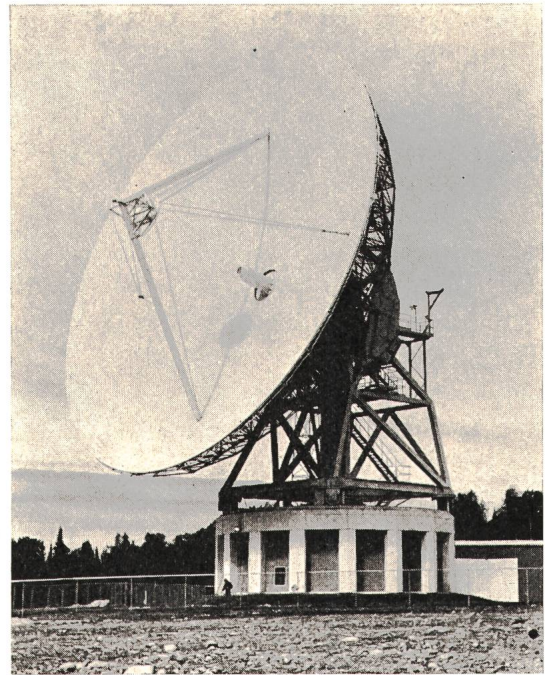


Fig. 11
Typische «Wheel and Track»-Antenne (Alaska)

kehrbelastungen angepasst werden. INTELSAT prüft deshalb, wie in Zukunft anstelle des Frequenz-Multiplex-Zuganges auf ein Zeit-Multiplex-System (TDMA: *Time division multiplex access*) übergegangen werden kann. Bei TDMA arbeiten die Bodenstationen der Reihe nach mit kurzen Puls-Code modulierten Trägerimpulsen, so dass in jedem Transponder gleichzeitig nur ein Träger vorhanden ist. Berechnungen ergaben, dass ein TDMA-System auf einem IS IV-Transponder von 36 MHz Bandbreite etwa 900 Kanäle übertragen kann gegenüber durchschnittlich 500 mit FDM/FM und Frequenzmultiplex-Zugang.

Die charakteristischen Daten von TDMA-Versuchen, die demnächst über IS IV laufen, sind die folgenden:

- a) 4-Lagen PSK mit kohärenter Demodulation;
- b) Bitrate um 60 Mbit/s;
- c) TDMA Rahmenperiode 750 μ s, d. h. 6 PCM Rahmen bei normaler 8 kHz Kanal-Abtastrate.

Das Hauptproblem von TDMA ist die präzise Synchronisierung der Stationen, besonders wenn durch die Verwendung von «spot beams» das eigene Sendesignal nicht empfangen werden kann.

Die integrale Einführung von PCM über Satelliten wird auf lange Sicht auch erst eine optimale Ausnutzung der präzise gerichteten Trägerbündel erlauben, indem die starre

Adressierung mit der Sendefrequenz der Bodenstation durch ein PCM-Vermittlungssystem an Bord des Satelliten ersetzt werden kann. Zukünftige Fernmeldesatelliten werden deshalb nicht mehr nur Richtstrahl-Relaisstationen, sondern komplexe Nachrichten-Vermittlungseinrichtungen im Welt- raum darstellen.

Adresse des Autors:

Hansruedi Probst, dipl. El.-Ingenieur ETH, Chef der Radio- und Fernseh- abteilung der GD-PTT, Speichergasse 6, 3000 Bern 33.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzungen des SC 17A und des CE 73 vom 11. bis 14. September 1972 in Stockholm

SC 17A, Appareillage à haute tension

Das SC 17A tagte unter dem Vorsitz seines neuen Präsidenten M. Pouard (Frankreich) vom 11. bis 13. September 1972 in Stockholm. Über 50 Delegierte aus insgesamt 20 Ländern nahmen an den Verhandlungen teil. Im Mittelpunkt der Diskussionen standen die Dokumente *17A(Secrétariat)119A*, Disjoncteurs à courant alternatif, nouvelles spécifications d'essais diélectriques, und *17A(Secrétariat)122A*, Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif, nouvelles spécifications des essais diélectriques. Man schloss sich dabei weitgehend den vom CE 28 in der Publikation 71, fünfte Ausgabe, niedergelegten neuen Isolations-Nennwerten bzw. Prüfspannungen an, wobei nun unter anderem für die Nennspannungen von 300 kV (245 kV) und darüber die bisher übliche Wechselfeldspannungs-Typenprüfung im wesentlichen durch Schaltspannungsprüfungen ersetzt wird. Diese Beschlüsse wurden indessen gegen den Widerstand einer erheblichen Minderheit (darunter die Schweiz) gefasst. Dasselbe gilt insbesondere auch für die neuen über den offenen Schalterpol bzw. Trennerpol eingeführten Halte- und Prüfspannungen, die nun ungefähr den Vorschlägen der beiden obenerwähnten Sekretariats-Dokumente, zum Teil in abgeschwächter Form, entsprechen. Man beschloss, das Resultat der lebhaften und kontradiktorischen Diskussion dem CE 28 der CEI zu übermitteln, und bat auch die einzelnen Delegierten des SC 17A, ihr entsprechendes nationales Gremium für das CE 28 sinngemäss zu orientieren. Die Dokumente *17A(Secrétariat)119A* und *122A* sollen nun von der Arbeitsgruppe 8 überarbeitet, und das erstere dann wenn möglich im beschleunigten Verfahren von der CEI herausgegeben werden, während das letztere als nochmaliges Sekretariatspapier an der nächsten Tagung des SC 17A diskutiert werden soll. Ein anderes Dokument *17A(Secrétariat)121*, Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre, welches die Revision de Publikation 129 betrifft, wurde im Detail durchberaten und mit zahlreichen Änderungen zur Verteilung unter der 6-Monats-Regel vorgeschlagen. Dabei werden die Artikel, welche die dielektrischen Prüfungen betreffen, vorläufig gestrichen; diese werden später separat mitgeteilt.

Über weitere Dokumente, die wegen Zeitmangels nicht oder nur kurz diskutiert werden konnten, wurde wie folgt entschieden: *17A(Secrétariat)118*, Normalisation dimensionnelle des bornes en aluminium du matériel à haute tension: neues Sekretariatsdokument erstellen; *17A(Secrétariat)120*, Méthodes de détermination des formes d'onde de la tension de rétablissement transitoire présumée: Dokument unter 6-Monats-Regel aufstellen; *17A(Secrétariat)124*, Etablissement et coupure de petits courants inductifs: Diskussion auf nächste Sitzung verschoben. Die nächste dreitägige Sitzung wurde auf September 1973 in Frankreich festgelegt.

P. Baltensperger

CE 73, Courants de court-circuit et leurs effets thermiques et mécaniques

Das vor kurzem gegründete Comité d'Etudes No 73 der CEI, Courants de court-circuit et leurs effets thermiques et mécaniques, tagte am 13. und 14. September 1972 in Stockholm. Anstelle seines verstorbenen Präsidenten A. Hochrainer leitete O. S. Johansen (Schweden) ad interim die Diskussionen, an welchen über 20 Delegierte aus 12 Ländern teilnahmen. Der Grund für die Aufstellung eines solchen Komitees war die Tatsache, dass in USA und Deutschland schon entsprechende Länderregeln bestehen, die in wesentlichen Punkten voneinander abweichen. Überdies haben einige andere Länder schon mit ähnlichen Studien begonnen. Es schien daher angezeigt, auf diesem Gebiet eine weltweite Einheitlichkeit anzustreben. Der Arbeitsbereich des CE 73 wurde wie folgt vereinbart:

«Aufstellung von internationalen Empfehlungen für standardisierte Methoden zur Berechnung von Kurzschlußströmen und der damit verbundenen thermischen und mechanischen Auswirkungen.»

Dabei sollen bis auf weiteres 2 getrennte Spannungsbereiche behandelt werden, nämlich einerseits bis und mit 1000 V und andererseits über 1 kV bis 40 kV. Besondere Aufmerksamkeit soll darauf verwendet werden, Kollisionen mit den Arbeitsgebieten anderer Komitees, wie z. B. 17A, B, C, D zu vermeiden. Man sah die Aufstellung von zwei Arbeitsgruppen vor, welchen folgende Teilgebiete übertragen wurden:

Arbeitsgruppe 1, Berechnung der Kurzschlußströme (Sekretariat Deutschland), und

Arbeitsgruppe 2, Erwärmung stromführender Teile und diesbezügliche Auswirkungen sowie Untersuchung elektromagnetischer Kräfte und ihrer Auswirkungen (Sekretariat Norwegen).

Man wird die zuständigen Stellen der einzelnen Länder offiziell einladen, allfällige Mitglieder für die Arbeitsgruppen 1 und 2 vorzuschlagen. Weitere Teilprobleme eines im Dokument *73(Secrétariat)1* vorgeschlagenen Programmes wurden vorläufig zurückgestellt. Ein Dokument *73(Secrétariat)2*, Courants de court-circuit dans des systèmes à basse tension alimentés par des transformateurs, wurde diskutiert und mit den eingegangenen Kommentaren an die beiden Arbeitsgruppen gewiesen. Für die Schweiz stellt sich die Frage, ob ein dem CE 73 entsprechendes Fachkollegium 73 aufgestellt werden soll. Es leuchtet ein, dass die Schweiz von dieser Angelegenheit mitbetroffen ist und grundsätzlich nicht abseits stehen kann, und nach üblicher Praxis früher oder später die zu erwartenden CEI-Empfehlungen anerkennen wird. Andererseits scheint die Bildung eines FK 73 nicht dringlich zu sein, da ein solches Kollegium vorerst kaum Aufgaben zu lösen hätte. Man kann einen diesbezüglichen Entscheid hinausschieben und zunächst die weitere Entwicklung abwarten.

P. Baltensperger