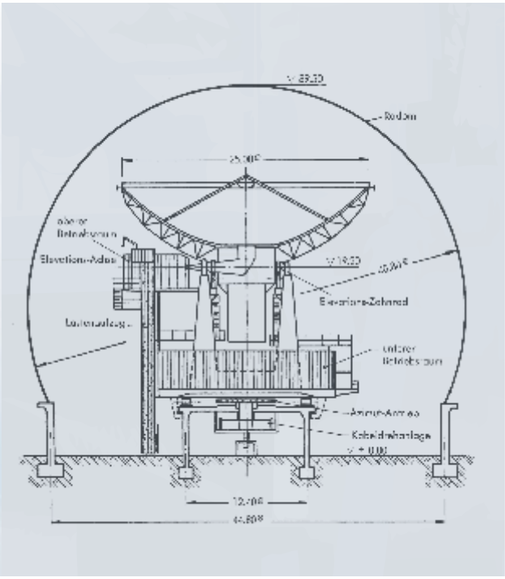
1965-2015

Jubiläumsschrift



50 Jahre Satellitenfunk
über dieErdfunkstelle Raisting

Förderverein Industriedenkmal Radom Raisting e.V.

Förderverein Industriedenkmal Radom Raisting e.V.

Förderverein Industriedenkmal Radom Raisting e.V.

Impressum

Förderverein Industriedenkmal Radom Raisting e.V.
www.radom-raisting.de
vorstand@radom-raisting.de

Alle Rechte bei den Autoren
August 2015 / 2. überarbeitete Auflage 2019

Bearbeitung:
Dr. Sabine Vetter
Otfried Werking
Hannes Schmidbauer

Layout & Gestaltung:
Astrid Schreiber
sax design

Foto-Nachweis:
Titelfoto, Luftbild Erdfunkstelle: Joseph Beck
Rückseite außen, Antennenaufbau: Deutsche Bundespost, 1972
Rückseite außen, Storch auf Antenne: Joseph Beck, Graphik von Robert Uhlitzsch
Rückseite innen, 40 Jahre Erdfunkstelle Raisting, Joseph Beck

Inhalt

Einleitung

Wolfgang Köthmann 1 - 8
Das Radom Raisting als Glied einer transkontinentalen Nachrichtenübertragungsstrecke

Manfred Schönfeld 9 - 13
In Raisting begann für Deutschland die Telekommunikation via Satellit

Eckehart Jahreis 14 - 18
50 Jahre Satellitenkommunikation und Erdfunkstelle

Otfried Werking 19 - 24
Wer - Wie - Was?
Zuständigkeiten und Betrieb im Satellitenfunk der Erdfunkstelle Raisting

Talia 25
6 Jahre Talia in Raisting

Besuch vom Königspaar aus Thailand 25

EMC 26 - 27
10 Jahre EMC in Raisting

Albert Tafertshofer 28 - 29
Raisting und sein Radom

Zeitzeugen berichten 30 - 32

Der Radom Förderverein 33

50 Jahre Satellitenfunk über Erdfunkstelle Raisting

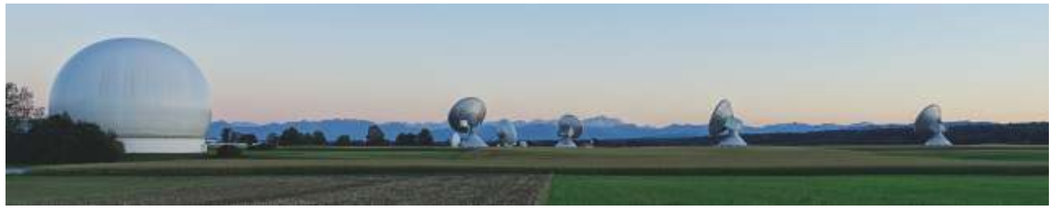
Seit fünf Jahrzehnten ist die Erdfunkstelle ein bedeutender Teil der weltweiten Kommunikation und damit auch der Technikgeschichte. Und natürlich wandelte sich die Gemeinde Raisting im Laufe der Jahre mit Bau und Betrieb der Antennen, mit dem Zuzug der Ingenieure und Techniker sowie mit den vielen tausend Besuchern, die aus wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Interessen kamen. Politiker wie Firmenvertreter aus der ganzen Welt haben sich hier über die Tragweite der technologischen Entwicklung auf dem Gebiet der Kommunikation informiert. Die in Raisting entwickelte und eingesetzte Satellitenfunktechnik wurde in viele Länder exportiert.

Mit der vorliegenden Jubiläumsschrift stellen wir verschiedene Aspekte der Erdfunkstelle, des Satellitenfunks und des damit verbundenen Lebens in Raisting zusammen. Ingenieure berichten aus ihren persönlichen Perspektiven über Grundlagen und Bedeutung des Satellitenfunks, aus der Sicht eines Bürgers erleben wir die Anfänge der Erdfunkstelle. Kurze Ausschnitte aus unseren Zeitzeugen-Interviews geben uns weitere Einblicke.

Und auch die EMC feiert ein Jubiläum.
Vor zehn Jahren hat sich die Firma Emerging Markets Communications in der Erdfunkstelle niedergelassen, betreibt die Antennen und ist seitdem ein wesentlicher Partner der Gemeinde.
Die EMC stellt ihre Arbeit mit einem eigenen Beitrag vor.

Förderverein Industriedenkmal Radom Raisting e.V.
September 2015 / 2. korrigierte Auflage 2019

RADOM
Förderverein Industriedenkmal Radom Raisting e.V.



Das Radom Raisting als Glied einer transkontinentalen Nachrichtenübertragungsstrecke

Erste Begegnung mit der Anlage

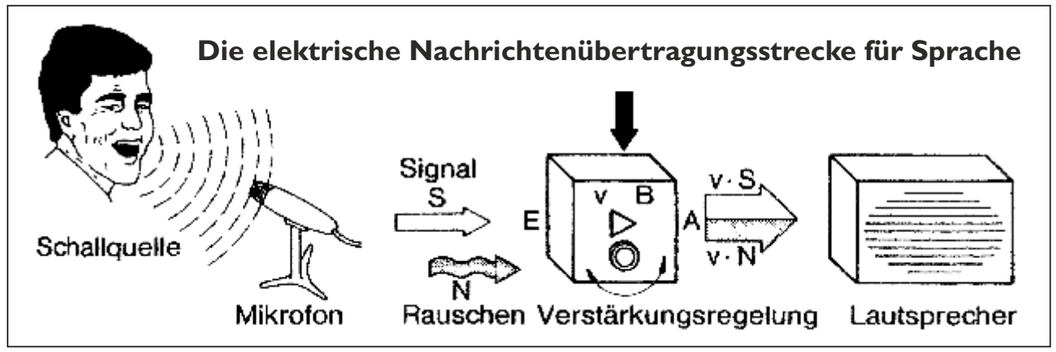
Das Foto auf der Frontseite dieser Schrift zeigt die Tiefebene südlich des Ammersees im Landkreis Weilheim-Schongau. Am oberen Ende sieht man das Ufer des Ammersees, in der Bildmitte liegt der Ort Raisting und rechts im Vordergrund fällt der Blick auf die erste Antenne der Satelliten-Erdfunkstelle der Bundesrepublik Deutschland unter einer hell leuchtenden Kunststoffhülle. Von einem Vorraum im Sockel des Gebäudes aus bekommt man durch ein Fenster einen ersten Eindruck von der großen Parabolantenne für transkontinentale Übertragungen von Telefon- und Fernsehverbindungen.
Den Innenraum kann man nur durch eine Luftdruckschleuse betreten, da dort ein geringer Überdruck herrscht, um die Hülle zu stabilisieren. Der Durchmesser der Parabolantenne beträgt 25 m, der Durchmesser der Kunststoffhülle etwa 49 m, der höchste Punkt der Hülle befindet sich etwas mehr als 50 m über dem Erdboden.
Beim Anblick der Gesamtanlage treten sofort einige Fragen auf: Warum muss diese Anlage so groß sein? Warum steht sie ausgerechnet hier in einer der landschaftlich reizvollsten Gegenden Oberbayerns? Wenn eine solche Antenne einen umlaufenden Satelliten - und nur solche gab es zu Beginn des Satellitenfunks - möglichst lange verfolgen können soll, warum baut man sie nicht wie andere Funkstationen auf einen möglichst hohen Berg, etwa auf die Zugspitze? Auf diese und einige andere grundsätzliche Fragen soll im Folgenden eingegangen werden.

Die Antenne 1 im Radom Raisting

Mittel und Wege der Nachrichtenübertragung

Seit es Menschen auf der Erde gibt, wollen diese miteinander kommunizieren, d.h. Nachrichten untereinander austauschen, um so ihre Überlebenschancen zu verbessern und zu sichern. Jede übermittelte Nachricht ist ein Wissenszuwachs, nach dem sich das weitere menschliche Verhalten richtet. Um Nachrichten miteinander austauschen zu können, benutzen wir im Nahbereich unsere mitgegebenen Sinne (Stimme - Ohren, Gesten - Augen). Schon mit relativ einfachen Hilfsmitteln (Hörner, Sirenen, Flaggen- und Rauchsignale, Leuchttürme u.s.w.) lassen sich auch mittlere Entfernungen ziemlich sicher überbrücken. Aber erst durch den Einsatz elektrischer Verfahren, insbesondere durch die elektromagnetischen Wellen, lassen sich große Nachrichtenmengen in kürzester Zeit über sehr große Entfernungen übertragen. Auch der terrestrische Richtfunk und der Satellitenfunk verwenden sie.

Das Prinzip der elektrischen Nachrichtenübertragung am Beispiel einer Sprachübertragung



Ein Sprecher spricht eine Nachricht aus möglichst geringer Entfernung in einen Wandler, das Mikrofon, das die akustischen Luftschwingungen der menschlichen Stimme in ein elektrisches Signal umwandelt, eine elektrische Leitung führt das Signal ab. Übertragungsverluste auf der Leitung dämpfen das Signal, es muss ab einer bestimmten Leitungslänge nachverstärkt werden. Naturbedingt erzeugt jeder Verstärker ein zusätzliches Rauschsignal, das umso stärker ist, je wärmer er selbst bzw. seine Umgebung ist (thermisches Rauschen). Am Ende der Übertragungskette steht wieder ein elektroakustischer Wandler, meist in Form eines Kopfhörers oder eines Lautsprechers, der aus dem elektrischen Signal wieder ein akustisches Signal formt und so von einem Menschen als Nachricht aufgenommen werden kann. Nach diesem Grundprinzip arbeitete auch das erste Telefon-Transatlantik-Kabel mit vielen Zwischenverstärkern, das ab 1956 Europa und Nordamerika miteinander verband. Da das 3600 km lange Kabel auf den Boden des Atlantiks versenkt war, musste es sehr betriebssicher konstruiert sein, eventuelle Reparaturen waren fast nicht möglich. Es konnte nur 36 Telefonate gleichzeitig übertragen; sie mussten lange vorangemeldet werden und waren sehr teuer.

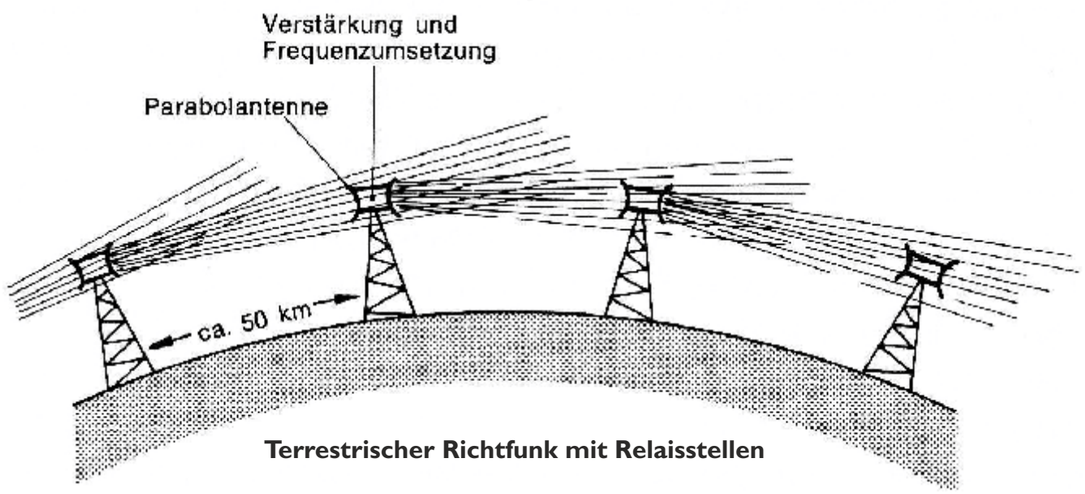
Die elektro-magnetischen Wellen als Mittel zur Nachrichtenübertragung

In den Jahren 1887/88 gelang es dem Karlsruher Physiker Heinrich Hertz, elektromagnetische Wellen im Experiment nachzuweisen. Er konnte zeigen, dass die erzeugten Wellen sich ähnlich verhielten wie Lichtwellen. Als Sender für diese Wellen benutzte er eine Hochspannungsfunkenstrecke, die er aus einer Induktionsspule speiste. Deshalb sprechen wir auch heute noch von Rundfunk, Fernsehfunk, Richtfunk, Satellitenfunk usw.; alle diese Bezeichnungen beruhen auf den Versuchen mit dem Hertz´schen Funkeninduktor. Natürlich war das so erzeugte Signal sehr unsauber, Heinrich Hertz wollte damit auch noch keine Nachrichten übertragen. Erst einige Jahre später konnte man mit Hilfe von Röhren spektral reine Sendesignale mit hoher Frequenz erzeugen, denen man elektrische Sprachsignale aufmodulieren und somit Nachrichten übertragen konnte. Man bezeichnet daher das hochfrequente Signal als Trägerwelle. Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde einer solchen Welle wird heute noch - Heinrich Hertz zu Ehren - in Hertz, Kilohertz, Megahertz, Gigahertz etc. gemessen. Da elektromagnetische Wellen sich gut in der freien Atmosphäre und sogar im Vakuum des freien Weltraumes ausbreiten können, kann man elektrische Nachrichtensignale ohne Leitungen über sehr große Distanzen übertragen. Ehe sich eine Trägerwelle jedoch im freien Raum ausbreiten kann, muss sie mit einer Antenne von einer leitungsgeführten Welle in eine Freiraumwelle transformiert werden; eine Antenne ist somit das Anpassungsglied an den freien Raum. Darüber hinaus soll sie entweder in alle Richtungen gleichmäßig abstrahlen (Rundfunk) oder aber nur in eine ganz bestimmte Richtung bündeln (Richt-, bzw. Satelliten-Funk). Am Ende der Freiraumstrecke fängt eine Antenne einen kleinen Teil des abgestrahlten Signals wieder auf und wandelt es in ein leitungsgeführtes Signal um. Da es i.A. sehr schwach ist, muss es sofort verstärkt werden, der Eingangsverstärker darf selber nur wenig rauschen, um den Nachrichteninhalt möglichst einwandfrei rekonstruieren zu können.

Heinrich Hertz,
der Entdecker der elektromagnetischen Wellen

Vom Richtfunk zum Satellitenfunk

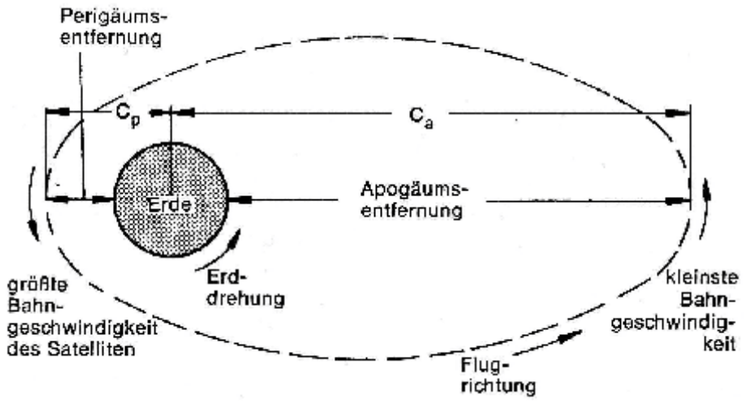
Nach dem zweiten Weltkrieg entstand auf vielen Kontinenten ein dichtes Netz von Richtfunk-Verbindungen; sie benutzen Trägerfrequenzen im Gigahertz-Bereich. Da sie sich ähnlich wie Lichtwellen annähernd geradlinig ausbreiten, müssen wegen der Erdkrümmung in bestimmten Abständen Funktürme als Relaisstationen aufgestellt werden, die auf der einen Seite Nachrichtensignale mit einer bestimmten Trägerfrequenz aufnehmen, diese auf eine andere Trägerfrequenz umsetzen und verstärkt zur nächsten Relaisstation weitersenden (siehe unten). Solche Relaisstationen folgen i. A. in einem Abstand von ca. 50 km. Zur Überbrückung dieser Strecken genügen kleine Sendeleistungen und einfache ungekühlte Empfangsverstärker.



Terrestrischer Richtfunk mit Relaisstellen

Um im Weltraum eine Richtfunk-Relaisstation in Gestalt eines um die Erde kreisenden Funk-Satelliten zu installieren, mussten z.T. völlig neue Technologien entwickelt und unter Weltraumbedingungen erprobt werden. Während in einer Bodenstation die Sendeleistung aufgrund ausreichend vorhandener Energieversorgung ziemlich frei gewählt werden kann, ließ sich im Satelliten nur eine beschränkte Sendeleistung für die Funkstrecke zur Erde installieren, sie lag bei den ersten Satelliten im Bereich von nur wenigen Watt; für die Stromversorgung im Satelliten wurden Sonnenkollektoren eingesetzt.

Die damaligen Transportraketen, die den Satelliten auf seine Umlaufbahn bringen sollten, reichten nur bis zu einer Höhe von etwa 200 km. Die Satelliten konnten daher nur auf einer elliptischen Bahn um die Erde fliegen, auf der sie von einer Bodenstation aus mit einer nachführbaren Antenne verfolgt werden müssen.



Bahn asynchron umlaufender Satelliten

Signale konnten so immer nur über eine beschränkte Zeit übertragen werden. Erst als in den folgenden Jahren die Transportraketen größere Höhen erreichen konnten, gelang es, Satelliten auf eine Bahn zu bringen, auf der sie mit der Erddrehung synchron umlaufen, sie behalten so gegenüber einem Bezugspunkt auf der Erde ihre Position bei, sogenannte „geostationäre Satelliten".

Grenzen und Probleme

Es ist unmittelbar zu erkennen, dass das auf der Erde ankommende Signal äußerst schwach und fast nicht mehr zu registrieren ist. (Zum Vergleich: Eine auf dem Stuttgarter Fernsehturm installierte 100 Watt-Lampe ist mit bloßem Auge auf dem Münchner Olympiaturm, also in ca. 200 km Entfernung, selbst ohne Erdkrümmung nicht mehr zu erkennen.)
Um noch brauchbare Verbindungen aufbauen zu können, muss eine Antenne eine sehr große Auffangfläche haben, damit sie möglichst viel Signalleistung aus dem einfallenden Funkstrahl aufnehmen kann; ihre Größe wird begrenzt durch mechanische Probleme, die wegen der nötigen exakten Nachführung der Antenne entstehen, insbesondere bei hohen Wind- und Schneelasten. Deswegen und um die Antenne vor Korrosionen zu schützen, wurde die gesamte Anlage unter einer aufblasbaren Schutzhülle aufgebaut, in der sich die Antenne in allen Richtungen frei bewegen konnte. Im Winter musste man den Innenraum beheizen, so dass Schnee auf der Hülle auftauen und abrutschen konnte. Als Hüllenmaterial diente eine 1,8 mm starke Kunststofffolie, die das einfallende Signal kaum schwächte und nur wenig Eigenrauschen erzeugte. Wegen der geringen Signalleistung aus dem Weltraum musste der Eingangsverstärker unmittelbar am Antennenfuß angebracht werden. Auch er durfte selber nur wenig rauschen und musste folglich extrem abgekühlt werden. Dies gelang mit einer besonderen Kühleinrichtung, die die Temperatur von flüssigem Helium bis dicht vor den absoluten Nullpunkt am Verstärker absenkte (-269° C).

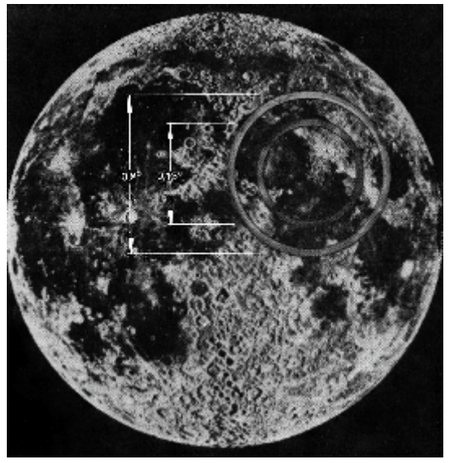
Der Satellit als Relaisstation

Ein Fernmeldesatellit ist eine im Weltraum positionierte Relaisstation auf einer Richtfunkstrecke zwischen zwei Kontinenten. Sein Standort und sein Bahnverlauf müssen bekannt sein, damit er von der Bodenantenne sicher und unterbrechungsfrei verfolgt werden kann. An seine Betriebssicherheit sind besonders scharfe Anforderungen zu stellen, da im Störungsfall keine Reparatur möglich ist.
In der Reihe der im Laufe der Jahre eingesetzten Satelliten war der Intelsat III aus dem Jahre 1968 besonders interessant (rechts). Er übertrug das Fernsehsignal von der amerikanischen Mondlandung 1969 zur Raistinger Erdfunkstelle.
Dieser Satellit hat einen zylinderförmigen Körper mit einem Durchmesser von 1,4 m und einer Höhe von 1 m. Der Zylinderumfang ist vollständig mit einer Photovoltaik-Anlage belegt, die den nötigen Betriebsstrom liefert. Er wurde kurz vor seinem Ausstoß aus der Trägerrakete in Rotation mit hoher Drehzahl versetzt, seine Lage im Weltraum wird durch die so erzeugte Kreiselwirkung besonders stabilisiert. Da im freien Weltraum keine Reibungseinwirkungen auftreten, rotiert dieser Satellit auf seiner Position im Weltraum vermutlich noch heute. Auf einer Zylindergrundfläche ist eine spezielle Hornstrahlantenne montiert, deren Öffnung stets auf die Erde ausgerichtet ist. Dazu muss sie mit einem internen Elektromotor mit gleicher Drehzahl wie der Hauptkörper, aber in entgegengesetzter Richtung, gedreht werden.

Das Modell des Satelliten Intelsat III

Die Funktion der Bodenstation

Wie der Satellit so ist auch die Bodenstation eine Relaisstation im transkontinentalen Richtfunk. Die Unterschiede zur terrestrischen Richtfunkstation sind zum einen die relativ großen Abmessungen der Antenne, zum anderen der extrem hohe Signalpegel-Unterschied am Fußpunkt der Antenne für Senden und Empfang. Zur Trennung beider Signalrichtungen sind sowohl zwei verschiedene Trägerfrequenzen als auch spezielle Einspeisungs- und Auskopplungsvorrichtungen vorgesehen. Die Sende- und Empfangswellen laufen über die große Parabolantenne, die einem Besucher beim Betreten der Anlage sofort ins Auge fällt. Sie funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie ein Autoscheinwerfer. Wellen, die von einer Punktquelle kommen und daher eine kugelförmige Wellenfront haben, bekommen nach der Reflektion an der Parabolfläche eine ebene Wellenfront, dies bewirkt eine starke Bündelung der Wellen in die Richtung der Antennenhauptachse. Einen Eindruck von der starken Bündelung der Raistinger Antenne bekommt man, wenn man sieht, welche Flächen auf dem Mond von dem Antennenstrahl beleuchtet würden, wenn man die Antenne auf den Mond richten würde.



Von der Radom-Antenne beleuchteter Mond

Standortfragen für die Bodenstation

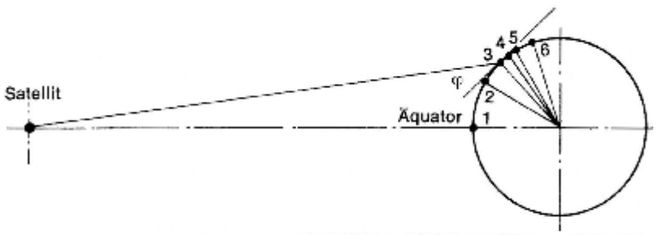
Die funktechnischen Bedingungen zu Beginn der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts ließen einen Standort in der Raistinger Wanne südlich des Ammersees als besonders günstig erscheinen. Mehrere Gründe waren dafür maßgebend:

Die äußerst schwachen Empfangssignale vom Satelliten mussten sich gegenüber Störungen aus verschiedenen Quellen deutlich abheben, ein unvermeidlicher Rauschbeitrag entsteht in der uns umgebenden Lufthülle. Dieser ist relativ schwach im Frequenzbereich des terrestrischen Richtfunks, weshalb dieser Bereich auch für den Satellitenfunk ausgewählt wurde. Der Beitrag ist auch schwach, wenn die Funkstrecke senkrecht durch die Erdatmosphäre nach oben gerichtet ist; er steigt aber deutlich an, wenn die Funkrichtung flach am Horizont verläuft.

Wie die Grafik oben zeigt, wird der Erhebungswinkel zum Satelliten, die Elevation, für die Antenne umso größer, je dichter der Standort am Äquator liegt, da die Satelliten auf einer Äquatorialebene umlaufen. So wäre beispielsweise ein Standort am Nordkap sehr ungünstig, da der maximale Erhebungswinkel nicht über ca. 10 Grad hinauskommt, ein Standort am Äquator, z.B. bei Mogadischu, wäre besonders vorteilhaft. Für Deutschland musste man daher einen Standort möglichst dicht vor der südlichen Landesgrenze wählen.

Neben dem Rauschen aus natürlichen Quellen kommen Störungen, die von menschlichen Aktivitäten ausgehen, z.B. terrestrische Richtfunkstrecken im gleichen Frequenzband oder zivile und/oder militärische Radaraktivitäten.

Maximale Antennenerhebungswinkel für verschiedene Orte auf der nördlichen Erdhalbkugel

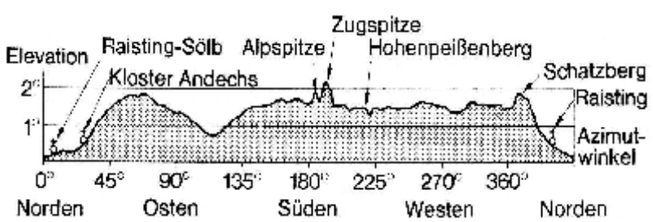


Nr.	Ort	Breitengrad	Elevationswinkel φ
1	Äquator	0°	90°
2	Kairo	31,3°	53,54°
3	Raisting	47,9°	34,98°
4	Kiel	54,5°	27,81°
5	Stockholm	59,2°	22,78°
6	Nordkap	71,5°	9,93°

Würde man die Bodenstation auf einen hohen Berg, wie z.B. die Zugspitze, setzen, um einen Satelliten möglichst lange bis in tiefe Lagen auf seiner Umlaufbahn verfolgen zu können, käme man bei niedrigen Erhebungswinkeln der Antenne bald in einen Bereich sehr hoher Störpegel, die einen brauchbaren Funkverkehr unmöglich machen.

Folglich musste der Standort am Boden einer geographischen Schüssel liegen, so dass schlimmstenfalls vom „Schüsselrand“ aus mit Störungen zu rechnen ist. Die Grafik unten zeigt den Verlauf des Erhebungswinkels am Geländerand über 360° im Azimut, vom Standort der Erdfunkstelle aus gesehen.

Erhebungswinkel des Horizontes rings um die Erdfunkstelle Raisting



Der höchste Erhebungswinkel in Richtung Zugspitze beträgt nur ca. 2°, für alle anderen Richtungen ist der Geländerand niedriger, so dass die verfügbare Verbindungszeit zum Satelliten um nur 0,5 bis 1 Prozent eingeschränkt wird.

Bei Elevationen in Bodennähe müsste der Funkstrahl außerdem sehr lange Luftstrecken durchlaufen, ehe er in den freien Weltraum austreten kann. Neben der dadurch erhöhten Signaldämpfung kann der Funkstrahl bei hoher Luftfeuchtigkeit (Regen- oder Schneewolken) abgelenkt werden und so neben dem Satelliten vorbeilaufen, was mit einer Antennennachführung nicht korrigiert werden kann. Alle diese Gesichtspunkte sprechen für einen Standort der Anlage am Boden einer geographischen Schüssel.

Einen weiteren Gesichtspunkt für die Standortwahl bildet die Anlage selbst. Die gesamte Antennenanlage hat bei einem Durchmesser von 25 m ein Gewicht von 280 Tonnen und soll einem Satelliten mit einer Winkelgenauigkeit von 0,1° folgen. Das heißt, dass der Grund, auf dem die Bodenstation aufgebaut werden soll, nicht nachgeben darf und dass in diesem Gebiet keine Erdbeben befürchtet werden müssen. Auch hierfür zeigte sich die oberbayerische Schotterebene als besonders günstig.

Das mit großem technischen Aufwand gewonnene Signal aus dem Weltraum sollte aus der Raistinger Wanne in das schon bestehende terrestrische Richtfunknetz eingespeist werden. Anfänglich wurde es über eine spezielle Richtfunkstrecke von der Bodenstation aus mit freier Sicht zu einer Relaisstation auf der Zugspitze und von dort nach Norden über den erwähnten Schüsselrand hinweg in Richtung München gesandt. Aber schon bald wurde eine eigene Richtfunkstrecke von der Bodenstation zum Richtfunkturm bei Schöngeising/Fürstenfeldbruck eingerichtet.

Das Radom arbeitete ab 1965 ohne nennenswerte Störungen. Mit ihm konnten mehrere tausend Telefongespräche und 2 Fernsehprogramme gleichzeitig übertragen werden. So wurde auch das Fernsehsignal von der amerikanischen Mondlandung 1969 mit dieser Anlage aufgefangen und im europäischen Richtfunknetz verteilt. Wegen der damaligen politischen Spannungen war auch ein Fernschreibkanal für eine dauernde Verbindung zwischen Washington und Moskau reserviert.

Das Radom heute

Eine angestrebte Kapazitätserweiterung scheiterte an den Eigenschaften der damaligen Kunststoffhülle, sie hatte ohnehin nur eine garantierte Lebensdauer von 7 Jahren und drohte aufzureißen. In der Zwischenzeit wurden für die weiteren Bodenstationen in der Raistinger Tiefebene neuere technische Lösungen gefunden, die einen Betrieb ohne Kunststoffhülle ermöglichen, das Raistinger Radom wurde 1985 abgeschaltet. Da man aber die ganze Anlage als einmaliges Industrie- und Kulturdenkmal des 20. Jahrhunderts erhalten wollte, wurde sie im Jahre 2010 von Grund auf saniert. In einer spektakulären Aktion wurde die alte Hülle durch eine neue, lichtteildurchlässige Hülle ersetzt. Besonderes Augenmerk wurde auf einen niedrigen Energiebedarf für diejenigen Einrichtungen gelegt, die auch heute noch für die Anlage erforderlich sind, z.B. die Luftkompressoren und die Heizanlagen für den Winter. Die Antenne ist jetzt mit modernen Bauelementen ausgerüstet. Sie wird immer wieder in Betrieb genommen, z. B. für Forschungszwecke.

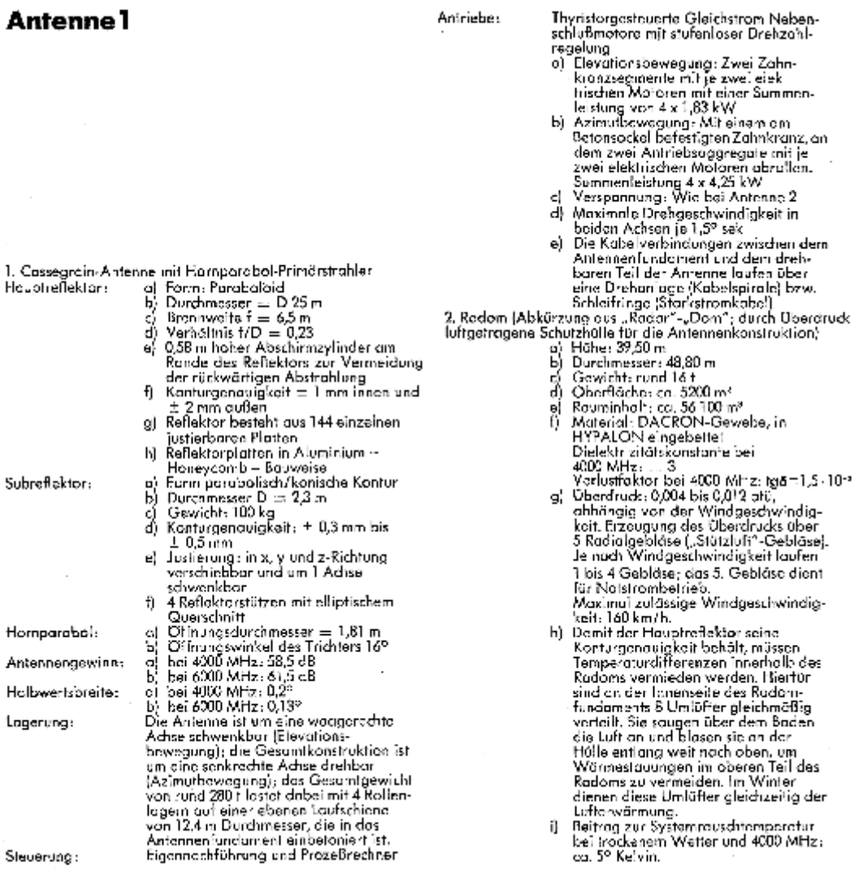
Die weitere Entwicklung in der Nachrichtentechnik

Elektrische Nachrichtensignale werden heute, ehe sie auf eine Übertragungsstrecke geschickt werden, digitalisiert. Das heißt, kontinuierlich durchlaufende analoge Signale werden in einem festgelegten Raster abgetastet und diese Signal-“Proben“ in digitale Zahlenwerte mit definierten Spannungszuständen umgewandelt. In dieser Form sind sie weitaus weniger störanfällig und können auf der Übertragungsstrecke rechentechnisch gesichert oder verschlüsselt werden. Erst am Ende der Übertragungsstrecke werden die Zahlenwerte wieder entschlüsselt und in ein zusammenhängendes analoges Signal zurückverwandelt; die Übertragungsqualität ist so deutlich besser.

Übertragungsstrecken mit Kupferleitungen oder auch mit Mikrowellen bieten nur eine begrenzte Übertragungskapazität, hingegen bietet die Lichtwellen-Fasertechnik bedeutend höhere Übertra-

gungskapazitäten. Dazu muss das elektrische Signal, sei es analog oder digital, mit einem weiteren Wandler in Lichtsignale umgesetzt und am Ende des Kabels wieder in ein elektrisches Signal zurückgewandelt werden. Auf den Böden der Weltmeere liegen heute schon viele solcher Lichtwellenleiter-Kabel. Sie haben die Anzahl gleichzeitig funktionierender Verbindungen in einem nicht erwarteten Ausmaß erhöht und tragen so zu einer immer größeren Vernetzung unseres Globus bei, so z.B. für das Internet. Ihre große Übertragungskapazität hat dem Satellitenfunk den Rang abgelaufen, lediglich durch Lichtwellenleiter-Kabel nicht erschlossene Gebiete (z.B. Wüsten) und mobile Verbindungen (z.B. TV-Reportagen, Funkverbindungen von und zu Seeschiffen) sind heute noch auf den Satellitenfunk angewiesen. Die offenen Antennenanlagen neben dem Raistinger Radom dienen dazu. Satelliten senden heute mit sehr viel höherer Leistung und bewegen sich auf geostationären Umlaufbahnen. Sie strahlen Rundfunk- und Fernsehprogramme hoher Güte aus, die mit wesentlich kleineren Parabolantennen ohne Nachführung auf Dächern und Balkonen aufgefangen werden können.

Verglichen mit den kulturellen Leistungen früherer Generationen (Urbarmachung von Landschaften, Aufbau von Verkehrsnetzen, Sakralbauten usw.) kann auch die erste deutsche Satelliten-Erdfunkstelle, das „Raistinger Radom", als ein bedeutendes kulturelles Denkmal des 20. Jahrhunderts, des „technischen", angesehen werden.



Antenne 1

1. Cassegrain-Antenne mit Hornparabol-Primärstrahler

Hauptreflektor:
a) Form: Paraboloid
b) Durchmesser = D 25 m
c) Brennweite f = 6,5 m
d) Verhältnis f/D = 0,23
e) 0,58 m hoher Abschirmzylinder am Rande des Reflektors zur Vermeidung der rückwärtigen Abstrahlung
f) Konturgenauigkeit = 1 mm innen und ± 2 mm außen
g) Reflektor besteht aus 144 einzelnen justierbaren Platten
h) Reflektorplatten in Aluminium – Honeycomb – Bauweise

Subreflektor:
a) Form parabolisch/konische Kontur
b) Durchmesser D = 2,3 m
c) Gewicht: 100 kg
d) Konturgenauigkeit: + 0,3 mm bis ± 0,5 mm
e) Justierung: in x, y und z-Richtung verschiebbar und um 1 Achse schwenkbar
f) 4 Reflektorstützen mit elliptischem Querschnitt

Hornparabol:
a) Öffnungsdurchmesser = 1,81 m
b) Öffnungswinkel des Trichters 16°

Antennengewinn:
a) bei 4000 MHz: 58,5 dB
b) bei 6000 MHz: 61,5 dB

Halbwertsbreite:
a) bei 4000 MHz: 0,2°
b) bei 6000 MHz: 0,13°

Lagerung: Die Antenne ist um eine waagerechte Achse schwenkbar (Elevationsbewegung); die Gesamtkonstruktion ist um eine senkrechte Achse drehbar (Azimutbewegung); das Gesamtgewicht von rund 280 t lastet dabei mit 4 Rollenlagern auf einer ebenen Laufschiene von 12,4 m Durchmesser, die in das Antennenfundament einbetoniert ist.

Steuerung: Eigennachführung und Prozeßrechner

Antriebe: Thyristorgesteuerte Gleichstrom Nebenschlußmotore mit stufenloser Drehzahlregelung
a) Elevationsbewegung: Zwei Zahnkranzsegmente mit je zwei elektrischen Motoren mit einer Summenleistung von 4 x 1,83 kW
b) Azimutbewegung: Mit einem am Betonsockel befestigten Zahnkranz, an dem zwei Antriebsaggregate mit je zwei elektrischen Motoren abrollen. Summenleistung 4 x 4,25 kW
c) Verspannung: Wie bei Antenne 2
d) Maximale Drehgeschwindigkeit in beiden Achsen je 1,5° sek
e) Die Kabelverbindungen zwischen dem Antennenfundament und dem drehbaren Teil der Antenne laufen über eine Drehantenne (Kabelspirale) bzw. Schleifringe (Starkstromkabel)

2. Radom (Abkürzung aus „Radar"-„Dom"; durch Überdruck luftgetragene Schutzhülle für die Antennenkonstruktion)
a) Höhe: 39,50 m
b) Durchmesser: 48,80 m
c) Gewicht: rund 16 t
d) Oberfläche: ca. 5200 m²
e) Rauminhalt: ca. 56 100 m³
f) Material: DACRON-Gewebe, in HYPALON eingebettet
Dielektrizitätskonstante bei 4000 MHz: ... 3
Verlustfaktor bei 4000 MHz: tgδ = 1,5 · 10⁻³
g) Überdruck: 0,004 bis 0,012 atü, abhängig von der Windgeschwindigkeit. Erzeugung des Überdrucks über 5 Radialgebläse („Stützluft"-Gebläse). Je nach Windgeschwindigkeit laufen 1 bis 4 Gebläse; das 5. Gebläse dient für Notstrombetrieb.
Maximal zulässige Windgeschwindigkeit: 160 km/h.
h) Damit der Hauptreflektor seine Konturgenauigkeit behält, müssen Temperaturdifferenzen innerhalb des Radoms vermieden werden. Hierfür sind an der Innenseite des Radomfundaments 6 Umlüfter gleichmäßig verteilt. Sie saugen über dem Boden die Luft an und blasen sie an der Hülle entlang weit nach oben, um Wärmestauungen im oberen Teil des Radoms zu vermeiden. Im Winter dienen diese Umlüfter gleichzeitig der Luftbewärmung.
i) Beitrag zur Systemrauschtemperatur bei trockenem Wetter und 4000 MHz: ca. 5° Kelvin.

Alle Bilder wurden dem Buch von R. Uhlitzsch: Anatomie einer Erdefunkstelle, Suhrkamp Wissen 1969 entnommen.
Der Autor, Dr. Wolfgang Köthmann, war bis zu seiner Pensionierung als Entwicklungsingenieur bei der Fa. Siemens AG in München auf dem Gebiet der Radartechnik tätig.

In Raisting begann für Deutschland die Telekommunikation via Satellit

Beginn der Übermittlung von Schrift, Sprache und Bildern

Die Nachrichtenübermittlung in Schrift, Sprache und Bildern ist von altersher ein vehementes Bedürfnis aller Menschen. Jedoch: Je größer die Entfernung, desto schwieriger war es und desto länger dauerte es.

Die Übertragung von Schrift

Morsezeichen auf elektrischen Telegraphenleitungen markieren seit 1843 den Beginn neuzeitlicher Nachrichtentechnik. Raum und Zeit sind seitdem weniger von Bedeutung. Eine unüberwindliche Barriere für Kabel stellten aber lange Zeit die tiefen Ozeane dar. Schon 1811 hatte es erste Versuche in München gegeben, eine Telegraphenleitung durch die Isar zu legen. Werner Siemens verlegte 1848 Guttaperchakabel in Köln durch den Rhein. 1851 folgte das erste haltbare Seekabel von Dover nach Calais durch den Ärmelkanal.

Der Wunsch nach einer Verbindung zwischen Europa und Nordamerika war dadurch geweckt.
Nach jahrelangen Planungen und missglückten Legungen ging er am 6. August 1858 dann endlich in Erfüllung. Diese Leitung war allerdings noch störbehaftet und beförderte nur 100 Wörter in der Stunde. Die Begeisterung war trotzdem riesengroß, endete aber in Ernüchterung und Spott der Presse als das Kabel schon nach einem Monat den Dienst versagte. Nach einer weiteren missglückten Legung gelang dann aber 1866 endlich die Einrichtung einer ständigen und sehr zuverlässigen telegraphischen Verbindung beider Erdteile.

Sprachübermittlung

Die Übertragung von Sprache folgte bald danach, wobei die USA voran ging. Das erste brauchbare Telephon von Graham Bell wurde 1876 patentiert. Auf einer zwei englische Meilen langen Telegraphenleitung Boston-Cambridge (USA) wurde das erste „Ferngespräch" der Welt geführt. Die Reichspost unter Heinrich von Stephan führte sogleich den Bell'schen Apparat in Deutschland 1877 ein. Verbesserte Apparate und schnell wachsende einzelne Leitungsnetze führten bereits 1910 zu 10 Millionen Fernsprechern weltweit an den Vermittlungsstellen.
Die großen Ozeane konnten damals nur „drahtlos" mit Sprechfunk auf Langwelle und Kurzwelle überbrückt werden. 1927 verband die erste kommerzielle Verbindung London und New York. Deutschland erhielt 1928 die erste interkontinentale Funklinie Berlin-Buenos Aires, der bald viele weitere folgten. Ferngespräche in fast alle Gebiete der Erde waren deshalb bereits 1939 möglich, wobei allerdings die Funkstrecken wenig zuverlässig waren. Eine Verbesserung brachte 1956 das erste Tiefseekabel mit Verstärkern. Trans-Atlantik-Telefonie mit TAT-1 erlaubte 36 gleichzeitige Telefongespräche zwischen Europa und Nordamerika, einschließlich der Nutzung für Fernschreiben, Daten- und Fax-Dienste.

Bilderübertragung

Für eine interkontinentale Fernseh-Übertragung gab es damals schon die Idee des britischen Physikers und Science-Fiction Autors Arthur C. Clarke. In der Zeitschrift Wireless World erschien 1945 sein Vorschlag, mit weiterentwickelten Raketen ein weltweites System für alle möglichen Nachrichtendienste zu schaffen. Dazu wären nur drei bemannte Raumstationen im Weltraum, in großer Höhe über dem Äquator, nötig, die synchron mit der Erddrehung umlaufen und damit scheinbar fest am Himmel stehen. Diese Vision konnte etwa zwei Jahrzehnte später vom Prinzip her verwirklicht werden.

Hierbei waren neben den Erfolgen der beginnenden Raumfahrt vor allem die Bell Laboratorien (AT&T) und die NASA in den USA beteiligt. Jahrelange Versuchsprogramme konnten Zweifel an der Durchführbarkeit beseitigen.

Raisting wird Satellitendorf
Mit Planung und Bau der Erdefunkstelle Raisting war auch Deutschland in den Jahren 1960 bis 1965 wieder frühzeitig beteiligt. Mit der Radom-Antenne 1 konnte die Deutsche Bundespost die erste eigene transatlantische Brücke nach Amerika für die universelle Kommunikation mittels Text, Daten, Sprache und Fernsehen in Betrieb nehmen.

Planung und erste Übertragungsversuche

Schon seit 1960 waren Beamte der Bundespost zusammen mit Kollegen vieler anderer Länder dabei, technische Parameter festzulegen und Betriebsverfahren zu verabreden. Vorarbeiten für den Satellitenfunk waren die Experimente mit passiven (Echo 1960) und aktiven Satelliten Telstar, Relay und Syncom 1962/64, gefolgt von umfangreichen Systemüberlegungen, welche und wie viele Satelliten in welchen Umlaufbahnen einen geschätzten Verkehrsbedarf betrieblich und wirtschaftlich befriedigen könnten. Beim Übertragungsverfahren konnte man sich an die erprobte analoge Technik des terrestrischen Richtfunks anlehnen. Man musste aber auch ganz neue Wege gehen und sich an die Grenzen des technisch überhaupt Machbaren wagen.

Unter mehreren Standorten war Raisting im südlichen Oberbayern ausgewählt worden. Die damalige Deutsche Bundespost beteiligte sich dort 1963 erstmals mit einer kleinen transportablen 9m-„Schmalband"-Anlage* von ITT/USA auch an Experimenten aufgrund einer Vereinbarung mit der NASA von 1961. Man wollte auf dem vollkommen neuen Gebiet des Satellitenfunks möglichst frühzeitig Erfahrungen sammeln können.

Bau und Inbetriebnahme der Breitband-Station

Im Mai 1963 begannen in Raisting die Bauarbeiten für die erste Antenne und ein Zentralgebäude.
Die deutsche Industrie realisierte mit Hilfe von USA-Firmen eine große und in der Welt bis heute einmalige Anlage mit voll steuerbarer 25-Meter-Parabolantenne unter einer beheizten Traglufthalle (Radom) als „Breitband"-Station* für Telefon und Fernsehen.

*Schmalband bzw. Breitband bezieht sich auf das insgesamt übertragbare Frequenzband, in Sende- als auch Empfangsrichtung, z. B.: schmal = 40 MHz und breit = 500 MHz.

Technische Details

Wegen der äußerst schwachen Empfangssignale war neben einer besonders rauscharmen Großantenne auch ein extrem rauscharmer Empfänger notwendig. Deshalb wurde ein mit flüssigem Helium auf 269 Grad unter Null gekühlter sogenannter MASER-Vorverstärker mit fast vernachlässigbarem Eigenrauschen im 4 GHz-Bereich eingesetzt.

Voraussetzung war ferner eine exakte Winkelsteuerung der auf Zehntelgrade scharf bündelnden Antenne. Für die damaligen ersten Übertragungsversuche mussten die relativ niedrig fliegenden Satelliten wie Telstar und Relay schnell aufgefasst und exakt am gesamten Himmel verfolgt werden. Über einen Digitalrechner im Zentralgebäude konnten die vorausberechneten Bahnwerte ermittelt, auf Magnetband gespeichert und dann dem Steuersystem in der Antenne laufend übermittelt werden. Die Ausgangsdaten lieferte die NASA über eine ständige Fernschreibleitung auf Lochstreifen. Nach

dem Auffinden des Satelliten erfolgte die exakte Ausrichtung und automatische Bahn-Verfolgung mittels einer vom Satelliten ausgestrahlten Funkbake.

Sendeseitig musste dann allerdings auch noch eine gegenüber der bekannten terrestrischen Richtfunktechnik etwa um den Faktor 1000 höhere Sendeleistung erzeugt werden. Hierzu diente eine neu entwickelte wassergekühlte Wanderfeldröhre im 6 GHz-Bereich.

Das erste TV-Testbild und erste TV-Live-Übertragung
Am 9. 0ktober 1964 wurde in Raisting zum ersten Mal ein TV-Testbild aus den USA über Relay 1 empfangen, gesendet von der NASA-Station Mojave. Über die amerikanische Erdefunkstelle Andover/Maine kamen danach nur einmal kurze Szenen live von den olympischen Spielen in Tokio, die zuvor über einen weiteren Satelliten den Pazifik und die ganzen USA überquert hatten. Am 20. Januar 1965 konnte die Amtseinführung des amerikanischen Präsidenten Johnson live in Europa verfolgt werden. Umgekehrt von Raisting nach Andover wurden später die Trauerfeierlichkeiten für Winston Churchill übertragen.

Die Dauer der Übertragungen war allerdings bei den umlaufenden Satelliten immer nur ein Bruchteil der Sichtbarkeitsdauer von durchschnittlich 60 Minuten je Umlauf. Nutzbar war eben nur die Zeit der gemeinsamen Sichtbarkeit für Sende- und Empfangsstation.

Early Bird - Test und kommerzieller Betrieb

Am 6. April 1965 wurde von der NASA ein neuartiger Satellit gestartet, der in der Geschichte der Kommunikationstechnik eine bedeutende Rolle spielen sollte. Er hieß nach dem Hersteller Hughes Aircraft Company offiziell HS-303, wurde als „Early Bird" bekannt und erhielt später die Bezeichnung Intelsat 1. Er wurde zu einem wichtigen Meilenstein als erster kommerziell genutzter Nachrichtensatellit und Wegbereiter zum weltweiten System von INTELSAT.

Technische Details

Die Positionierung erfolgte in der geostationären Umlaufbahn über dem Äquator in 35.800 km Höhe über dem Atlantik. Am umfangreichen Testprogramm nahm auch Raisting mit seiner ersten Antenne teil. Die Übertragungsqualität musste nicht nur für Fernsprechen bei 240 Kanälen, sondern auch für Fernsehen ermittelt werden, was ursprünglich nicht vorgesehen war. Eine Komplikation lag in den unterschiedlichen TV-Normen.

Das Problem der sehr langen Signallaufzeit bei geostationären Satelliten erwies sich dank speziell entwickelter Differential-Echosperren als nicht gravierend. Die bis zu 84.000 km lange Strecke über den Satelliten bis zur Gegenstation bedeutet 280 ms einfache Laufzeit, die bei irdischen Verbindungen nicht vorkommt und beim Telefonieren irritieren kann.

Briefmarke der Serie „Internationale Verkehrsausstellung 1965" mit Antenne 1 und Early Bird

Briefmarke der Serie "Industrie und Technik" von 1975 mit der freistehenden Antenne 2 ohne Hülle.

Regulärer Telefonbetrieb
Nach mehrmonatiger Umrüstung wurde am 28. Juni 1965 der reguläre Telefonbetrieb zwischen Europa und Amerika via „Early Bird" mit zunächst 65 Kanälen eröffnet. Anfangs genügte eine tägliche Betriebsdauer von 12 Stunden, von 13.00 bis 1.00 Uhr (MEZ). Zu bestimmten Zeiten wurde das System alternativ für Fernsehübertragungen freigegeben.
Da aber schon vier Funkstellen in Europa existierten (Goonhilly/UK, Pleumeur-Bodou/F, Raisting/D und Fucino/I) mussten sich diese wöchentlich abwechseln, da nur ein Punkt-zu-Punkt Betrieb zur amerikanischen Gegenstation Andover/Maine möglich war. Eine Station stand immer als Reserve zur Verfügung.

Zum Vergleich: das erste Seekabel TAT-1 von 1956 im Atlantik zwischen Schottland und Kanada erlaubte 36 gleichzeitige Telefongespräche. 1965 hatte „Early Bird" allerdings schon eine merkbare Kabelkonkurrenz von 317 Kanälen über inzwischen vier Seekabel.

Konkurrenzlos waren damals nur die transatlantischen TV-Übertragungen über Satellit, für die zunächst aber nur geringe Nachfrage zu verzeichnen war.

Zwei Jahrzehnte Antenne 1 mit Radom

20 Jahre mit diversen weiteren Umrüstungen über fünf Generationen von Satelliten im INTELSAT-System wurde die Antenne 1 kommerziell genutzt. So musste der MASER-Vorverstärker durch einen breitbandigen parametrischen Halbleiterverstärker ersetzt werden. Die hydraulischen Antriebe wurden durch elektrische abgelöst. Die Antennensteuerung und Überwachung konnte ein Prozessrechner übernehmen. Das Sendesystem musste die gleichzeitige Aussendung von TV- und Telefon-Trägern ermöglichen.

Die erste Antenne genügte bald den gestiegenen Anforderungen nicht mehr, wurde 1985 stillgelegt und dann 1999 unter Denkmalschutz gestellt. Durch viele private und öffentliche Initiativen konnte der Rückbau verhindert und der Erhalt durch umfassende Sanierung gesichert werden.

Sie ist dadurch ein herausragendes Industriedenkmal in Bayern –
Die Antenne 1, das Radom, ist ein einmaliges technisches Bauwerk.

Ausbau der Erdfunkstelle für den weltweiten Verkehr

Nach der ersten Antenne wurden in Raisting zunächst noch zwei weitere Großantennen errichtet: 1969 für einen Satelliten über dem Indischen Ozean für den Asien-Verkehr und 1972 für die Olympischen Spiele in München. Allerdings erstmals freistehend, ohne Schutzhülle, um Kosten und gleichzeitig Störungen bei Niederschlägen zu verringern.

Dazu kamen 1981 noch die beiden letzten Großantennen mit sogar 32 m Durchmesser für den stark angewachsenen Nachrichtenverkehr über weitere Satelliten von INTELSAT. Damit war die höchste Ausbaustufe für Telekommunikationsdienste erreicht. Mit fünf Großantennen hatte die Deutsche Bundespost damit eine der größten und zuverlässigsten Erdefunkstellen der Welt in Besitz. Der Telefonverkehr konnte auf etwa 2000 Kanäle ausgebaut und damit noch einmal fast verdoppelt werden. Aufgrund zusätzlicher Projekte wuchs die Antennenanzahl in Raisting mit der Zeit weiter.

Weltweite Telekommunikation in stetem Wandel

Heute findet die weltweite kommerzielle Breitbandkommunikation überwiegend über Glasfaserkabel statt. Fernsehsender sind direkt über Satelliten und Kabelnetze zu empfangen. Zusammen mit immer weiterer Privatisierung hat sich das Welt-Nachrichtennetz in 50 Jahren jedoch grundlegend verändert. So wurde z. B. das Länder-Konsortium INTELSAT für den Satellitenbetrieb schon seit 2001 umorganisiert und später vollständig privatisiert.

Die Deutsche Telekom AG hat Ende 2005 den Satellitenfunk-Betrieb in Raisting eingestellt und die Anlage an eine US-Firma übergeben. (Dazu s. Artikel "EMC" in dieser Broschüre.)

Der Satellitenfunk hat in der Vergangenheit die Globalisierung stark gefördert und davon zugleich profitiert. Für die Infrastruktur vieler Länder ist er auch heute noch besonders wichtig. Davon zeugen allein dutzende von Kommunikationssatelliten in der geostationären Bahn über dem Äquator und die vielen internationalen und regionalen Systembetreiber und Dienstleister – auch hier vor Ort in Raisting. Für alle mobilen Dienste wie etwa bei der Schifffahrt und dem Transportwesen sowie für temporäre Einsätze bei Katastrophen und Expeditionen ist der Satellitenfunk sogar unentbehrlich.

Mit handlichen aber teuren Satellitentelefonen kann man inzwischen überall auf der Welt fast problemlos mit Systemen wie Iridium und Globalstar über niedrig fliegende Satelliten telefonieren und das Internet nutzen. Manche hochfliegenden Pläne blieben auch ein Wunschtraum. Ein von Bill Gates 2001 geplantes System für Computerkommunikation mit 840 Satelliten wurde nie realisiert.

Ende der Großantennen
Die kostspieligen Großantennen von damals sind heute nicht mehr erforderlich. Sie sind aber unübersehbare Zeugen des Beginns einer neuen Ära der Nachrichtentechnik, in der begrenzende Faktoren wie Zeit und geografische Entfernung zur Nebensache geworden sind. Besondere Kennzeichen sind heute Mobilität und starke weltweite Vernetzung.

Vor 60 Jahren war auch bei uns das Telefon noch Luxus und die „Abendruhe der Familie" zu stören nicht besonders fein.
Im Jahre 1948 hatten drei oder vier Länder Fernsehen, 1971 waren es schon 125.

Die Satellitenkommunikation ist eng mit sehr vielen Wissensgebieten verknüpft, die von der Himmelsmechanik über Geodäsie, Raumfahrt, Maschinenbau, Nachrichtentechnik bis hin zur Informationstechnik reichen. Aus vielen ersten Versuchen an der Grenze des technisch Machbaren wurde in den 60er Jahren schnell eine revolutionäre Technik für die Anwendung auf vielen Gebieten. Die sozialen und ökonomischen Folgen sind weitreichend und betreffen die Lebensbedingungen sehr vieler Menschen in allen Ländern.
Ihr Gelingen ist aber auch ein Musterbeispiel für erfolgreiche technische und politische Kooperation auf weltweiter Basis in Hinblick auf ein gemeinsam gestecktes Ziel.

Der Autor, Dipl.-Ing. Manfred Schönfeld, arbeitete ab 1963 als Ingenieur für Antennensteuerung in der neu entstehenden Erdfunkstelle Raisting.

50 Jahre Satellitenkommunikation und Erdfunkstelle

Historische Details

Den Startschuss erhielt die Satellitenkommunikation im Wortsinne durch Raketen, die in Zeiten des Kalten Krieges in der Sowjetunion und den USA unter Hochdruck entwickelt wurden. Die Älteren unter uns erinnern sich noch an den Sputnik-Schock, als Russland 1957 erstmals einen piepsenden, fußballgroßen Satelliten um die Erde kreisen ließ. Da war der Westen abgehängt; die USA mussten in der Raketentechnik schnell aufholen. 1962 war es so weit, es bot sich an, experimentelle umlaufende Nachrichtensatelliten zu starten. Sie hießen Telstar und Relay, hatten aber den Nachteil, dass sie für Erdefunkstellen in zwei Kontinenten maximal nur 20 Minuten gleichzeitig pro Umlauf sichtbar waren. Experimentieren konnte man damit, ein kontinuierlicher Fernmeldebetrieb war aber erst mit geostationären Satelliten möglich, die in ca. 36000 km über dem Äquator durch die gleiche Umlaufzeit wie die Erde quasi stillstehen.

Als sich eine kommerzielle Nutzungsmöglichkeit abzeichnete, wurde 1964 durch ein internationales Regierungsabkommen das International Telecommunications Satellite Consortium (Intelsat) gegründet, in dem zunächst 19 Staaten den Bau und Betrieb von Fernmeldesatelliten beschlossen. Deutschland war durch die Deutsche Bundespost in dem Konsortium vertreten, hatte sich aber schon vorher mit einer Experimentalstation und dem Baubeginn des Radom in Raisting darauf vorbereitet.

Satellitenbetreiber

INTELSAT ließ 1965 den INTELSAT I (Early Bird) und später immer wieder neue und leistungsfähigere Fernmeldesatelliten bauen und starten (siehe Foto auf Seite 18), insgesamt sicher über 100 Exemplare. 2001 wurde Intelsat privatisiert und hat heute ihren Firmensitz in Luxemburg. Sie betreibt z. Z. mehr als 20 Satelliten und bedient damit nicht nur feste Stationen zu Land, sondern auch Schiffe und Flugzeuge. Weltweit gibt es inzwischen eine Vielzahl von Satellitenbetreibern, in Europa am bekanntesten sind EUTELSAT in Konkurrenz zu INTELSAT, ASTRA für Satellitenfernsehen und INMARSAT für mobile Satellitenkommunikation.

Die Technik der Satelliten

Nachrichtensatelliten, oder moderner: Kommunikationssatelliten, bestehen prinzipiell aus Einrichtungen zur Lage- und Positionsstabilisierung (kleine Düsenantriebe) und mehreren sogenannten Transpondern mit Sende- und Empfangsantennen. Transponder empfangen die Signale von der Erde, verstärken und setzen sie in eine andere Frequenz um, um sie zurück zur Erde zu senden. Dazu kommen Telemetrie- und Telekommando-Einheiten, die Zustandsdaten des Satelliten zur Erde funken und Kommandos empfangen und ausführen.

Damit die Satelliten auf ihrer Bahn nicht taumeln, sind sie kreiselstabilisiert. Die ersten Modelle rotierten deshalb um ihre eigene Achse, die SYMPHONIE-Satelliten waren die ersten, die mit einem internen Schwungrad in ihrer Lage stabilisiert wurden.
Besonders vor der Verlegung von Glasfaser-Transatlantikkabeln war der Bedarf an Satellitenkapazität sehr groß, es mussten zehntausende von Telefon-Gesprächen pro Satellit übertragen werden. Das gelang nur mit ausgefeilter Technik in den Satelliten.
Die Antennen müssen auf die Erde ausgerichtet sein, sie können je nach Art den ganzen Globus abdecken oder nur eine Hemisphäre, Spot-Beams leuchten kleine Gebiete aus.

Die begrenzenden Ressourcen des Satellitenfunks sind

- der geostationäre Orbit: Satelliten müssen einen Abstand von mehreren Winkelgrad einhalten, damit sich die Übertragungen nicht gegenseitig stören.
- das Frequenzband: aus den Funkfrequenzen sind dem Satellitenfunk bestimmte Frequenzbereiche zugeteilt, die optimal genützt werden müssen. Zunächst stand für Telekommunikations-Satelliten nur der Bereich bei 4/6 GHz (C-Band) zur Verfügung, dann wurden auch 11/14 GHz (Ku-Band) erschlossen und später auch weitere Frequenz-Bänder wie L-, X- und Ka-Band international freigegeben. Dazu kam die Verwendung dual polarisierter Mikrowellen, womit das zur Verfügung stehende Spektrum verdoppelt wird.*
- die Satelliten-Sendeleistung: sie ist begrenzt durch die von den Sonnenzellen gelieferte elektrische Energie und muss optimal genutzt werden. Das gelingt am besten, wenn die Verstärker mit ihrer Maximalleistung betrieben werden können, wie z.B. im Nachfolgenden für TDMA beschrieben wird.

* Bei dualpolarisierten Wellen stehen die beiden Polarisationsebenen senkrecht aufeinander. Die Radomhülle verfälscht diese Winkelentkopplung besonders bei Nässe und Eis, deshalb musste die Radomantenne 1985 bei der Umstellung des letzten Intelsat-Satelliten auf Dualpolarisation außer Betrieb genommen werden.

Die Technik der Erdfunkstellen

Die Antennen

Antennen mit Durchmessern von 25 m und mehr waren anfangs erforderlich, da die Sendeleistung der Satelliten nicht sehr hoch war (30 Watt bei Intelsat I). Auch wurde die Energie rundum abgestrahlt und nicht auf die Erde konzentriert.
Mit größeren Sonnenpaneelen und Richtantennen auf den Satelliten sowie der Erschließung höherer Frequenzbereiche konnten Erdfunkstellen-Antennen kleiner gebaut werden.
Höhere Frequenzen und damit kürzere Wellenlänge erfordern bei gleicher Strahlbündelung kleinere Antennen. Die wurden z.B. in einer weiteren Erdfunkstelle in Usingen bei Frankfurt hauptsächlich für Fernsehübertragungen genutzt. Da auch moderne Satelliten nicht absolut "still stehen", benötigen Erdfunkstellen-Antennen ab einer Reflektorgröße von etwa 7 m eine Eigennachführung, d.h. die Antenne muss den Satellitenbewegungen automatisch folgen.

Die Übertragungstechnik

Analogtechnik

Als die Satellitenkommunikation möglich wurde, konnte man auf bewährte Übertragungsverfahren für Telefon- und Fernsehleitungen zurückgreifen. Die in den fünfziger Jahren gebauten Richtfunkstrecken mit ihren prägnanten Türmen boten die nötige Übertragungstechnik, nur die Entfernungen zwischen den Funkstellen waren sehr unterschiedlich: 50 km beim Richtfunk, etwa 40.000 km beim Satellitenfunk.
Man brauchte also große Antennen, eine hohe Sendeleistung und breitbandige, rauscharme Empfangsverstärker am Boden, um die großen Entfernungen zu überwinden.
Die Übertragungsfrequenzen und die Modulationsverfahren waren die gleichen wie beim Richtfunk, digitale Signalübertragung gab es noch nicht. Pro Transponder konnte auch nur eine Bodenstation senden, dabei waren bis zu 240 Telefonkanäle oder ein Fernsehbild auf eine sog. Trägerfrequenz aufmoduliert.
Nach wenigen Jahren waren leistungsfähigere Satelliten entwickelt, die den vorteilhaften Mehrfachzugriff erlaubten: eine Vielzahl von Erdfunkstellen auf beiden Seiten des Ozeans konnte gleichzeitig miteinander kommunizieren, der große Vorteil gegenüber Kabeln, die ja im Prinzip nur zwei Enden haben.

Digitaltechnik
Eine Revolution brachte dann die Digitaltechnik, die sich zunächst in der Fernsprechtechnik durchsetzte. Ein analoges Fernsprechsignal wird digitalisiert, mit anderen gebündelt und als Datenstrom übertragen. Bald gelang das auch mit Fernsehbildern, die ja eine 100-fache Bitrate im Vergleich zum Sprachsignal erfordern. Effektiv wurde die Digitalübertragung durch Redundanzreduktion, bei der entbehrliche Sprach- oder Bildinhalte nicht mitübertragen werden. Dazu gehört auch DSI, die digitale Sprachinterpolation, bei der Sprechpausen in einem Leitungspool für zusätzliche Gespräche genutzt werden.
Eine wegweisende Variante der Digitalübertagung ist TDMA*. Ab Ende der 1970er Jahre für den Satellitenfunk entwickelt, wurde sie auch im Mobilfunk das gängige Übertragungsverfahren. Dabei senden die vielen Stationen (oder Handys) nicht gleichzeitig zu einem Transponder, sondern nacheinander in einem Zeitrahmen von z. B. 2 Millisekunden. Für die Transponderverstärker hat das den Vorteil, dass zeitlich immer nur das Signal einer Station verstärkt werden muss und damit die Maximalleistung ausgenutzt werden kann, ohne dass sich die Stationen gegenseitig stören. Allerdings ist dazu ein ausgeklügeltes Synchronisationsverfahren von einer Steuerungsstation (Referenzstation) aus nötig, damit sich die Datenpakete der einzelnen Stationen nicht überlappen. Ab den 90er Jahren löste ein weiteres digitales Übertragungsverfahren IDR mit Datenraten zwischen 64kbps und 45 Mbps und in Kombination mit Datenreduktion und DSI schrittweise die analoge Übertragungstechnik über Satellit ganz ab.
*Time Division Multiple Access, Mehrfachzugriff im Zeitmultiplex

Zentraler Kontrollraum
Foto: Joseph Beck

TV-Schaltstelle
Foto: DBP 1981

Entwicklungsprojekte und Dienste der Erdfunkstelle Raisting
Die technische Entwicklung der Fernsprech- und Fernsehübertragungen war 1972 mit der Inbetriebnahme der dritten Großantenne in Raisting und zahlreichen Gegenstellen im Bereich Atlantik und Indischer Ozean natürlich nicht abgeschlossen. Neue Techniken und Dienste wurden erprobt und eingeführt.

TV-Übertragungen
Live-Fernsehübertragungen zwischen überseeischen und europäischen Fernsehgesellschaften waren erst mit dem Satellitenfunk möglich geworden. Vorher mussten Programme auf Videobändern per Flugzeug transportiert werden, was Aktualität natürlich verhinderte. Raisting war von Anfang an mit dabei und hatte besonders für Fernsehübertragungen die TV-Schaltstelle eingerichtet. An- und abgehende Übertragungen konnten zur Sicherung auch auf Magnetbändern aufgezeichnet werden, unterschiedliche Fernsehnormen zwischen USA, Asien und Europa mussten mit Normwandlern angepasst werden. Diese Normwandlungen waren auch bei Privatfirmen gefragt, die mit ihren Videobändern nach Raisting kamen.

In den neunziger Jahren wurden mobile Fernseh-Sendeantennen in Raisting vorgehalten, die für Reportagezwecke in ganz Europa eingesetzt wurden.

Einkanalträgersystem SPADE*/SCPC
Ein erstes digitales Übertragungssystem namens SPADE war 1973 in Raisting und anderen Erdfunkstellen getestet und in Betrieb genommen worden, um die Satellitenkapazität optimal und nach Bedarf unter den Stationen zu verteilen. Digital modulierte Einkanalträger aus einem Pool wurden von einem Prozessrechner jeweils den Stationen zugeteilt, bei denen gerade Bedarf angemeldet wurde. Die Technik war damals vielleicht ihrer Zeit voraus, durchgesetzt hat sie sich jedoch danach mit dem vereinfachten SCPC-System. Diese Technik war eine sinnvolle Ergänzung zu den Analog- und TDMA-Übertragungen, speziell für Verbindungen mit geringem Verkehrsbedarf und zu kleineren Antennen.
* Single Channel per Carrier Pulse Code Modulation Assigned Demand Equipment
Pulscode-modulierter Einkanal-Träger-Betrieb mit Bedarfszuteilung

SYMPHONIE
Die Satellitentechnik wurde bis dahin von amerikanischen Firmen beherrscht. Um Europa hierbei voranzubringen, hatten Frankreich und Deutschland die Entwicklung eines eigenen Fernmeldesatellitensystems namens SYMPHONIE beschlossen und in die Tat umgesetzt.

Zwei Erdfunkstellen wurden von der französischen und deutschen Industrie, in der Bretagne und in Raisting, gebaut. Zwei flugfähige Satelliten standen bereit, nur fehlte eine Trägerrakete. Zwar hatten 6 europäische Staaten und Australien die mehrstufige Rakete ELDO entwickelt, nach den missglückten Starts dieser Europa-II-Rakete, zuletzt am 5. Mai 1971, wurde das Projekt jedoch eingestellt. 1974 und 75 wurden zwei der Satelliten mit NASA-Träger-Raketen erfolgreich gestartet und bis 1983 ein umfangreiches Test- und Entwicklungsprogramm zwischen der französischen CNET und der Bundespost im Verbund mit der DLR und Instituten durchgeführt. Kommerziell durften die Satelliten nicht eingesetzt werden, da INTELSAT zu der Zeit das Monopol für den weltweiten Satelliten-Fernmeldeverkehr hatte. Das russische INTERSPUTNIK-System beschränkte sich weitgehend auf Länder der sowjetischen Einflusssphäre mit meist umlaufenden Satelliten.

Die Symphonie-Satelliten mit jeweils 2 Transpondern und der Kapazität von mehreren 100 Fernsprechleitungen wurden deshalb auch Entwicklungsländern wie China, Indien und der Elfenbeinküste für erste Schritte in das neue Medium zur Verfügung gestellt, die Deutsche Welle erhielt eine Übertragungsleitung zu ihrem Kurzwellensender in Kigali/Ruanda.

Ende der 70er Jahre waren dann auch ein deutsch-französisches TDMA-System, die digitale Übertragung von Fernsehbildern sowie Einkanalträgersysteme über die Symphonie-Satelliten getestet worden. Weltweite Atomuhren-Synchronisation-Tests wurden ebenfalls hier erstmalig ausgeführt.

TRMS (TDMA-Referenz- und Monitoringstation)
Wie für das TDMA-System beschrieben, bedarf es einer Taktgeberstation, die den Sendezeitpunkt der einzelnen Stationen im 2 ms-Rahmen steuert und die Betriebsgüte überwacht. Beim INTELSAT-TDMA-System, das 1983 in der Region Atlantischer Ozean in Betrieb ging, benötigte man je eine solche Referenzstation auf der amerikanischen und europäischen Seite, aus Sicherheitsgründen jeweils gedoppelt. Die 32m-Antenne RAI 5 in Raisting übernahm in einem besonderen Dienstleistungsvertrag mit INTELSAT eine solche Aufgabe, anfangs auch mit der Durchführung eines umfangreichen Testprogramms. Der gleiche Dienst folgte dann mit Antenne 4 auch in der Region Indischer Ozean.

TTC&M
(Tracking, Telemetry, Command & Monitoring)
1990 übernahm Raisting dann eine weitere Aufgabe für den Satellitenbetreiber INTELSAT. Ausschließlich für diesen Zweck waren 5 kleinere Antennen beim Zentralgebäude aufgebaut worden. Sie dienten dazu, die Satellitenbahnen zu verfolgen, Telemetrie-Signale, d.h. Zustandsmeldungen der Satelliten zu empfangen und zum Kontrollzentrum nach Washington weiterzuleiten. Außerdem wurden darüber die Steuerbefehle zur Lage- und Bahnkorrektur der Satelliten abgesendet.

Antenne 2 wurde für Intelsat freigestellt, um neue Satelliten nach dem Start aufzufassen und deren Funktionsfähigkeit zu überprüfen.

INMARSAT
(International Maritime Satellite Organisation)
Ebenfalls 1990 wurde für die Symphonie-Anlage eine neue Nutzung gefunden. Sie wurde umgerüstet und nahm 1991 den Fernmeldebetrieb mit einem INMARSAT-Satelliten über dem Atlantik auf.
Die internationale Organisation hat zunächst Schiffen, später auch LKW und anderen Fahrzeugen Notrufverbindungen (SOS), Nachrichten- und Datenverkehr und Mobilfunkverbindungen ermöglicht. 1996 wurde für die Abdeckung des Bereichs Indischer Ozean eine zweite Antenne errichtet. 1999 wurde die Organisation privatisiert und in eine britische Aktiengesellschaft umgewandelt. 2005 war der Dienst in Raisting mit dem Verkauf der Erdfunkstelle beendet.

Erdfunkstelle: Eignerwechsel
2005 verkaufte die Deutsche Telekom die Erdfunkstelle Raisting wie vorher schon die Schwesterstation in Fuchsstadt bei Bad Kissingen. Satellitenfunk zählte nicht mehr zum Kerngeschäft der Telekom.

Nur das Radom ging 2007 als geschütztes Industriedenkmal an den Landkreis Weilheim-Schongau, da es ja kommerziell nicht mehr zu nutzen war. Allerdings strebte man auch seitens der Deutschen Telekom bereits seit 1985 an, ein Satellitenfunkmuseum im Radom einzurichten. Die Energieversorgung des Radom kommt aber nach wie vor aus dem Zentralgebäude.

Die neue Eignerfirma EMC (Emerging Markets Communication) nutzt die sehr günstige geografische Lage in Raisting für Satellitenverbindungen zu allen Ländern der Erde (außer dem pazifischen Raum). Sie hat hier jetzt ihre Zentralstation und verbindet staatliche, nichtstaatliche (NGOs) und private Organisationen mit ihren überseeischen Niederlassungen. Auch Internet-Verbindungen in entlegene Regionen und Cloud-Dienste bietet die Firma an.
Die ehemaligen Inmarsat-Antennen wurden von EMC an die Firma Talia verpachtet, die ähnliche Dienste wie EMC anbietet.

Der Autor, Dipl.-Ing. Eckehart Jahreis, war seit 1965 als Betriebsingenieur in der Erdfunkstelle Raisting tätig, ab 1973 Leiter verschiedener technischer Projekte.

Wer - Wie - Was ?
Zuständigkeiten und Betrieb im Satellitenfunk der Erdfunkstelle Raisting

Die Erdfunkstelle Raisting wurde von der Deutschen Bundespost (DBP) errichtet und betrieben. Im Rahmen der Aufteilung und Privatisierung der DBP war danach die Deutsche Telekom AG (DTAG) zuständig. Das war aber nicht der einzige organisatorische Wechsel für die Erdfunkstelle. Die späteren Zuweisungen zu Tochterunternehmen der Deutschen Telekom wie z.B. der DETESAT waren jeweils nicht von langer Dauer.

Entsprechend dem Verkehrs- und Diensteumfang sowie den angewandten Techniken und Anlagen bestanden zu den verschiedenen Epochen auch unterschiedliche organisatorische, betriebliche und personelle Auswirkungen.

Zuständigkeiten
Grundsätzlich waren die Zuständigkeiten aufgeteilt in übergeordnete und interne vor Ort.
So waren für die Verkehrs- und Anlagen-Planung sowie die Betriebsorganisation des Satellitenfunks das Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ) Darmstadt und nachfolgend die Dienststellen des Fernmeldeamtes (FA) bzw. der Telekom-Niederlassung Weilheim zuständig. Mit eingebunden war immer die Oberpostdirektion (OPD) München, der auch die Hochbautechnik oblag.
Personal- und weitere Betriebsaufgaben wurden von Dienststellen des Fernmeldeamtes Weilheim wahrgenommen.

Unmittelbare auf Satelliten und Satellitenfunk bezogene Aufgaben, wie Steuerung und Überwachung der Satelliten sowie der den verschiedenen Erdfunkstellen zugeteilten Signale, wurden von den jeweiligen Satellitenbetreibern sichergestellt.

Im Fall von INTELSAT war es das TOCC / IOC (INTELSAT TECHNICAL AND OPERATIONAL CONTROL CENTER) in Washington und bei INMARSAT die jeweilige NCS (Network Coordination Station) einer Region.

Ein eigenes, vom öffentlichen Kommunikationsnetz unabhängiges Dienstleitungsnetz für Fernsprechen und Fernschreiben, ermöglichte innerhalb des INTELSAT-Netzes über spezielle Satellitenkanäle den direkten Zugang zum TOCC/IOC und den anderen Erdfunkstellen in aller Welt via Satellit.
Die Arbeitssprache satellitenseitig war Englisch und alle Planungs- und Betriebsvorgaben waren in entsprechenden Dokumenten wie z. B. IESS (INTELSAT EARTHSTATION STANDARD) und SSOG (Satellite System Operation Guide) festgelegt, die für alle Nutzer bzgl. Antennengrößen, Einrichtungen und Betriebswerte verbindlich waren.

Aufgabenteilung
Die Aufgabenteilung in der Erdfunkstelle Raisting unter DBP/DTAG-Regie blieb von den Anfangsjahren an auch über die Folgezeit weitgehend unverändert und wurde durch zusätzliche Dienste und Projekte entsprechend ergänzt. So ergaben sich folgende Zuständigkeiten mit z.T. wechselnden Namen:

von Anfang an:
- Stationsleitung
- Satellitenfunk-Betrieb (SFuB / SatFuB)
- TF-Verstärkerstelle (TFVrSt / FeÜ & DÜ)
- TV-Schaltstelle (TV-Schalt / Media Broadcast)
- Maschinentechnik (SFuM / MT)
- Stromversorgung (Sv)
- Hausverwaltung (Hv)

später:
- SYMPHONIE
- TRMS (Intelsat TDMA Reference and Monitor Station)
- TTC/M (Intelsat Tracking, Telemetry, Command & Monitoring)
- INMARSAT (International Maritime Satellite Organisation)

Kurzbeschreibung der internen Aufgabenbereiche

Stationsleitung
In der Station arbeiteten Stationsleiter, 2-4 Sekretärinnen bzw. Schreibkräfte, ein Sachbearbeiter sowie 2 weitere Mitarbeiter.
Bis etwa 1980 war der Stationsleiter dem Fernmeldeamt A Weilheim als Abteilungsleiter zugeordnet, zuständig für alle Funktionsgruppen der Erdfunkstelle.
Danach war die Station eine sogenannte Dienststelle, deren Leiter dem Satellitenfunkbetrieb vorstand. Gruppen, wie z. B. die Maschinentechnik, waren jetzt Ableger entsprechender Dienststellen im Fernmeldeamt Weilheim.

Bei der werktäglichen Frühbesprechung („Morgengebet“) waren Vertreter aller Aufgabenbereiche anwesend, um besondere Ereignisse wie Inbetriebnahme neuer Verbindungen, Störungen, Änderungen, Bauvorhaben sowie Fragen und Vorschläge zu besprechen. Daraus wurden u. a. die sogenannten Betriebsberichte erstellt, die dem Fernmeldetechnischen Zentralamt vorzulegen waren.
Die Stationsleitung hatte die Verbindung zu den übergeordneten Stellen, zu halten und den Besucherverkehr sowie die Öffentlichkeitsarbeit mit zu betreuen.

Satellitenfunk-Betrieb (SFuB / SatFuB)
Dieser umfasst alle Betriebsaufgaben der Übertragungsdienste sowie der technischen Leitungen und Einrichtungen “satellitenseitig“, d. h. von und zum Antennen- Ein-/Ausgang, bis hin zur „landseitigen“ Anbindung, z. B. der TF-Verstärker- oder TV-Schaltstelle. Entsprechend den speziellen Anforderungen gab es die Gruppen ÜA (Übertragungstechnik Antennen), AntSt (Antennensteuerung), ÜZ (Übertragungstechnik Zentralgebäude), IT (Datenverarbeitung), TV-Schaltstelle und den Kontroll-Dienst im Schichtbetrieb.
Eine Schlüsselfunktion kam der Zustands- und Störungs-Signalisierung sowie der Bedienung/ Umschaltung und Entstörung von Betriebs-Anlagen in den Antennen und im Zentralgebäude zu. In den Anfangsjahren geschah dies häufig mittels einfacher Sammelsignalisierung in den zentralen Kontrollraum. Daher war der Kontrolldienst mit mehren Personen besetzt, um vor Ort die Signalisierungsursachen zu analysieren und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Später war dann aufgrund der umfassenden elektronischen und automatisierten Fernüberwachungs- und Fernbedientechnik immer weniger an Kontrollpersonal erforderlich.
Für einige Jahre war Raisting auch zusätzlich für den Betrieb und die Wartung mobiler und abgesetzter Antennen für Ton- und Fernsehübertragungen nach Anweisungen der zentralen TV-Schaltstelle in Frankfurt mit einer speziellen Kräftegruppe zuständig.

Zuständig in den Antennen
Für das Einmessen, Warten und Reparieren war die Gruppe Übertragungstechnik Antennen zuständig. Sie hatte die Sende-Frequenzumsetzer (von der ZF-Ebene 70/140 MHz in die RF-Ebene 6 GHz), die Sendevor- und Leistungsverstärker sowie die rauscharmen Empfangs-Vorverstärker zu betreuen.
Die Gruppe Antennensteuerung bediente das automatische Antennennachführ- und Steuersystem sowie ab ca. 1990 auch die Steuerung der Antennen-Reflektorheizung.

Zuständig im Zentralgebäude

Die Gruppe Kontrolldienst war als Vermittler und zentraler Ansprechpartner der Gegenstellen, des INTELSAT Operation Centers, der landseitigen Partner wie z. B. des „Auslandskopfamt für Telefonie“ ITMC und der Zentralen TV-Schaltstelle in Frankfurt sowie der TF-Verstärkerstelle, der TV-Schaltstelle und aller Gruppen in Raisting zuständig.
Ihr Schwerpunkt war, den ordnungsgemäßen Zustand aller Verkehrsbeziehungen und technischen Einrichtungen anhand verschiedener Melde- und Kontrolleinrichtungen zu überwachen und im Störungsfall entsprechende Erstentstörung selbst vorzunehmen oder einen Spezialisten herbeizurufen. Außerdem war sie federführend bei der Inbetriebnahme oder Änderung von Verkehrsverbindungen sowie dem Schalten von TV-Trägern.
Dieser K-Dienst lief als Schichtdienst rund um die Uhr, wobei in der Anfangszeit bis zu 3 Personen pro Schicht anwesend waren. Alle relevanten Ereignisse wurden in einem Betriebs-Logbuch zeitgenau aufgezeichnet und in die Wochenberichte eingearbeitet.

Die Gruppe Zentrale Übertragungstechnik kümmerte sich insbesondere um das Einmessen, Warten und Reparieren der verschiedenen Modulationseinrichtungen, d. h, vom landseitigen Basisbandsignal (TV, TF oder PCM) bis zur ZF-Ebene (70/140 MHz), der RF-Empfangsverstärker und -verteiler (4GHz), der Empfangs-Frequenzumsetzer (4 GHz nach 70/140 MHz), der Demodulationseinrichtungen (70/140 MHz) hin zum landseitigen Basisbandsignal (TV, TF oder PCM), um die Systeme SCPC, IDR/IBS und TDMA sowie die elektronische Dienstleitungsvermittlung ESC.
Außerdem wurden hier die Sende- und Empfangsträger über Satellit in Zusammenarbeit mit der Gegen-Erdfunkstelle und dem INTELSAT Operation Center eingemessen, d. h. Verkehrsverbindungen neu eingerichtet bzw. geändert.

Die Gruppe Rechner- bzw. IT-Technik (IT) war in den Anfangsjahren zuständig für die Berechnung der Antennensteuerdaten mittels zentraler EDV-Anlage und Erstellung von entsprechenden Steuerdaten-Lochstreifen für die Antennen 1 und 2.
Ab den 90er Jahren wurde die Gruppe IT mit der aufkommenden Mikroprozessortechnik, insbesondere für die rechnergestützten Fernüberwachungs- und Steueranlagen aller technischen Basis-Einrichtungen und Dienste, betraut.

TV-Schaltstelle (TV-Schalt) Raisting
Über 20 Jahre war diese Gruppe Teil der Stelle Satellitenfunkbetrieb Raisting und wurde später eine abgesetzte Gruppe der TV-Schaltstelle Frankfurt/Usingen. Ihre Aufgabe war die Durchschaltung und Normwandlung von Fernseh- und Tonsignalen über Satelliten. Zur besseren Ausnutzung der elektronischen Normwandler und Aufzeichnungsmaschinen (MAZ) richtete man einen Dienst für die Wandlung von Band zu Band ein.

TF-Verstärkerstelle (TFVrSt) Raisting
Die Aufbereitung der landseitigen Fernsprech- und Fernschreibkanäle zu einer „satellitenseitigen" Trägerfrequenz- (TF) und ab den 90er Jahren auch zu digitalen PulseCodeModulations- (PCM) Signalbündel erfolgte von einer abgesetzten Gruppe der Dienststelle Fernsprechübertragung (FeÜ) und Datenübertragung (DÜ) des Fernmeldeamtes Weilheim.

Ab etwa 1998 wurde aufgrund der allumfassenden Digitalisierung der Übertragungstechnik im deutschen und internationalen Telekommunikationsnetz die TF-Technik abgebaut. Heute ist der Trend hin zu komplett Internet-Protokoll (IP)-basierten Übertragungstechniken.

Maschinentechnik (SFuM / MT)
Diese Zuständigkeit wurde für über 20 Jahre von einer eigenen Dienststelle Satellitenfunk Maschinentechnik (SFuM) vor Ort wahrgenommen. Danach wurde sie als abgesetzte Gruppe der Dienststelle Maschinentechnik (MT) des Fernmeldeamtes Weilheim geführt und landete schließlich bei der Deutschen Telekom-Tochter DeTeImmo.

Gerade in den Anfangsjahren der Erdfunkstellentechnik waren die Anforderungen an den Betrieb und die Wartung von Antriebstechnik, Mechanik, Kühlung, Elektro-, Heizungs- und Kältetechnik sowie der Netz-Ersatzschaltungseinrichtungen (Dieselgeneratoren) besonders groß. Dadurch ergab sich auch ein relativ hoher Personalaufwand (28 Beschäftigte um 1980) mit eigenen Schichtdiensten.

So wurden für die Sendeverstärker mit wassergekühlten 5 bzw. 3 kW-Wanderfeldröhren riesige Rückkühlanlagen und die Aufbereitung des hochreinen Kühlwassers benötigt. In Empfangsrichtung waren heliumgekühlte rauscharme Empfangsverstärker im Einsatz, die ständig Nachschub an flüssigem Helium erforderten. Deshalb wurde eigens dazu eine Helium-Verflüssigungsanlage vor Ort betrieben. Auch die hydraulische Antriebstechnik der Antenne 1 in den Anfangsjahren war sehr aufwendig.

Dementsprechend war das Personal auch spezialisiert in Elektrik, Mechanik, Kälte- oder Heizungstechnik. Speziell die Hochdruckheizung (6 bar, 130/110 GrdC) im Zentralgebäude erforderte einen eigenen Kesselwärter-Schichtdienst (4 Personen). Nach Umbau der Heizung auf Niederdruck im Jahr 1980 entfiel dieser Schichtdienst. Auch war für die Störungsbeseitigung aller betriebswichtigen maschinentechnischen Anlagen der gesamten Erdfunkstelle ein Entstörer-Schichtdienst (4 Personen) in Antenne 1 eingerichtet.
Mit dem Technikwandel reduzierte sich mit der Zeit der Aufwand in bestimmten Bereichen dermaßen, dass diese Kräfte-Gruppe auf eine Handvoll Fachleuten vor Ort schrumpfte.

Stromversorgung (Sv)
Der Betrieb und die Wartung der Gleich- und Wechselrichter-Anlagen wurden durch eine abgesetzte Gruppe der Dienststelle Stromversorgung des Fernmeldeamtes Weilheim (später auch DeTeImmo) sichergestellt. Darüber hinaus war sie auch zuständig für die Kontrolle und Wartung der riesigen Puffer-Batterien.
Um eine besonders hohe Betriebssicherheit in Bezug auf die Stromversorgung zu erreichen, wurden alle übertragungstechnischen und sicherheitsrelevanten Einrichtungen im Modus „unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)" betrieben: der Wechselstrom des öffentlichen Netzes wurde dazu gleichgerichtet, in einer entsprechenden Anzahl von Bleibatterien zwischengespeichert (gepuffert) und dann über Wechselrichter als Wechselstrom den Verbrauchern zugeführt. Die Batteriekapazität reichte zwar für etwa eine Stunde, trotzdem wurde jeder Netzausfall durch drei Dieselaggregate überbrückt, sodass nur der Treibstoffvorrat den autonomen Betrieb begrenzte.

Öffentlichkeitsarbeit (Ö) und Hausverwaltung (Hv)
Die Dienststelle Ö mit Sitz in Weilheim war dem Niederlassungsleiter direkt unterstellt. betreute die Einrichtungen des Besucherraumes im Radom und übernahm ggf. auch Führungen.
Die Aufgaben der Hausverwaltung erfüllte ein Hausmeister, der in späteren Jahren der Dienstelle Hv in Weilheim zugeordnet war.

SYMPHONIE
Diesem etwa 8-jährigen deutsch-französischen Projekt mit eigenständiger Antenne wurde eine dreiköpfige Betriebsmannschaft zugeordnet, die für den Betrieb und die Wartung der Einrichtungen und insbesondere für die Ausführung bzw. Unterstützung der verschiedenen Satelliten- und Übertragungstests zuständig war. Maschinen- und haustechnische Anlagen wurden von der Stelle Maschinentechnik gewartet.

TRMS (TDMA Referenz- und Monitorstation) und
TTC&M (Tracking, Telemetry, Control und Monitoring Station)
Diesen Dienstleistungen für INTELSAT war eine eigenständige Betriebsmannschaft von bis zu 15 Kräften zugewiesen, die zusätzlich von Intelsat-eigenem Personal vor Ort beraten und unterstützt wurde. Auch die speziellen Übertragungs- und Überwachungs-Einrichtungen wurden von Intelsat bereitgestellt. Die Großantennen hingegen wurden mitbenutzt bzw. für TTC&M z.T. eigens von der Deutschen Bundespost errichtet und betreut.
Aufgrund der Überwachungs- und Kontrollfunktionen war das Personal überwiegend im Schichtdienst eingesetzt.

INMARSAT
Diesem Verkehrsdienst der Deutschen Telekom war für die speziellen Übertragungs- und Überwachungsdienste eine eigenständige Betriebsmannschaft ab 1991 von 9 und ab 1995, mit der zweiten Antenne, 12 Kräften, zugewiesen. Davon waren im Schichtdienst 7 Mitarbeiter eingesetzt.
Die Basis-Antenneneinrichtungen wurden von den entsprechenden Betriebsgruppen des Satellitenfunkbetriebs wie ÜA, IT sowie der Maschinentechnik betreut.

EMC (Emerging Markets Communications)
Nach dem Verkauf der Erdfunkstelle an die Firma EMC und dem Einsatz neuer Übertragungs- und fortgeschrittener Ersatzschalte-Techniken sowie einer zentralen Fernüberwachung von Amerika aus, ist der Personalbedarf vor Ort, trotz größerem Verkehr und höherer Antennenzahl, relativ gering.
Bestimmte Betriebs- und Wartungsfunktionen für z. B. die landseitige Netzanbindung oder für elektro- und lüftungstechnische Anlagen, werden bei der Deutschen Telekom bzw. STRABAG beauftragt.

Personal der Erdfunkstelle
Der besonders hohe Personalbedarf der Erdfunkstelle Raisting führte u. a. dazu, dass in Weilheim ab 1973 ein eigenständiges Fernmeldeamt (FA) der OPD München eingerichtet wurde. Bis dahin war die Erdfunkstelle eine Abteilung Satellitenfunk (SFu) des Fernmeldeamtes 3 München.

Das Personal war entsprechend der „postalisch-behördlichen" Hierarchiestruktur eingeteilt in Beamte des einfachen, mittleren, gehobenen und höheren Dienstes. Insbesondere mit dem Übergang zur Deutschen Telekom Aktiengesellschaft (DTAG) veränderte sich diese Struktur allmählich und auch der Umgangston wurde insgesamt lockerer.

Filmaufnahmen aus den Anfangsjahren des INTELSAT-Netzes und der Erdfunkstelle verursachen heutzutage ein Schmunzeln, wenn man die Betriebsingenieure in weißem Hemd, Krawatte und weißem Kittel, daneben die Techniker im grauen Arbeitskittel sieht. Auch war der Umgangston, speziell mit dem IOC, sehr militärisch, da dort viele ehemalige Offiziere arbeiteten („Yes, Sir!“).
Interessant ist, dass gerade in den Anfangsjahren viele Techniker und Ingenieure aus anderen Bundesländern kamen und sich somit eine besondere Mischung der „Preissen“ mit den „Einheimischen“ und viele Anekdoten ergaben. ("Hosst mi?")
In Weilheim wurden postalische Wohnungen für die Zugereisten eingerichtet sowie eine Postbuslinie, die die Erdfunkstelle zu Dienstbeginn und -ende anfuhr.

Erwähnenswert ist auf jeden Fall der Gasthof Zur Post in Raisting als Kantine für viele Beschäftigte und Besucher, wo so mancher mit „San Sie aach a Satelliterer?“ angesprochen wurde und sich über so spezielle Gerichte wie z. B. „Hirnsuppe“ wunderte.

Die Erdfunkstelle war bis zum Jahr 2000 eine reine Betriebsstelle. Neueinrichtungen, Änderungen und größere Reparaturen wurden grundsätzlich von Firmen geleistet, wobei das Betriebspersonal der Telekom teilweise mitwirkte, was auch für Planungsaufgaben galt. Ab 2000 wurden hier auch Planungsarbeiten und sogar Vertriebsaufgaben, die ursprünglich beim Fernmeldetechnischen Zentralamt Darmstadt angesiedelt waren, wahrgenommen.
Fortbildungen und Schulungen stellten sicher, dass das Personal die Aufgaben entsprechend qualifiziert ausführen konnte.
Aufgrund der hohen Betriebsgüte war die Erdfunkstelle Raisting über Jahrzehnte ein gefragter Partner und Ort für Praktikanten und Besucher aus aller Welt.
Zur Anfangszeit gab es bereits etwa 50 Beschäftigte der Deutschen Bundespost und zum Ende des Deutschen Telekom-Betriebs, im Dezember 2005, waren etwa 60 Personen vor Ort.
Der nachfolgende Betreiber, die EMC, hingegen beschäftigt ungefähr 10 Vollzeitkräfte vor Ort.

Die DLR in der Lichtenau bei Weilheim
Im Gegensatz zur reinen Nutzung für Telekommunikationsdienste über Satellit, für die die Erdfunkstelle Raisting eingerichtet wurde, diente die 1967 in der nahe gelegenen Lichtenau gebaute Antennen-Anlage der Überwachung und Steuerung von deutschen und europäischen Forschungssatelliten wie z. B. Helios. Sie ist die abgesetzte „Zentrale Deutsche Bodenstation (zdbs) Weilheim“ des Deutschen Luft- und Raumfahrt-Zentrums, DLR, in Oberpfaffenhofen. Inzwischen ist sie auch Dienstleister für außereuropäische Satellitenbetreiber.

Foto: Ronny Sinda

Der Autor, Dipl.-Ing. Otfried Werking, hat viele Jahre in der Erdfunkstelle Raisting gearbeitet.

talia – seit 6 Jahren in Raisting

Talia ist ein global aufgestelltes Unternehmen im Bereich der Telekommunikation und betreibt seit 2009 Teile der Erdfunkstelle Raisting im alten Symphonie Komplex. Zu den Kunden zählen neben Privatpersonen hauptsächlich Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen (NGOs). Des Weiteren werden über die Erdfunkstelle internationale Telefonie- und Fernsehdienste betreut. Talia beschäftigt am Standort Raisting aktuell 15 Mitarbeiter und will diesen auch in Zukunft ausbauen.

Neben der Entwicklung von neuen Diensten und Serviceangeboten ist Raisting einer der wichtigsten Technologie- und Dienstleistungsstandorte der Firma Talia.

Besuch vom Königspaar aus Thailand

**1966 hoher Besuch in der Erdfunkstelle,
v. l.: Bundespostminister Richard Stücklen,
Königin Sirikit von Thailand,
Leiter der Erdfunkstelle Robert Uhlitzsch,
König Bhumibol von Thailand.**

Foto: DBP

10 Jahre EMC in Raisting

Nach den Übergabeprozeduren der Deutschen Telekom mit der Firma Emerging Markets Communications in 2005 begann EMC ab 2006 mit dem operationellen Betrieb der Erdfunkstelle Raisting. Dabei betrieb EMC zunächst die bereits vorhandene Infrastruktur und die bestehenden Satellitenfunkdienste der verschiedenen Kunden weiter. Schrittweise verlagerte EMC z. T. auch die Dienste und Satellitenfunk-Verbindungen weiterer EMC-Teleports nach Raisting.

Die Übertragungssysteme wurden danach entsprechend der EMC-Betriebsorganisation sowie der kundenspezifischen Telekommunikationsdienste auf modernste Techniken umgestellt, wie z. B. höhere Datenraten und effektivere, kostengünstigere Kontroll- und Ersatzschalteeinrichtungen. Die vorhandenen Antennen, einschließlich der Großantennen, werden weiterhin genutzt oder bei Bedarf angepasst und neue Antennen aufgebaut, was den steigenden Bedarf an Telekommunikationsdiensten über Satelliten deutlich zeigt. Von Anfang an gehören ehemalige Mitarbeiter der Deutschen Telekom mit zum Stammpersonal des EMC-Teleports Raisting.

Kurzporträt von EMC

EMC ist spezialisiert in der Bereitstellung ereignis- und einsatzkritischer Telekommunikationsdienste über unsere globalen Satelliten- als auch terrestrischen Netze und Infrastruktur für Organisationen und Menschen auch in den entferntesten Gebiete.

Auf See, auf Land und in der Luft: die Firma stellt nahtlose, zuverlässige Verbindung und Zugang zu weltweitem Direktfernsehen, video on-demand (TV auf Abruf), Internet, Telefonie, Betriebs- als auch Mobilfunk(3G) bereit.

Da Technikprodukte, wie z.B. EMCs eigene SatLink-Linie, mit hoher Verfügbarkeit und hohem Datendurchsatz angewendet werden, kann EMC sichere Vernetzung anbieten, unabdingbar für die Telefonie-, Daten- und Unternehmensbedingten Anforderungen der maritimen Industrie.

EMCs Mobilitätslösungen ermöglichen Breitbandverbindung für Hochgeschwindigkeitszüge, Automobile und Luftverkehr. EMC bietet auch Paketlösungen mittels transportabler Stationen (fly-away) an, für Reportagen über Satellit (Satellite News Gathering) wie auch für breitbandigen Internetzugang, Sprache über Internetprotokoll (VoIP) und Anbindungen von Mobilfunkbasis-stationen, zur Abdeckung spezieller Ereignisse oder gar für Katastropheneinsatzdienste, wann und wo auch immer benötigt.

Das Unternehmen ist in 140 Ländern tätig und betreibt 52 Außenstellen weltweit. EMCs Ingenieure und Techniker sind 24 Stunden an 7 Tagen verfügbar und sind ausgebildet und intensiv trainiert in der Installation und Inbetriebnahme, dem Testen und Reparieren sowie in der Wartung von Verbindungseinrichtungen und -diensten, auch in entlegenen Zonen.

EMC stemmt sein komplett eigenes und selbst betriebenes Satelliten- und landseitiges Breitbandnetzwerk mit voll vernetzten Teleports auf Basis von Multiprotocol Label Switching (MPLS). Unsere Teleports befinden sich in den USA, Europa, Brasilien, Afrika und Asien und schließen Einrichtungen mit der entsprechend größten globalen Verkehrsabwicklung in Holmdel (New Jersey) und Raisting (Deutschland) ein.

EMCs Satellitendienste sind im C- als auch Ku-Frequenzband verfügbar, mit globalem Zugang in allen Ländern sowohl auf Land oder auf See. EMC schneidert seine Angebotspalette von Diensten und Produkten für die anspruchsvollsten Kunden von einsatzkritischen Anwendungen für die Öl- und Gasindustrie, Kreuzfahrtschiffe und Fähren, Yachten, Handelsschiffe, Mobilfunk-Betreiber, US-Regierung, UNO- und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) sowie global agierende Unternehmen. EMC hat seine Stärken unter Katastrophenbedingungen für die internationale humanitäre Gemeinschaft mit der Bereitstellung von VSAT-Diensten überall in der Welt bewiesen, aber insbesondere in aufstrebenden Märkten. Für weitergehende Informationen besuchen Sie unsere Webseiten www.emc-corp.net oder www.mtnsat.com .

EMC by night.
Foto: Joseph Beck

Raisting und sein Radom

Nein, es war sicher keine Liebesheirat. Die Braut – Raisting – wurde zunächst nicht gefragt, der Bräutigam – die Bundespost – hielt sich im Hintergrund beziehungsweise seine Pläne geheim. Es tauchten Gerüchte auf. So berief man Ende 1961 eine Bürgerversammlung ein. Dabei kam es zu heftigen Protesten und Drohungen, ja fast zu Ausschreitungen. Im Mittelpunkt stand die Furcht, dass bei einem Kriegsausbruch Raisting bombardiert werden könne, um die Nachrichtenübertragung zu stören. Kein Wunder, wenn man bedenkt, dass der letzte Krieg erst 16 Jahre vorher zu Ende gegangen und die Berliner Mauer kurz zuvor erbaut worden war. Auch der Wegfall von landwirtschaftlichem Grund erregte die Gemüter. In den Nachbarorten regte sich ebenfalls Widerstand, mit dem Komponisten Carl Orff aus Dießen an der Spitze.

Man machte den Raistingern weis, dass man nur hier bauen könne, weil durch die südliche Lage in Deutschland der wirkungsvollste Funkverkehr zu den Satelliten über dem Äquator erreicht würde. Es gäbe in Raisting auch wenig störenden Funkverkehr. Zudem biete die durch die Randmoränen gebildete "Wanne" vor Stürmen Schutz und gewährleiste festen Untergrund für standfeste Anlagen.

In den folgenden Wochen verhandelten die Bundespostbeauftragten recht geschickt. Mit den Besitzern der in Frage kommenden Grundstücke einigte man sich 1962 auf einen Preis von 15,- DM/qm. Die Gemeinde selbst erhielt 5,- DM/qm, die damit später u. a. den Volksschulbau finanzierte, ihr Straßennetz, allen voran die Straße nach Pähl, ausbaute und die Wasserleitung zum Teil erneuerte.

Mancher Raistinger blickte neidisch auf die Grundstückverkäufer, denn der Flurverkaufspreis lag deutlich über dem damaligen Baupreis. Dies trieb andererseits die Grundstückspreise in die Höhe.

Mit Beginn der Baumaßnahmen gab es Spektakuläres zu sehen. Überbreite Teile der fahrbaren Antenne (ø 9 m), die man zum Probebetrieb nach Raisting brachte, konnten im Juli 1963 nur über die Forststraßen transportiert werden, wozu man u. a. Brückengeländer abbauen musste. Aufregend war es, zuzuschauen, wie am 10. Oktober 1963 die Traglufthülle, das Radom, auf eine Höhe von ca. 40 m aufgeblasen und im Innern dann eine Antenne errichtet wurde. Man glaubte, die Hülle hätte eine 7-jährige Lebensdauer. Tatsächlich waren es 48 Jahre. Am 23.10.1963 fand dann über die fahrbare Antenne die 1. Fernsehversuchssendung statt.

Raisting rückte dadurch in den Medien in den Vordergrund. Interviews im Fernsehen und Radio mit Einheimischen, bei denen besonders die gefragt waren, die noch „roaschdingerisch“ sprachen, gehörten ebenso dazu wie Berichte über Gemeinschaftsleben und Baufortschritte. Groß war das Interesse, als man am 20. Januar 1965 anlässlich der Vereidigung des wiedergewählten US-amerikanischen Präsidenten Johnson erstmals regulär übertrug, unter Anwesenheit von politischen und anderen Personen sowie Mitwirkung der Raistinger Blaskapelle.

Die Raistinger sahen mit Stolz auf weitere prominente Besucher, allen voran das thailändische Königspaar 1966, und dass für die Übertragungen der ersten Mondlandung 1969 und der Olympi-schen Spiele in München 1972 die Raistinger Erdfunkstelle zuständig war. Viel Beifall fand auch das Wahlplakat einer bayrischen Partei mit einer Antenne und der Wallfahrtskapelle St. Johann als Blickfänger. Gerade dieses Motiv machte Raisting weltweit bekannt, so dass mancher Einheimische von „München bei Raisting“ sprach.

Von Widerstand war 1968/69 längst nicht mehr die Rede, als man über einen „Schildbürgerstreich“ der Post den Kopf schüttelte. Damals baute man an der Bahnüberführung den Richtfunkturm. Über ihn leitete man die Nachrichten zur Frankfurter Zentrale und wollte sich so den Weg über die Zugspitze sparen. Man musste ihn allerdings 2 Jahre später um ein paar Meter auf ca. 50 m erhöhen, da man nicht berücksichtigt hatte, dass höher wachsende Bäume den Funkverkehr unmöglich machen würden.

Die Anlage wurde immer größer und es veränderte sich das Ortsbild - mit ihm das Leben in Raisting. Schon mit Baubeginn konnte mancher Raistinger ein Zimmer an die „Satellitenarbeiter“ vermieten und so sein Einkommen erhöhen. Auch die Geschäftsleute profitierten von den Ausgaben der Arbeiter und Besucher und mancher Raistinger fand seine Arbeit bei der Erdfunkstelle. Das Zusammenleben mit den „Satellitenarbeitern“, das anfangs nicht problemlos war, normalisierte sich immer mehr. Einige von ihnen blieben in Raisting wohnhaft und übernahmen Aufgaben in der Gemeinschaft. Man kann damit feststellen, dass die „Braut“ Raisting mit dem Radom einen guten „Fang“ gemacht hat.

Raisting um 1920

Der Autor, Albert Tafertshofer, ist Raistinger und hat die Anfänge der Planungen der Erdfunkstelle Raisting sowie ihren Bau in den 1960er Jahren miterlebt.

Zeitzeugen-Interviews

2014 nahm das `Haus der Bayerischen Geschichte Augsburg´ Zeitzeugen-Interviews auf Video auf. Vier Ingenieure, zwei Mitarbeiter der Erdfunkstelle sowie zwei Bürger aus Raisting stellten sich den Fragen für eine umfangreiche Dokumentation.

Hier eine kurze Auswahl von Fragen und Antworten aus den Wortprotokollen.

Dipl.-Ing. Eckehart Jahreis

Frage: Ursprünglich war ja nur an die Übertragung von Fernmeldesignalen gedacht. Dann kam das Fernsehen dazu. Was hat das verändert?
Jahreis: Ja, das kam eigentlich schon parallel. Sagen wir mal der wirtschaftliche Hauptgrund war schon das Fernsprechen, weil man eben dringenden Bedarf an Telefonleitungen nach Übersee hatte. Damals bestanden Wartezeiten von vielen Stunden oder an Weihnachten oder an Feiertagen von Tagen, bis man ein Telefongespräch nach USA zum Beispiel zustande gebracht hat. Also es war dringender Bedarf für Telefonleitungen und das war der Hauptgrund. Teuer war es auch das Telefonieren: 50 D-Mark für drei Minuten kostete es damals. Und da hat natürlich die Telekom ein gutes Geschäft gemacht, wenn sie da plötzlich 240 Telefonleitungen anfangs anbieten konnte, und deshalb hat sich auch diese Radom-Antenne in wenigen Jahren sicher amortisiert gehabt durch die Einnahmen von den Telefongesprächen.

Das Fernsehen war natürlich kein kontinuierlicher Betrieb, wie das Telefonieren, sondern nur bei wichtigen Ereignissen wurden Fernsehverbindungen hergestellt. Anfangs musste sogar der Telefonverkehr abgeschaltet werden, wenn Fernsehen übertragen werden sollte. War nicht allzu oft, aber bei wichtigen Ereignissen hat man das gemacht, und so ging das eigentlich beides Hand in Hand, das Fernsehen und das Fernsprechen.

Heinrich Schmid, Raisting

Frage: Seit wann hatten Sie denn mit dem Radom zu tun?
Schmid: Mit dem Radom habe ich seit Sommer 1961 zu tun und zwar da hat man im Dorf gesprochen, dass da was gebaut wird und es gab Gerüchte, dass irgendwas vom Militär kommt. Und dann ist in Raisting eine Versammlung einberufen worden im Gasthof Zur Post. Der Saal war gesteckt voll, der war so voll, dass sie auf der Tanzfläche noch Tische und Stühle aufgestellt haben. Und es war das erste Mal in Raisting, dass auch Frauen in einer Gemeindeversammlung sind. Da hat unser Bürgermeister Geiger gleich eine Erklärung abgegeben, dass der Raistinger Gemeinderat nichts beschlossen hat und er als Bürgermeister nichts unterschrieben hat wegen der Baumaßnahme in Raisting. Das hat er gleich dargestellt, weil die Leute bei uns schon gemeint haben, das ist schon der Anfang vom Bau.
Und dann sind von der Post Leute vorgestellt worden, und die haben vorgetragen, was alles gebaut wird, und das war halt eine Anlage zum Funken und ein Zentralanlagengebäude. Und verschiedene haben noch hernach gesprochen. Und nach anderthalb Stunden ist die Diskussion eröffnet worden. Die Diskussion war schon scharf, in dem Sinn auch, weil das auch eine Protestversammlung war. Eine Gruppe hat halt genaue Auskunft haben wollen über das Projekt. Es war ja der Kalte Krieg, Russland - Amerika, und man hatte doch noch den Zweiten Weltkrieg in Gedanken.

Dipl.-Ing. Manfred Schönfeld

Frage: Können Sie zum Abschluss noch eine Anekdote erzählen?
Schönfeld: Ja, ich habe was im Kopf gehabt, was ich zu der Gelegenheit erzählen kann. Die Station war ja hier nun neu, und am 1. April des folgenden Jahres, als die Raistinger Kugel hier entstand, soll in einer Zeitung, Lokalzeitung, gestanden haben, am 1. April wird die Hülle der Radom-Kugel auf den endgültigen Durchmesser aufgeblasen, nämlich auf den doppelten Durchmesser, und grün angestrichen, damit das Radom in der Landschaft nicht so sehr stört. Das war sicher ein gelungener Aprilscherz.

Rupert Seen-Hibler, Raisting

Frage: Und jetzt gab es ja schon die ersten Fernsehübertragungen; hat man dann mehr Vertrauen in diese Anlage gekriegt?
Seen-Hibler: Ja, ja, dann ist das schon gekommen. Also Schaden war es für Raisting bestimmt keiner. Das waren doch die Olympischen Spiele, wo es geheißen hat: New York - Moskau - Raisting. Durch das ist halt Raisting zumindest in Deutschland bekannt geworden.
Frage: War man da auch stolz darauf?
Seen-Hibler: Da schon ein bisschen.

Renate Stocker, Mitarbeiterin Erdfunkstelle

Frage: Am Anfang war es ja noch eine reine Versuchsanlage. Können Sie das ein bisschen beschreiben?
Stocker: Ja, da stand einfach eine Baracke. In der Baracke war dann eine Vermittlungsstelle und noch verschiedene Büros und die kleine ITT-Schaub-Lorentz, dieser Schaltwagen, und da war die kleine Antenne, ich glaube, sie hatte neun Meter Durchmesser. Und die wurde auf Schleichwegen nach Raisting gebracht, denn die Wege waren wohl zu schmal, also musste sie irgendwie dorthin gebracht werden. Und die ist dann aufgebaut worden und am 23.10.1964 war dann die erste Satellitenübertragung mit der „Sauerkraut-Press-Band" aus Raisting.
Mein Kollege aus Darmstadt hat das organisiert, die Kollegen aus Darmstadt sind des öfteren in Raisting gewesen und haben natürlich irgendwo nächtigen müssen, das war das Hotel, vielmehr die Gastwirtschaft damals „Zur Post", in der wir dann ja später auch mit dem eigenen Postbus zum Essen gefahren sind. Wir hatten ja weit und breit nichts. Wir mussten ja auch mal Mittagessen, dazu sind wir in die „Post" gefahren mit dem Bus mittags. Da war die Tochter vom Wirt, die kam und hat uns also keine Speisekarte vorgelegt, sondern sie hat einfach vorgelesen was es gab. Und dann mussten wir das entscheiden. Wenn man sich eine Suppe bestellt hatte, hatte sie den Daumen in der Suppe. Damit wussten wir, dass die Suppe nicht mehr heiß war. Aber das Essen hat ganz gut geschmeckt, und es war auch ein Preis ausgemacht, das weiß ich leider nicht mehr, wieviel das war, aber es war doch günstiger als wenn wir normal im Lokal gegessen hätten.

Albert Tafertshofer, Raisting

Frage: Sie konnten ja die Bauarbeiten da beobachten und es mussten ja sicher auch Schwertransporter hergeführt werden. Können Sie ein bisschen beschreiben, wie das war damals?
Tafertshofer: Ja der erste Schwertransport war natürlich die fahrbare Antenne für den Probebetrieb. Die konnte man nicht über die normalen Straßen herbringen, die wurde von Dießen über den Forst über Osten her nach Raisting gebracht. Dort wurden teilweise Brücken über die Gräben gebaut. Raisting war damals sehr abgelegen, straßenmäßig. Wir haben zwei Unterführungen gehabt, die nur eine Mindesthöhe von etwa zwei Meter oder drei Meter hatten. Inzwischen wurde ja eine vergrößert beziehungsweise erneuert. Man kann seitdem auch mit Schwertransporten nach Raisting kommen, das

war damals gar nicht möglich. Also hat man den Umweg über die Forststraßen gewählt. Das war natürlich mühsam. Für uns als Einwohner war das gut zu beobachten. Man hat natürlich mit Interesse diese Schwertransporte verfolgt.
Später dann kam ein Hilfsübergang über die Bahn, nur für diese Schwertransporte. Das war aber auch sehr problematisch, weil es um ein paar Ecken ging. Die Bahn musste dann gesperrt werden. Letztendlich hat man deswegen die Kreisstraße nach Pähl ausgebaut. Das war eigentlich sehr wichtig, das war glaube ich 1967. Also drei, vier Jahre, nachdem der Radom erbaut war.

Dipl.-Ing. Robert Uhlitzsch

Frage: Herr Uhlitzsch, woher hat denn eigentlich der Satellit seine Energie bekommen, um an seinem Ort fest stehen zu bleiben?
Uhlitzsch: Der Satellit wird ja mit einer sehr starken Startrakete gestartet, und die ist so stark, dass sie ihn in die Synchronhöhe befördert, das heißt, also die rund 36.000 Kilometer über der Erde. Die Rakete bleibt aber dann mit dem Satelliten nicht verbunden, sondern wird schon vorher abgekoppelt und man entlässt den Satelliten, der läuft aber in derselben Geschwindigkeit weiter. Und die Geschwindigkeit ist natürlich von Haus aus nicht so exakt von der Rakete her einzustellen. Man muss ihn dann, wenn er mal die Synchronbahn erreicht hat, noch mit kleinen Steuertriebwerken, die der Satellit an Board hat, in eine Feinposition bringen. Die Rakete selber ist dann davon weg, die hat ja nur den Startimpuls gegeben.
Dagegen bei den umlaufenden oder niedrig fliegenden Satelliten ist es nun einfach so, dass die Rakete nicht so stark ist, um den Satelliten weiter zu befördern. Sie hat ja eben nur geschafft, ihn in einige tausend Kilometer Höhe zu bringen. Auch dann wurde die Rakete abgetrennt und der Satellit flog alleine weiter, aber eben nicht synchron, sondern umlaufend.

Dipl.-Ing. Hans von Hünerbein

Frage: Wie hat man sich das vorzustellen? Im Zentralgebäude war ja ein großer Kontrollraum. Waren Sie auch dort tätig?
von Hünerbein: Ja. Wir haben dort auch Fernsehübertragungen gemacht. Und zwar schon sehr früh. Ganz früh mit einem umlaufenden Satelliten. Ich glaub das war Telstar oder Relay. Auf alle Fälle haben wir mal Bilder von den Olympischen Spielen in Tokio, die Anfang Oktober 1964 stattfanden, übertragen. Das fand ich faszinierend. Das Signal hatte einen endlosen Weg hinter sich. Zunächst musste es von Japan nach USA, durch die ganzen USA durch, dann wieder über Satelliten zu uns. Und ich glaub, das war auch nur eine Testsendung, das haben wir nicht ins Netz übertragen.
Frage: Also, das war relativ aufwendig, so eine Fernsehübertragung?
von Hünerbein: Ja. Sie war aufwendig, weil wir die Normen wandeln mussten. Die Amerikaner haben eine eigene Norm. Wir haben unsere eigene Norm. Die amerikanische Norm war 525 Zeilen und 60 Bildwechsel, und wir hier hatten 625 Zeilen und 50 Bildwechsel. Und das musste gewandelt werden. Nun hatte man damals noch keine Digitaltechnik. Es waren ja analoge Signale, und dementsprechend hat man die Signale auf einem Normwandler analog dargestellt, auf einem Monitor ein ganz normales Bild. Und hat das mit der Kamera wieder abgefilmt, in der anderen Norm. Diese wurde dann eben auf unserem Kontinent verwendet. Der Ton lief immer extra.

Der Radom Raisting Förderverein

Nachdem für das Radom 1985 die offizielle Arbeit endete, kümmerten sich Mitarbeiter der Erdfunkstelle Raisting um den Erhalt des Gebäudes samt seinem Inventar, darunter die originalen technischen Geräte, Modelle, Bücher, Schaltpläne, Filme, Dias, Fotos und Dokumente.
Mit Unterstützung von Politikern und dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege verhinderten sie den Abriss des Radom und erreichten, dass es 1999 zum „Industriedenkmal mit herausragender nationaler Bedeutung“ erklärt wurde.
2004 gründeten die Ingenieure, Techniker und engagierte Bürger den „Förderverein Industriedenkmal Radom Raisting e.V.“ mit dem Ziel, im Radom den Besuchern Technik und Geschichte des Satellitenfunks zu präsentieren, ein Archiv einzurichten sowie Kindern, Schülern und Studenten Gelegenheit zu bieten, Kommunikationstechnik von Grund auf kennenzulernen und zu erleben.
Seit der umfangreichen Sanierung 2011 können Besucher das Radom wieder besichtigen. Der Förderverein unterhält außerhalb ein Archiv und ein Lager, wo die Dokumente bewahrt und die technischen Geräte gewartet werden.

Projekte des Fördervereins

Bis zum Beginn der Sanierung des Radom gab es eine provisorische Technikausstellung im Innenraum, viele Führungen für Kinder, Laien und Experten.

2013 Mai bis Oktober Öffnung des Radom und Führungen für Besucher.
2014 Das Haus der Bayerischen Geschichte Augsburg nimmt Zeitzeugen-Interviews auf Video auf.
2015 Einrichtung eines Archivs.

Der Förderverein Radom Raisting bemüht sich um regelmäßige Öffnung des Denkmals für Besucher, Führungen durch Zeitzeugen und Experten sowie um die Errichtung einer Ausstellung mit originalen Geräten.

www.radom-raisting.de

Mitglieder des Vorstands vom Radom Förderverein in einem seiner Archive. v. l.: Ulrich Thoma, Otfried Werking, Sven Barth, Armin Drescher.

Foto: Sabine Vetter

EMC
EMERGING MARKETS COMMUNICATIONS

naturbau ammersee
FACHMARKT FÜR ÖKOLOGISCHES BAUEN, RENOVIEREN & GESTALTEN

sax design

Speldrich
HEIZUNG • SANITÄR
Projektierung - Ausführung - Kundendienst

NORA
Druck und Verlag GmbH

Gasthof zur Post
do bin i daheam

Gasthof Drexl

SH MALER STECHELE GmbH

Bäckerei Scholz

Natur- & Feinkost Nordmann

Metzgerei Weichart

IBIZA
RESTAURANT · BAR · KULTUR
Vegetarische & vegane Küche!

talia®