

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegraфи svizzeri |
| Herausgeber: | Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe |
| Band: | 25 (1947) |
| Heft: | 5 |
| Artikel: | Höhenstationen und Höhenverbindungen |
| Autor: | Gernber, F. / Tank, F. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-875757 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEgeben VON DER SCHWEIZERISCHEN POST-, TELEGRAPHEN- UND TELEPHONVERWALTUNG

BULLETIN TECHNIQUE/BOLLETTINO TECNICO

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES SUISSES

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DELLE POSTE, DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI

Höhenstationen und Höhenverbindungen

Von W. Gerber, Bern und F. Tank, Zürich

621.396.721.029.6

Die gebirgige Oberflächengestalt unseres Landes bietet spezielle, radiotechnische Übertragungsmöglichkeiten mittels der Zentimeter-, Dezimeter- und Meterwellentechnik. Als solche werden einleitend die sogenannten Richtstrahlverbindungen behandelt. Darunter fällt zunächst einmal die Einkanaltelephonie mit abgelegenen Bergstationen. Diese wird bekanntlich in der Schweiz schon seit Jahren verwendet, ist aber noch entwicklungsfähig. Anschliessend folgen Betrachtungen über die Mehrkanaltelephonie hinsichtlich ihrer Aufgaben, der Systemfragen und der Netzgestaltung. Und nicht zuletzt gehören zu den Richtstrahlverbindungen ganz allgemein die Belange des Fernsehens. Weitere Zielsetzungen gelten dem Problem der öffentlichen Rundstrahlbetriebe. Bekanntlich zeigt unser heutiger Rundspruchbetrieb auf Mittel- und Kurzwellen bestimmte Schwierigkeiten grundsätzlicher Natur. Diese dürfen sich aber im wesentlichen durch eine neue, zunächst vorwiegend technisch konzipierte Lösung umgehen lassen. Danach werden unsere eigentlichen Bevölkerungszentren ab Höhenstationen durch Ultrakurzwellen-(UKW-)Mehrprogrammmissionen versorgt. Das Heimfernsehbild ist systemmässig koordiniert, so dass der Radioabonnent über eine reine UKW-Empfangsanlage verfügt. Zudem bestehen Koordinationsmöglichkeiten zwischen den Mehrprogrammsystemen des Drahtweges und der UKW-Ubertragung, sowie allenfalls auch die Möglichkeit der öffentlichen Faksimileübertragung. Und an Stelle der bisherigen Mittelwellensender könnte später ein nationaler Langwellensender treten, dem dann unter anderem die Rundspruchversorgung der etwas abgelegenen, bis jetzt mehr oder weniger ungenügend bedienten Zonen zukommt. In den Aufgabenbereich unserer Höhenstationen fallen ferner die sogenannten mobilen Dienste. Bei diesen kann man grundsätzlich unterscheiden zwischen den Bedürfnissen des erdgebundenen Verkehrs und den Belangen des Luftverkehrs. Zu den ersten gehört zum Beispiel der Verkehr mit Strassen-, Schienen- und Wasserfahrzeugen, während bei den zweitgenannten hauptsächlich gewisse Aufgaben der Flugsicherung und der Anschluss grösserer Verkehrsflugzeuge an unser Telefonnetz zu erwähnen sind.

Die gebirgige Oberflächengestalt unseres Landes hat sich bekanntlich für unsere heutigen Radiobetriebe als nachteilig erwiesen. Ihre energiezerstreuende Wirkung führt ganz allgemein zu einer verhältnismässig grossen Dämpfung der Bodenwelle. Dazu gesellen sich im Rundspruchbetrieb die Schattenbildungen, die Verschärfung der Nahschwundprobleme usw. So versteht sich die naheliegende

Auffassung, wonach unser Gelände an sich die Verwendung möglichst langer Wellen bedingt, das heisst Wellen, die mindestens mit unseren Bergdimensionen grössenordnungsmässig vergleichbar sind.

Demgegenüber haben wir schon in früheren Jahren darauf hingewiesen, dass die fortschreitende Entwicklung der Zentimeter-, Dezimeter- und Meterwellentechnik ganz besonders für unsere Gelände-Verhältnisse eine Reihe neuer Aspekte schafft. Die resultierende Problemstellung geht allerdings auch von etwas anderen Voraussetzungen aus. Sie lautet ganz einfach: Wie können wir unsere Bergeshöhen, die uns die Natur in so grosszügiger Weise zur Verfügung stellt, bestmöglich in den Dienst der Radioübertragung stellen?

Die vorliegende Veröffentlichung bezweckt nun, die Gedanken, die uns mit dem erwähnten Fragenkomplex verbinden, einmal in einer Darstellung vorwiegend programmativen Inhaltes zusammenzufassen, soweit sie die zivilen Bedürfnisse angehen. Hierbei stützen wir uns unter anderem auf verschiedene Untersuchungen des *Institutes für Hochfrequenztechnik der Eidgenössischen Technischen Hochschule*, der *Abteilung Versuche und Forschung der Generaldirektion der Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung* und der mitbeteiligten Industrie. Es handelt sich also, im weiteren Sinne, um Ergebnisse ihrer wissenschaftlichen Zusammenarbeit, die im folgenden zum Ausdruck gelangen.

I. Richtstrahl-Verbindungen

Eine der interessanten Gegebenheiten der Zentimeter-, Dezimeter- und Meterwellen ist bekanntlich die verhältnismässig starke Bündelfähigkeit. Davon macht die heutige Hochfrequenztechnik denn auch schon vielerlei Gebrauch. Wir wollen uns aber hier auf die Belange der Höhenstationen beschränken und sehen da, beim heutigen Stand der

Dinge, zunächst bestimmte Aufgaben der Richtstrahlübertragung von Ton und Bild. Auf die mehr nebенästlichen Angelegenheiten, wie beispielsweise gewisse Fernmess- und Fernsteuerungsanlagen, wird nicht weiter eingetreten. Es handelt sich dabei vorwiegend um ortsfeste Verbindungen zwischen Bergeshöhen einerseits und von Bergeshöhen mit Talstationen anderseits. Der Verkehr kann einseitig oder gegenseitig gerichtet sein. Damit stellt sich denn auch die betriebswichtige Frage der Reziprozität zwischen Sende- und Empfangsseite. In theoretischer Hinsicht scheint diese noch nicht restlos geklärt. Immerhin zeigen die bisherigen Erfahrungen mit mobilen Gegensprechsanlagen keine systematischen Abhängigkeiten vom Richtungssinn. Allfällige Unterschiede der Uebertragungsgüte waren vielmehr durch die örtlichen Störpegel bedingt.

Einkanaltelephonie

Vor allem im Gebirge gibt es zahlreiche abgelegene Stellen, mit denen eine telephonische Verbindung an sich wohl erwünscht ist, die aber auf dem Drahtwege nur schwer realisierbar wäre. Es betrifft dies Alpenklubhütten, Berggästhäuser und Alphütten überhaupt, ferner Zollstationen, Beobachtungsposten, Baustellen, sogenannte S.O.S.-Stationen usw.

Für solche Fälle baut die Firma *Hasler AG.* schon seit vielen Jahren eine besondere Richtstrahlapparatur. Diese arbeitet mit Amplitudenmodulation auf Meterwellen und gestattet Gegensprechverbindungen. Gewöhnlich wird die Apparatur an das öffentliche Telephonnetz angeschlossen und verfügt auch über die nötigen Wahlzusätze für die vollautomatische Teilnehmerwahl. Die netzseitige Station befindet sich zumeist im Talgrund, wo sie dann auch gleichzeitig an die dortige Stromversorgung angeschlossen ist. Dagegen ist die Teilnehmerstation sozusagen immer batteriegespeisen. Sie ist deshalb nur in bestimmten, jeweils äusserst kurzen Zeitintervallen empfangsbereit. Das heisst, im heutigen Betrieb kann der Richtstrahlteilnehmer wohl jederzeit anrufen, aber nicht jederzeit angerufen werden.

Die gegenwärtige Verwendung von Meterwellen ist entwicklungsmässig an sich durchaus verständlich. Doch wird man in absehbarer Zeit ohne Zweifel zu wesentlich kürzeren Wellen übergehen. Dafür sprechen nämlich verschiedene Gründe. So ist zunächst, vom Standpunkt der Wellenausbreitung gesehen, zu bedenken, dass es sich um örtlich eng begrenzte Sichtverbindungen handelt. Da man also nicht auf Beugungseffekte angewiesen ist, wäre es auf die Dauer nicht zweckmässig, mit solchen Betrieben das Meterwellenband zu belegen. Zudem ist die Wellenübertragung bei höheren Frequenzen wesentlich günstiger, einmal wegen der besseren Bündelfähigkeit und dann aber auch, weil man sich damit statistisch immer mehr den Ausbreitungsbedingungen des freien Raumes nähert. Dabei liegt das ausbreitungsmässige Optimum im Zentimeter-

wellenbereich, und zwar bei ungefähr 3 cm. Bei noch kürzeren Wellen machen sich dann die atmosphärischen Niederschläge bereits allzu sehr bemerkbar. Weitere Vorteile der hohen Bündelfähigkeit sind ferner die kleineren Antennendimensionen und, in Verbindung mit der an sich etwas ungewöhnlichen Wellenlänge, die bessere Geheimhaltung der Gespräche. Mit der Einführung des Zentimeterwellen-Betriebes eröffnen sich aber auch ganz neue, grundlegende Aspekte.

Für den Strahlungsweg gilt bekanntlich für das Verhältnis der Empfangsleistung P_2 zur emittierten Leistung P_1 die einfache Beziehung

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{A_1 A_2}{s^2 \lambda^2}$$

wobei {
 A Absorptionsfläche der Antenne
 s Weglänge
 λ Wellenlänge

Bei Verwendung der 3-cm-Welle dürfte danach die Empfangsanlage praktisch etwa ein Millionstel der emittierten Hochfrequenz-(HF)-Leistung aufnehmen. Da nun die netzseitige Station gewöhnlich über einen Starkstromanschluss verfügt, besteht somit heute ohne weiteres die technische Möglichkeit — zum Beispiel durch Verwendung von Kavitrons — eine *pausenlose Anrufmöglichkeit* des Richtstrahlteilnehmers zu verwirklichen. Empfangsseitig führen dabei verschiedene Wege zum Ziel. Man kann beispielsweise die empfangene HF-Leistung zunächst einem Kristalldetektor zuleiten und mit dem Gleichrichtereffekt ein elektromagnetisches Relais betätigen, welches dann den Batteriestromkreis der Teilnehmerstation einschaltet. Je nach der verwendeten Modulationsart kann zudem der Gleichrichter die Hörkapsel speisen, so dass unter Umständen auf den Empfangsverstärker verzichtet werden kann. Weitere Auslösemöglichkeiten bestehen auf der Basis von Frittkontakten, ferner unter Verwendung von Spannungsüberhöhungen, auf der Basis kapazitiver Relais und elektrisch vorgespannter Glimmzellen.

Im übrigen stellen sich natürlich noch andere Fragen. Dazu gehören beispielsweise die verwendete Modulationsart, der Einsatz von Spiegeln als passive Relais — auf die wir hier aber vorläufig nicht näher eintreten möchten.

Mehrkanaltelephonie

Die an sich frequenzunabhängige, lineare Ausbreitungsfunktion der Raumwellenfeldstärke zeigt bekanntlich, verglichen mit den Ausbreitungsbedingungen des Drahtweges, einige grundlegende Vorteile, und zwar ganz besonders dann, wenn es sich um die Fernübertragung breitester Frequenzbänder handelt. Diese Feststellung ist aber nicht etwa so zu verstehen, dass nun deshalb die Breitbandsysteme der Zukunft ein für allemal an die Richtstrahlübertragung gebunden wären. Man könnte sich sogar vorstellen, dass beispielsweise der Wellenleiter in

einer späteren Entwicklungsphase gewisse Aufgaben übernimmt, welche der Leitungsdrat principiell nicht bewältigen kann. Im Grunde genommen würde dies ja nichts anderes bedeuten, als die Fortsetzung des althergebrachten Spieles, bei dem sich die Rollen der metallischen und der drahtlosen Uebertragung immer wieder nach dem jeweiligen Stand der Technik neu ausrichten.

Verglichen mit den heutigen Kabelwegen kann die Breitband-Richtstrahlübertragung zudem bedeutende ökonomische Vorteile bieten, sofern es sich um Sichtverbindungen über grössere Teilstrecken handelt. Diese Voraussetzung ist aber gerade in unseren Verhältnissen besonders schön erfüllt. Allerdings verschärfen sich mit der grösser werdenden Teilstreckenlänge unter anderem bestimmte Fragen der Wellenausbreitung, weshalb gegenwärtig auf den Strecken: Chasseral-Gurten, Chasseral-Uetliberg und Chasseral-Genf eingehende Versuche zu ihrer weiteren Abklärung durchgeführt werden. Dazu dient eine von der Firma *Brown, Boveri & Cie., Baden*, besonders entwickelte Messapparatur. Immerhin glauben wir heute schon, in Uebereinstimmung mit anderweitigen Untersuchungen, annehmen zu dürfen, dass die optimale Wellenlänge für solche Fernverbindungen bei ungefähr 10 cm liegt.

Die praktischen Einsatzmöglichkeiten solcher Richtstrahlverbindungen werden sozusagen allerorten geprüft. Gegenwärtig erstrecken sie sich wohl im wesentlichen auf die Mehrkanaltelephonie, einschliesslich Rundspruch, die Mehrkanaltelegraphie und das Fernsehen.

Was nun zunächst die Mehrkanaltelephonie anbelangt, besteht eine Zielsetzung darin, unsere wichtigsten Verkehrszentren über Richtstrahlen miteinander direkt zu verbinden. Um dabei die dem Richtstrahlprinzip inhärenten Breitbandeigenschaften nicht etwa durch Kabelstrecken zu beeinträchtigen und auch mit Rücksicht auf den Betrieb, sollen diese Mehrkanaltelephonie-Richtstrahlverbindungen, wenn immer möglich, direkt von *Zentralendach zu Zentralendach* geführt werden. Auf diese Weise lässt sich ein *verhältnismässig billiges und, im Hinblick auf gewisse Notzustände, in sich unabhängiges Fernverbindungsnetz* aufbauen. Nebenbei besteht ferner die Absicht, *mobile Mehrkanalapparaturen* zu schaffen, um den Drahtweg von Fall zu Fall unterstützen oder nötigenfalls gar ersetzen zu können.

Von dieser Konzeption ausgehend, lässt sich heute schon ein mehr oder weniger bestimmtes Höhennetz angeben. Es umfasst naturgemäss eine Reihe bekanntester Aussichtsberge. Für die Zugänglichkeit der Höhen ist also schon etwas vorgesorgt. Charakteristisch ist ferner die Tatsache, dass die in Frage kommenden Höhen zugleich unserem Triangulationsnetz I. Ordnung angehören — wie denn überhaupt das Studium unserer Triangulationsnetze hinsichtlich der vorliegenden Aufgabe recht aufschlussreich ist.

Eine unserer verkehrsstrategisch wichtigsten Höhen ist zweifellos der Chasseral. Er beherrscht sozusagen das ganze Mittelland, vom Genfersee bis zum Bodensee. Die letztere Feststellung erinnert hinsichtlich der Netzplanung übrigens etwas an unsere ersten Fernkabelprojekte, die bekanntlich von Genf ausgehend über Lausanne, Bern, Zürich nach St. Gallen tendierten. Vom Chasseral aus sieht man zudem den gesamten Alpenkranz, vom Bodensee bis und mit den Savoyer Bergen, die meisten Jurahöhen, sowie eine ganze Reihe international wichtiger Punkte. Zu den letzteren gehören unter anderem die Vogesen, der Schwarzwald, der Säntis, mehrere bedeutende Gipfel der Walliser Südgrenze und nicht zuletzt der Grand Colombier in der Richtung Lyon. Siehe Fig. 1. Der Chasseral hat also in einem späteren Richtstrahlnetz zweifellos die Bedeutung eines Sternpunktes erster Ordnung. Darüber hinaus scheint er berufen, eine Reihe weiterer Aufgaben zu übernehmen, auf die wir in den folgenden Abschnitten noch zu sprechen kommen. So ist es denn auch zu verstehen, dass die Generaldirektion PTT vor einigen Jahren, unter tatkräftiger Mithilfe der Telephondirektion Neuenburg, auf dem Gipfel des Chasseral ein eigenes Forschungszentrum errichtet hat. Die Fig. 2 zeigt die äussere Erscheinung der Station im Winter. Im übrigen bietet die Erstellung solch exponierter Anlagen eine Reihe interessanter baulicher Probleme, auf die wir hier aber nicht näher eintreten können. Es sei lediglich erwähnt, dass dazu selbstverständlich auch die Belange des Naturschutzes gehören.

Bevor jedoch an die Verwirklichung eines eigentlichen Richtstrahlnetzes für Mehrkanaltelephonie zu denken ist, bedürfen gewisse *Systemfragen* noch einer weiteren Abklärung. Diese sind vor allem träge-technischer Art und an bestimmte Kriterien gebunden, wie beispielsweise die vom Comité consultatif international téléphonique (CCIF) aufgestellten Uebertragungsbedingungen für Telephonie und Rundspruch, den Aufwand und die Betriebs-sicherheit. Innerhalb des skizzierten Rahmens bietet nun die Dezimeterwellen-Uebertragung eine Fülle interessanter Möglichkeiten. Verglichen mit der verhältnismässig einfachen, klassischen Trägertechnik des Kabelweges kann man im vorliegenden Falle geradezu von einer potenzierten Trägertechnik sprechen. So wäre es denn auch heute noch etwas verfrüht, eine endgültige Systematik der praktisch in Frage kommenden Lösungen anzugeben. Von der Systemwahl hängen aber letzten Endes die elektrische Gestaltung der Apparaturen ab, die Endausrüstungen der Telephonzentralen und die Relaisausrüstungen der Höhenstationen. Immerhin lassen die vorliegenden Erfahrungen bereits einige Prinzipien erkennen. Danach geht eine erste Entscheidung dahin, ob man überhaupt UKW-Träger mitübertragen will oder nicht. Ist dies nicht der Fall, so werden die einzelnen Telephonkanäle einfach aus ihrer ursprünglichen Frequenzlage in den UKW-Bereich transpo-

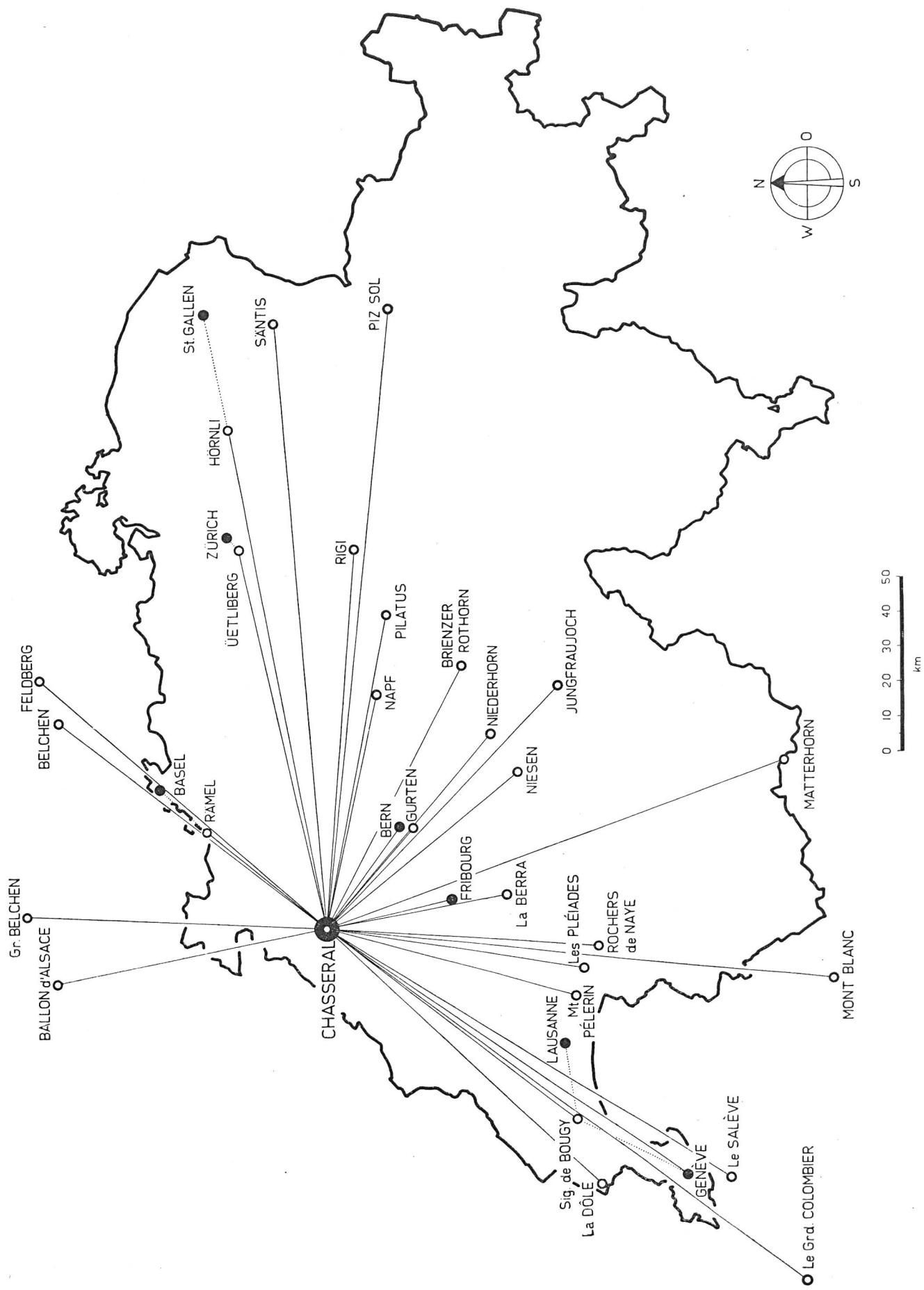


Fig. 1. Sichtbeziehungen der Höhenstation Chasseral

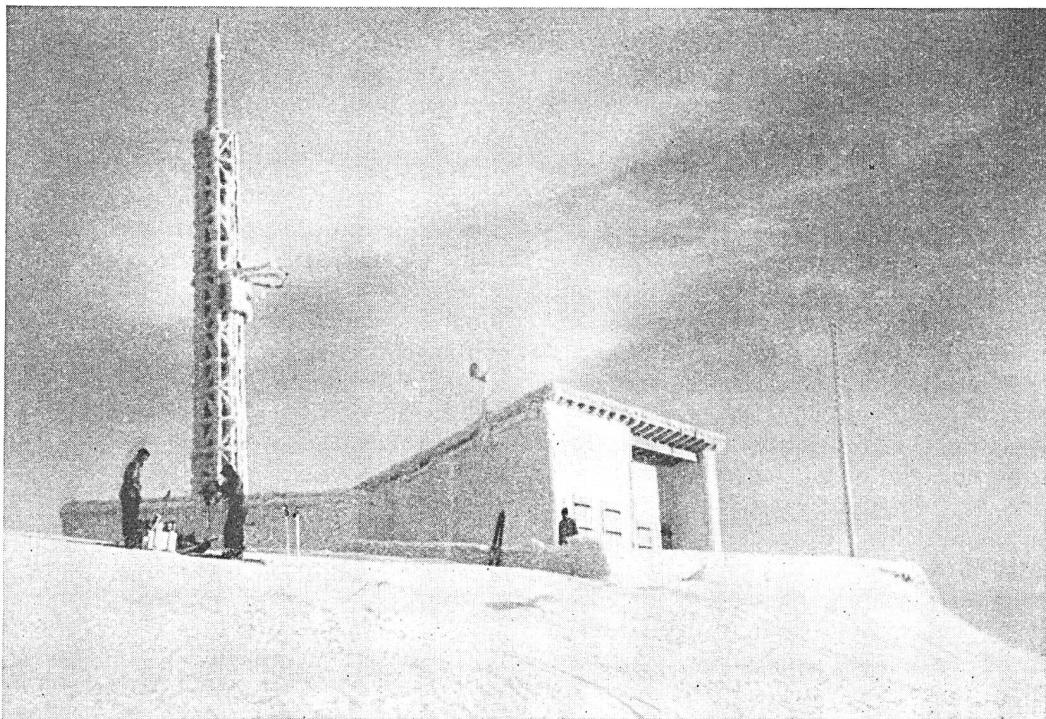


Fig. 2. Höhenstation Chasseral, 1608 m ü. M.

niert und dort ausgestrahlt. Man bekommt dann so ein System, das sich im wesentlichen vom altgebrachten *Mehrkanalsystem des Kabelweges* nur durch die Frequenzverschiebung von ungefähr 3000 MHz unterscheidet. Eine oder mehrere UKW-Pilotfrequenzen, die mitübertragen werden, dienen den verschiedenen, notwendigen Frequenz-Umsetzungen und sorgen im übrigen dafür, dass der Signalthalt in sich frequenzstarr bleibt. Selbstverständlich kann man auch, mit Rücksicht auf die Filterkosten, die Breite der Einzelkanäle $> 4 \text{ kHz}$ wählen. Üblicherweise werden jedoch UKW-Träger mitübertragen. Hierbei stehen sich zwei verschiedene Hauptrichtungen gegenüber, die sogenannten *Einträger-Mehrkanalsysteme* und die *Mehrträger-Mehrkanalsysteme*. Zu den Erstgenannten gehören im weiteren Sinne auch die älteren UKW-Systeme. Bei diesen modulierten die einzelnen Sprechkanäle zunächst die HF-Amplituden eines kammensurablen Spektrums von Hilfsträgern, das dann seinerseits die Amplitude eines UKW-Trägers modulierte. Ein solches System ist naturgemäß auf nichtlineare Verzerrungen äußerst empfindlich und infolgedessen für grössere Kanalzahlen nicht geeignet. Mehr Interesse bietet heute ein anderes Verfahren, bei dem ganze Gruppen von Sprechkanälen, wie sie zum Beispiel der Kabelweg verwendet, die Frequenz eines UKW-Trägers modulieren. Mit Hilfe von linearisierenden Gegenkopplungen gelingt es nämlich, beträchtliche Kanalzahlen für jeden Träger aufzumodulieren. Eine Anlage solcher Art, von der Firma *Brown, Boveri & Cie.* erstellt, befindet sich gegenwärtig auf der Versuchsstrecke Genf—Zürich in Betrieb. Das Sy-

stem bleibt aber anderseits verhältnismässig empfindlich auf Phasenverzerrungen und somit auch in bezug auf Mehrwegeausbreitung der Richtstrahlen. Es dürfte hauptsächlich dann in Frage kommen, wenn es sich darum handelt, bestimmte Richtstrahlstrecken in Serie mit Trägerkabeln zu schalten, das heisst systemmässig zu koordinieren. Recht interessant sind übrigens auch gewisse neuere Verfahren, bei denen die Frequenz des UKW-Trägers — hauptsächlich mit Rücksicht auf die Relaisverzerrungen — über einen frequenzmodulierten Hilfsträger moduliert wird. Zu den Einträger-Mehrkanalsystemen gehört ferner die pulsmodulierte Uebertragung. Ihrem Wesen nach wird sie gelegentlich auch als *Zeit-Multiplexsystem* bezeichnet, im Gegensatz zu den *Frequenz-Multiplexsystemen*. Es ist dies nun ein spezifisches UKW-System, und es zeichnet sich zudem aus durch äusserste Anspruchslosigkeit der Mittel. Leider scheint aber die für den einzelnen Träger zulässige Kanalzahl etwas beschränkt, selbst dann, wenn man gleichzeitig noch andere Modulationsarten mitverwendet, wie beispielsweise die Frequenzmodulation der Pulsträgerschwingung.

Nach diesen grundsätzlichen Bemerkungen über die Einträger-Mehrkanalsysteme ist es nun recht interessant, auf die bereits erwähnten Mehrträger-Mehrkanalsysteme zurückzukommen. Typisch für die Mehrträgersysteme ist zunächst die Tatsache, dass jeder einzelne Tonkanal über einen eigenen, beispielsweise frequenzmodulierten UKW-Träger verfügt, wobei die einzelnen UKW-Träger einem quasikommensurablen Spektrum angehören. Eine grössere Anzahl benachbarter UKW-Träger bildet dann zusammen eine

Gruppe, die als solche schrittweise zusammengefasst wird und hierauf als typisches UKW-Breitbandsystem zur Uebertragung gelangt. Was im besonderen den Modulationsvorgang anbelangt, lassen sich gegenwärtig zwei Entwicklungstendenzen unterscheiden. Die eine geht darauf aus, an sich möglichst frequenzstabil gebaute UKW-Generatoren direkt zu modulieren, beispielsweise durch elektromechanische Beeinflussung der Resonatordimensionen. Dieses Vorgehen benötigt verhältnismässig wenig Mittel und ist im gegenwärtigen Stadium mehr für einfachere Apparaturen mit kleiner Kanalzahl gedacht. Die andere Entwicklungstendenz verwendet frequenzmodulierte Generatoren von ein und derselben Zentrfrequenz, im Hektometerwellenbereich, mit Frequenzumsetzungsmitteln, welche die einzelnen Kanäle im UKW-Bereich im gewünschten Frequenzintervall aneinanderreihen. Eine derartige Apparatur ist von der Firma *Brown, Boveri & Cie.* gebaut worden und befindet sich gegenwärtig im Versuchsstadium. Ihre Kennzeichen sind Ausbaufähigkeit auf verhältnismässig grosse Kanalzahlen bei mässigem Aufwand. Dazu gesellen sich dann noch die allgemeinen Eigenheiten der Mehrträgersysteme, die da sind: Unempfindlichkeit gegenüber Phasendifferenzen — zum Beispiel Mehrwegeausbreitung —, dagegen erhöhte Ansprüche an die Linearität der Röhrenkennlinien. Sie verhalten sich also in dieser Hinsicht mehr oder weniger komplementär zu den Einträgersystemen, weshalb man unter Umständen mit Vorteil die beiden Systeme kombiniert. Vergl. zudem Fig. 3.

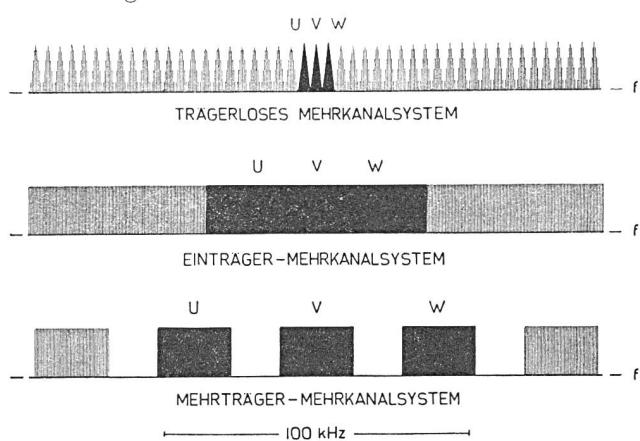


Fig. 3. UKW-Spektren der Mehrkanal-Telephonie

Eine weitere Frage bildet die Geheimhaltung der Gespräche. Eigentliche Erfahrungen liegen noch nicht vor. Ihre Konsequenzen dürfte am besten die künftige Praxis zeigen.

Fernsehen

Man ist sich wohl heute mehr oder weniger darüber einig, dass eine Fernsehübertragung von einigermassen brauchbarer Qualität mindestens tausend Bildzeilen haben sollte, und dass darüber hinaus eigentlich ein farbiges Bild erwünscht wäre. So kommt man dann, je nach dem Bildsystem bzw.

der Uebertragungsart, zu Frequenzbandbreiten, die etwa zwischen zehn und dreissig Megahertz liegen. Das sind nun aber Frequenzen, für welche sich die heutigen HF-Kabelsysteme offensichtlich nicht ohne weiteres eignen. Nach dem bereits Gesagten scheint anderseits das Richtstrahlprinzip zur Fernübertragung geradezu prädestiniert, soweit es sich um grössere Entfernung handelt. Aber auch über kleinere Distanzen werden der Richtstrahlübertragung bestimmte Aufgaben zufallen. Dazu gehören zweifellos nach wie vor die mobilen Verbindungen bei Reportagen usw. und möglicherweise auch die Bedienung einzelner oder ganzer Gruppen von Fernsehkinos, sofern diese nicht über geeignete koaxiale Teilnehmerleitungen verfügen. Weitere Zielsetzungen gelten der fernsehmässigen Schnelltelegraphie.

Damit stellt sich denn auch, als eine der nächstliegenden behördlichen Aufgaben, die Abklärung der Uebertragungsmöglichkeiten über grössere Strecken unseres Landes.

II. Öffentliche Rundstrahl-Betriebe

Nach diesen Betrachtungen über die eindimensionalen Verbindungen wollen wir uns nunmehr den Möglichkeiten der Rundstrahlübertragungen zuwenden, und zwar zunächst soweit, als sie für die öffentliche Verbreitung von Ton und Bild in Frage kommen. Für solche Aufgaben wird bekanntlich eine Sendeantenne mit äusserst konzentrierter Horizontalstrahlung verhältnismässig hoch situiert, damit sie möglichst weite Geländezeonen direkt bestrahlt. Unter unseren Verhältnissen würde dies somit einen weiteren Einsatz der Bergeshöhen bedeuten. Die folgenden Betrachtungen lassen denn auch verstehen, dass die unseren Bergeshöhen zufallenden Aufgaben der drahtlosen Uebertragung in ihrer Gesamtheit recht weitreichende sind. Einmal richtig koordiniert, scheinen diese Aufgaben dazu berufen, einigen unserer Bergeshöhen eine Bedeutung zu verleihen, die weit über das hinausreicht, was man sich heute über unsere «Hochwachten» vergangener Zeiten erzählt. Es ist das im übrigen auch die Auffassung, aus welcher heraus die Generaldirektion PTT schon vor einiger Zeit für die Fragen der Höhenstationen und Höhenverbindungen ein eigenes Forschungsressort geschaffen hat.

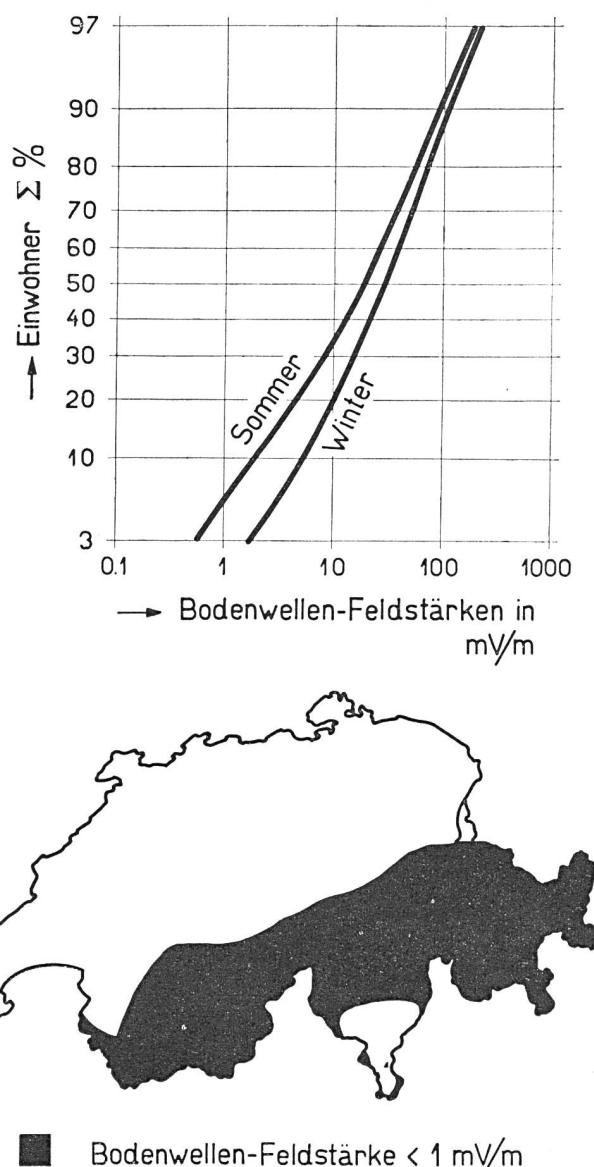
Als Höhenstationen im weiteren Sinne sind hier ferner die in angelsächsischen Ländern diskutierten Möglichkeiten des Einsatzes von Stratosphärenflugzeugen, künstlichen Meteoriten und unseres Mondes aufzufassen. Vom Standpunkte der Realisierbarkeit aus gesehen dürfte allerdings, beim heutigen Stand der Technik, nur die erstgenannte Variante ernstlich in Frage kommen. Ob und inwieweit diese aber für unsere Verhältnisse überhaupt jemals interessant sein kann, das heisst in Konkurrenz mit unseren natürlichen Bergeshöhen treten wird, wagen wir zur Zeit nicht abzuschätzen, sind

doch die heute diskutierten Flughöhen noch recht bescheiden, angesichts der gebirgigen Oberflächen-gestalt unseres Landes.

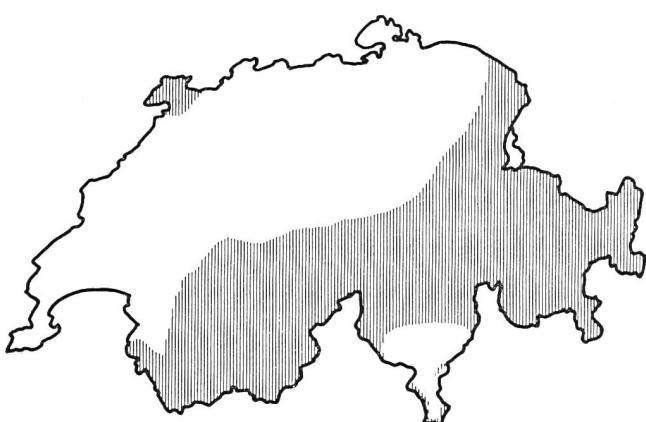
Rundspruch

Unser Rundspruchwesen verdankt seine heutige Grösse in erster Linie der klassischen Mittel- und Langwellentechnik. Das verhältnismässig gute Beugungsvermögen der Hektometer- und Kilometerwellen und die weitgehende Beherrschung ihrer Technik sind selbst heute noch Argumente, die man keinesfalls unterschätzen darf. Anderseits kennt man auch ihre grundsätzlichen Schwächen. Dazu gehört vor allem die in diesem Spektralbereich an sich gänzlich ungenügende, international zur Verfügung stehende Frequenzbandbreite. Daraus resultieren dann die bekannten Interferenzprobleme verschiedenster Art und ganz besonders aber auch die Schwierigkeiten, die sich den Lebensnotwendigkeiten unseres kleinen, dreisprachigen Landes gegenüberstellen. Typische Schwächen dieses Systems sind ferner die Nahschwunderscheinungen und die Schwundverzerrungen überhaupt, sowie die verhältnismässig intensiven Störungen technischen und atmosphärischen Ursprunges. Natürlich fehlt es nicht an Rezepten bzw. Möglichkeiten, im bestehenden Rahmen etwelche Fortschritte zu erreichen. Ein solches lautet beispielsweise, massive Beschränkung der Kanäle bei Erstellung von Hochleistungssendern der 1000-kW-Grössenordnung. Angenommen, ein solches Prinzip lasse sich in Europa verwirklichen, wie steht es dann aber mit der Befriedigung unserer nationalen Notwendigkeiten, dem Intermodulations-effekt der Ionosphäre usw.? Ein anderer Vorschlag, von uns selbst stammend, geht dahin, die europäischen Rundspurcsender insgesamt als *frequenz-kommensurables Trägersystem* zu gestalten, wobei der einzelne Sender — analog dem klassischen Kabelträgersystem — nur ein Seitenband verwendet. Damit würde das Problem der Schwundverzerrungen weitgehend gelöst, und es würden sich zudem fühlbare Fortschritte bezüglich Frequenzbandbreite, Störanfälligkeit und Intermodulationseffekt der Ionosphäre ergeben. Im übrigen setzt das Verfahren voraus, dass eine gemeinsame Normalfrequenz zur Verfügung steht, die dann auch, beispielsweise auf drahtlosem Wege, dem Empfangsapparat ganz allgemein zu Ueberlagerungszwecken dient. Weitere Einzelheiten zu den Betrachtungen dieses Abschnittes sind aus den Fig. 4 und 5 ersichtlich.

In den Anfängen unseres Rundspurcwesens war jeder Radioabonnent gleichzeitig auch Amateur. Das ist heute nicht mehr der Fall. Ob er gelegentlich den Sender eines andern Erdteils oder ein andermal seinen Regionalsender empfängt, diese Tatsachen an sich berühren ihn immer weniger. Was der Radio-abonnent in erster Linie haben möchte — wenigstens in Nichtkriegszeiten — das ist, eine möglichst *naturgetreue, ungestörte Wiedergabe einer grösseren*



■ Bodenwellen-Feldstärke < 1 mV/m



■ Nahschwundgebiete

Fig. 4. Empfangsbedingungen des Mittelwellenbetriebes

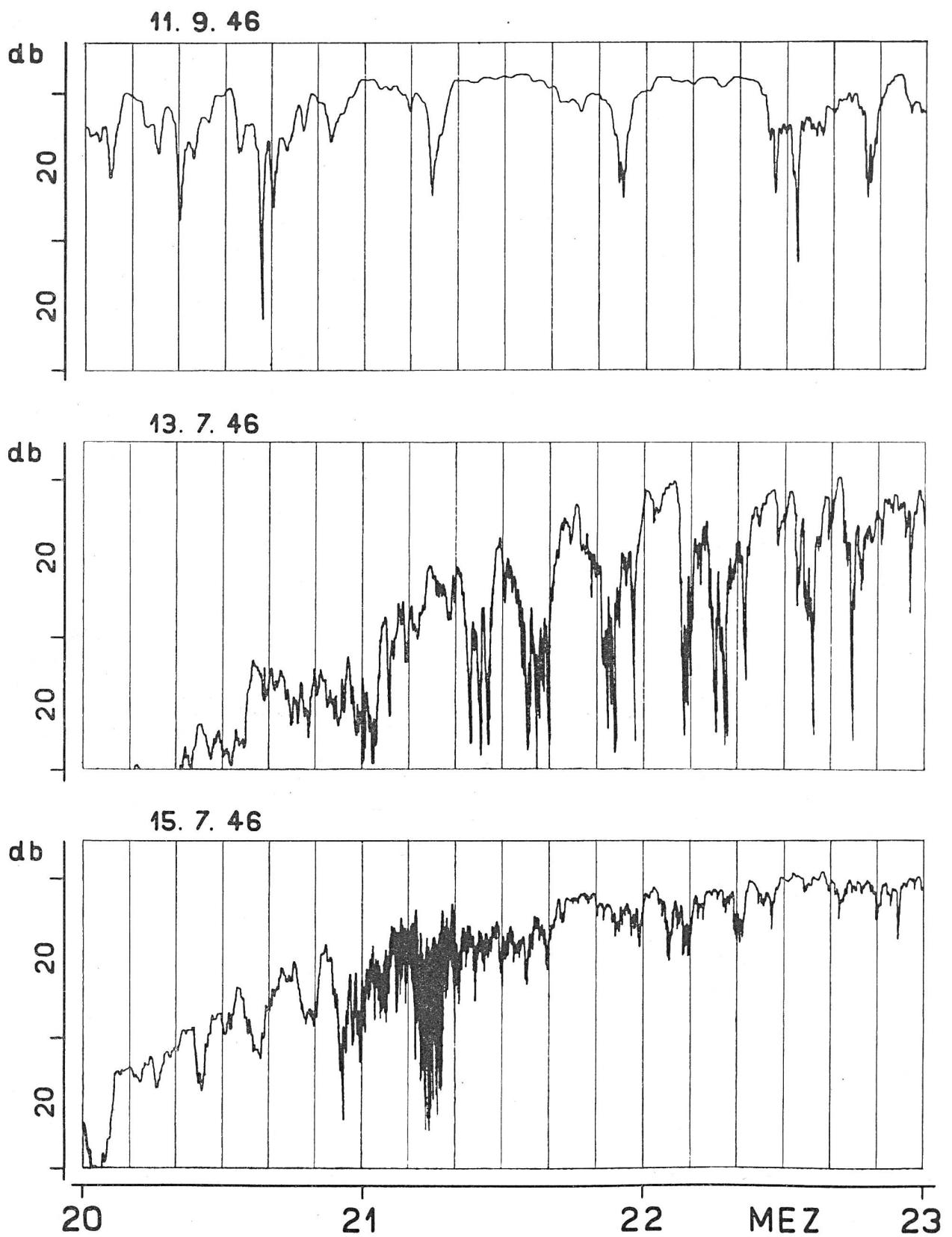


Fig. 5. Feldstärkendiagramme des englischen Senders North Regional, 668 kHz, aufgenommen in Bern

Feinstruktur → Interferenzschwund

Grobstruktur → Absorptionsschwund

Auswahl guter Programme. Man wird natürlich immer wieder Leute finden, die sich mit den jeweiligen Verhältnissen ohne weiteres begnügen. Das war übrigens schon vor zwanzig Jahren so. Wir sind dagegen der Ueberzeugung, dass, auch heute noch, technisch und programmlich bedeutende Fortschritte möglich sind. *Uebertragungstechnisch führen die heute massgebenden Qualitätsansprüche immer mehr zum Ultrakurzwellen-Betrieb.* Dazu gesellen sich erhöhte Anforderungen niederfrequenztechnischer Art und nicht zuletzt die Bedürfnisse des Heimfernsehens. Im Gegensatz zu den amerikanischen Verhältnissen scheint uns jedoch eine *weitgehende technische Koordination zwischen UKW-Rundspruch und Heimfernsehen erwünscht.* Danach würden *Ton und Bild von einheitlichen Zentren aus emittiert* und dementsprechend könnte der *Empfang über optimal gerichtete, spezifische UKW-Antennen erfolgen.* Aus technisch-ökonomischen Gründen dürfte man den künftigen Abonnenten doch wohl kaum zumutzen, Antennenanlagen zu erstellen, die den gesamten Bereich von den Dezimeter- bis zu den Kilometerwellen umfassen und dazu Apparate anzuschaffen, gleichzeitig geeignet für amplitudenmodulierte Lang- und Mittelwellen, verschiedene Kurzwellenbänder und dann noch Ultrakurzwellen für Ton und Bild von x-beliebiger Modulation ?

In einem nächsten Schritt wollen wir nun einmal den Konsequenzen etwas näher treten, die sich aus der hier vertretenen Auffassung für unsere Verhältnisse ergeben können. Wenn wir das tun, sind wir uns indessen bewusst, dass die technische Entwicklung immerfort neue Aspekte zeigt und es sich deshalb hier nur um eine mehr oder weniger zeitbedingte Stellungnahme handeln kann. Immerhin berechtigen die heute vorliegenden Erkenntnisse zunächst zu der Feststellung, dass eine *UKW-Versorgung unserer eigentlichen Bevölkerungszentren technisch möglich* ist, und zwar mit Hilfe der vorhandenen Bergeshöhen, über die sozusagen jede Schweizer Stadt schon a priori verfügt. Zudem gibt es Bergeshöhen, wie beispielsweise der Chasseral, La Dôle, Pilatus, Säntis, S. Salvatore, Uetliberg usw., deren Übertragungstechnische Bedeutung weit über den Lokalbereich hinausragt. Unser Forschungsprogramm tendiert daher schon seit geraumer Zeit dahin, für die dichter bevölkerten Gebiete unseres Landes ein *UKW-Mehrprogrammsystem* zu entwickeln, das die Realisierung der modernen Qualitätsansprüche gestatten soll. Die technisch-ökonomisch mögliche Kanalzahl scheint uns dabei allerdings nicht so unbeschränkt, wie man dies immer wieder aus anderweitigen Meinungsäußerungen entnehmen könnte. Nach unseren gegenwärtigen Anschauungen dürfte das Optimum zwischen fünf bis zehn hochwertigen Tonkanälen liegen. Als solches wäre es dann beispielsweise geeignet, unsere drei nationalen Programme, internationale Eliteprogramme, Lokalprogramme und Reklame gleichzeitig zu übertragen.

Die Fülle der neuen programmlichen Möglichkeiten und Aufgaben sei damit natürlich nur angedeutet. Jedenfalls bietet die Gelegenheit, unsere drei Nationalprogramme über ein und dieselben Antennen auszustrahlen, neue Mittel und Wege zur Verwirklichung eines nationalen Mehrfachprogrammes. Weitere interessante Fragen der Koordination dieser drei Programme ergeben sich aus den folgenden technischen Ueberlegungen. Es ist doch eine längst erwiesene Tatsache, dass eine einwandfreie Mittellwellenversorgung grösserer Gebirgszonen sozusagen unmöglich ist. Auch der Drahtweg und der Kurzwellen-Rundstrahler sind da nur bedingte Mittel. Wir sind deshalb der Meinung, dass das heutige Problem der Versorgung unserer mehr abgelegenen Landesteile auf dem Wege über einen nationalen Langwellensender zu lösen sei. Zusammengefasst würde sich also heute folgendes Zukunftsbild ergeben:

1. Versorgung der dichter bevölkerten Landesteile mit einem UKW-Mehrprogrammsystem, mit der Möglichkeit der Bildübertragung;
2. Versorgung der durch das UKW-System nicht erfassten Landesteile über einen nationalen Langwellensender. Diesem Sender würde dann gleichzeitig auch die Wahrung der Kontinuität des bisherigen Systemes zufallen.

Aus einer solchen Zielsetzung ergeben sich verschiedene, sehr interessante Fragen trädertechnischer Art, die übrigens mit den im Kapitel über Mehrkanaltelephonie erwähnten aufs engste verwandt sind. So wäre es beispielsweise ebenfalls möglich, ein UKW - Mehrprogrammsystem zu entwickeln, das selbst im Gebirge praktisch verzerrungsfrei arbeitet. Da aber anderseits die Bildübertragung auf Mehrwegeausbreitung äusserst empfindlich ist, scheint uns das Problem der UKW-Versorgung von Gebirgszonen nicht aktuell. Unsere bisherigen Untersuchungen gingen vielmehr darauf aus, zunächst einmal ganz allgemein die Belange des UKW-Rundspruches mit frequenzmodulierten Ultrakurzwellen unter unseren Verhältnissen etwas näher kennen zu lernen. Dazu dienten ein von der Firma *Hasler AG.* entwickelter Versuchssender und eine kleinere Serie von Messeempfängern der Firma *Autophon AG.* Im übrigen wird man sich im Sinne der vorliegenden Ganzheitsbetrachtungen wohl früher oder später auch einmal fragen müssen, ob und inwieweit sich künftige *Mehrprogrammsysteme des drahtlosen und des drahtgerichteten Weges in übertragungstechnischer Hinsicht koordinieren* lassen.

Heimfernsehen

Unter dem Titel „Fernsehen in der Schweiz“ ist kürzlich in der Tagespresse eine Verlautbarung erschienen, mit welcher die Generaldirektion PTT ganz allgemein ihren Standpunkt zu den gegenwärtigen Fernsehfragen unseres Landes darlegt. Unsere Auffassung ist damit identisch. Insbesondere möch-

ten wir hier die in der erwähnten Verlautbarung enthaltene Feststellung unterstreichen, wonach sich die übertragungstechnische Seite des Problems noch in voller Entwicklung befindet. Wohin tendiert nun diese Entwicklung? Ohne dabei auf die Fülle der bereits vorhandenen und bekannten Gedanken nochmals einzutreten, beschränken wir uns im folgenden auf einige weitere Erklärungen zu dem von uns aufgestellten Postulat, über die künftige Koordination des Rundspruches mit dem Fernsehen.

Wir glauben aus ökonomischen und auch aus anderen Gründen annehmen zu dürfen, dass sich die künftigen Bilddarbietungen auf verhältnismässig beschränkte Zeiten erstrecken werden, beispielsweise nur auf bestimmte Abendstunden. *Dem bereits diskutierten UKW-Rundspruchsystem ist es nun aber ohne weiteres möglich, jeweils den zum Bild gehörigen Tonkanal zu liefern.* Dies wäre also ein ganz anderes Vorgehen, als es zur Zeit in den USA diskutiert wird, wo man unter anderem offensichtlich darauf ausgeht, dem Bildträger auch noch den Tonkanal aufzumodulieren. Unsere Ueberlegungen gehen zudem noch weiter. Die wachsenden Ansprüche an die Bilddefinition führen bekanntlich dazu, dass sich die erforderliche Bildträgerschwingung immer mehr der unteren Grenze des Meterwellenbandes, ja sogar den Dezimeterwellen nähert. Damit kommen wir in den eigentlichen Wellenbereich der heutigen Zeitmultiplexsysteme. Man könnte sich da nun, im Sinne unseres Koordinationsanspruches, sehr wohl vorstellen, dass beispielsweise für die Rundspruch - Mehrprogrammübertragung ein Zeitmultiplexsystem verwendet wird, dessen Synchronismus gleichzeitig der Bildsynchronisierung dient. Die aus einem solchen Vorgehen resultierende, grundlegende Vereinfachung des Bildkanals ist jedenfalls an sich schon evident genug, als dass es nötig wäre, hier noch auf die technisch-ökonomischen Konsequenzen im einzelnen einzutreten.

Faksimile

Das soeben erörterte UKW-System birgt in sich auch sämtliche Möglichkeiten der Faksimileübertragung, worauf hier der Vollständigkeit halber hingewiesen sei. Ob und inwieweit davon unter unseren Verhältnissen faktisch die Rede sein kann, können wir aber im Moment, mangels eigener Erfahrungen, nicht überblicken. Jedenfalls dürften sich die heutigen, an sich interessanten amerikanischen Bedingungen auch in diesem Gebiet nicht ohne weiteres auf unsere Verhältnisse übertragen lassen.

III. Mobile Dienste

Die ureigenste Domäne der drahtlosen Uebertragung ist diejenige des mobilen Verkehrs. Hier bietet bekanntlich der technische Einsatz der Ultrakurzwellen eine Fülle neuer Möglichkeiten, wovon auch einige auf unsere Höhenstationen entfallen.

Erdgebundener Verkehr

Eine erste Gruppe umfasst bewegliche Stationen der Erdoberfläche. Damit sind hauptsächlich Stellen gemeint, die von erdgebundenen Fahrzeugen aus mit Höhenstationen verkehren. So verfügt beispielsweise unser Polizeiwesen heute schon über Höhenstationen, die den Anschluss der Polizeiautomobile an das öffentliche Telephonnetz bewerkstelligen. Was den Telephonverkehr mit Automobilen anbelangt, könnte man ferner annehmen, dass sich, neben der Polizei, später einmal vielleicht auch die Feuerwehr, gewisse Transportunternehmungen und selbst Private — zum Beispiel Aerzte — dafür interessieren könnten, wie dies übrigens in den USA bereits der Fall ist. Neben den Strassenfahrzeugen sind weiter die Schienen- und Wasserfahrzeuge in Betracht zu ziehen. Tatsächlich überblickt man von bestimmten Höhen aus, weite zusammenhängende Strecken unserer Verkehrsbetriebe. Allein schon die Dôle beherrscht sozusagen das gesamte Genferseebecken und hat darüber hinaus weite Teile mit der Einflusszone des Chasseral gemeinsam!

Recht interessant sind in diesem Zusammenhange die an sich bekannten Prinzipien der «Diversity Transmission» und der «Diversity Reception». Auf mobile Gegensprechverbindungen mit Höhenstationen konsequent angewendet, würde dies bedeuten, dass der Fahrzeugsender gleichzeitig auf verschiedene Höhenstationen einwirkt, und umgekehrt, verschiedene Höhenstationen gleichzeitig den Fahrzeugempfänger anregen.

Luftverkehr

Eine weitere Gruppe von Möglichkeiten bezieht sich auf den Verkehr zwischen Höhenstationen und Luftfahrzeugen. Darunter fallen in erster Linie bestimmte Zukunftsaufgaben der Flugsicherung für den Fernverkehr, sowie eventuell auch solche der Sportfliegerei. Die verhältnismässig weiten Sichtradien der Höhenstationen werden ferner gestatten, die bedeutenderen Verkehrsflugzeuge an unser Telephonnetz anzuschliessen.

Bern und Zürich, im August 1947