Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 39 (1966)

Heft: 6

Artikel: Grundlagen einer Fernsehsender-Netzplanung

Autor: Acker, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-563070

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: 13.07.2025

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

621.397.743 (4)

Grundlagen einer Fernsehsender-Netzplanung

Die Struktur eines Fernseh-Sendernetzes basiert auf einer grossen Zahl technischer, topographischer und demographischer Gegebenheiten, die alle gleichzeitig berücksichtigt werden müssen. Da die Ausbreitung der Radiowellen vor keiner Staatsgrenze halt macht, liegt es auf der Hand, dass bei der starken politischen Zerstückelung Europas, die Pläne für die einzelnen Fernsehnetze im Rahmen des gesamten Kontinents ausgearbeitet werden müssen. Zu diesem Zweck führten die europäischen Fernmeldeverwaltungen in den Jahren 1952 und 1961 in Stockholm zwei Konferenzen durch, welche die Benützung der Meter- und Dezimeterwellenbänder für Rundspruch und Fernsehen regelten.

Die Hauptaufgabe der ersten Konferenz lag in einer sinnvollen internationalen Planung der Verteilung des Meterwellenbandes, denn in den vorangegangenen Jahren wurden immer mehr Frequenzen, von rein nationalen Überlegungen ausgehend, durch die europäischen Fernmeldeverwaltungen belegt. Als Arbeitsunterlagen dienten Listen, die jedes Land mit den mutmasslichen Senderstandorten vorlegen musste. Diese Listen waren auf Grund der örtlichen Verhältnisse, in Abhängigkeit von Topographie und Besiedlung, aufgestellt worden. Die Definition der einzelnen Versorgungsgebiete und die Beschränkung auf eine Versorgung des eigenen Territoriums waren Grundbedingungen für die Aufstellung. Die geringe Zahl verfügbarer Kanäle und die begrenzte Reichweite der Meterwellen liessen keine abweichende Konzeption zu.

Trotzdem war eine systematische Planung nicht möglich. Die verschiedenen Normen (819-Z., 405-Z., 625-Z. usw.) und Kanäle und auch die Tatsache, dass verschiedene Länder Kanäle ausserhalb der von der Internationalen Fernmeldeunion (UIT) festgelegten Bänder benützten, erschwerten die Arbeit wesentlich. So mussten die Frequenzplaner für jeden Sender einen günstigen Kanal suchen. Unter Berücksichtigung bereits anderen Sendern zugeteilter Kanäle musste irgendwo auf der Landkarte begonnen und Sender um Sender fortschreitend die Zuteilung bewerkstelligt werden.

Sobald ein Kanal feststand, erfolgte die Berechnung der in jeder Richtung nötigen Strahlungsleistung, und zwar so, dass an der Grenze des Versorgungsgebietes die mehrheitlich als notwendig erachtete Mindestfeldstärke erreicht wurde.

Tabelle I

Mehrheitlich als notwendig erachtete Mindestfeldstärke
10 m über Boden (Stand 1952)

Band I	500 µV/m	
Band II	250 µV/m	für ländliche Verhältnisse
	1000 µV/m	für städtische Verhältnisse
Band III	1000 µV/m	

Für dieselben Empfangsorte wurden hierauf die Störabstände bezüglich der anderen umliegenden Sender ermittelt und darauf geachtet, dass die festgesetzten Störgrenzen nicht überschritten wurden. Als Basis für diese umfangreichen Arbeiten standen Ausbreitungskurven zur Verfügung. Für Senderentfernungen bis 100 km wurden für den Konferenzgebrauch die bekannten Ausbreitungskurven der amerikanischen Federal Communications Commission (FCC) adoptiert und für solche über 100 km konnten die damals neuesten, allerdings noch provisorischen Kurven des CCIR[1] übernommen werden. Die Anwendung dieser Kurven erfolgte unter Anpassung an die lokale Topographie, da ja einerseits ein Sender durch eine dazwischenliegende Bergkette gegen einen relativ nahen Störsender geschützt sein und anderseits aber auch ein weit entfernt, jedoch hochliegender Sender über weite Distanzen störend wirken kann. Dazu kam noch die Berücksichtigung spezieller Ausbreitungsbedingungen, wie Beugung und Reflexion.

Der heutige Stand des Ausbaues der TV-Netze für das erste Programm in den Meterwellen berechtigt zur Feststellung, dass trotz der erschwerten Planungsarbeit, eine gute Freiheit an gegenseitiger Störung erreicht werden konnte.

Der wachsende Ausbau der Sendernetze mit dem ersten Programm und der Wunsch nach mehreren Programmen pro Versorgungsgebiet machte 1961 eine zweite Konferenz notwendig. Ihr oblag eine doppelte Aufgabe:

— Revision und Erweiterung des alten Stockholmer Vertrages über die Benützung der Meterwellen.
— Ausarbeitung eines Vertrages mit entsprechenden Plänen über die Benützung der neuen Dezimeterwellenbänder für das Fernsehen.

Dieser zweiten Konferenz ging eine Zusammenkunft von Spezialisten voraus, welche den Auftrag hatten, alle jene technischen Grundlagen zusammenzustellen, die als Basis für den Wellenplan dienen konnten. Diese Aufgabe musste nicht nur dem aktuellen Stand der technischen Erkenntnisse Rechnung tragen, sondern sollte gleichzeitig auch noch dem möglichen Fortschritt gerecht werden.

Tabelle II

Frequenzbänder gemäss «Règlement des Radiocommunications» der UIT für Europa

Meterwellen	Band I	41 — 68 MHz	TV-Kanäle	1— 4
	Band II	87,5—100 MHz	FM-Kanäle	2—43
	Band III	174 —230 MHz	TV-Kanäle	5—12
Dezimeter-wellen	Band IV	470—582 MHz	TV-Kanäle	21—34
	Band V	582—960 MHz	TV-Kanäle	35—81

Jede radioelektrische Verbindung wird in erster Linie von der Empfängerseite her bestimmt. Das Eigenrauschen des Empfängers, zusammen mit der effektiven Antennenhöhe, dem Antennengewinn und den Verlusten in der Antennenzuführung erlaubt, die für ein befriedigendes Bild erforderliche Mindestfeldstärke abzuschätzen. Diese Mindestfeldstärke wird vom Plan gegenüber den Einflüssen von Störsendern geschützt und stellt den wichtigsten Parameter der Netzplanung dar.

Tabelle III

Geschützte Mindestfeldstärken, bezogen auf 10 m über Boden, 50 % der Empfangsorte und 99 % der Zeit (Stand 1961)

Band	I	II	III	IV	V
µV/m	250	250 1000	560	1800	3200

[1] International beratender Ausschuss für Radioverbindungen

International werden demnach also niedrigere Empfangsfeldstärken nicht mehr geschützt, obschon ein guter Empfänger ohne weiteres in der Lage ist, bei wesentlich niedrigeren Werten ein einigermassen brauchbares Bild wiederzugeben.
Für alle praktischen Fälle der störenden Beeinflussung des Empfanges durch unerwünschte Sender liegt ein umfangreiches Kurvenmaterial vor. Auf statistischer Basis wurden auf Grund von CCIR- und UER[1]-Unterlagen, sowie neuester, allerdings noch unvollständiger Messungen über Wasserstrecken, die Wellenausbreitungskurven neu überarbeitet bzw. aufgestellt. Diese Kurven sind in einer umfangreichen Tabelle zusammengefasst worden, die einen festen Bestandteil des zweiten Stockholmer Vertragswerkes darstellt. Dieser Tabelle können die sog. Konsultationsentfernungen entnommen werden, d. h. wenn ein neuer Sender geplant werden soll, so ist aus der Konsultationsentfernung ersichtlich, bis zu welcher grössten Entfernung von der Landesgrenze weg, das Nachbarland unter den gegebenen Voraussetzungen noch befragt werden muss.
Es muss als ein sehr grosses Verdienst der zweiten Konferenz angesehen werden, dass für die Dezimeterwellen in bezug auf Zeilenzahl, Kanalbreite und Lage des Bild- sowie des

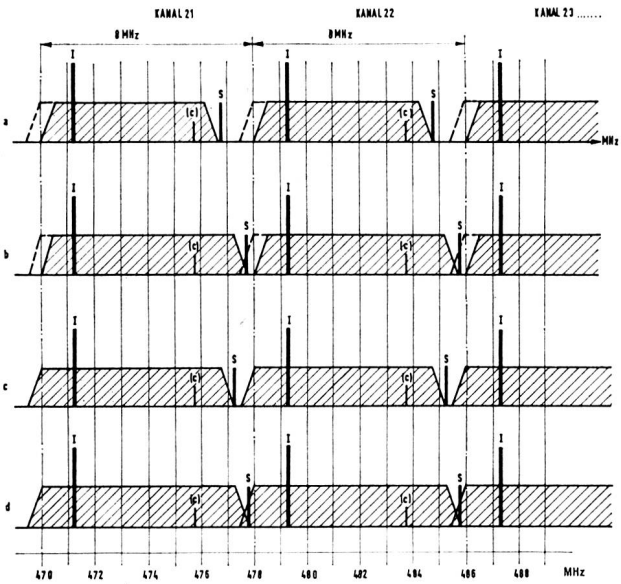

Fig. 1. Geplante Varianten der europäischen 625-Zeilen-Norm in den Dezimeterwellenbändern IV/V.
I = Bildträger, (C) = Farbhilfsträger, S = Tonträger
a) Norm G/H (gestrichelt): Grossteil der westeuropäischen Länder.
Inwieweit das erweiterte untere Seitenband zur Anwendung kommen wird, ist heute noch nicht klar.
b) Norm I: Osteuropäische Länder (OIRT-Mitglieder). Die Erweiterung des unteren Seidenbandes wird erwogen.
c) Norm K: Britische Inseln (mit Reserven, auch bezüglich Zeilenzahl).
d) Norm L: Frankreich und Monaco.
(Aus Techn. Mitt. PTT 12/1961.)

Farbhilfsträgers eine Übereinkunft getroffen werden konnte (Fig. 1). Diese Einheitlichkeit der Auffassung bezüglich der zu verwendenden Kanalbreite von 8 MHz und der gleichzeitigen Adoption eines einheitlichen 625-Zeilen-Systems, erlaubte erstmals die Anwendung einer systematischen Planungsmethode für die Kanalzuteilung in den Dezimeterwellenbändern IV und V. Nachdem die empfängerbedingten Limitierungen bezüglich der Verwendung von bestimmten Nachbarkanälen im gleichen Gebiet bekannt waren, wurde es möglich, ein Gitter der theoretischen Kanalverteilung zu erstellen. Nicht möglich war es, die Angehörigen der UER und der OIRT[2] für das gleiche Gitter zu begeistern, jedoch sind immerhin die beiden Basispläne nach dem gleichen Prinzip aufgebaut (Fig. 2).

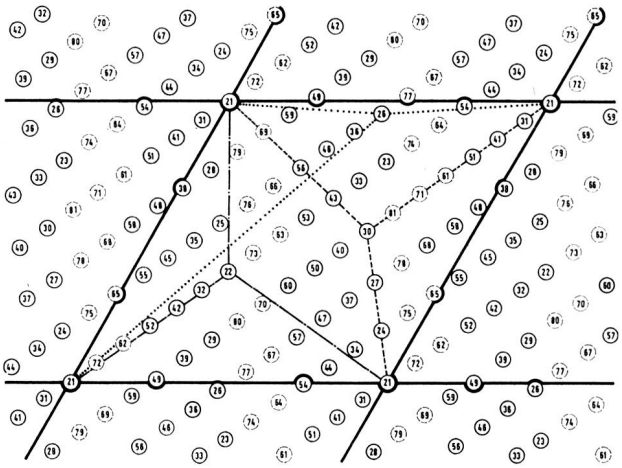

Fig. 2. Basisnetzplan der UER-Länder.
——— Gleichkanalabstände
–.–.–. Nachbarkanalabstände
– – – – Spiegelfrequenzkanalabstände
..... Abstände zwischen Kanälen mit Empfängeroszillatorstörungen
(Aus Techn. Mitt. PTT 12/1961.)

Das Basisnetz setzt sich aus gleichartigen Basiszellen zusammen, von denen jede sämtliche verfügbaren Kanäle einmal enthält. Die Basisnetzzelle ist aus zwei gleichseitigen Dreiecken zu einem Rhombus zusammengesetzt; die Seitenlängen sind die Gleichkanalabstände, die Nachbarkanalabstände lassen sich am Kanal 22 im Zentrum des ersten gleichseitigen Dreiecks ablesen. Der Kanal 30 ist ein Spiegel des Kanals 21 und Kanal 26 entspricht dem Kanal mit Empfängeroszillatorstörungen durch 21.

Ein Netz solcher aneinandergelegter Elemente wurde auf die Karte Europas gelegt, wobei aber eine Verzerrung der Umrisse der Basisnetzzellen unumgänglich war (Fig. 3). Die zulässige, kleinste Ausdehnung der theoretischen Basisnetzzellen ist bei bekannten, für alle Sender gleichen maximalen

1 Union europäischer Rundfunkgesellschaften

2 Organisation der Rundfunkgesellschaften der sozialistischen Länder (Ostblock)

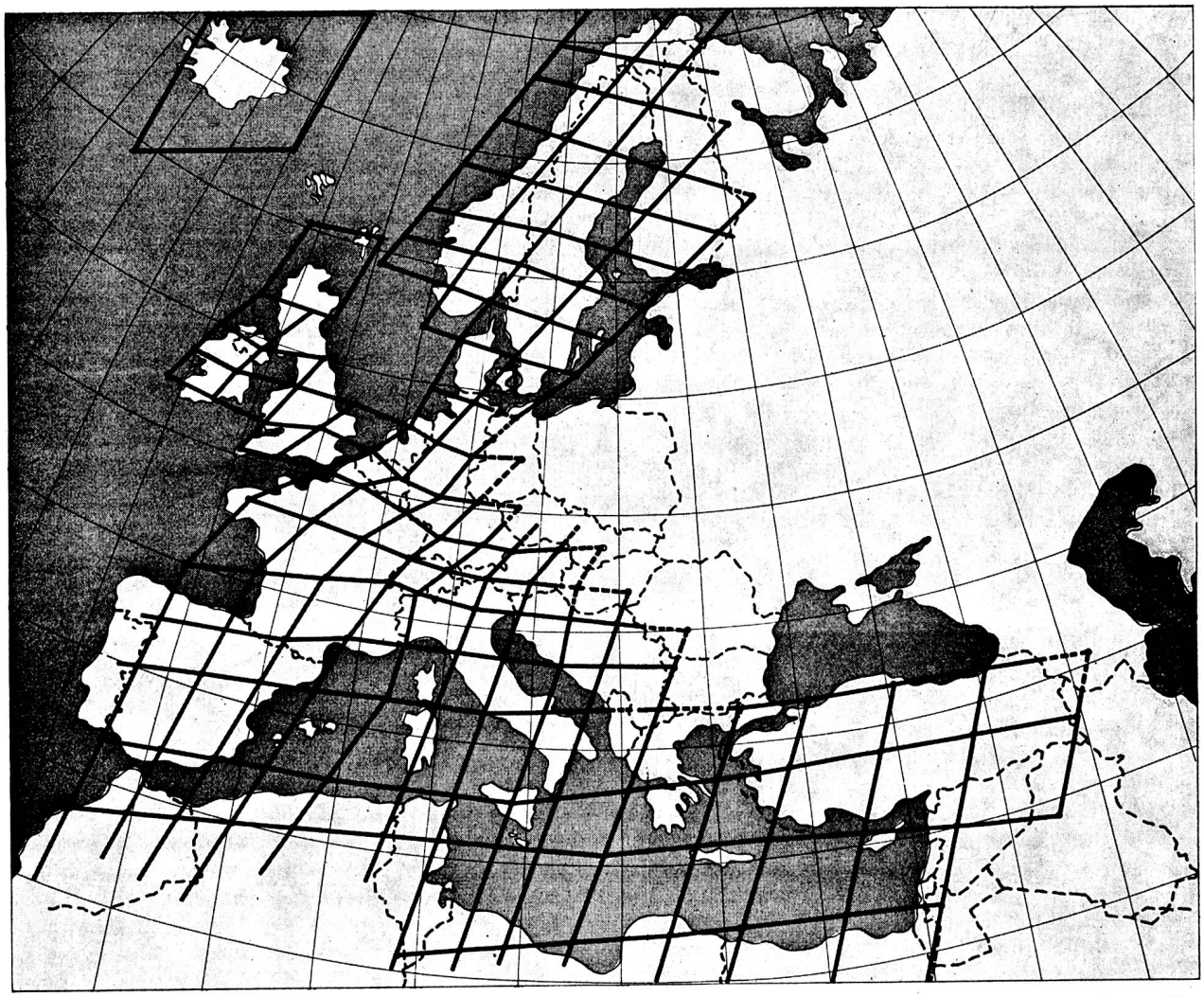

Fig. 3. Dichtenetz der UER-Länder für den Basisnetzplan nach Figur 3, auf Grund dessen die Frequenzplanung in diesem Bereich durchgeführt wurde. (Aus Techn. Mitt. PTT 12/1961.)

Senderleistungen und bekannter Wellenausbreitungsverhältnisse durch die Gleichkanalbedingung bestimmt. So errechnet man z. B. die grosse Achse des Rhombus zu 300 km für eine Strahlungsleistung von 100 kW, bzw. zu 390 km für 1000 kW.

In Wirklichkeit kann mit der grossen Senderdichte in der Nähe der Alpen kaum irgendwo mit diesen z. B. 300 km gerechnet werden. Hier setzte nun eine Arbeitsphase ähnlich wie bei der Verteilung der Meterwellen ein. Es mussten die Geländehindernisse und die Höhenlage der Stationen sowie die Ausdehnung des Versorgungsbereiches berücksichtigt werden, um die Maximalleistungen jeder Station sowie die Strahlungsrichtungen anzupassen. Teilweise wurden auch Kanäle unter benachbarten Sendern abgetauscht. Mit dieser Methode konnte dann auch in kurzer Zeit eine Kanalzuteilung für Sender mit Strahlungsleistungen von 10...2000 kW vorgenommen werden, die allen Ansprüchen vorerst gerecht wurde. Seither studieren nun die einzelnen Länder die Pläne ihrer Kleinsender und Umsetzerstationen.

Wie sieht nun die

Situation für die Schweiz

aus? Stockholm 1952 hat der Schweiz erlaubt, ein Fernsehprogramm für das ganze Land in den jeweiligen Landessprachen aufzubauen. Stockholm 1961 bietet zusätzlich die Möglichkeit, zwei weitere Fernsehprogramme im Band IV/V für das ganze Land und in den jeweiligen Landessprachen einzurichten (Fig. 4).

Für die Wahl der Senderstandorte kommt der Topographie des Versorgungsgebietes grosse Bedeutung zu. Flache Länder verwenden ein Netz weniger aber starker Sender, die weit voneinander entfernt sind. In gebirgigen Gegenden liegen die Hauptsender näher beieinander. Sie können anderseits im allgemeinen auch höher gelegt werden, was eine Reduktion der Strahlungsleistung erlaubt.

Geländehindernisse erzeugen zahlreiche Schattenzonen, die durch ein Umsetzernetz versorgt werden müssen. Das Bildsignal vom Studio muss dabei soweit wie möglich durch Richtstrahlstrecken zu den Hauptstationen gebracht werden,

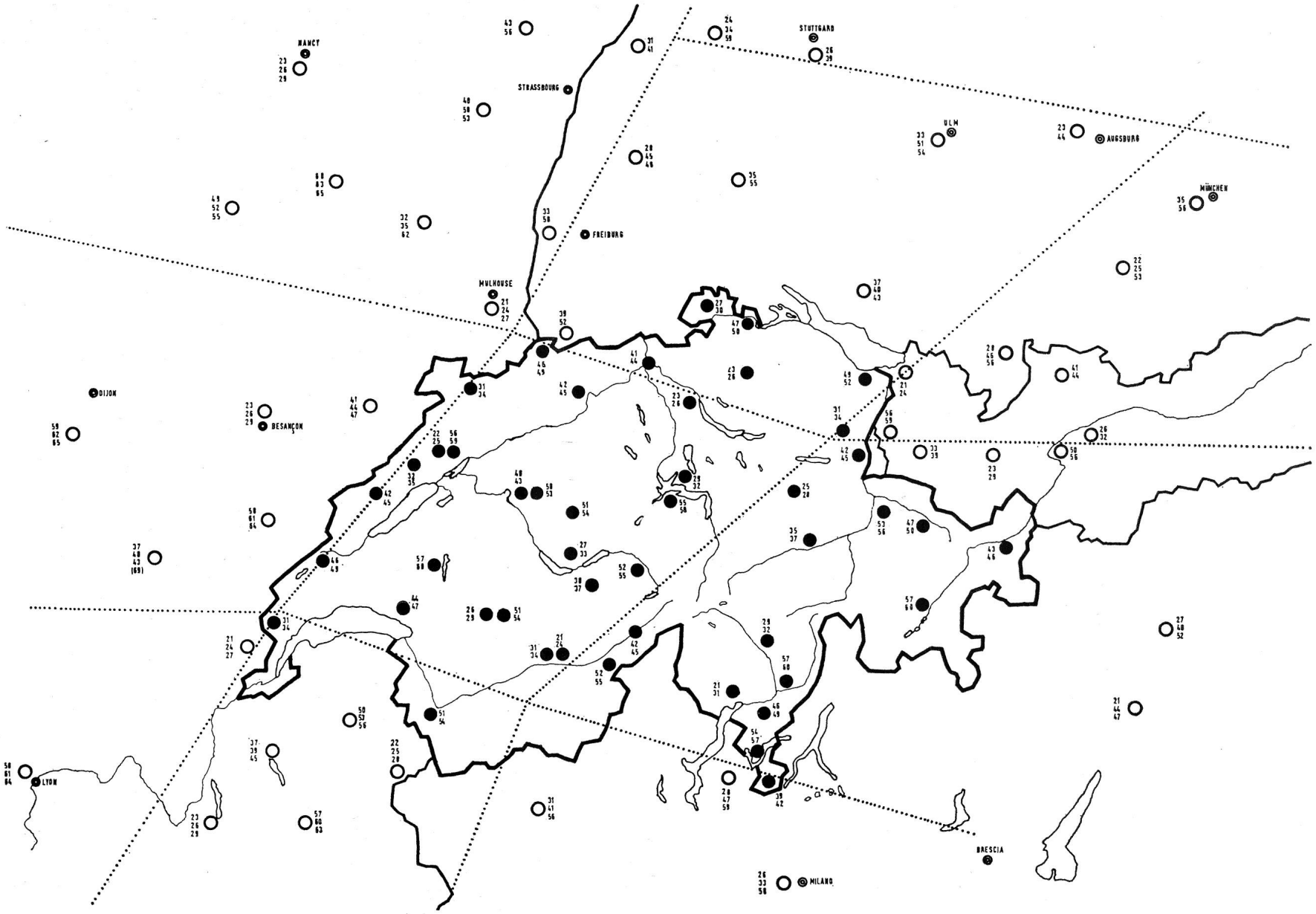

Fig. 4. Schweizerischer Fernsehnetzplan Band IV/V. Die Zahlen geben die Kanalnummer an für Sender über 10 kW.

(Aus Techn. Mitt. PTT 12/1961.)

damit vermieden wird, dass irgendwo mehr als 3 Umsetzer hintereinander geschaltet werden müssen. Tatsächlich ist die Bildqualität beim Schwarz-Weiss-Fernsehen nach 3 Umsetzern schon merkbar beeinträchtigt, für das Farbfernsehen ist der 3. Umsetzer schon kritisch.

Ein Sendernetz wie das schweizerische besteht deshalb notwendigerweise aus richtstrahlbedienten Hauptstationen, die an Orten aufgestellt werden, wo eine möglichst grosse Reichweite erzielt werden kann. Von diesen Basisstationen aus lassen sich dann die noch unbedienten Zonen durch das erwähnte Umsetzernetz versorgen. Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, sind jeder Station zwei Kanäle zugeteilt, die nahe beieinander liegen, damit die zwei zusätzlichen Programme mit derselben Antenne gesendet und empfangen werden können.

Ausserdem ist es nun nicht mehr schwierig, die Grenzen des Fernempfangs, d. h. für uns der benachbarten ausländischen Sender zu erkennen. Die vorhandenen Kanäle erlauben die Versorgung jedes Punktes in Europa mit 3 Programmen (1 Programm Band I/III, 2 Krogramme Band IV/V). Diese Programme müssen gezwungenermassen durch Sender im eigenen Land ausgestrahlt werden. Es ist klar, dass in der Grenzzone zweier Versorgungsgebiete unterschiedlicher Nationalität, eine gewisse Überschneidung auftritt.

Die Schweiz, verglichen mit den Nachbarländern, von kleinerer Ausdehnung, ist in dieser Beziehung ein bevorteiltes Land, enthält es doch zahlreiche Mischzonen, in denen ausser den eigenen, noch die ausländischen Programme empfangen werden können. Die Grenzen dieser Mischzonen sind ganz zufällig: einmal werden sie durch ein topographisches Hindernis, ein andermal durch einen störenden Sender gezogen (geschützte Mindestfeldstärken!). Da viele Einwohner in solchen Mischzonen leben, wären die andern, die es nicht tun können, keine guten Schweizer, wenn sie nicht reklamieren würden. Um aber ihrem Wunsche entgegenzukommen, bliebe nichts anderes übrig, als hierfür die Kanäle der zweiten und dritten Kette zu opfern und so auf unserem Gebiet die Programmnetze der Nachbarn auszudehnen.

Abgesehen davon, dass ein solcher Entscheid als Politikum nicht im Ermessen der PTT-Betriebe steht, kann man sich die Zahl der Schwierigkeiten einer solchen Massnahme leicht vorstellen. Dazu äusserte sich der Vorsteher des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements, Bundesrat R. Gnägi, kürzlich an einer Pressekonferenz wie folgt:

«Ich habe in letzter Zeit manchmal den Eindruck, dass man sich über die Verantwortlichkeiten zu wenig Rechenschaft gibt. Der Bundesrat hat die PTT mit dem Aufbau eines nationalen schweizerischen TV-Netzes beauftragt und die Programmgestaltung der Schweizerischen Radio- und Fernsehgesellschaft anvertraut. Massgeblich für die Entscheidungen staatspolitischer Natur bleibt einzig und allein der Bundesrat. Ihm steht der Entscheid darüber zu, wie die der Schweiz durch den Stockholmer Wellenplan zugeteilten zwei zusätzlichen TV-Ketten zu verwenden sind. Dasselbe gilt für die viel diskutierten Ausland-Umsetzer.»

Hans Acker, Radio- und Fernsehabteilung der GD PTT, Bern

Literaturnachweis:

W. Klein: Die wichtigsten Ergebnisse der europäischen Rundfunkkonferenz Stockholm 1961. Techn. Mitt. PTT 39 (1961), Nr. 12, S. 425...437.
M. Apothéloz: Das schweizerische Fernsehnetz. Techn. Mitt. PTT 41 (1963), Nr. 11, S. 402...409.

Explosions nucléaires et télécommunications

Les effets électriques des explosions nucléaires

Si les effets mécaniques, thermiques et radioactifs des explosions nucléaires ont fait l'objet de nombreuses études, depuis vingt ans que la première expérience de ce genre a été effectuée, et tiennent une place considérable dans la littérature militaire ou technique, les effets électriques sont moins connus. Ils ont cependant été mis en cause, il y a quatre ans environ (1) puis de nouveau plus récemment (2), d'une façon qui a provoqué une émotion, peut-être exagérée, dans l'opinion américaine. Il n'est pas facile de se faire une idée nette de cette question parce que les recherches qui la concernent sont encore placées, pour la plupart, sous le sceau d'une classification élevée dans la hiérarchie du secret.

En fait, dès 1949, le Professeur Y. Rocard (3) avait suggéré qu'une explosion puissante ayant lieu dans l'atmosphère devrait engendrer un «signal radioélectrique». On sait d'ailleurs que les explosions classiques, de nature chimique, donnent lieu, dans certaines conditions, à une émission d'ondes radioélectriques. Mais dans le cas des explosions nucléaires, les effets sont d'un autre ordre, non seulement en raison des puissances mises en jeu mais aussi par suite de l'apparition de phénomènes particuliers. La principale cause de l'émission radioélectrique est ici l'ionisation de l'air par les rayons gamma qui prennent naissance dès le début de la réaction nucléaire. Ces rayons, qui sont des photons de grande énergie, chassent les électrons des atomes qu'ils heurtent. C'est ce qu'on appelle l'effet Compton. Dans l'air, à basse ou à moyenne altitude, les électrons ainsi libérés (électrons primaires) donnent lieu, à leur tour, par collision avec les atomes et les molécules environnantes, à une génération d'électrons secondaires très importante, de sorte que, en un temps très court, le milieu ambiant renferme un nombre considérable de particules chargées par unité de volume. Ce milieu, qu'on appelle un plasma, est alors le siège de forces dues au champ électrique créé par la libération des charges. Sous l'influence de ces forces les particules chargées oscillent en rayonnant une onde électromagnétique jusqu'à ce que les particules de signes contraires se soient recombinées en atomes et molécules neutres. On notera d'ailleurs que, si l'explosion se présentait avec une symétrie sphérique parfaite, l'effet d'ensemble serait nul, la contribution de chaque particule oscillante étant rigoureusement annulée par une contribution de sens inverse de la particule symétrique. Mais cette symétrie parfaite n'est jamais réalisée; en particulier elle ne peut l'être lorsque l'explosion a lieu au voisinage du sol et, dans ce cas, on doit s'attendre à un rayonnement radioélectrique important. A notre connaissance, l'enregistrement d'un tel rayonnement a été signalé pour la première fois en 1958, par le savant russe Leypunski, à la conférence des experts chargés d'étudier les moyens de déceler la violation d'un accord sur la suspension d'expériences nucléaires (4). Dans une autre publication (5) le savant russe A.S. Kompaneets à d'ailleurs, vers la même époque, présenté la théorie que nous avons esquissée ci-dessus. La figure 1 représente le «signal» reçu à 3000 km du point d'explosion; on voit qu'il a une forme impulsive et qu'il ressemble à l'enregistrement d'une décharge atmosphérique. Mais il faut remarquer que la forme du signal enregistré dépendra de la distance à laquelle se trouve le récepteur du point d'explosion, car cette forme est subordonnée aux défor-