

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 52 (1974)

Heft: 5

Artikel: Die Rundspruchversorgung heute und morgen, insbesondere mit Mittelwellen : 1, Teil = Problèmes actuels et futurs que pose la couverture radiophonique en particulier en ondes moyennes : 1re partie

Autor: Ebert, Walter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874757>

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: 30.04.2026

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

Die Rundspruchversorgung heute und morgen, insbesondere mit Mittelwellen (1. Teil)

Problèmes actuels et futurs que pose la couverture radiophonique, en particulier en ondes moyennes (1^{re} partie)

Walter EBERT, Bern

621.396.74.001.2: 621.371.3.029.53
654.191.5.001.2

Zusammenfassung. Nach einer kurzen Darlegung der Eignung der verschiedenen Wellenbereiche für die drahtlose Rundspruchversorgung und der gegenwärtigen Situation im europäischen Mittelwellen-rundspruch werden die technischen und betrieblichen Voraussetzungen für eine Neuordnung der Lang- und Mittelwellen-bereiche im Einzelnen untersucht.

Résumé. L'auteur explique d'abord succinctement les propriétés des diverses gammes d'ondes à l'égard de la couverture par radiodiffusion. Puis, il analyse la situation actuelle de la radiodiffusion en Europe et traite en détail les conditions techniques et d'exploitation afférentes à une réorganisation des gammes d'ondes longues et moyennes.

Copertura radiofonica oggi e domani, in particolare mediante le onde medie (1^a parte)

Riassunto. Dopo una breve esposizione relativa all'idoneità delle varie gamme d'onda per la radiodiffusione e dello stato attuale in Europa nel campo della radiodiffusione su onde medie, si esaminano in dettaglio le premesse tecniche e d'esercizio per una riorganizzazione nella gamma delle onde lunghe e medie.

1. Vorbemerkungen

Man wird mitunter mit der Frage konfrontiert, ob im Zeitalter des Fernsehens dem Rundspruch in seiner heutigen Form überhaupt noch eine Existenzberechtigung zukomme. Sicher wird niemand bestreiten, dass ihm in den vergangenen 25 Jahren die frühere Monopolstellung bei der Verbreitung von Unterhaltungs- und Informationsprogrammen verlorengegangen. Die Ergebnisse von Meinungsumfragen scheinen, oberflächlich betrachtet, eine deutliche Sprache zu sprechen, sind es doch in den Abendstunden kaum 2% der Fernsehkonzessionäre, die Radioprogramme hören. Bei näherer Betrachtung kann man jedoch feststellen, dass die Hörbeteiligung in den übrigen Zeiten sich kaum wesentlich verändert, wenn nicht sogar zugenommen hat. Im Mittel wird jedenfalls von den Konzessionären immer noch mehr Zeit für Radiohören als für Fernsehen aufgewendet.

Offensichtlich hat die anfänglich drohende Resignation der Rundspruchschaffenden vor dem übermächtig scheinenden jüngeren Spross der Massenmedien einem berechtigten Optimismus Platz gemacht. Der Rundspruch hat sich erfolgreich wieder auf seine ureigenen Eigenschaften – Aktualität, flexible Programmgestaltung, teilweise Ortsunabhängigkeit des Empfanges – besonnen.

Man kann also von der Voraussetzung ausgehen, dass die Rundspruchversorgung auch in Zukunft einer absoluten Notwendigkeit entsprechen wird.

Im Rahmen der Internationalen Fernmeldeunion (UIT) zeichnet sich die Tendenz ab, das verfügbare und in seiner Ausdehnung begrenzte Frequenzspektrum ausschliesslich den mobilen Diensten zuzuteilen, die auf drahtlose Verbindungen angewiesen sind. Alle andern Fernmeldedienste, besonders auch der Radorundspruch und das Fernsehen, sollten dabei künftig auf drahtgebundene Verteilssysteme ausweichen. Sieht man von wirtschaftlichen Aspekten und wesentlichen Grundaufgaben des Rundspruchs ab, so könnte dieser Forderung im Prinzip auf sehr lange Sicht durch verstärkten Ausbau von Drahtverteilnetzen beziehungsweise durch den Einsatz drahtgebundener integrier-

1. Remarques liminaires

On peut parfois se demander si, à l'ère de la télévision, la radiodiffusion sous sa forme actuelle peut encore prétendre exister. Il est certain que nul ne saurait lui reconnaître encore la position de monopole dont elle a joui durant les 25 années écoulées, dans la préparation des programmes de divertissement et d'information. Considérés superficiellement, les résultats de sondages d'opinion semblent éloquentes, puisque 2% seulement des téléspectateurs écoutent la radio en soirée. Toutefois, lorsqu'on y regarde de plus près, on s'aperçoit que, durant les autres heures de la journée, le nombre des personnes écoutant la radio n'a pas diminué, mais plutôt augmenté. En moyenne, les concessionnaires consacrent plus de temps à écouter la radio qu'à regarder la télévision.

Manifestement, la résignation affichée au début par les collaborateurs de la radio devant l'omniprésence de ce nouveau moyen de communication de masse a fait place à un optimisme justifié. Avec succès, la radiodiffusion s'est souvenue de ses qualités premières touchant l'actualité, la souplesse dans l'élaboration des programmes et les avantages d'une réception quasi omniprésente.

Dès lors, on peut tenir pour acquis qu'à l'avenir également, la radiodiffusion répondra à une nécessité absolue.

Au sein de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT), une tendance semble se dessiner, selon laquelle il est prévu de réserver exclusivement aux services mobiles, ne pouvant se passer de liaisons radioélectriques, l'ensemble limité du spectre des fréquences disponibles. Tous les autres services de télécommunication, en particulier la radiodiffusion et la télévision, en seraient réduits à emprunter dans le futur les circuits des systèmes de diffusion par fil. En principe et à longue échéance, il pourrait être satisfait à cette exigence, si l'on ne tient pas compte des aspects économiques et des tâches essentielles imposées à la radiodiffusion. Un moyen d'y parvenir serait d'agrandir les réseaux de distribution par fil et de mettre en œuvre des systèmes de télécommunication intégrés par fil, à modula-

ter PCM-Fernmeldesysteme mit Einschluss des Rundspruchs bis zum Teilnehmer entsprochen werden. Ansätze dazu sind vorhanden.

Aber selbst bei optimistischster Einschätzung einer künftigen Wirtschaftslage dürfte es kaum jemals möglich sein, drahtgebundene Vollversorgungen zu verwirklichen. Auch wenn dieses Ziel zu erreichen wäre, könnte zumindest einer der Hauptaufgaben des Rundspruchs, die Bevölkerung jederzeit und überall – im Auto, auf dem Zeltplatz oder im Gebirge – zu erreichen, in keiner Weise mehr entsprochen werden. Obschon drahtgebundene Vollversorgung zu erreichen ist, stellt diese Versorgungsart sowohl für den Rundspruch als auch für das Fernsehen eine sinnvolle Ergänzung der drahtlosen Versorgung besonders für die Programmvermehrung in dichter besiedelten Gegenden dar.

Der Rundspruch kann daher auf seine angestammten Frequenzbereiche nicht verzichten, auch für die Versorgung des eigenen Landes nicht.

Mit einem allfälligen Ersatz des Rundspruchs durch die drahtgebundene Versorgung würde sich wegen der im Vergleich zum Fernsehen geringen Bandbreite auch keine entscheidende Entlastung des verfügbaren Frequenzspektrums zugunsten der mobilen Dienste ergeben. Ganz abgesehen davon, dass man schon heute, und künftig noch in vermehrtem Masse, wegen der ortsunabhängigen Versorgung auch beim Rundspruch sinngemäss von einem «quasimobilen Dienst» sprechen könnte.

2. Eignung der verschiedenen Wellenbereiche für die Radiorundspruchversorgung

2.1 Langwellen und Mittelwellen

Ausgehend von den physikalischen Gegebenheiten sind bei Langwellen (LW) und Mittelwellen (MW) im Prinzip vier verschiedene Versorgungsmöglichkeiten zu unterscheiden:

1. tagsüber ausschliesslich mit Bodenwelle,
2. nachts ausschliesslich mit Bodenwelle,
3. nachts sowohl mit Bodenwelle als auch mit Raumwelle,
4. nachts ausschliesslich mit Raumwelle.

Sieht man vorerst vom optimalen Einsatz ab, so eignen sich die Varianten 1) und 2) für lokale und regionale Versorgung bei MW und für die Versorgung sehr grosser Gebiete bei LW, die Variante 3) je nach Grösse des betrachteten Landes zur nationalen Versorgung oder zur Versorgung über die Landesgrenzen hinaus, wobei die Empfangsqualität in einer ringförmigen Zone um den Sender durch Nahschwundverzerrungen erheblich beeinträchtigt, das heisst als nicht versorgt zu betrachten ist. Die Variante 4) eignet sich hingegen zur lückenlosen, grossflächigen Versorgung in nationalem und übernationalem Ausmass.

Gegenwärtig wird praktisch nur von den Varianten 1) und 2) Gebrauch gemacht, während die Variante 3) wegen der Überbelegung der LW- und MW-Bereiche und dem teilweise planwidrigen Einsatz der Sender nur in wenigen Fällen wirksam wird. Von der Variante 4), die nur im MW-Bereich sinnvoll ist, macht heute nur die Schweiz mit der Steilstrahlanlage Beromünster (später Sarnen) zu Versuchszwecken auf 1562 kHz Gebrauch.

2.2 Kurzwellen (KW)

Für die weitflächige kontinentale und überseeische Rundspruchversorgung ist der Kurzwellenbereich prädestiniert. Die terrestrische Versorgung erfolgt dabei ausschliesslich mit der Raumwelle, das heisst sie ist auf Reflexionen in den

tion par impulsions et codage (MIC) qui comprendraient l'apport des programmes de radiodiffusion à l'abonné. A cet effet, certains jalons sont déjà posés. Toutefois, le développement de la situation économique, même vu sous l'angle le plus optimiste, ne permet guère de pronostiquer une diffusion totale des programmes par fil. Même si cet objectif pouvait être atteint, l'une des tâches essentielles de la radiodiffusion serait pour le moins entravée, à savoir, celle d'atteindre le public en tout temps et en tous lieux, en voiture, sur les places de camping et en montagne. Bien que les réseaux par fil ne permettent pas de desservir chaque usager, ce moyen représente néanmoins un complément judicieux de la diffusion sans fil, tant pour la radiodiffusion que pour la télévision, particulièrement en ce qui a trait à la multiplication des programmes destinés aux régions fortement peuplées.

Pour cette raison, la radiodiffusion ne peut renoncer à ses plages de fréquences traditionnelles, ne serait-ce que pour la couverture radiophonique nationale.

Remplacer la radiodiffusion par des réseaux de diffusion par fil ne constituerait pas, le cas échéant, une décharge sensible du spectre de fréquences disponible en faveur des services mobiles, eu égard à la faible largeur de bande qu'elle requiert, contrairement à la télévision. Et nous ne parlons pas du fait qu'aujourd'hui déjà la radiodiffusion est souvent considérée comme un service «quasi mobile», en raison de la très large couverture qu'elle assure, tendance qui va s'accroissant.

2. Propriétés des différentes gammes d'ondes à l'égard de la couverture radiophonique

2.1 Ondes longues et ondes moyennes

En partant des caractéristiques physiques, il y a lieu de différencier les possibilités de couverture suivantes pour les ondes longues (OL) et les ondes moyennes (OM):

1. Durant la journée, uniquement par l'onde de sol.
2. Durant la nuit, uniquement par l'onde de sol.
3. Durant la nuit, tant par l'onde de sol que par l'onde d'espace.
4. Durant la nuit, uniquement par l'onde d'espace.

Si l'on fait tout d'abord abstraction d'une mise en œuvre optimale, les variantes 1) et 2) se prêtent à une couverture locale et régionale en OM et à une couverture de zones très étendues en OL; la variante 3) permet, suivant la grandeur du pays considéré, une couverture nationale ou dépassant les frontières, étant entendu que la qualité de réception est considérablement détériorée dans une zone circulaire entourant l'émetteur, en raison de distorsions d'évanouissement dans le champ proche, et que cette zone doit être considérée comme pratiquement non desservie. En revanche, la variante 4) se prête à une couverture de grande étendue, sans lacunes, au niveau national et supranational.

Actuellement, seules les variantes 1) et 2) sont mises en pratique, la variante 3) n'étant que peu souvent efficace, en raison de la suroccupation des gammes OL et OM et de la mise en œuvre des émetteurs parfois contraire aux plans. A l'heure actuelle, seule l'installation à rayonnement à incidence verticale de Beromünster (Sarnen à une date ultérieure) est utilisée en Suisse à titre d'essai, sur 1562 kHz, en régime décrit sous la variante 4).

2.2 Ondes courtes (OC)

La gamme des ondes courtes est prédestinée à une couverture radiophonique à l'échelle continentale et inter-

Ionosphärenschichten angewiesen. Dadurch sind die erreichbaren Zielgebiete von der Sonnenaktivität, der Betriebsfrequenz, der Jahres- und der Tageszeit abhängig. Der gesamte Kurzwellenrundspruchbereich verteilt sich daher auf verschiedene Kurzwellenbänder, aus denen je nach Zielgebiet die übertragungstechnisch günstigsten Betriebsparameter auszuwählen sind.

Grundsätzlich wäre es denkbar, KW-Rundspruchprogramme auch über geostationäre Erdsatelliten abzustrahlen, wozu besonders das heute terrestrisch wenig benützte 12-Meter-Band geeignet wäre.

2.3 Ultrakurzwellen (UKW)

Der UKW-Rundspruch arbeitet praktisch ausschliesslich mit der Bodenwelle, wodurch er für nationale, regionale und lokale Versorgungszwecke besonders geeignet ist. Die verhältnismässig grosse niederfrequente Bandbreite und die Störfestigkeit gewährleisten eine hohe Übertragungsqualität. Stereosendungen lassen sich praktisch nur in diesem Bereich ausstrahlen.

Trotz seiner hervorragenden Eignung für die regionale und nationale Qualitäts-Rundspruchversorgung hat sich der UKW-Rundspruch in vielen Ländern noch nicht oder nur teilweise durchzusetzen vermocht. Die Gründe dürften vor allem im Programmangebot zu suchen sein. Überall dort, wo attraktive Programme nur über UKW ausgestrahlt werden, ist der Anreiz zum Erwerb von UKW-Empfängern besonders ausgeprägt, während dies dort, wo das gleiche Programm simultan sowohl über MW als auch über UKW verbreitet wird, erheblich weniger zutrifft. Die höhere Übertragungsqualität bei UKW für sich allein, also ohne gleichzeitige Erweiterung des Programmangebots, vermag offenbar die Hörerschaft nicht für den UKW-Empfang zu begeistern.

Im Prinzip könnte die Benützung geostationärer Satelliten auch für den UKW-Rundspruch zur übernationalen oder kontinentalen Versorgung in Betracht gezogen werden. Die praktischen Schwierigkeiten dürften aber noch während langer Zeit recht erheblich sein.

2.4 Zentimeterwellen

Der Einsatz des technologisch weitgehend erschlossenen 12-GHz-Bereiches für Rundspruchzwecke ist sowohl mit geostationären Satelliten als auch mit terrestrischen Sendern möglich. Der Satellitenrundspruch in diesem Bereich eröffnet für grössere Länder nationale oder für ganze Sprachräume internationale Versorgungsmöglichkeiten. Der terrestrische Einsatz dagegen wird sich auf Ballungsgebiete beschränken müssen.

3. Gegenwärtige Situation im europäischen Mittelwellenrundspruch

Anlässlich der Rundfunkkonferenz von Kopenhagen 1948 wurde letztmals der Versuch unternommen, in der europäischen Rundfunkzone die Lang- und Mittelwellenfrequenzen derart auf die verschiedenen Länder zu verteilen, dass möglichst wenig gegenseitige Störungen auftreten. Der entsprechende Plan sah für den europäischen Bereich 18 LW- und 600 MW-Sender mit insgesamt 3400 kW beziehungsweise 16 200 kW Senderleistung vor.

Dass diesem eher nach politischen als nach technischen Grundsätzen aufgestellten Plan schon von Anfang an wenig

continentale. La couverture, au sol, est exclusivement assurée par l'onde d'espace, c'est-à-dire par des réflexions sur les couches ionosphériques. De ce fait, les régions pouvant être atteintes dépendent de l'activité solaire, de la fréquence d'exploitation, de la saison et de l'heure d'émission choisie. Pour cette raison, la plage de radiodiffusion sur ondes courtes se répartit sur différentes bandes, qu'il s'agit de choisir pour atteindre les régions voulues et qui se révèlent à cet égard plus ou moins favorables du point de vue de la technique de transmission. En principe, il serait concevable de diffuser les programmes de radiodiffusion sur ondes courtes par le biais de satellites géostationnaires, la bande de 12 mètres, peu utilisée actuellement pour les services terrestres, se prêtant particulièrement bien à cet usage.

2.3 Ondes ultra-courtes (OUC)

La radiodiffusion OUC n'utilise pratiquement que l'onde de sol, raison pour laquelle elle convient particulièrement bien à la couverture radiophonique au niveau national, régional et local. La bande passante basse fréquence relativement large et la bonne résistance aux perturbations assurent une haute qualité de transmission. Pratiquement, seule cette plage permet la diffusion d'émissions stéréophoniques. Bien qu'elle convienne remarquablement à la couverture radiophonique nationale et régionale de haute qualité, la radiodiffusion OUC n'est pas encore parvenue à s'imposer dans bien des pays, ou n'y est parvenue qu'en partie. Il faut probablement en chercher la raison dans le choix des programmes offerts. Dans les régions où des programmes attrayants ne sont diffusés que par OUC, la demande en récepteurs OUC est particulièrement forte, tandis qu'elle est beaucoup plus faible partout ailleurs, où le même programme est simultanément diffusé sur OM et sur OUC. A elle seule, la qualité de transmission supérieure propre aux OUC ne parvient pas, semble-t-il, à enthousiasmer les auditeurs pour cette gamme, si l'offre en programmes n'est pas en même temps enrichie.

Rien ne s'opposerait, en principe, à utiliser des satellites géostationnaires pour la couverture radiophonique OUC à l'échelle nationale ou continentale. Toutefois, les difficultés pratiques ne sont pas encore près d'être vaincues.

2.4 Ondes centimétriques

Il est possible d'utiliser à des fins de radiodiffusion la bande des 12 GHz, dont on maîtrise déjà fort bien la technologie, tant par l'intermédiaire de satellites géostationnaires que par celui d'émetteurs terrestres.

La radiodiffusion par satellites, dans cette plage, ouvre des possibilités de couverture nationale pour les grands pays et des perspectives de couverture internationale en faveur de régions linguistiques complètes. L'emploi terrestre, en revanche, restera limité aux agglomérations.

3. Situation actuelle dans le domaine de la radiodiffusion sur ondes moyennes en Europe

Lors de la conférence de radiodiffusion de Copenhague, en 1948, on avait essayé pour la première fois de répartir les fréquences des bandes d'ondes longues et moyennes entre les divers pays de la zone européenne de radiodiffusion, de manière à réduire au minimum les brouillages réciproques. Le plan afférent à la zone européenne prévoyait l'établissement de 18 émetteurs à ondes longues d'une puissance d'émission totale de 3400 kW et de 600 émetteurs à ondes

Erfolgschancen zuzusprechen waren, ging schon daraus hervor, dass er nur von vier der 25 Unterzeichnerstaaten, darunter die Schweiz, ohne Vorbehalte angenommen worden war.

Die seither eingetretene Entwicklung hat die pessimistischen Prognosen weit übertroffen. Im Zeitpunkt der afrikanischen LW- und MW-Konferenz von Genf im Jahre 1966 war im europäischen Bereich durch ausserplanmässig in Betrieb genommene Sender die Zahl der LW-Sender von 18 auf 28 und die Gesamtleistung von 3400 auf über 9000 kW angestiegen. Die Zahl der MW-Sender betrug im gleichen Zeitraum über 1300 statt 600 und die entsprechende Gesamtleistung stieg von 16 200 kW auf rund 37 000 kW.

Wegen der nächtlichen Störmöglichkeiten der LW- und MW-Sender über Tausende von Kilometern wurde der afrikanische Wellenplan so konzipiert, dass die zum damaligen Zeitpunkt in Europa in Betrieb stehenden Sender in ihren nationalen Bedienungsbereichen nicht zusätzlich gestört werden. Gleichzeitig wurde in einer Resolution erstmals die Forderung aufgestellt, möglichst bald in einer Regionalkonferenz, die alle Länder der europäischen und afrikanischen Rundfunkzonen sowie des westlichen Teiles der Region 3 und des Mittleren Ostens umfassen sollte, eine gemeinsame Neuordnung des LW- und MW-Bereiches an die Hand zu nehmen. Hauptgrund dieser Resolution war die schon damals vorhandene Überbelegung aller Kanäle in Europa und die dadurch bedingte Einengung bei der Gestaltung des afrikanischen Wellenplanes.

In der Zwischenzeit hat sich die Gesamtsituation weiterhin verschlechtert. Bis Ende 1972 ist die Zahl der MW-Sender in der europäischen Rundfunkzone auf annähernd 1400 und die entsprechende Gesamtleistung auf etwa 55 000 kW angestiegen.

Am 16. Mai 1973 hat der Verwaltungsrat der UIT nach Anhören der Mitgliedstaaten entschieden, die erste Sitzungsperiode der europäisch-afrikanisch-asiatischen Konferenz am 7. Oktober 1974 in Genf beginnen und 3 Wochen dauern zu lassen. In dieser ersten Konferenzperiode sollen die technischen und betrieblichen Grundlagen für die Schaffung eines neuen gemeinsamen Frequenzuteilungsplanes erarbeitet werden. Gleichzeitig soll sie die Form der an die UIT zu richtenden Zuteilungsbegehren der einzelnen Länder bestimmen und den spätesten Termin zu deren Einreichung festlegen. Verschiedene europäische Verwaltungen sind der Ansicht, dass bereits in der ersten Konferenzperiode gewisse Grundsatzentscheidungen über die Plangestaltung zu treffen seien, um Zeitverluste an der eigentlichen Plankonferenz zu vermeiden. Zur internen Vorbereitung dieser zweiten Konferenzperiode benötigen die Verwaltungen nach Abschluss des ersten Teils mindestens 12...18 Monate, so dass die zweite Konferenz kaum vor Ende 1975 beginnen wird.

4. Technische und betriebliche Voraussetzungen für eine Neuordnung des LW- oder MW-Rundspruchs

Das künftige Konzept des LW- und MW-Rundspruchs sollte aus Gründen der Frequenzökonomie und des optimalen Einsatzes einer ganzen Reihe fundamentaler Planungsgrundsätze gerecht werden [1], [2], [3], [4], [5].

4.1 Gesamtversorgung mit einem homogenen Hochleistungs-sendernetz

Jede der im LW- und MW-Bereich üblichen Sendeantennen strahlt dauernd neben der Bodenwelle eine gewisse

moyennes émettant à une puissance globale de 16 200 kW.

On pouvait prévoir, dès le début, que ce plan répondant plus à des considérations politiques qu'à des principes techniques aurait peu de chances de succès; preuve en était que quatre seulement des 25 Etats signataires, dont la Suisse, l'approuvèrent sans réserves. Le développement intervenu depuis lors a dépassé les pronostics les plus pessimistes. Lors de la Conférence africaine de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques de Genève, en 1966, le nombre d'émetteurs à ondes longues mis en service, en dehors du plan, dans la zone européenne avait passé de 18 à 28 et la puissance d'émission totale avait été portée de 3400 à 9000 kW. Durant la même époque, le nombre des émetteurs à ondes moyennes avait atteint 1300 au lieu de 600 et la puissance correspondante avait passé de 16 200 kW à 37 000 kW.

En raison des possibilités de perturbation nocturne des émetteurs à ondes longues et moyennes, agissant sur des distances de plusieurs milliers de kilomètres, le plan d'assignation des ondes africain avait été prévu de manière que fussent évités les brouillages supplémentaires à l'égard des émetteurs mis en service à l'époque en Europe. Parallèlement, une Résolution exigeait pour la première fois la réunion imminente d'une conférence régionale à laquelle participeraient tous les pays des zones de radiodiffusion européenne et africaine ainsi que ceux de la partie ouest de la région 3 et du Moyen-Orient, en vue de réorganiser en commun les gammes des ondes longues et moyennes. Les motifs principaux de cette Résolution étaient la suroccupation de tous les canaux qui sévissait à l'époque déjà en Europe et la limitation qui en résultait à l'égard de l'élaboration du plan d'assignation des ondes africain.

Depuis lors, la situation générale a continué à se détériorer. A la fin de 1972, le nombre des émetteurs à ondes moyennes de la zone de radiodiffusion européenne avait passé à 1400 environ et la puissance totale correspondante avait atteint quelque 55 000 kW.

Le 16 mai 1973, le Conseil d'administration de l'UIT a décidé, après avoir entendu les Etats membres, de réunir la première session de la Conférence euro-afro-asiatique en date du 7 octobre 1974 à Genève pour une durée de 3 semaines. Au cours de cette première période, on se propose d'élaborer les critères techniques et d'exploitation qui serviront de base à l'établissement du plan d'assignation de fréquences. Parallèlement, les délégués choisiront la forme sous laquelle la demande d'assignation sera dressée à l'UIT par les divers pays et fixeront le délai auquel la demande devra au plus tard être soumise. Plusieurs administrations européennes sont d'avis que certaines décisions de principe quant à la structure du plan devraient déjà être prises lors de la première période de la conférence, en vue d'éviter des pertes de temps lors de la conférence proprement dite, consacrée au plan. Lorsque la première partie de la conférence sera close, on estime que les administrations mettront au moins 12 à 18 mois pour préparer la deuxième, eu égard aux travaux internes, si bien que la deuxième session ne pourra guère débiter avant la fin de 1975.

4. Conditions techniques et d'exploitation requises pour la réorganisation de la radiodiffusion sur ondes longues et moyennes

Pour des raisons d'économie des fréquences, la conception future de la radiodiffusion sur ondes longues et moyen-

Leistung in den Raum ab, deren Stärke vom vertikalen Strahlungsdiagramm der Antenne und damit vom betrachteten Abstrahlelevationswinkel abhängt.

Wegen der tagsüber und nachts unterschiedlich starken Absorption der Raumwellen in den unteren Ionosphärenschichten sind die Ausbreitungseigenschaften der LW und MW am Tage völlig anders als in der Nacht. Tagsüber werden die Raumwellen so stark gedämpft, dass am Erdboden praktisch keine in der Ionosphäre reflektierten Wellen wirksam werden. Zur *Tagesversorgung* kann daher nur die Bodenwelle verwendet werden. Die Bedienungsreichweite der Bodenwelle hängt von den elektrischen Eigenschaften des Erdbodens längs des Ausbreitungsweges und damit von der Frequenz, von der Topografie und der abgestrahlten Leistung ab. Für Sendeleistungen von beispielsweise 500 kW und einer mittleren Bodenleitfähigkeit von 3 mS/m dürfte sie bei 525 kHz etwa 180 km und bei 1605 kHz etwa 90 km betragen.

Wegen des raschen Abfalls der Bodenwellenfeldstärke mit zunehmender Distanz könnte ein nur für die *Tagesversorgung* optimales Sendernetz mit verhältnismäßig kleinen Gleichkanal-Senderdistanzen auskommen. Nach [6] würde ein homogenes Tagessendernetz mit Gleichkanal-Senderdistanzen von etwa 400...500 km eine Vollversorgung bei Tage mit etwa 10 Kanälen ermöglichen, so dass mit 120 verfügbaren MW-Kanälen eine Vollversorgung mit 12 Programmen zu erreichen wäre. Die entsprechende Senderdichte würde beträchtlich über dem gegenwärtig in der europäischen Rundfunkzone anzutreffenden Wert liegen. Rein planungstechnisch gesehen, würde dabei die Tagesversorgung kaum Schwierigkeiten bereiten.

Nach Sonnenuntergang sinkt die Absorption der Raumwelle rasch auf einen vernachlässigbar kleinen Wert und bleibt praktisch so bis kurz vor Sonnenaufgang. Die Raumwelle kann sich nun durch ein- oder mehrfache Reflexion in der Ionosphäre mit Zwischenreflexionen am Erdboden bis zu Distanzen von mehreren tausend Kilometern mit erheblicher Intensität ausbreiten. Dadurch entstehen Störungen, die die Bodenwellen-Versorgungsgebiete anderer Gleich- oder Nebenkansender während der Nachtstunden begrenzen. Die *Nachtversorgung* wird damit von der Störintensität der Raumwelle, die bis anhin lediglich als unvermeidbarer Störer betrachtet wurde, abhängig. Diese Auffassung lässt sich auch aus der gegenwärtigen Fassung des Internationalen Radioreglementes ableiten, das in Artikel 423 verlangt, dass in diesem Frequenzbereich die Leistung der Rundfunkstationen den zur Sicherstellung einer nationalen Versorgung innerhalb der Grenzen des betrachteten Landes erforderlichen Wert nicht übersteigen darf.

Wegen der nachts gegenüber der Bodenwellen-Reichweite um ein Vielfaches grösseren Reichweite der Raumwellen sollte auch die eigentliche Raumwellenversorgung in die Planung einbezogen werden. In Spezialfällen, beispielsweise bei der Steilstrahlanlage Beromünster II (1562 kHz), wird dies bereits praktiziert. In beiden Fällen müssen die Raumwellen der Gleich- und Nebenkansender als Störer berücksichtigt werden, was zu Gleichkanal-Senderdistanzen zwischen 4000...7000 km und Reichweiten der Nutzsender bei Bodenwellenversorgung wie am Tage im Mittel mit etwa 100 km, bei Raumwellenversorgung mit bis zu etwa 1200 km führt [6]. Rechnet man theoretisch mit einer Gleichkanal-Senderdistanz von 5000 km, so würde man für eine einzige Vollversorgung mit Bodenwellen bei Nacht etwa 850 Kanäle benötigen. Für eine Vollversorgung mit

nes devrait répondre à toute une série de principes fondamentaux de planification [1], [2], [3], [4], [5].

4.1 Couverture globale par un réseau homogène d'émetteurs de grande puissance

Chaque antenne d'émission que l'on utilise couramment dans les gammes des ondes longues et moyennes rayonne continuellement, en plus de l'onde de sol, un certain taux de puissance sous forme d'onde d'espace, taux qui dépend du diagramme de rayonnement vertical de l'antenne et, partant, de l'angle d'élévation de rayonnement considéré.

Vu que l'absorption des ondes d'espace par les couches inférieures de l'ionosphère est très différente de jour et de nuit, les caractéristiques de propagation des OL et des OM sont entièrement dissemblables durant les heures diurnes et les heures nocturnes. De jour, les ondes d'espace sont à tel point affaiblies que les ondes réfléchies par l'ionosphère n'agissent pratiquement pas au niveau du sol. De ce fait, seule l'onde de sol peut être utilisée pour la *couverture diurne*. L'étendue de la couverture par l'onde de sol dépend des propriétés électriques du sol constituant le trajet de propagation et, de plus, de la fréquence, des conditions topographiques et de la puissance rayonnée. A une puissance d'émission estimée à 500 kW, la portée s'étendrait à quelque 180 km pour une fréquence de 525 kHz et à 90 km pour 1605 kHz, compte tenu d'une conductivité du sol moyenne de 3 mS/m.

Vu que l'intensité de champ de l'onde de sol décroît rapidement avec la distance, il serait possible de réaliser un réseau optimisé pour la *couverture diurne* seulement, à l'aide d'émetteurs opérant sur le même canal, séparés par des distances relativement faibles. Selon [6], un réseau d'émission diurne homogène ayant des distances de 400 à 500 km entre émetteurs de même canal permettrait une couverture totale de jour avec environ 10 canaux, si bien qu'une couverture totale au moyen de 12 programmes pourrait être atteinte à l'aide de 120 canaux OM disponibles. La densité des émetteurs nécessaires serait sensiblement supérieure à celle que l'on observe actuellement dans la zone européenne de radiodiffusion. Si l'on ne se place qu'au point de vue de la technique de planification, la couverture diurne ne causerait ainsi pratiquement aucune difficulté.

Après le coucher du soleil, l'absorption de l'onde d'espace tombe à une valeur négligeable et y reste jusqu'à peu avant le lever du soleil. L'onde indirecte ne peut se propager à plusieurs milliers de kilomètres à une intensité considérable que par une réflexion ou par bonds successifs entre le sol et l'ionosphère. Ce phénomène entraîne des perturbations qui limitent, durant les heures nocturnes, les zones de couverture par onde de sol d'autres émetteurs de même canal ou de canal adjacent. La *couverture nocturne* dépend, de ce fait, de l'intensité perturbatrice de l'onde d'espace, considérée jusqu'ici comme interférence inévitable. La teneur actuelle de l'article 423 du Règlement international des télécommunications permet aussi de soutenir cette thèse; en effet, il y est précisé que, en principe, la puissance des stations de radiodiffusion ne doit pas dépasser la valeur nécessaire pour assurer économiquement un service national de bonne qualité à l'intérieur des frontières du pays considéré.

Compte tenu de la portée nocturne des ondes d'espace, supérieure d'un multiple à celle des ondes de sol, il y aurait lieu d'englober la couverture par ondes d'espace proprement dites dans la planification, ce qui se fait d'ailleurs en pratique dans certains cas. Par exemple, l'installation à

Raumwellen dagegen kommt man unter Umständen mit 6...7 Kanälen aus.

Als Ergänzung der theoretischen Untersuchungen wurden im Rahmen der UER¹ zahlreiche Modellpläne für Europa und Afrika erstellt und daraus die *praktisch erreichbare Versorgung* ermittelt. Diese Modellpläne basierten auf mehr oder weniger gleichmässig verteilten fiktiven Sendern gleicher Leistung mit Rundstrahlantennen, deren Standorte aber mit reellen oder vorgesehenen Standorten in Europa und Afrika übereinstimmen. Einzelheiten über die getroffenen Voraussetzungen und die aus den Ergebnissen gezogenen Schlüsse sind aus [1], [6], [7] und [8] ersichtlich. Die wesentlichsten Ergebnisse, die eine mittlere Situation des gesamten MW-Spektrums darstellen, sind in der *Tabelle I* zusammengestellt. Sie gelten insbesondere für 1000 kHz, Senderleistungen von 300 kW und Kanalabständen von 9 kHz, was 120 verfügbaren MW-Kanälen entspricht. Den Raumwellen und Schutzabständen sind Feldstärke-Medianwerte (das heisst Werte für 50% der Zeit) zugrunde gelegt. Tabelle I zeigt,

¹ Union Européenne de Radiodiffusion

rayonnement à incidence verticale de Beromunster II (1562 kHz) en est une illustration. Dans les deux cas, il convient de considérer les ondes d'espace des émetteurs de même canal ou de canal adjacent comme ondes perturbatrices, ce qui conduit à des distances de 4000 à 7000 km entre émetteurs de même canal et à des portées d'émetteurs utiles de quelque 100 km en moyenne, de jour, pour l'onde de sol et de 1200 km environ pour l'onde d'espace [6]. Un calcul théorique fondé sur une distance de 5000 km entre émetteurs de même canal montrerait qu'il faut disposer de près de 850 canaux pour n'assurer la couverture totale de nuit qu'avec l'onde de sol. En revanche, la couverture totale à l'aide de l'onde d'espace n'exigerait, le cas échéant, que 6...7 canaux.

En vue de compléter les recherches théoriques, de nombreux plans-types ont été établis dans le cadre de l'UER¹, portant sur l'Europe et sur l'Afrique, plans dont l'objectif était de mettre en évidence la *couverture réalisable en pratique*. Ces plans-types se fondaient sur des émetteurs

¹ UER Union européenne de radiodiffusion

Tabelle I. Nächtliche Boden- und Raumwellenversorgung von Europa und Afrika bei verschiedenen Gleichkanal-Senderdistanzen und Schutzabständen an den Grenzen der Bedienungsgebiete.

Mittlere Gleich-Kanal-Senderdistanz km	Gesamtzahl der möglichen Kanalzuteilungen in Europa und in Afrika	Schutzabstand an der Grenze der Bedienungsgebiete	Versorgung mit Bodenwelle		Versorgung mit Raumwelle	
			Anzahl der in der versorgten Fläche ungestört empfangbaren Programme	Versorgter Flächenanteil der Gesamtfläche von Europa und Afrika	Anzahl der in der versorgten Fläche ungestört empfangbaren Programme	Versorgter Flächenanteil der Gesamtfläche von Europa und Afrika
2700	748	40 dB	1	6%	—	—
		33 dB	1	11%	1	30%
		27 dB	1	21%	6,1	100%
3500	463	40 dB	1	8%	1	15%
		33 dB	1	15%	7,4	100%
		27 dB	1	25%	23,3	100%
4100	347	40 dB	1	9%	2,5	100%
		33 dB	1	17%	14,9	100%
		27 dB	1	28%	31,6	100%

Tableau I. Couverture nocturne par l'onde de sol et l'onde d'espace en Europe et en Afrique à diverses distances entre émetteurs de même canal et divers rapports de protection aux limites des zones desservies

Distance moyenne entre émetteurs de même canal km	Nombre global des canaux pouvant être assignés en Europe et en Afrique	Ecart de protection à la limite des zones desservies	Couverture par l'onde de sol		Couverture par l'onde d'espace	
			Nombre des programmes pouvant être reçus sans perturbations dans la zone desservie	Taux de surface desservie par rapport à la surface globale de l'Europe et de l'Afrique	Nombre des programmes pouvant être reçus sans perturbations dans la zone desservie	Taux de surface desservie par rapport à la surface globale de l'Europe et de l'Afrique
2700	748	40 dB	1	6%	—	—
		33 dB	1	11%	1	30%
		27 dB	1	21%	6,1	100%
3500	463	40 dB	1	8%	1	15%
		33 dB	1	15%	7,4	100%
		27 dB	1	25%	23,3	100%
4100	347	40 dB	1	9%	2,5	100%
		33 dB	1	17%	14,9	100%
		27 dB	1	28%	31,6	100%

dass mit einem mehr oder weniger homogenen MW-Hochleistungssendernetz unter Einbezug der Raumwellenversorgung eine wesentlich bessere Nutzung des verfügbaren Frequenzspektrums möglich wäre.

4.2 Modifikationen im homogenen Hochleistungssendernetz

Es stellt sich die Frage, ob durch geeignete Modifikationen im homogenen Hochleistungssendernetz ohne Erhöhung der erforderlichen Frequenzuteilungen Versorgungsverbesserungen zu erreichen sind [4], [5].

4.2.1 Synchronisierte Sendernetze

Ein synchronisiertes Netz ist eine Sendergruppe, deren Sender auf der gleichen Frequenz arbeiten und dasselbe Programm ausstrahlen. Es dient ausschliesslich der Bodenwellenversorgung. Es lässt sich eine bessere Anpassung des bedienten Gebietes an die geographische Verteilung der Bevölkerung und damit eine höhere *Bevölkerungsversorgung* erreichen, indem die der entsprechenden Kanaluteilung zugeordnete Leistung auf die verschiedenen Sender des Netzes aufgeteilt wird. Synchronisierte Netze sind besonders in Ländern wirksam, wo verhältnismässig weit auseinanderliegende Gebiete mit hohen Bevölkerungsdichten vorhanden sind. In kleineren Ländern ist ein wirkungsvoller Einsatz ohne zusätzliche Massnahmen (zum Beispiel nachts Übergang auf Steilstrahlung) kaum möglich. Wenn die Einzelsender des Netzes genügend weit auseinanderliegen, können sie tagsüber auch verschiedene Programme ausstrahlen.

4.2.2 Richtantennen

Durch geeigneten Aufbau der vertikal polarisierten Sendantennen kann die abgestrahlte Leistung unter Beibehaltung der Rundstrahleigenschaften entweder in den *nahe der Horizontalebene liegenden Raumwinkelbereich* oder in *steilere Raumwinkelbereiche konzentriert* werden. Im ersten Fall kann entweder die Bodenwellenversorgung bei gleicher Leistung erhöht oder bei gleicher Versorgung die Senderleistung reduziert werden. Gleichzeitig wird damit eine Verminderung der ionosphärischen Kreuzmodulation erreicht. Wo die Nahschwundverzerrungen und nicht die Gleichkanalstörungen die Bodenwellenversorgung begrenzen, dürfte eine sogenannte Antifadingantenne zur Verbesserung der Bodenwellenversorgung führen. Im zweiten Fall wird die Raumwellenversorgung auf Kosten der Bodenwellenversorgung verbessert. Gleichzeitig verringern sich aber auch die Interferenzstörungen in grossen Entfernungen. Hingegen nimmt die ionosphärische Kreuzmodulation zu. Durch *Leistungskonzentration in bestimmte Azimutbereiche* lassen sich spezifische Versorgungsaufgaben einzelner Länder durch bessere Anpassung der Bedienungszonen oder durch Verminderung von Interferenzstörungen lösen.

4.2.3 Horizontale Polarisation

Mit horizontal polarisierten Sendeantennen kann praktisch *nur Raumwellenversorgung* erreicht werden, was im Vergleich zur reinen Bodenwellenversorgung eine wesentliche Qualitätseinbusse zur Folge hat. Raumwellenempfang ist nach dem bereits Gesagten nur in der Zeit zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang möglich.

Die Erfahrungen, die mit der Steilstrahlanlage Beromünster II (1562 kHz) gemacht wurden, zeigen, dass diese Qualitätseinbusse beim Empfang im Auto oder mit kleinen tragbaren Geräten praktisch kaum ins Gewicht fällt. Die nicht

fictifs de même puissance, à antennes omnidirectionnelles, répartis de manière plus ou moins homogène, dont les emplacements coïncidaient avec les lieux d'implantation réels ou prévus en Europe et en Afrique. Des détails concernant les conditions choisies et les conclusions tirées des résultats ressortent de [1], [6], [7] et [8]. Les résultats essentiels représentant une situation moyenne du spectre global des ondes moyennes sont récapitulés au *tableau I*. Ils s'appliquent en particulier à une fréquence de 1000 kHz, à une puissance d'émission de 300 kW et à un écart entre canaux de 9 kHz, ce qui se traduit par 120 canaux OM disponibles. Des valeurs médianes d'intensité de champ (à savoir des valeurs concernant 50% du temps) ont servi de base au calcul des ondes d'espace et des rapports de protection. Le tableau I montre qu'il serait possible d'utiliser beaucoup plus efficacement le spectre de fréquences disponibles si, dans un réseau plus ou moins homogène d'émetteurs de grande puissance, on tirait aussi parti de la couverture par les ondes d'espace.

4.2 Modifications dans le réseau homogène d'émetteurs de grande puissance

On peut se demander si, par des modifications appropriées du réseau des émetteurs de grande puissance, il est possible d'obtenir des améliorations de couverture sans augmenter le nombre nécessaire de fréquences assignées [4], [5].

4.2.1 Réseaux d'émetteurs synchronisés

Un réseau synchronisé est un groupe d'émetteurs dont les stations opèrent sur la même fréquence et diffusent le même programme. Un tel réseau sert uniquement à la couverture par les ondes de sol. Il permet de mieux adapter la zone desservie à la répartition géographique de la population et d'atteindre un plus haut degré de *couverture de population*, du fait que l'on répartit sur les différents émetteurs du réseau la puissance attribuée aux canaux assignés correspondants. Les réseaux synchronisés sont particulièrement efficaces dans les pays où des régions très peuplées sont relativement distantes les unes des autres. Dans les pays de plus petites dimensions, il n'est guère possible de tirer le meilleur parti de ces réseaux sans mettre en œuvre des mesures auxiliaires (par exemple le passage au rayonnement à incidence verticale durant le service nocturne). Lorsque les divers émetteurs du réseau sont suffisamment espacés, ils peuvent aussi diffuser des programmes différents pendant les heures de jour.

4.2.2 Antennes directives

Par une configuration appropriée des antennes d'émission à polarisation verticale, on peut concentrer la puissance rayonnée – tout en conservant les caractéristiques de rayonnement omnidirectionnel – soit sur *le secteur d'angle spatial situé près du plan horizontal*, soit sur *des secteurs d'angle spatial se rapprochant davantage de la verticale*. Dans le premier cas, on peut soit augmenter le degré de couverture par l'onde de sol à puissance égale, soit diminuer la puissance en maintenant le même degré de couverture. Comme corollaire, on parvient à diminuer l'intermodulation ionosphérique. Lorsque des distorsions d'évanouissement dans le champ proche, et non des perturbations par des émetteurs de même canal, limitent la couverture par l'onde de sol, il est possible d'améliorer la couverture par onde directe en établissant une antenne dite «anti-fading». Dans le deuxième cas, la couverture par l'onde d'espace est amé-

vermeidbaren Schwundeinbrüche sind – obwohl verhältnismässig häufig – von sehr kurzer Dauer und deshalb viel weniger störend als die durch Interferenz der Bodenwelle mit der eigenen Raumwelle in der Nahschwundzone von Sendern mit vertikal polarisierten Antennen auftretenden Selektivverzerrungen.

Im Versorgungsbereich einer horizontal polarisierten Antenne ist die Empfangsfeldstärke in einem weiten Bereich mehr oder weniger gleichmässig verteilt. Dieser ist im Gegensatz zur Bodenwellenversorgung von der Bodenleitfähigkeit und der Topografie des zu bedienenden Gebietes weitgehend unabhängig, was besonders in Gebirgsgebieten von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Andererseits ist für die Raumwellenversorgung der Schutz gegen Interferenzstörungen durch Gleichkanalsender besonders wichtig. Eine starke Erhöhung des Störpegels könnte hier unter Umständen den gesamten Versorgungsbereich beeinträchtigen, während bei der Bodenwellenversorgung lediglich eine mehr oder weniger starke Schrumpfung des versorgten Gebietes eintreten würde.

Der Versuchsbetrieb mit der Steilstrahlanlage Beromünster (abgestrahlte Leistung 140 kW) zeigt, dass bei Distanzen unter etwa 200 km der für Raumwellenempfang erforderliche minimale Medianwert der Feldstärke – bei 1562 kHz 63 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) – schon vor Sonnenuntergang überschritten und erst nach Sonnenaufgang wieder unterschritten wird. Besonders ausgeprägt ist dieser Effekt in den Sommermonaten, in denen die effektive Raumwellenversorgung im Mittel bereits rund zwei Stunden vor Sonnenuntergang beginnt und bis etwa zweieinhalb Stunden über die Sonnenaufgangszeit hinaus andauert. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass die Raumwellen in grossen Entfernungen, sei es nun als Nutz- oder Störsignal, erst geraume Zeit nach Sonnenuntergang voll wirksam werden und schon vor Sonnenaufgang praktisch wieder ganz verschwunden sind. Dies bedeutet, dass die Steilstrahl-Raumwellenversorgung bis zu einer Entfernung von etwa 200 km zumindest in den Sommermonaten wenigstens zwei Stunden vor dem Zeitpunkt einsetzt, in dem die Störsignale des gleichen Senders in grosser Distanz wirksam werden. Unter Umständen dürfte dadurch das Problem der Umschaltung vom Tages- zum Nachtbetrieb und umgekehrt vereinfacht werden.

Die bisherigen theoretischen Studien über die Fernwirkung mit horizontal polarisierten MW-Antennen gingen von der Voraussetzung aus, dass für grosse Distanzen ausschliesslich E-Reflexionen in Frage kommen [9], [10], [11]. Danach müsste bei gleicher Leistung die Raumwellenfeldstärke in grossen Entfernungen von einer einfachen horizontal polarisierten Sendeantenne etwa 15 dB niedriger sein als bei einer vertikalen Antenne. Zudem wäre zu erwarten, dass mit einer aus mehreren Horizontaldipolen aufgebauten Steilstrahl-Antennengruppe, die die Flachstrahlung noch stärker unterdrückt, die Reduktion noch ausgeprägter ausfallen würde.

Systematische Feldstärkeregistrierungen der Steilstrahlanlage Beromünster im 1800 km entfernten Helsinki haben aber bedeutend höhere Feldstärken erbracht als erwartet. Berechnungen nach dem neuen *Ray-Tracing*-Verfahren der *British Broadcasting Corporation (BBC)* [12] haben in der Tat ergeben, dass Mehrfachreflexionen in der F-Region nicht zu vernachlässigen sind und dass sich die registrierten Feldstärken durch eine 3- bis 6mal-F-Ausbreitung erklären lassen. Jüngste Messungen auf anderen Übertragungstrecken haben diese Feststellung bestätigt. In [5] zieht deshalb die

lioriée au détriment de celle qu'assure l'onde de sol. Parallèlement, les perturbations par interférence à de grandes distances diminuent; en revanche, l'intermodulation ionosphérique augmente. Par une *concentration de puissance dans des secteurs d'azimut donnés*, il est possible de résoudre des tâches de couverture spécifiques de divers pays en adaptant mieux les zones desservies ou en réduisant les perturbations d'intermodulation.

4.2.3 Polarisation horizontale

Avec les antennes d'émission polarisées horizontalement, *seule une couverture par l'onde d'espace* est pratiquement réalisable, ce qui constitue une perte de qualité sensible par rapport à la couverture assurée uniquement par l'onde de sol. Comme nous l'avons vu, la réception des ondes d'espace n'est possible qu'entre le coucher et le lever du soleil.

Les expériences faites avec l'installation à rayonnement vertical de Beromünster II (1562 kHz) montrent que les pertes de qualité sont pratiquement négligeables, lorsque les émissions sont reçues sur un radiorécepteur monté à bord d'une voiture ou avec un petit appareil portatif. Les évanouissements inévitables, bien que relativement fréquents, sont de très courte durée et affectent de ce fait bien moins la réception que les distorsions sélectives dues à l'interférence de l'onde de sol avec sa propre onde d'espace dans la région d'évanouissement de zone proche d'émetteurs dont l'antenne est polarisée verticalement.

Dans la zone de couverture d'une antenne à polarisation horizontale, l'intensité de champ de réception est plus ou moins uniformément répartie sur un secteur étendu. Contrairement à ce que l'on observe dans le cas de la couverture par l'onde de sol, ce secteur est largement indépendant de la conductivité du sol et de la configuration topographique de la zone à desservir, ce qui est d'une importance non négligeable, dans les régions de montagne en particulier. D'autre part, la protection contre les interférences dues aux émetteurs de même canal est particulièrement importante dans la couverture par l'onde d'espace. Une forte augmentation du niveau des perturbations pourrait, le cas échéant, affecter la réception d'une zone de couverture tout entière, tandis que, dans la couverture par onde de sol, seul un amenuisement plus ou moins important de la zone desservie pourrait se produire.

L'installation à rayonnement vertical de Beromünster (puissance rayonnée 140 kW) a montré, en service d'essai, que la valeur médiane de l'intensité de champ nécessaire pour la réception par l'onde d'espace – 63 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) à 1562 kHz – était déjà dépassée pour des distances inférieures à quelque 200 km, avant le coucher du soleil et qu'elle devenait plus faible seulement après le lever du soleil. Cet effet est particulièrement prononcé durant les mois d'été, où la couverture effective par l'onde d'espace commence en moyenne deux heures déjà avant le coucher du soleil et dure jusqu'à deux heures et demie environ après le lever du soleil. A ce propos, il convient de relever qu'à de grandes distances les ondes d'espace ne déploient toute leur activité, tant sous forme de signaux utiles que sous celle de signaux perturbateurs, que longtemps après le coucher du soleil et qu'elles disparaissent pratiquement avant son lever. Cela signifie que la couverture par l'onde d'espace obtenue par rayonnement vertical, sur une distance de 200 km au maximum, commence durant l'été au moins deux heures avant que les signaux perturbateurs du même émetteur ne deviennent actifs à de grandes distances. Le cas échéant, cela pourrait simplifier le problème du passage du

UER folgende Schlussfolgerungen: «Die vertikale Abstrahlung von horizontal polarisierten Antennen kann für spezielle Anwendungsfälle wertvoll sein. Allerdings kann beim gegenwärtigen Stand der Erkenntnisse deren allgemeine Einführung in einem Frequenzplan als Mittel zur Erzielung höherer Senderdichten nicht empfohlen werden.»

4.2.4 Einsatz von Kleinleistungsendern

Kleinleistungssender werden zur Bedienung eng begrenzter Gebiete wie Städte, wo die Feldstärke der Hauptsender wegen den höheren künstlichen Störungen ungenügend ist, als Lückenfüllsender oder zur Verbreitung allfälliger Lokalprogramme eingesetzt. Nach [5] gab es am 1. Mai 1972 in der europäischen Rundfunkzone insgesamt 170 Kanalbelegungen durch Einzelsender oder Sendergruppen mit Leistungen unter 10 kW, die sich praktisch über das ganze MW-Spektrum verteilen.

Die Untersuchungen der UER zeigen, dass die Einfügung von Kleinleistungsendern in ein homogenes Netz von Sendern grosser oder mittlerer Leistung immer eine Verminderung sowohl der gesamten Bodenwellen- als auch der Raumwellenversorgung zur Folge hat. Es ist daher anzunehmen, dass zumindest für die Flächenversorgung eine bessere Nutzung des Frequenzspektrums erzielt wird, wenn man leistungsmässig gemischte Kanalzuteilungen vermeidet. Eine Ausnahme bilden synchronisierte Sendergruppen, die für Planungszwecke als Einzelsender zu betrachten sind. Zweckmässiger wäre es, dass man für die Unterbringung solcher Kleinleistungssender besondere Kanäle analog den zwei heutigen internationalen Gemeinschaftsfrequenzen vorsieht. Wenn diese Sender nachts verschiedene Programme ausstrahlen, wären dafür allerdings zahlreiche Kanäle erforderlich. Gewisse europäische Länder rechnen mit mindestens 20 solcher Kanäle, andere mit der völligen Abschaffung von Kleinleistungsendern, da sie der Ansicht sind, dass die damit angestrebte Lokalversorgung zweckmässiger mit UKW zu erreichen sei. Die Kompromisslösung dürfte bei 4...5 Kanälen liegen.

(Fortsetzung folgt)

aux fins de la planification. Il serait plus rationnel de prévoir l'exploitation d'émetteurs de très faible puissance sur des canaux spéciaux, semblables aux deux fréquences communes assignées aujourd'hui au niveau international. Si ces émetteurs diffusaient des programmes différents de nuit, il serait cependant nécessaire de disposer de nombreux canaux à cet effet. Certains pays européens estiment à 20 au moins le nombre nécessaire des canaux précités, alors que d'autres pensent supprimer entièrement les émetteurs de très faible puissance, étant d'avis que la couverture locale peut être réalisée de manière plus rationnelle par l'emploi des OUC. Prévoir 4 ou 5 canaux serait la solution de compromis possible.

(à suivre)

service de jour au service de nuit et vice versa. Les études théoriques faites jusqu'ici sur l'effet à distance des antennes OM à polarisation horizontale partaient de l'hypothèse que seules des réflexions sur la couche E entraînent en considération pour les grandes distances [9], [10], [11]. Il en résultait que, à même puissance, l'intensité de champ de l'onde d'espace d'une antenne simple à polarisation horizontale devait, à de grandes distances, être de 15 dB environ plus faible que celle d'une antenne verticale. De plus, il y aurait lieu d'admettre que cette réduction serait encore plus prononcée, dans le cas d'un groupe d'antennes à rayonnement vertical consistant en plusieurs dipôles horizontaux, configuration qui atténue encore plus le rayonnement quasi horizontal.

Des enregistrements systématiques de l'intensité de champ produite par l'installation à rayonnement vertical de Beromunster, faits à Helsinki, situé à 1800 km de là, ont révélé des intensités de champ nettement plus élevées que celles auxquelles on s'attendait. En effet, des calculs effectués selon le nouveau procédé *Ray-Tracing* de la *British Broadcasting Corporation* (BBC) [12] ont montré que les réflexions multiples sur la couche F ne devaient pas être négligées et que les intensités de champ enregistrées pouvaient être expliquées par une propagation de 3 à 6 bonds réfléchis par la couche F. Des mesures très récentes faites sur d'autres trajets de propagation ont confirmé cette constatation. Pour cela, l'UER conclut dans [5] en ces termes: «Le rayonnement vertical d'antennes polarisées horizontalement peut être utile dans certaines applications particulières. Toutefois, en tenant compte de l'état actuel des connaissances, on ne peut recommander de l'introduire de manière générale dans un plan de fréquences, en vue d'obtenir de plus grandes densités d'émetteurs.»

4.2.4 Mise en œuvre d'émetteurs de très faible puissance

On se sert d'émetteurs de très faible puissance pour desservir des zones très limitées, telles que des villes, où l'intensité de champ de l'émetteur principal est insuffisante, en raison du haut niveau des perturbations artificielles. Ils sont alors utilisés comme émetteurs d'appoint ou éventuellement pour la diffusion de programmes locaux. Selon [5], on comptait le 1^{er} mai 1972, dans la zone de radiodiffusion européenne, 170 occupations de canaux par des émetteurs ou des groupes d'émetteurs à des puissances inférieures à 10 kW, qui étaient répartis sur la quasi-totalité du spectre des ondes moyennes. Les études de l'UER montrent que le fait d'introduire des émetteurs de très faible puissance dans un réseau homogène d'émetteurs de grande ou de moyenne puissance conduit toujours à une diminution tant de la couverture globale par les ondes de sol que de celle qui résulte des ondes d'espace. Par conséquent, il faut admettre que – pour la couverture en surface au moins – le spectre des fréquences est mieux utilisé, lorsqu'on évite l'assignation de canaux à des puissances dissemblables. Les groupes d'émetteurs synchronisés constituent à cet égard une exception, car on les considère comme émetteurs simples,

←