

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: 53 (1975)

Heft: 11

Artikel: Erste Ergebnisse von Mittelwellen-Einseitenband-Versuchsübertragungen = Premiers résultats de transmissions d'essai sur ondes moyennes en modulation à bande latérale unique

Autor: Hunkeler, Adrian

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875619>

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: 04.02.2026

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

Erste Ergebnisse von Mittelwellen-Einseitenband-Versuchsübertragungen

Premiers résultats de transmissions d'essai sur ondes moyennes en modulation à bande latérale unique

Adrian HUNKELER, Bern

621.376.24:621.396.61:029.53:621.396.74:095.111(494)

Zusammenfassung. Nach kurzen Hinweisen zur Raumwellen-Steilstrahlversorgung werden die Eigenschaften und die Betriebsweise der Versuchsanlage zum gleichzeitigen Messen der Ein- und Zweiseitenbandübertragung beschrieben. Die objektiven Messergebnisse umfassen vor allem die Angabe des Zeitanteils, währenddessen ein Klirrfaktor von 10% überschritten wurde, sowie eine Darstellung der Feldstärke an drei Empfangsorten. Aus dem bisherigen Resultat ergeben sich Vorschläge zur Empfangstechnik und zum weiteren Vorgehen.

Résumé. Après un bref rappel des caractéristiques de la couverture radiophonique par onde d'espace à rayonnement vertical, l'auteur décrit les propriétés et le fonctionnement des équipements d'essai servant à mesurer simultanément les transmissions à bande latérale unique et à double bande latérale. Les résultats objectifs des mesures comprennent surtout la durée pendant laquelle le facteur de distorsion a dépassé 10 % et une représentation du champ à trois emplacements de réception. Des résultats acquis résultent des propositions sur la technique de réception et sur la manière de poursuivre les travaux.

Primi risultati delle trasmissioni sperimentali su onde medie a banda laterale unica

Riassunto. Dopo un breve accenno alla copertura mediante onde riflesse da antenne irradianti verticalmente, vengono descritte le caratteristiche e il funzionamento dell'impianto sperimentale per la misurazione simultanea di trasmissioni a banda laterale unica e a due bande. I risultati concreti delle misurazioni comprendono in particolare indicazioni sull'intervallo durante il quale il coefficiente di distorsione è stato oltrepassato del 10 % e la descrizione dell'intensità di campo in tre diverse zone di ricezione. Dal risultato ottenuto finora si deducono informazioni riguardanti la tecnica di ricezione e il futuro modo di procedere.

1 Einleitung

Es ist möglich, mit einer steilstrahlenden horizontalpolarisierten Antenne und mit kleiner Sendeleistung auf Mittelwellen ein sehr ausgedehntes Gebiet während der Nacht über die Reflexion an der Ionosphäre gleichmässig zu versorgen [1]. Ein solcher Raumwellendienst bietet besondere Vorteile für Landflächen mit geringer Bodenleitfähigkeit und gebirgiger Geländestruktur. Die Empfangsqualität leidet unter häufigen, meist kurzzeitigen Schwundseinbrüchen und den daraus entstehenden nichtlinearen Verzerrungen [2]. Hingegen erstreckt sich die Nahschwundzone – das Verwirrungsgebiet mit vergleichbarem Anteil von gleichzeitig vorhandenem Boden- und Raumwellensignal – nur bis zu einem Radius von 20 km. Im Vergleich zur klassischen Doppelseitenband-Modulation ergeben Einseitenband-Versuchssendungen über vertikalpolarisierte Antennen einen wesentlich besseren Nachtempfang [3, 4].

2 Versuchsprogramm

Die kombinierten Emissionen der schweizerischen PTT-Betriebe fanden Ende 1974 über zwei MW-Steilstrahlantennen statt. Durch gleichzeitiges Aussenden eines Programmes in Zweiseitenbandmodulation (A3) auf der Frequenz von 1562 kHz und in Einseitenbandmodulation (A3A) auf der Frequenz von 1475 kHz konnte die Empfangsqualität bei beiden Betriebsarten ermittelt werden. Mehrsprachige Ansagen der geltenden Parameter dienten in regelmässigen Abständen zur Kennzeichnung der Ausstrahlung.

Die Sendungen liefen vom Montag bis Freitag jeweils von 01.30 bis 04.00 MEZ, und zwar montags jeweils Sprache und Musik für das subjektive Beurteilen, an den übrigen Wochentagen ein Messton von 800 Hz für das Messen des Klirrfaktors.

1 Introduction

A l'aide d'une antenne à rayonnement vertical polarisée horizontalement, travaillant à faible puissance d'émission sur ondes moyennes, il est possible de desservir uniformément une région étendue durant les heures de nuit, grâce aux réflexions sur l'ionosphère [1]. Un tel service par ondes d'espace offre surtout des avantages dans les contrées à faible conductivité du sol et à relief accidenté. La qualité de réception souffre d'évanouissements fréquents, souvent très brefs, et des distorsions non linéaires qui en résultent [2]. En revanche, la région d'évanouissement de zone proche – ce secteur caractérisé par la présence simultanée et en proportions comparables d'ondes d'espace et d'ondes de sol – se limite à un rayon de 20 km. Comparées aux émissions classiques en modulation à double bande latérale, les émissions d'essai en modulation à bande latérale unique diffusées par des antennes à polarisation verticale assurent une réception nocturne sensiblement meilleure [3, 4].

2 Programme d'essai

Les émissions combinées de l'Entreprise des PTT suisses ont été diffusées à fin 1974 par l'intermédiaire de deux antennes à ondes moyennes à rayonnement vertical. En émettant simultanément un programme en modulation à double bande latérale (A3) sur la fréquence de 1562 kHz et en modulation à bande latérale unique (A3A) sur celle de 1475 kHz, il a été possible de déterminer la qualité de réception des deux types de transmission. Annoncés à intervalles réguliers en plusieurs langues, les paramètres utilisés servirent à désigner les émissions. Diffusées du lundi au vendredi entre 01.30 et 04.00 HEC, les émissions consistaient toujours, le lundi en musique et en parole, aux fins d'une évaluation subjective, et, les autres jours, en un son modulé de 800 Hz pour la mesure du facteur de distorsion.

3 Sendeanlagen

Mit Erlaubnis der österreichischen Behörde versah einer der MW-Sender vorübergehend den Einseitenbandbetrieb ausserhalb der Sendezeit von Wien 2 auf Frequenz 1475 kHz. Bei voller Aussteuerung oder im unmodulierten Trägerbetrieb betrug die HF-Spitzenleistung der Hüllkurve (PEP) 270 kW. Bezogen auf diesen Wert enthielt das Spektrum Intermodulationsteile von höchstens -48 dB und nichtlineare Übersprechkomponenten von höchstens -55 dB. Es wurde das obere Seitenband belegt mit den in *Tabelle I* vermerkten Restträgeranteilen und Betriebswerten. Die durchschnittliche Aussteuerung lag bei 72% bei Sprache und Musik, auf 60% bei Messtonsendungen.

Zur gleichen Zeit erfolgte von Beromünster (1562 kHz) aus eine Zweiseitenbandemission gemäss *Tabelle II* mit einem Fremdspannungsabstand von 58 dB und 1,5% Klirrfaktor bei 50% Modulationsgrad.

Für die Programmbestandteile wandte man eine NF-Aufbereitung an, wie dies bei Mittelwellen üblich ist: Kompression der Dynamik im Verhältnis von 3:1 und Einschränkung des Frequenzganges auf 120...4 200 Hz (-3 dB-Punkte).

4 Empfangsanlagen

Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Versuchsanlage, und die *Tabelle III* beschreibt die Eigenschaften der Grundausrüstung. An zwei Standorten in Bern und an einer Empfangsstelle in Chur wurden vollständige Feldstärke-, Klirrfaktor- und Tonbandaufnahmen gemacht. Ausserdem erfolgten in Bern einige Sonderanalysen von kürzerer Dauer: Empfang mit handelsüblichen Geräten, Aufnahme der A3A-Sendung

Tabelle I. Betriebswerte des Einseitenbandsenders
Tableau I. Valeurs d'exploitation de l'émetteur à bande latérale unique

Modulationsinhalt – Genre de modulation							
			Sprache/Musik Parole/Musique		Messton 800 Hz Son de mesure à 800 Hz		
Betriebsdauer Durée d'explo- itation	Restträger Porteuse rési- duelle		HF-Leistung (in kW) – Puissance HF (en kW)				
	%	kW	Seitenband Bande latérale	Mittlere Moyenne	Seitenband Bande latérale	Mittlere Moyenne	Spitzen Crêtes
2 Wochen 2 semaines	50	35	18	53	12	47	223
2 Wochen 2 semaines	30	13	33	46	23	36	174
1 Woche 1 semaine	20	5,6	47	56	33	39	163

50% Restträger: Sendertyp A3H – 50% de porteuse résiduelle: Genre d'émission A3H
30 und 20% Restträger: Sendertyp A3A – 30 et 20% de porteuse résiduelle: Genre d'émission A3A

Tabelle II. Betriebswerte des Doppelseitenbandsenders
Tableau II. Valeurs d'exploitation de l'émetteur à double bande latérale

Betriebsdauer Durée d'exploitation	Modulationsinhalt Genre de modulation	HF-Leistungen (in kW) – Puissance HF (en kW)			
		Träger- Porteuse	Seitenband- Bande latérale	Mittlere Moyenne	Spitzen Crêtes
Fünf Wochen Cinq semaines	Sprache/Musik Parole/Musique	140	2 × 18	176	–
	Messton 800 Hz Son de mesure à 800 Hz	140	2 × 13	165	358

3 Installations émettrices

Avec l'autorisation des autorités autrichiennes, l'émetteur à ondes moyennes de Sarnen assura provisoirement le service en modulation à bande latérale unique en dehors des heures d'émission de Vienne II (1475 kHz). A pleine excitation ou en service avec porteuse non modulée, la puissance de crête HF de l'enveloppe s'éleva à 270 kW (PEP). Compte tenu de cette valeur, le spectre contenait des composantes d'intermodulation de -48 dB au maximum et des composantes non linéaires de diaphonie de -55 dB au maximum. La bande latérale supérieure a été occupée avec les composantes de porteuse résiduelle et les valeurs d'exploitation énumérées au *tableau I*. Le taux de modulation moyen s'est situé à 72 % pour la parole et la musique ou à 60 % pour le son de mesure.

En même temps une émission à double bande latérale était effectuée à partir de Beromünster (1562 kHz) selon le *tableau II* avec un rapport tension utile/tension parasite de 58 dB, un facteur de distorsion de 1,5 % pour un taux de modulation de 50 %.

Pour les émissions de programmes, le conditionnement usuel du signal BF fut utilisé, à savoir une compression de la dynamique dans la proportion de 3:1 et une limitation de la bande passante de 120...4200 Hz (points à -3 dB).

4 Installations réceptrices

La *figure 1* montre l'agencement de principe de l'installation d'essai et le *tableau III* les caractéristiques de l'équipement de base. Des relevés complets du champ, du facteur de distorsion ainsi que des enregistrements sur bandes magné-

Tabelle III. Beschreibung der Empfangsgeräte

Symbol	Fabrikations- typ	Eigenschaften
A3 Rx	Drake SPR-4	Doppelsuperhet mit quarzgesteuertem Lokaloszillator; Feldstärkeregistrierung an den AGC-Kreis angeschlossen; Hüllkurvendemodulator
A3A Rx	Paulsen MESB G 62	Einfachssuperhet mit quarzgesteuertem Lokaloszillator und mechanischem ZF-Filter. Der zur Demodulation dienende Hilfsträger entstammt einem Quarzoszillator und wird vom Restträger in der Phase synchronisiert
Klirrfaktorregistrierung	Eigenbau [5]	Ausiebung von drei Oberwellen des Messtons, dessen Amplitude stabilisiert wird; Effektivwertbildung durch nichtlineare integrierte Schaltungen

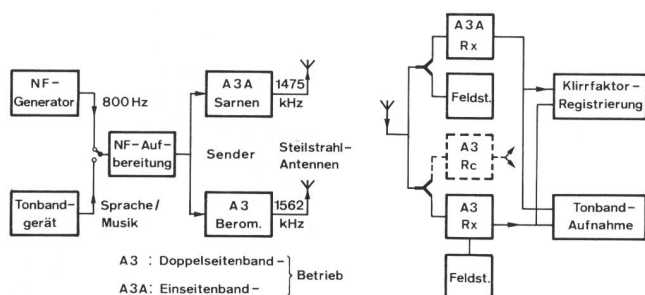


Fig. 1
Blockschaltbild der Versuchsanordnung – Schéma de principe de
l'agencement d'essai

NF-Generator – Générateur BF
NF-Aufbereitung – Conditionnement BF
Tonbandgerät – Magnétophone
Sprache – Parole
Musik – Musique
Sender – Emetteur
Beromünster – Beromünster
Doppelseitenbandbetrieb – Exploitation en double bande latérale
Einseitenbandbetrieb – Exploitation en bande latérale unique (BLU)
Stellstrahlantennen – Antennes à rayonnement vertical
Klirrfaktorregistrierung – Relevé du facteur de distorsion
Tonbandaufnahme – Enregistrement sur bande magnétique
Feldstärke – Champ

mit einem A3-Empfänger und umgekehrt, Feldstärkeregistrierung des Restträgers.

Figur 2 stellt eine Zweikanal-Verzerrungsmesseinheit in der Tischausführung dar. Von der Mittelsenkrechten ausgehend findet man nach beiden Seiten je drei Einschübe vor: den Klirrfaktormesser, die Filtereinheit mit Netzteil und schliesslich das Schreibgerät. Bei diesem handelt es sich um einen kompakten Wachspapierschreiber mit kleinem Wartungsbedarf und kurzer Reaktionszeit.

5 Messergebnisse

Auf den Klirrfaktormessstreifen heben sich die Ansagen deutlich vom Nutztonverlauf ab. Diese Zeitabschnitte fallen für das Auswerten ausser Betracht. Das gleiche gilt für tiefe Schwundeinbrüche, während denen das NF-Signal die Untergrenze des Verstärkungsregelbereichs nicht erreicht und das Gerät kurzzeitig einen Endausschlag aufzeichnet. Schliesslich verbleibt ein Datennutzbereich, für den man nun die einzelnen Überschreitungen des Klirrfaktorwertes

Tableau III. Description des équipements de réception

Symbole	Fabrication	Propriétés
A3 Rx	Drake SPR-4	Superhétérodyne double avec oscillateur local piloté au quartz; enregistrement du champ connecté au circuit CAG; démodulateur d'enveloppe
A3A Rx	Paulsen MESB G 62	Superhétérodyne simple avec oscillateur local piloté au quartz et filtres MF mécaniques. La porteuse auxiliaire servant à la démodulation est extraite de l'oscillateur au quartz et est synchronisée en phase avec la porteuse résiduelle
Enregistreur de facteur de distorsion	Propre construction [5]	Extraction par filtrage de trois harmoniques du son de mesure et stabilisation de leur amplitude; formation de valeurs efficaces à l'aide de circuits intégrés non linéaires

tiques ont été effectués en deux emplacements à Berne et en un point de réception à Coire. De plus, certaines analyses spéciales de courte durée ont été faites à Berne, soit la réception des émissions avec des récepteurs du commerce, l'enregistrement d'émissions A3A avec un récepteur A3 et inversement, ainsi que le relevé graphique du champ de la porteuse résiduelle.

La *figure 2* montre un modèle de table d'une unité de mesure de distorsions pour deux canaux. En partant de la ligne médiane verticale, on trouve de part et d'autre trois unités enfichables: le mesureur de facteur de distorsion, l'unité de filtre avec bloc d'alimentation réseau et l'enregistreur. Ce dernier est un traceur de diagrammes sur papier ciré à faible temps de réponse, ne nécessitant que peu d'entretien.

5 Résultats des mesures

Sur la bande d'enregistrement du facteur de distorsion, les annonces se différencient clairement du son de mesure. Ces secteurs n'entrent pas en considération pour l'analyse, de même que les évanouissements prononcés durant lesquels le signal BF n'atteint pas la limite inférieure de la plage de régulation d'amplification, où l'appareil enregistre brièvement l'excursion de fin de course. Il subsiste finalement une plage d'informations utiles pour laquelle on additionne cha-

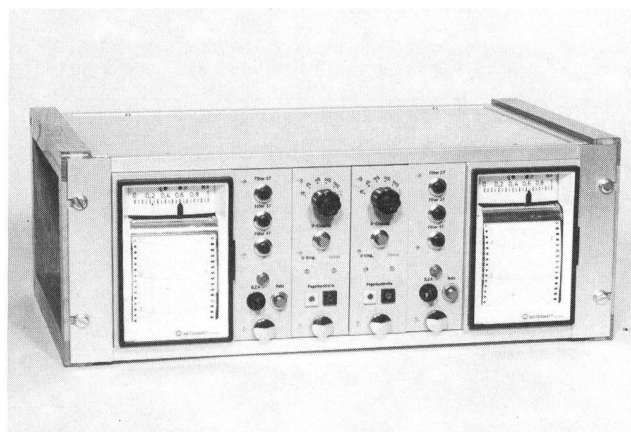


Fig. 2
Klirrfaktormessgerät für zwei Kanäle – Mesureur du facteur de distorsion pour deux canaux

von 10% zusammenzählt und als Prozentzahl der Nutzmessdauer angibt. In der *Tabelle IV* stellt jede Zeile das arithmetische Mittel des Messtonergebnisses eines Wochenabschnittes dar.

Das A3A-System ergibt an allen Empfangsorten und bei sämtlichen Trägeranteilen eine bedeutend höhere Übertragungsqualität. Die Messwerte schwanken zeitlich in weiten Grenzen um den hier angegebenen Mittelwert. Dazu vermittelt die *Tabelle V* jeweils den kleinsten und den grössten Wert aus den halbstündigen Intervallen.

Bei nur 3 km seitlichem Abstand zwischen den Registrierstellen Bern I und II ergeben sich bereits unterschiedliche Klirrfaktorzahlen, und zwar zu Ungunsten von Bern I. Dieser Empfangsort im Stadtzentrum unterliegt auch etwas mehr den Impulsstörungen aus der Umgebung.

Die Verzerrungen überwiegen in allen Fällen während der zweiten und dritten Versuchswoche im Vergleich zur ersten und vierten Woche. Die stark streuenden A3-Verzerrungswerte weisen hin auf die dauernd ändernde Ionosphärenausbreitung. Um diese zu beschreiben, bildet man aus den erfassten Feldstärkedaten für jeden Halbstundenabschnitt zunächst den Quasimaximumwert F_5 ; er wird während 5% der abgelaufenen Zeit erreicht oder überschritten. In gleicher Weise sucht man für diese Intervalle den Quasiminimumwert F_{95} , der während 95% des Zeitabschnittes auftritt. Die Differenz $F_5 - F_{95}$ stellt dann ein übersichtliches Mass für die Schwankungsbreite des Schwundes dar. Zum Schluss fasst man, wie bei den Verzerrungen, die Ergebnisse der vier Messtonsendungen einer Woche zusammen, gibt aber in der *Tabelle VI* die Zentralwerte der Kollektive an.

que valeur ayant dépassé le facteur de distorsion de 10%, somme que l'on indique comme pourcentage de la durée de mesure utile. Chacune des lignes du *tableau IV* représente la moyenne arithmétique des mesures du son de test pour une semaine donnée.

A tous les emplacements de réception et pour toutes les composantes de porteuse, le système A3A fournit une qualité de transmission notablement meilleure. Les valeurs mesurées marquent dans le temps de notables écarts de part et d'autre de la valeur moyenne indiquée ci-dessus. Le *tableau V* en indique la valeur la plus faible et la valeur la plus importante mesurées durant des tranches successives de 30 minutes.

Bien que la distance latérale entre les stations d'enregistrement de Berne I et de Berne II ne soit que de 3 km, les facteurs de distorsion mesurés sont déjà très différents, à savoir au détriment de Berne I. Cet emplacement de réception au centre de la ville est d'ailleurs un peu plus exposé aux perturbations par impulsions de l'environnement.

Pour toutes les mesures, les distorsions observées au cours de la deuxième et de la troisième semaine des essais ont été plus fortes que pendant la première et la quatrième semaine. Les valeurs de distorsion en A3, présentant une forte dispersion, indiquent que la propagation ionosphérique varie continuellement. Pour mettre celle-ci en évidence, on détermine tout d'abord la valeur quasi maximale F_5 à partir des champs mesurés au cours de chaque tranche d'une demi-heure qui est atteinte ou dépassée pendant 5% du temps écoulé. On calcule de la même manière la valeur quasi minimale F_{95} survenant pendant 5% de cette période. La dif-

Tabelle IV. Messton, relative Zeitdauer (in %) des Überschreitens von 10% Klirrfaktor

Tableau IV. Son de mesure, durée relative en pour cent pendant laquelle le facteur de distorsion de 10% a été dépassé

Übertragungsart: Genre de transmission: Empfangsort: Lieu de réception:	Zweiseitenband A3 Double bande latérale A3			Einseitenband A3A Bande latérale unique A3A			Restträger Porteuse résiduelle %
	Chur Coire	Bern I Berne I	Bern II Berne II	Chur Coire	Bern I Berne I	Bern II Berne II	
1. Woche 1 ^{re} semaine	25,8	28,5	18,1	1,12	2,13	0,01	50
2. Woche 2 ^e semaine	33,5	37,5	19,1	0,09	2,47	0,04	50
3. Woche 3 ^e semaine	48,3	—	22,1	2,40	3,20	1,80	30
4. Woche 4 ^e semaine	28,3	27,5	17,7	1,80	2,20	1,70	30
5. Woche 5 ^e semaine	32,8	24,7	13,9	1,20	1,00	0,80	20

Tabelle V. Messton, Extremwerte des Zeitanteils des Überschreitens von 10% Klirrfaktor

Tableau V. Son de mesure, valeurs extrêmes des durées pendant lesquelles le facteur de distorsion de 10% a été dépassé

Übertragungsart: Genre de transmission: Empfangsort: Lieu de réception:	Zweiseitenband A3 Double bande latérale A3			Einseitenband A3A Bande latérale unique A3A		
	Chur Coire	Bern I Berne I	Bern II Berne II	Chur Coire	Bern I Berne I	Bern II Berne II
1. Woche 1 ^{re} semaine	11 42	14 43	4 37	0 1,8	0,7 4,5	0 0,2
2. Woche 2 ^e semaine	11 75	31 44	8 40	0 0,3	0,5 8,0	0 0,2
3. Woche 3 ^e semaine	12 75	— —	9 40	0,9 6,6	0,9 5,5	0,4 33
4. Woche 4 ^e semaine	8 54	14 45	7 28	0,1 3,3	1 3,3	0,1 3,4
5. Woche 5 ^e semaine	11 75	4 46	2 32	0 4,0	0,3 3,6	0,1 1,4

Bern befindet sich in etwa 60 km Entfernung von beiden Sendern, während Chur eine solche von rund 100 km aufweist. Die Angabe unter Bern II betrifft die Feldstärke des A3A-Trägerrests, gemessen mit einem quartzgesteuerten Empfänger bei 200 Hz Bandbreite.

Die Höchstwerte der Quasimaxima und der Schwankungsbreite F_5-F_{95} aus den halbstündigen Intervallen erscheinen in der *Tabelle VII*.

Auf der längeren Strecke schwankt die Feldstärke in grösserem Ausmass. Der Zentralwert des A3A-Restträgersignals folgt der abnehmenden HF-Trägerleistung im richtigen Sinne; ein genau absoluter Zusammenhang ist jedoch nicht nachweisbar. Aus einer früheren Messreihe mit einem Klassiergerät in 100 km Abstand weiss man, dass beim Steilstrahldienst der Medianwert 6 dB unter dem 5%-Zeitwert liegt, und dass die mittlere quadratische Abweichung dieser Grösse 1,9 dB beträgt. Damit ist die Verknüpfung der vorstehenden Ergebnisse mit dem in der Literatur üblicherweise angegebenen Medianwert hergestellt.

Die Messausschnitte in den *Figuren 3* und *4* belegen den Zusammenhang zwischen Ausbreitung (oben) und Verzerrung (unten) an einem in Chur zum gleichen Zeitpunkt ausgewählten Beispiel mit 30% Trägerrest. Bei einigermaßen stabilem Empfangssignal sinkt der Klirrfaktor auf etwa 3%, bei 3 Fadings/Minute pendelt er jedoch um den Wert von 80% bei A3 oder 10% bei A3A. Die Messapparatur vermag NF-Pegelvariationen bis zu 20 dB auszuregulieren. Bei grösseren Sprüngen schaltet sie jeweils auf den Endausschlag des Bereichs. Im vergleichsweise kleinen Messbereich von 10% erweist sich auch hier die Qualitätsüberlegenheit der A3A-Übertragung.

férence F_5-F_{95} fournit une indication claire de la latitude de variation du phénomène d'évanouissement. Finalement, comme pour les distorsions, on groupe les résultats d'une semaine portant sur les quatre émissions de son de mesure, mais on n'indique dans le *tableau VI* que les valeurs centrales des mesures ainsi obtenues.

Berne est éloignée de quelque 60 km des deux émetteurs, tandis que Coire l'est de 100 km environ. Les valeurs sous Berne II se rapportent au champ de la porteuse résiduelle A3A mesuré avec un récepteur piloté au quartz à la largeur de bande de 200 Hz.

Le *tableau VII* représente les valeurs les plus élevées des quasi-maxima et la latitude de variation F_5-F_{95} prises dans les tranches d'une demi-heure.

Le champ correspondant au trajet le plus long varie dans une plus large mesure. La valeur centrale du signal de la porteuse résiduelle A3A suit, dans le même sens, la puissance décroissante de la porteuse HF; une relation vraiment absolue ne peut toutefois pas être prouvée. Des mesures faites autrefois à l'aide d'un dispositif classeur, à 100 km de distance, ont révélé que la valeur médiane se situait 6 dB audessous de la valeur atteinte pendant 5% du temps considéré, en régime à rayonnement vertical, et que la variation quadratique moyenne de cette grandeur était de 1,9 dB. La relation entre les résultats précités et la notion de valeur médiane indiquée dans la littérature spécialisée est ainsi établie.

Les extraits de mesures consignés dans les *figures 3* et *4* prouvent la relation qui existe entre la propagation (en haut) et la distorsion (en bas), au vu d'un exemple de mesures simultanées effectuées à Coire avec une porteuse résiduelle

Tabelle VI. Messton-Feldstärke, Quasimaxima/Schwankungsbreite in dB ($\mu V/m$) bzw. dB

Tableau VI. Intensité de champ du son de mesure, quasi-maxima/latitude de variation en dB ($\mu V/m$) et dB

Übertragungsart: Genre de transmission:	A 3			A 3 A	
Empfangsort: Lieu de réception:	Chur Coire	Bern I Berne I	Chur Coire	Bern I Berne I	Bern II Berne II
1. Woche 1 ^{re} semaine	79/13	71/12	77/13	70/10	66/10
2. Woche 2 ^e semaine	76/12	72/13	80/15	72/14	67/9
3. Woche 3 ^e semaine	79/12	72/13	72/10	69/12	59/8
4. Woche 4 ^e semaine	78/11	72/16	88/14	70/-	60/10
5. Woche 5 ^e semaine	76/10	72/13	84/16	69/11	54/10

Tabelle VII. Messton-Feldstärke, Höchstwerte, Quasimaxima/Schwankungsbreite

Tableau VII. Intensité de champ du son de mesure, valeurs les plus élevées, quasi-maxima/latitude de variation

Übertragungsart: Genre de transmission	A 3			A 3 A	
Empfangsort: Lieu de réception	Chur Coire	Bern I Berne I	Chur Coire	Bern I Berne I	Bern II Berne II
1. Woche 1 ^{re} semaine	88/20	76/19	89/23	79/20	69/14
2. Woche 2 ^e semaine	90/31	78/18	90/20	78/17	69/13
3. Woche 3 ^e semaine	84/18	79/19	75/15	73/19	61/12
4. Woche 4 ^e semaine	90/17	75/23	97/19	-	62/13
5. Woche 5 ^e semaine	91/17	75/19	100/21	76/20	56/15

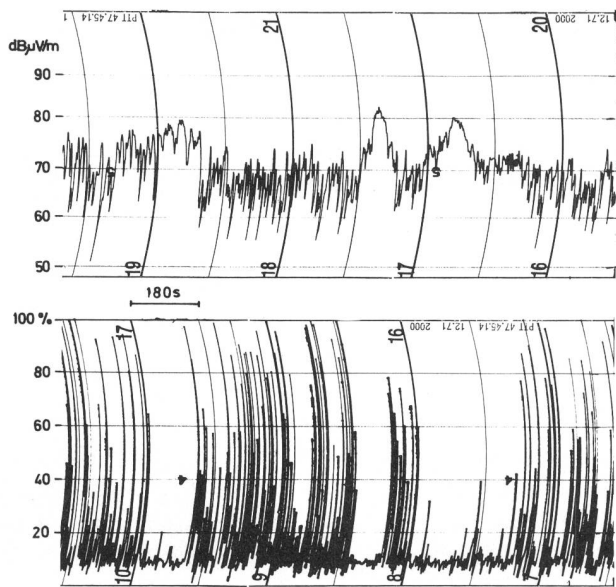


Fig. 3
Zeitlicher Verlauf der Feldstärke (oben) und des Klirrfaktors (unten) beim Zweiseitenbandempfang – Variation en fonction du temps du champ (en haut) et du facteur de distorsion (en bas) pour la réception en double bande latérale

Die verzerrte Kurvenform des aufgenommenen A3-Mess- tons enthält als wichtigste Störungskomponente die 2. Harmonische (1600 Hz). Die 3. und 4. Harmonische liegen um 13 beziehungsweise 24 dB tiefer als die zweite. Zahlreiche Zwei- strahl-Kathodenstrahloszillografenfotos veranschaulichen ebenfalls Art und Ausmass der festgestellten Verzerrungen. Solche Zeitfunktionsbilder können auch nachträglich anhand der Tonbandaufnahmen erstellt werden. Diese Beurteilungswiese drängt sich besonders dann auf, wenn der Klirrfaktor nicht unmittelbar messbar ist. Unter diesem Gesichtspunkt darf man auf deren Wiedergabe hier verzichten, um den Beitrag nicht zu umfangreich zu gestalten.

Die relative Zeitdauer der verzerrten Wiedergabe lässt sich auch für die gespeicherten Programmdarbietungen ermitteln. Dies geschieht durch Abhören des Tonbandes und

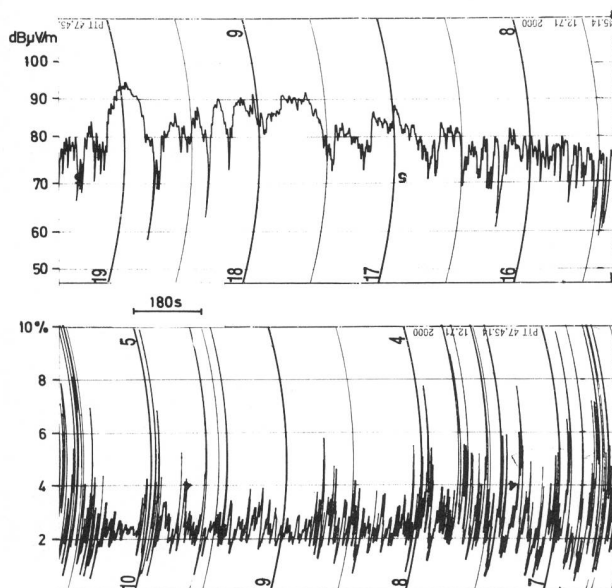


Fig. 4
Zeitlicher Verlauf der Feldstärke (oben) und des Klirrfaktors (unten) beim Einseitenbandempfang – Variation en fonction du temps du champ (en haut) et du facteur de distorsion (en bas) pour la réception en bande latérale unique

de 30%. Lorsque le signal reçu est à peu près stable, le facteur de distorsion tombe à 3%, dans le cas de 3 évanouissements par minute, mais oscille aux environs de 80% en mode A3 ou 10% en mode A3A. L'équipement de mesure est capable de régulariser les variations de niveau BF allant jusqu'à 20 dB. Pour des sauts plus importants, il adopte cependant la position de fin d'excursion de la plage. Dans le secteur de mesure de 10%, étroit en comparaison, la qualité supérieure des transmissions A3A apparaît également. L'aspect déformé de la courbe du son de mesure A3 relevé provient de la présence du 2^e harmonique (1600 Hz), en tant que composante perturbatrice prépondérante. Le 3^e harmonique se situe à 13 dB et le 4^e à 24 dB au-dessous du deuxième. De nombreuses photographies prises sur un oscilloscope à double trace illustrent également le genre et l'étendue des distorsions observées. De telles images de signaux en fonction du temps peuvent aussi être réalisées après coup, à partir des enregistrements sur bandes magnétiques. Cette méthode d'analyse s'impose tout particulièrement lorsque le facteur de distorsion ne peut pas être directement mesuré. Pour des raisons de concision, ces photographies ne figurent pas dans le présent article.

La durée relative de la reproduction déformée peut également être déterminée pour les programmes enregistrés. Il suffit à cet effet d'écouter les bandes magnétiques et de relever les temps avec un chronomètre permettant deux mesures simultanées. Les résultats de cette analyse subjective sont consignés dans le *tableau VIII* et portent sur cinq nuits différentes et trois genres d'exploitation.

Lors de ces essais également, la différence de qualité due au système apparaît manifestement. En revanche, l'inconvénient que représente le trajet de propagation plus long ne se manifeste pas aussi clairement. Pour deux genres d'émission, il existe quatre possibilités de transmission, suivant le choix du récepteur. Les résultats des deux combinaisons A3/A3 et A3A/A3A, conformes au système, ont déjà été exposés en détail. Le *tableau IX* et le texte qui suit renseignent sur quelques essais spéciaux de courte durée.

L'audition de l'émission en double bande latérale avec un récepteur à bande latérale unique (BLU) révèle des distorsions presque aussi faibles que l'écoute, pendant la même période, du système à bande latérale unique. Les résultats de la deuxième ligne du tableau prouvent l'avantage procuré par le démodulateur de produit lors de la réception des ondes d'espace, tel que l'évoquent les documents de l'UER et du CCIR. La durée relative de la reproduction déformée produite par le récepteur à usage domestique (troisième ligne) ne diffère pas sensiblement des résultats fournis par les appareils professionnels. Si l'on admet que la transmission est stable et que le démodulateur d'enveloppe présente une caractéristique linéaire, le calcul du facteur de distorsion aboutit à un résultat de 14,5%, compte tenu d'une émission à bande latérale unique avec une porteuse résiduelle de 50% et un taux de modulation de 60% pour une fréquence acoustique unique. Pour un tel type d'exploitation A3A/A3, la distorsion non linéaire relevée pendant une nuit s'établit à une valeur moyenne de 19%.

D'autre part, plusieurs rapports de réception et résultats de mesures nous sont parvenus de l'étranger. Pour l'émission du son de mesure en régime A3A avec 50/30% de porteuse résiduelle, l'*University College of Swansea* a constaté un facteur de distorsion de 2/2,3% sur l'écran d'un analyseur de spectre. Par rapport à la tension de crête, l'écart de diaphonie linéaire dans la bande latérale inférieure est de 43 dB

Tabelle VIII. Programm, Zeitanteil (in %) der verzerrten Wiedergabe
Tableau VIII. Programme, durée (en %) de la reproduction déformée

Übertragungsart: Genre de transmission:	A3/A3		A3/A3A	A3A/A3A		Restträger Porteuse résiduelle %
Empfangsort: Lieu de réception:	Chur Coire	Bern I Berne I	Bern I Berne I	Chur Coire	Bern I Berne I	
7. 10. 74	15	20	—	1,5	1,5	50
14. 10. 74	16	12,5	1,5	1,9	0,9	50
22. 10. 74	24,5	16	1,4	2,3	1,2	30
28. 10. 74	36	21	1,0	3,3	0,9	30
4. 11. 74	20	23,3	3,3	3,3	4,7	20

Tabelle IX. Ergebnis von Messton-Sonderversuchen
Tableau IX. Résultats des essais spéciaux portant sur le son de mesure

Dauer Durée	Empfangsort Lieu de réception	Betriebsweise Type d'exploitation	Zeitanteil (%), verzerrte Wiedergabe Durée (en %) de la reproduction déformée			
			Mittelwert Valeur moyenne	Extreme Valeurs extrêmes		
7 Nächte 7 nuits	Bern I	Professionnelle	A3A/A3A	2,8	0,5	5,5
	Berne I	Empfänger				
	Bern I	Récepteurs	A3/A3A	3,2	0,1	8,0
	Berne I	professionnels				
5 Nächte 5 nuits	Bern II	Heimempfänger	A3/A3	20	6,6	33
	Berne II	Récepteurs à usage domestique				

betätigen einer Doppelzeit-Stoppuhr. Die Ergebnisse dieser subjektiven Arbeitsweise finden sich in der *Tabelle VIII* für fünf verschiedene Nächte und drei Betriebsarten.

Auch bei diesem Versuch tritt der bereits erwähnte systembedingte Qualitätsunterschied deutlich hervor. Indessen zeichnet sich hier der Nachteil des längeren Ausbreitungsweges nicht so deutlich ab.

Es gibt bei zwei Sendearten je nach Auswahl des Empfängers vier Übertragungsmöglichkeiten. Die Ergebnisse der zwei systemgerechten Kombinationen A3/A3 und A3A/A3A wurden schon ausführlich dargelegt. Über einige Sonderversuche von kurzer Dauer geben die *Tabelle IX* und der nachfolgende Text ergänzende Auskunft.

Das Abhören der Doppelseitenbandsendung mit einem Einseitenbandempfänger ergibt fast so niedrige Verzerrungen, wie sie das Einseitenbandsystem während des gleichen Zeitraums aufweist. Die Angaben der zweiten Zeile belegen den in UER- und CCIR-Dokumenten erwähnten Vorzug des Produktdemodulators beim Raumwellenempfang. Die relative Zeit der verzerrten Wiedergabe des Heimempfängers (dritte Zeile) weicht nicht wesentlich vom Ergebnis der professionellen Geräte ab.

Setzt man eine stabile Übertragung und einen linearen Hüllkurvendemodulator voraus, so berechnet sich bei einer Einseitenbandsendung mit 50% Trägerrest und 60% Einton-Aussteuerung der Klirrfaktor zu 14,5%. Für eine solche Betriebsweise A3A/A3 zeigt die aufgezeichnete nichtlineare Verzerrung während einer Nacht einen mittleren Wert von 19% an.

Es liegen ferner viele Empfangsbeobachtungen und Messresultate aus dem Ausland vor. Beim A3A-Messtonbetrieb mit 50/30% Restträger stellt das *University College of Swansea* 2/2,3% Klirrfaktor auf dem Schirm eines Spektrumanalysators fest. Das lineare Übersprechen im unteren Seitenband weist bei 50% Trägerrest zur Spitzenspannung einen Ab-

(45 dB à la sortie de l'émetteur), pour une porteuse résiduelle de 50%. Avec une porteuse résiduelle plus faible, cet écart monte du côté émission à plus de 50 dB. Au lieu de réception, la composante perturbatrice évoquée est masquée par le souffle. Avec une déflexion plus poussée, l'analyseur de spectre montre les autres émetteurs opérant dans cette partie de la bande des ondes moyennes. L'amplitude de notre signal A3 oscille, quant à son ordre de grandeur, entre les amplitudes produites par les émetteurs à grande portée de Burg, Nice et Munich, tous distants de quelque 1000 km de Swansea. En ce qui concerne les différents paramètres A3A, un démodulateur de produit assure une meilleure réception qu'un détecteur d'enveloppe. Ce dernier rend la parole incompréhensible lorsque la porteuse résiduelle est de 30 et 20%. Des images des signaux en fonction du temps photographiées sur un oscilloscope à double trace mettent clairement en évidence ces différences de qualité [6].

La station de mesure de *Jurbise/Belgique* de l'UER¹ a réalisé de nombreux enregistrements de champ à l'aide de deux antennes à cadre et d'une antenne verticale. Si l'on convertit à la puissance d'émission de 1 kW les valeurs médianes fournies par Jurbise selon les tableaux I et II, il en résulte des champs allant de 33 à 45 dB ($\mu\text{V/m}$), comparativement à la valeur théorique de 35 dB ($\mu\text{V/m}$) résultant d'une transmission 1F d'un émetteur situé à 520 km de distance. En mode de réception A3A, seuls perturbent les émetteurs sur canaux adjacents opérant sur les fréquences porteuses plus élevées de 1480 et 1484 kHz. Lorsqu'un récepteur A3 présente une sélectivité de 6 kHz/—6 dB, les émetteurs sur canaux adjacents de 1554 et 1570 kHz apparaissent aussi dans la bande latérale inférieure ou supérieure.

La *Nederlandse Omroep Stichting* à Hilversum nous a fait parvenir des enregistrements sur bandes magnétiques des émissions A3 et A3A. D'autres émetteurs et des perturba-

¹ Union européenne de radiodiffusion

stand von 43 dB (45 dB am Senderausgang) auf. Bei kleinem Restträger erhöht sich dieser Abstand sendeseitig auf über 50 dB. Die genannte Störkomponente verschwindet dann am Empfangsort im Rauschen. Bei erweitertem Ablenkbereich zeigt der Analysator die übrigen Sender in diesem Teil des Mittelwellenbandes. Die Amplitude unseres A3-Signals bewegt sich dann in der Größenordnung der Fernsender Burg, Nizza und München, die alle etwa 1000 km von Swansea entfernt liegen. Ein Produktdemodulator vermittelt im Falle der verschiedenen A3A-Parameter einen besseren Empfang als ein Hüllkurvendetektor. Mit letzterem wird die Sprache bei 30 und 20% Restträger unverständlich. Doppelstrahl-Zeitfunktionsbilder bringen diese Qualitätsunterschiede deutlich zum Ausdruck [6].

Von der Messstation *Jurbise/Belgien* der Union Europäischer Rundfunkorganisationen stammen zahlreiche Feldstärkeaufzeichnungen mit zwei Rahmen- und einer Vertikalantenne. Rechnet man die dort erhaltenen Medianwerte anhand der Tabellen I und II auf 1 kW Sendeleistung um, so ergeben sich Felder zwischen 33 und 45 dB ($\mu\text{V/m}$) im Vergleich zum theoretischen Wert von 35 dB ($\mu\text{V/m}$) für eine 1 F-Übertragung in 520 km Abstand. Beim A3A-Empfang stören nur die Nebensenders auf den höheren Trägerfrequenzen 1480 und 1484 kHz. Wenn ein A3-Empfänger eine Trennschärfe von 6 kHz/-6 dB aufweist, so erscheinen auch die Nebensenders auf 1554 und 1570 kHz im unteren oder oberen Seitenband.

Von der *Nederlandse Omroep Stichting* in Hilversum liegen Tonbandaufnahmen der A3- und A3A-Sendungen vor. Fremdsender und lokale Störungen schränken die Empfangsmöglichkeiten an diesem rund 640 km entfernten Standort etwas ein. Bei der Sprache-Musik-Übertragung beläuft sich die relative Zeitdauer der verzerrten Wiedergabe für A3/A3 auf 19,5% gegenüber nur 2,1% bei A3A/A3A.

Das *Institut für Rundfunktechnik* in Hamburg (Distanz rund 750 km) meldet für den Zweiseitenbandbetrieb Verzerrungen während ungefähr 40% der Beobachtungsdauer. Dagegen liefert das Einseitenbandverfahren meistens eine saubere NF-Kurvenform, deren Amplitude zeitlich allerdings stark schwankt. Das HF-Signal überwiegt beim A3-System um etwa 10 dB im Vergleich A3A-Pegel, bei einem theoretischen Wert von 5...7 dB für diese Grösse.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Bei der Mittelwellen-Steilstrahlversorgung liegen die auftretenden nichtlinearen Verzerrungen im Einseitenbandsystem um eine Zehnerpotenz tiefer als beim klassischen Zweiseitenbandverfahren.

Dies geht aus den objektiven Messergebnissen hervor und gilt für die drei untersuchten Restträgeranteile von 50, 20 und 10%. Mit dieser besseren Wiedergabe zeigen sich dann allerdings schwingungsbedingte NF-Pegelschwankungen und Variationen des Frequenzganges. Für einen A3A-Steilstrahldienst lohnt es sich somit, besondere Empfänger zu entwickeln, bei denen die Schwundregelung sowohl auf Kriterien des Trägers wie des Seitenbandes abstellt. Angesichts solcher linearer Verzerrungseffekte ist noch eine subjektive Hörbewertung für beide Modulationsarten vorzunehmen.

Bei der steilabgestrahlten Raumwellenübertragung vermag ein Produktdemodulator den Klirrfaktor ganz wesentlich zu senken, dies im Vergleich zu heute meist üblichen Hüllkurvendetektor. Der Produkt- oder Synchrondemodulator

tions lokalen limitiert quelque peu les possibilités de réception de cette station sise à quelque 640 km de nos émetteurs. La durée relative de la reproduction des émissions de parole et de musique s'est élevée à 19,5% en mode A3/A3, par rapport à 2,1% pour les émissions en mode A3A/A3A.

L'*Institut für Rundfunktechnik* à Hambourg (distant de 750 km environ) nous a annoncé des distorsions affectant quelque 40% de la durée d'observation des émissions en double bande latérale. Le procédé à bande latérale unique, en revanche, s'est caractérisé par une allure de courbe BF généralement propre, dont l'amplitude variait cependant considérablement dans le temps. En comparaison, le niveau du signal HF en mode A3 dépassait de quelque 10 dB celui du signal A3A, dans le cas d'une valeur théorique de 5...7 dB pour cette grandeur.

6 Résumé et perspectives

Les distorsions non linéaires affectant le système de couverture par rayonnement vertical en ondes moyennes, selon le procédé à bande latérale unique, sont inférieures d'une puissance de dix à celles qui se produisent dans le mode de transmission classique à double bande latérale. Ce fait ressort de résultats de mesure objectifs et s'applique aux trois composantes de porteuse résiduelle examinées de 50, 20 et 10%. Cette reproduction améliorée souffre néanmoins de variations du niveau BF dues aux évanouissements et de fluctuations de la réponse en fréquences. Il vaut donc la peine de développer des récepteurs spéciaux pour les transmissions A3A par rayonnement vertical et de les équiper d'un dispositif de régulation automatique du gain réagissant tant à des critères propres à la porteuse qu'à ceux de la bande latérale. Vu ces effets de distorsion linéaire, il convient de soumettre les deux genres de modulation à une évaluation d'écoute subjective. Comparé au détecteur d'enveloppe d'un usage courant aujourd'hui, un démodulateur de produit peut abaisser sensiblement le facteur de distorsion d'une émission rayonnée verticalement se propageant par onde d'espace. Le démodulateur de produit ou démodulateur synchrone s'impose d'ailleurs pour la réception d'émissions en bande latérale unique. D'autre part, il se révèle aussi utile pour la réception en modulation d'amplitude telle qu'on la pratique aujourd'hui.

Les bandes d'enregistrement du champ à disposition illustrent les conditions de propagation des ondes durant la période d'essai, car elles contiennent l'indication des quasimaxima et de la latitude de variation. Pour de brèves durées de quelques minutes, une relation exacte existe entre la propagation et le facteur de distorsion, une transmission stable allant toujours de pair avec un minimum du facteur de distorsion.

La qualité de la couverture assurée par rayonnement vertical dépend directement de l'état de l'ionosphère au moment considéré. Le comportement de ce milieu peut être déterminé par l'emploi de sondes ionosphériques émettant des impulsions qui sont analysées pour divers éloignements.

L'analyse statistique des sons de mesure reçus à l'aide de dispositifs classeurs serait susceptible de compléter les premiers résultats acquis et de fournir de nouveaux renseignements.

Pour conclure, l'auteur tient à remercier vivement tous les organismes et collaborateurs de l'aide qu'ils lui ont apportée dans la réalisation de cette série de mesures.

(Schluss Seite 418)