

fehlerhafter und ungleichmäßiger deren Herstellung ist, um so mehr streuen die Werte.

5. Aus Unstimmigkeiten im gesetzmäßigen Verlauf der Teilerdkopplungen und Lagenkapazitäten können Rückschlüsse auf Unregelmäßigkeiten im Kabelaufbau sowie auf Fehler im Herstellungsprozeß gezogen werden. An verschiedenen Beispielen wird gezeigt, wie diese Tatsache zur Ausbildung einer Kontrollmethode für die Herstellungsgüte der Kabel benutzt werden kann.

6. Die bei den Untersuchungen gewonnenen systematischen Ergebnisse erstrecken sich in erster Linie auf Sternkabel; bei DM-Verseilung bedingt die Kompliziertheit des Drallsystems von vornherein eine größere Streuung der Werte, sie verwischt den Unterschied der einzelnen Teilerdunsymmetrien und verleiht ihnen annähernd gleiche Bedeutung.

(Eingegangen am 20. Juli 1932.)

Die Ultrakurzwellen-Funkbake.

(Mitteilung aus dem Laboratorium der C. Lorenz A.-G.)

Von E. Kramar, Berlin.

DK 621.396.677.2

Die Wellen unter 10 m - Ultrakurzwellen genannt — vereinigen zwei Vorteile: Antennengebilde von geringem Ausmaße und eine gut definierte, praktisch der optischen Sicht entsprechende Reichweite; den Lichtstrahlen gegenüber haben sie aber den Vorteil, durch Nebel ungehindert durchdringen zu können.

Diese Eigenschaften lassen die Ultrakurzwellen geeignet erscheinen, Leuchtfeuer und ähnliche optische Signaleinrichtungen, von denen nur eine verhältnismäßig kleine, aber sichere Reichweite verlangt wird, bei unsichtigem Wetter zu ersetzen¹⁾. Während aber Lichtstrahlen leicht durch Parabelspiegel und Reflektoren in scharf begrenzten Winkel zu bündeln sind — eine Forderung, die meist an derartige Feuer gestellt wird —, ist die Ultrakurzwelle, wenigstens bis zu 1 m Wellenlänge herab, durch Spiegel- oder Reflektoranordnungen von geringem Ausmaße nicht scharf zu richten. Dagegen kann auch bei längeren Ultrakurzwellen (über 1 m) durch das Leitstrahlverfahren ein geradliniger eng begrenzter Kurs gewiesen werden. Der Grundgedanke dieser im Jahre 1907 von Scheller in Deutschland zuerst angegebenen Methode ist folgender:

Werden von zwei Richtantennen komplementäre, ineinander übergehende Zeichen ausgesandt,

¹⁾ W. Hahnemann, Die Wellengruppen der Radiotechnik, Radiowelt Wien 1929. — F. Gerth u. Scheppmann: Untersuchungen über die Ausbreitungsvorgänge ultra-kurzer Wellen, Z. f. Hochfrequenztechnik **33**, 1929. — W. Hahnemann: Neuere Resultate auf dem Gebiete der Ultrakurzwellen, ENT **7**, Heft 1, 1930.

so entstehen schmale Zonen (Abb. 1), in denen beide Zeichen gleich laut empfangen werden und zu einem Dauerstrich zusammenschmelzen. Empfangsseitig werden also zwei Feldstärken miteinander verglichen, wobei beim Abweichen aus der Zone gleicher Intensität das eine oder das andere

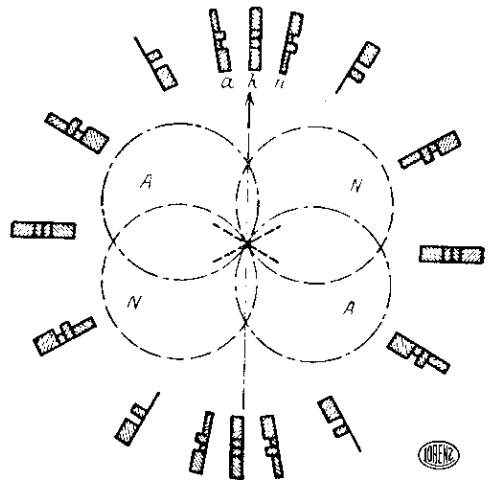


Abb. 1.

der beiden Komplementär-Zeichen zu hören ist. Bei langsamer Tastung kann dieser Vergleich durch ein hinter den Empfänger geschaltetes Gleichrichterinstrument vorgenommen werden, wodurch außer der Entlastung des Ohres noch eine größere Ablesegenauigkeit ermöglicht wird.

Die Leitstrahlmethode wird an sich für den Verkehrsflug in Amerika in großem Ausmaße auf Langwellen angewandt; fast 60 Funkbaken zeichnen in den Vereinigten Staaten die Flug-

linien und weisen bei unsichtigem Wetter den Weg.

Die Übertragung des Grundgedankens auf Ultrakurzwellen erscheint zunächst einfach, da ja

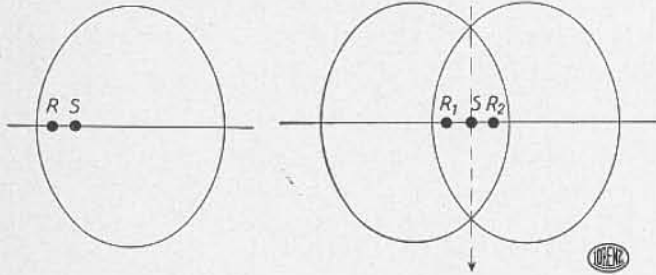
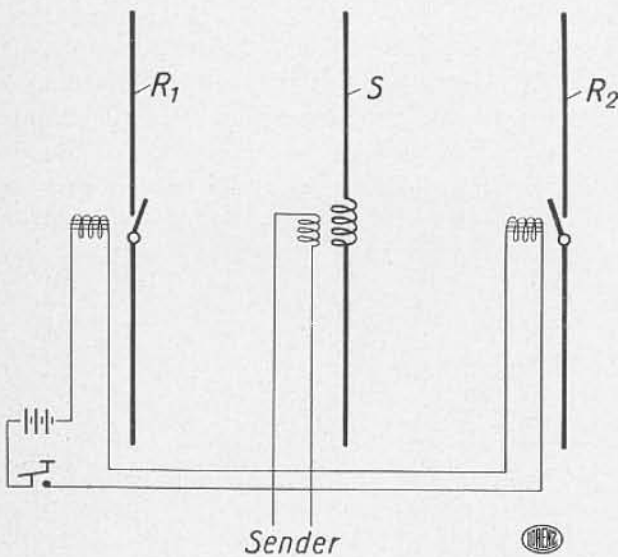


Abb. 2a.

Abb. 2b.



Sender

Abb. 2c.

jeder Sendedipol eine Richtcharakteristik aufweist. Zwei gekreuzte Horizontaldipole, durch Energieleitungen im Tastrhythmus gespeist, geben bereits das gewünschte Feldstärkediagramm um die Bake. Diese von den Langwellen übernommene Methode führt jedoch zu starken Fehlweisungen, da die empfangsseitig verwendete Antenne gleichfalls ein Horizontaldipol sein muß und daher ihrerseits eine Richtwirkung hat. Nur wenn dieser Empfangsdipol in der Horizontalebene senkrecht zur Verbindungslinie Bake-Empfänger steht, ist der Feldstärkevergleich richtig; in jeder anderen Lage wird der eine oder der andere Sendedipol beim Empfang bevorzugt. Da aber die Lage der Empfangsantenne begrifflicherweise nicht vorge-

schrieben werden kann, ist eine derartige Anordnung für den vorgezeichneten Zweck nicht brauchbar.

Wird dagegen das Sendesystem rein vertikal polarisiert, so kann keine Bevorzugung eines Sendezeichens abhängig von der Lage des Empfangsdipols eintreten. Um bei dieser Polarisation in einfacher Weise die gewünschte Feldstärkekurve um die Bake zu erhalten, wurde nun folgende Anordnung getroffen. Ein zu einem schwingenden Dipol parallel liegender, strahlungsgekoppelter Draht, der durch die angewandten Schwingungen in Resonanz erregt wird (Reflektor), verzerrt je nach seiner Länge und seinem Abstand das kreisförmige Strahlungsdiagramm des erregenden Dipoles. Wird nun z. B. durch entsprechende Dimensionierung ein Diagramm nach Abb. 2a eingestellt, so kann durch Anbringung eines zweiten Reflektors R_2 (Abb. 2c) bei wechselseitiger Wirkung der beiden Reflektoren das Diagramm Abb. 2b erhalten werden. Hierzu ist nur notwendig, die strahlungsgekoppelten Dipole R_1 , R_2 im Tastrhythmus z. B. in der Mitte, etwa durch ein Relais, abwechselnd zu unterbrechen;

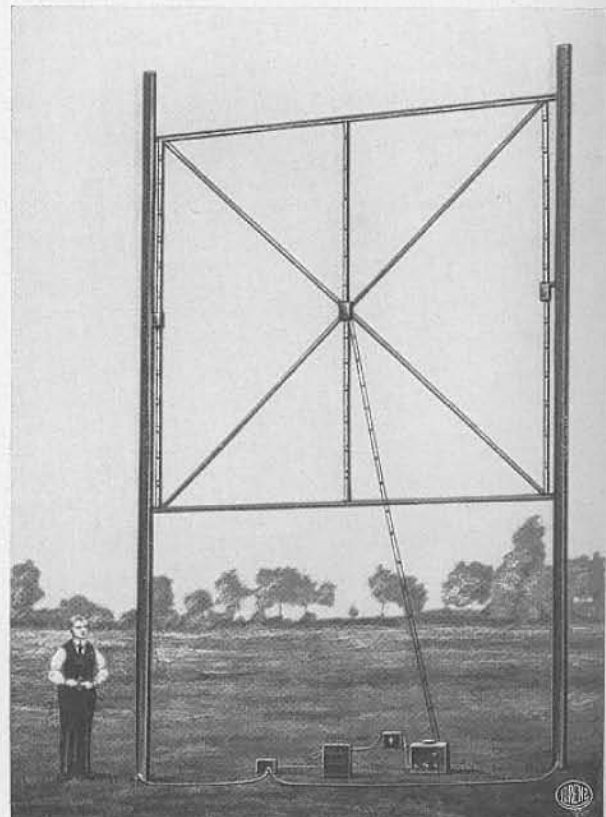


Abb. 3.

der aufgetrennte Dipol ist dann — da nicht mehr in Resonanz — praktisch unwirksam. Zweckmäßig erreicht man das wechselseitige Arbeiten der Relais, indem man das eine mit Ruhe-, das andere mit Arbeitskontakt die Reflektoren schalten läßt und beide Relais gleichstromseitig in Reihe liegend mit dem gleichen Zeichen tastet (Abb. 2c).

Die beschriebene Methode hat den Vorteil, daß der Sender, der über eine Energieleitung

gleicher Leistung eine um das Mehrfache größere Reichweite zu erzielen sein.

Abb. 4 zeigt den „Strahl“-Verlauf der Versuchsbake. Die Zone, in der praktisch Strichempfang herrschte, war 2—3 Grad breit; bei unzureichender Feldstärke (Punkt 7 westlich) wird durch übermäßiges Rauschen des Empfängers die Ablesung der Zeichen schwierig und dadurch die Zone anscheinend verbreitert. Ein wichtiges Er-

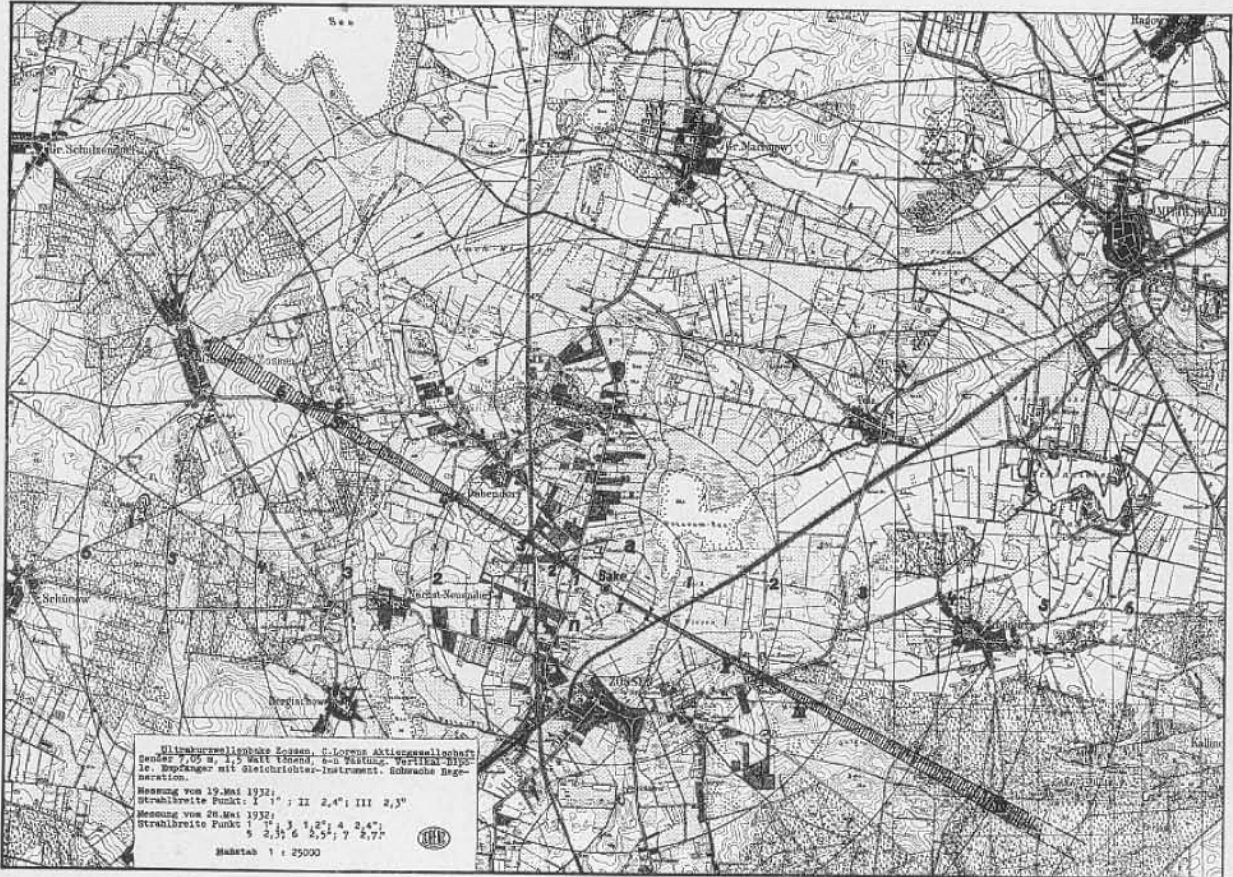


Abb. 4.

den mittleren Dipol speist, gleichmäßig belastet durchläuft und die Hochfrequenz im Stromknoten der Reflektoren getastet wird. Eine derartige Versuchsanordnung zeigt Abb. 3. Der Sender, der bei den Versuchen auf Welle 7,05 m arbeitete, war dreistufig, turmalingesteuert, tönend moduliert und hatte eine Telephonie-Leistung von etwa 2 Watt. In waldigem, ebenem Gelände ergab sich bei den Versuchen bei der für eine saubere Zeichenablesung erforderlichen mittleren Lautstärke eine Reichweite von etwa 4—5 km. Über See und bei hochgesetzter Dipolanordnung dürfte bei

gebnis der Versuche ist noch folgendes: selbst unter einem Strang von Telephonleitungen auf der Chaussee (Pkt. 1) und an der Bahnlinie (Pkt. 3) tritt keine Ablenkung auf; dies ist darauf zurückzuführen, daß ja beide Zeichen auf dem gleichen Wege vom gemeinsamen Strahler an den Empfangsort gelangen, also gemeinsam geschwächt werden müssen. Die Methode hat gegenüber sonstigen Peilverfahren den Vorteil, mit einem Feldstärkevergleich zu arbeiten.

Störend können nur Rückstrahler, also mit-schwingende Leiter in der Nähe der Strichzone

wirken. Um über die Größe dieses Einflusses ein Bild zu gewinnen, wurde ein abgestimmter Vertikaldipol ($\lambda/2$) der Empfangsanordnung, die in der Strichzone aufgestellt war, genähert. In 80 m Entfernung von der Bake wurde bei $\lambda/2$ Abstand zwischen Rückstrahler und Empfangsantenne eine Zunahme der Empfangsfeldstärke um 53 vH beobachtet und ein Vorherrschen desjenigen Zeichens, in dessen Bereich der Rückstrahler stand, entsprechend einer Strahlverschiebung um 1,5 Grad. Bei 1 m Abstand, in unserem Fall also 6 Grad seitlich vom Strahl, entstand eine Schwächung der Empfangsfeldstärke um 35 vH. Vorherrschen des entgegengesetzten Zeichens entsprechend einer Verschiebung der Strichzone um 4 Grad zum Rückstrahler hin. Weitere Werte sind aus nachstehender Tafel 1 zu entnehmen. (Rückstrahler im n -Bereich.)

zwecke praktisch nur die Leitstrahlmethode verwendbar sein.

Eine Störquelle bedeutet sendeseitig dagegen eine zusätzliche Horizontalpolarisation; denn soweit festgestellt wurde, bleibt eine Schräglage des Feldstärkevektors gegenüber der Fortpflanzungsrichtung auch in größerer Entfernung (5 km) erhalten. Die a - n -Methode gestattet dies mit Sicherheit festzustellen. Denn während eine Richtungsbestimmung des Vektors durch Abtasten mit einem Empfangsdipol nur bei großem Abstand vom Erdboden einwandfrei ist, wird ein Feldstärkevergleich zweier Vektoren dadurch nicht beeinflusst. Voraussetzung dafür ist, daß der a -Vektor gegenüber dem n -Vektor spiegelbildlich polarisiert ist, was bei symmetrischem Senderaufbau immer der Fall sein wird. Werden z. B. zwei schrägliegende Leiter in das Sendefeld ge-

Tafel 1.

Abstand des Rückstrahlers von der Strichzone	$\lambda/2$	λ	$3\lambda/2$	2λ	$5\lambda/2$	3λ	$\lambda/2$	λ	$3\lambda/2$	2λ	$5\lambda/2$	3λ
Energiezu- bzw. -abnahme in der Strichzone in vH	+53	-35		-23		-12	+50	-32		-20	-10	-10
Zeichen a bzw. n herrschen vor	n	a	n	a		a	n	a		a	n	a
Entspricht einer Verschiebung der Zone in Grad	1,5	4	1	2		1	0,5	0,75		1	0,75	0,25
Der Versuch fand statt in einem Abstand von der Bake	80 m						200 m					

Überlegungsgemäß muß die Beeinflussung durch einen Rückstrahler mit zunehmender Entfernung von der Bake abnehmen, denn bei gleichem Abstand von der Strichzone (in Wellenlängen) liegt er, in Grad ausgedrückt, mit steigender Entfernung dem Strahl immer näher, reflektiert also ein Feldstärkeverhältnis, das der Feldstärkegleichheit der Strichzone immer ähnlicher wird. Tatsächlich war bereits bei 200 m Entfernung von der Bake die Beeinflussung gering (siehe Tafel 1). Ist der Rückstrahler nicht genau abgestimmt, so fällt sein Einfluß stark ab; z. B. bei 10 prozentiger Kürzung an Länge um etwa 50 vH.

Auf den Strahlverlauf störend wirken kann also selbst bei Ultrakurzwellen nur ein abgestimmter Dipol in der Nähe der Bake, was praktisch leicht zu vermeiden sein wird. Dagegen versagt wegen der Rückstrahlungsfelder der Rahmenpeiler bereits für Rundfunkwellen. Von den Grenzwellen ab (etwa 100 m) bis zu den Ultrakurzwellen wird für Peil-

bracht (Abb. 5), so erhält man Vektorschräglagen, wie in Abbildung 6a angedeutet. Nur ein genau senkrechter Empfangsdraht wird hierdurch nicht beeinflusst (Abb. 6b); eine schrägliegende Empfangsantenne zeigt die Strichzone je nach ihrer Lage (Projektion) an verschiedenen Orten an

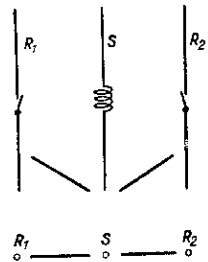


Abb. 5.

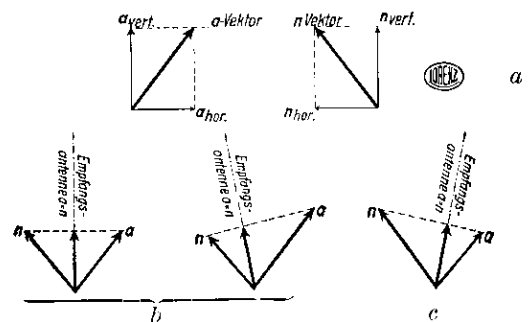


Abb. 6.

(Abb. 6c). Wird nun eine bestimmte Schräglage für das Kreuzen des Strahles von beiden Seiten kommand festgehalten, so kann man aus dem Abstand der so gefundenen beiden Strichzonen die Schräglage der Sendevektoren in verschiedenen Entfernungen vom Sender bestimmen. Will man somit diese Fehlerquelle, die durch verschiedene Lage der Empfangsantennen gegeben ist, grundsätzlich vermeiden, so muß man rein senkrecht polarisiert senden, was durch senkrechte Antennen erreichbar ist.

Es gibt Anwendungsgebiete für die Ultrakurzwellenbake, bei denen die Ablesung der beiden Zeichen von einem Instrument unbequem ist (z. B. Flugzeug). In diesem Falle kann eine direkte optische Anzeige durch ein Zusatzgerät zum Empfänger bei entsprechender Sendertastung vorge-

sehen werden. Für gleiche Sendeanordnung, wie weiter oben beschrieben, wurden Tastmethoden durchgebildet, die empfangsseitig die Richtung der Abweichung von der Strichzone an einem Anzeigeinstrument direkt abzulesen gestatten²⁾.

Unter Anregung und weitgehender Mitwirkung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt konnten eingehende Versuche über die Anwendungsmöglichkeit der Ultrakurzwellenbake, insbesondere zur Blindlandung, vorgenommen werden. Sobald diese Versuche zum endgültigen Abschluß gekommen sind, wird darüber ausführlich berichtet werden.

(Eingegangen am 20. Juli 1932.)

²⁾ E. Kramar, Neuere Arbeiten auf dem Funkbakengebiete, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Jahrgang 1932, Heft 3.