

Erteilt auf Grund des inzwischen aufgehobenen § 30 Abs. 5 Pat.-Ges.



AUSGEGEBEN AM  
31. JULI 1952

REICHSPATENTAMT  
**PATENTSCHRIFT**

Nr. 767 399

KLASSE 21 a<sup>4</sup> GRUPPE 48<sup>11</sup>

L 93847 VIII a / 21 a<sup>4</sup>

---

Nachträglich gedruckt durch das Deutsche Patentamt in München

(§ 20 des Ersten Gesetzes zur Änderung und Überleitung von Vorschriften  
auf dem Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes vom 8. Juli 1949)

---

Dr.-Ing. Joachim Goldmann, Nürnberg und  
Dr.-Ing. Ernst Kramar, Pforzheim  
sind als Erfinder genannt worden

---

C. Lorenz A. G., Stuttgart

Verfahren zur Erzeugung einer vertikalen Leitebene

Patentiert im Deutschen Reich vom 18. Dezember 1937 an  
Patenterteilung bekanntgemacht am 29. Mai 1952

Es sind Verfahren zur Festlegung von Kursrichtungen bekannt, welche auf der Ausstrahlung zweier Hochfrequenzen mit unterschiedlicher Richtcharakteristik beruhen. Und zwar werden diese abwechselnd im Rhythmus von Komplementärzeichen (*a* und *n* bzw. Punkt-Strich) erzeugt, so daß alle Richtungen, innerhalb deren die empfangenen Tastzeichen zu einem Dauerstrich verschmelzen, als Linien konstanter Strahlungsintensität definiert sind, die als Kurslinien für Navigationszwecke benutzt werden. Bei Abweichungen von der Kurslinie nach der einen oder anderen Seite tritt das Zeichen der einen

oder anderen Art hervor, woraus die Seite der Abweichung erkannt wird. 15

Dieses Navigationsverfahren ist bisher in der Regel zum Leiten von Fahrzeugen über geringe Entfernungen benutzt worden. Zu diesem Zweck wurden die Sendeanordnungen entweder auf sehr kurzen Wellenlängen in der Größenordnung von Metern bzw. mit sog. langen Wellen in der Größenordnung von 1000 m betrieben. Bei der Anforderung, eine Navigation über sehr große Entfernungen durchzuführen, z. B. zum Leiten von Schiffen oder Flugzeugen zwischen Erdteilen, ist es zweckmäßig, auf den zur Überbrückung sehr 20 25

großer Entfernungen besonders geeigneten Kurzwellenbereich überzugehen. Hierbei ergeben sich jedoch Schwierigkeiten grundsätzlicher Art, mit deren Behebung sich die vorliegende Erfindung beschäftigt.

Bei Verwendung der sog. Kurzwellen gelangt bekanntlich nicht nur die am Erdboden entlang laufende Welle in den Empfänger, sondern, wie an Hand von Abb. 1 erläutert, auch die Raumwellen 1 bzw. 2, die bekanntlich von der E- und F-Schicht zum Erdboden zurückreflektiert werden. Am Empfangsort  $O$  ist demzufolge jeweils die resultierende Feldstärke zwischen den miteinander interferierenden Wellen 1 bzw. 2 vorhanden, die unter verschiedenen Erhebungswinkeln  $\alpha_1$  bzw.  $\alpha_2$  von der Sendestation  $S$  ausgehen und dementsprechend Wegstrecken verschiedener Länge zurücklegen. Diese verschiedenen Wellen addieren oder subtrahieren sich entsprechend dem durch die unterschiedlichen Weglängen bedingten Phasenunterschied. Dieser Effekt ist in der Nachrichtentechnik allgemein unter dem Namen Fadingeffekt bekannt und bedingt ein periodisches Abfallen oder Ansteigen der Lautstärke. Eine solche periodische Lautstärkenschwankung bedeutet heute keinen grundsätzlichen Nachteil mehr, denn man hat es durch Anwendung von Regelmethode in der Empfangstation in der Hand, die Lautstärkenschwankungen auszugleichen. Bei dem Navigationsverfahren mit abwechselnd im Rhythmus von Komplementärzeichen getasteten Richtstrahlungen, die zum Amplitudenvergleich dienen und auf die sich die vorliegende Erfindung bezieht, ergibt sich jedoch infolge der Interferenz der Strahlungen verschiedener Weglängen ein grundsätzlicher Fehler in der Standortbestimmung, dessen Entstehung im folgenden an Hand von Abbildungen näher erläutert ist.

In Abb. 2 ist das Schema einer bekannten Sendeanordnung zur Durchführung des besprochenen Verfahrens dargestellt, bei dem abwechselnd zwei sich überschneidende horizontale Richtdiagramme  $R_1$  und  $R_2$  erzeugt werden, deren Intensitäten am Empfangsort miteinander verglichen werden. An jedem beliebigen Empfangsort ist entsprechend der Lage desselben zur Sendestation ein bestimmtes Amplitudenverhältnis zwischen den beiden abwechselnd erhaltenen Empfangsspannungen vorhanden. Setzt man beispielsweise das Amplitudenverhältnis als gegeben  $e_1/e_2$  voraus, so erkennt man aus der Abbildung, daß dieses Verhältnis auf den Linien 3 und 4, die einen gewissen Winkel miteinander bilden, konstant bleibt. Nimmt man jedoch an, daß am Empfangsort  $O$  nicht nur eine einzige Welle, sondern zusätzlich eine indirekte reflektierte Welle eintrifft, so besitzt diese

infolge der längeren Wegstrecke das Amplitudenverhältnis  $e_1/e_2$ , wie noch erläutert wird, nicht auf den Linien 3 und 4, sondern beispielsweise auf den Linien 3', 4'. Das bedeutet, wenn angenommen wird, daß das Amplitudenverhältnis der Welle 1 auf den Strahlen 3 und 4 das Verhältnis  $e_1/e_2$  besitzt, daß die an der F-Schicht reflektierte Welle 2 am gleichen Empfangsort ein anderes Amplitudenverhältnis aufweist.

An Hand der Abb. 7 sind die Verhältnisse dargestellt. Es ist hier ein räumliches Strahlungsdiagramm gezeigt, das bei verschiedenen Erhebungswinkeln und für gleiche Winkelabweichungen  $x$  von der (strichpunktierten) Linie mit dem Intensitätsverhältnis Eins gleiches Zeichenverhältnis  $e_1 : e_2 = e_1' : e_2'$  liefert. Der Strahlungsverteilung ist ein Rotationskörper zugrunde gelegt, der entsteht, wenn man die Mittenachse der Diagramme  $R_1$  und  $R_2$  senkrecht zur Leitebene als Rotationsachse der Diagramme  $R_1'$ ,  $R_2'$  betrachtet. Unter jedem Erhebungswinkel, z. B.  $\alpha_2$ , ist dann das Zeichenverhältnis das gleiche. Betrachtet man jetzt ein bestimmtes Zeichenverhältnis  $e_1 : e_2$ , das auf der Linie 3 entlang der Erdoberfläche (Orthodrome) erzielt wird, und betrachtet man weiter dasselbe Zeichenverhältnis  $e_1' : e_2'$  unter einem Erhebungswinkel  $\alpha_2$  der Ausstrahlungsrichtung, so ist dieses Zeichenverhältnis durch die Linie 3' definiert. Die Winkel, welche die Linien 3 und 3' mit der Leitebene bilden, sind gleich. Projiziert man jedoch die Linie 3' auf die Grundebene, so kommt die Linie 3' nicht mit 3 zur Deckung. Sie werden erst dann zusammenfallen, wenn der Winkel  $\alpha_2$  kleiner als  $\alpha_1$  wird. Ein kleinerer Winkel  $\alpha_2$  bedeutet jedoch, daß das Zeichenverhältnis in den Diagrammen  $R_1'$ ,  $R_2'$  verändert wird, und zwar größer wird.

In der Abb. 3 ist an Hand von Diagrammen die Auswirkung ungleichen Zeichenverhältnisses der direkten und der indirekten Strahlung erläutert. Es ist als Beispiel angenommen, daß das Richtdiagramm  $R_1$  im Rhythmus von Punkten und das Richtdiagramm  $R_2$  im Rhythmus von Strichen getastet wird. Das Diagramm a) stelle beispielsweise das Zeichenverhältnis der Welle 1 (Abb. 1) und das Diagramm b) das Zeichenverhältnis der Welle 2 dar. Es sei weiter angenommen, daß der Empfangsort sich auf der Seite der Punktkenntung befinde und der Punkt die doppelte Amplitude der Striche besitze (Zeichenverhältnis 2/1). Da die Welle 2 eine längere Wegstrecke zurückgelegt hat, besitzt sie nach dem vorher Gesagten nicht das gleiche Zeichenverhältnis, sondern beispielsweise das zu b) gezeichnete kleinere Verhältnis, das nur wenig von 1/1 abweicht. Bei Interferenz der beiden

Strahlungen ist sowohl der Fall der Gleichphasigkeit beider denkbar, bei dem sich beide Zeichen addieren, oder der Fall der Gegenphasigkeit, bei dem sich die Zeichen subtrahieren. Der Fall der Gleichphasigkeit, d. h. der Addition, ist nicht weiter schädlich, denn er äußert sich lediglich als Lautstärkeanstieg, der durch eine Empfängerregelung ausgeglichen werden kann. Der Fall der Gegenphasigkeit ist jedoch wesentlich ungünstiger, denn es zeigt sich, daß bei Subtraktion der Zeichen a) und b) die Zeichen gemäß c) entstehen, d. h. daß nicht mehr die Punktkenntung vorwiegt, sondern die Punktkenntung in eine Strichkenntung übergegangen ist. Das bedeutet praktisch Verwirrungszonen, in welchen Punkte und Striche einander ablösen, und am Empfangsort ist nicht mehr klar erkennbar, ob dieser im Gebiet der Zeichen der einen oder anderen Art liegt.

Die Erfindung sieht daher auf der Senderseite Maßnahmen vor, welche dieser unerwünschten Erscheinung entgegenwirken. Dazu wird eine bestimmte Gestaltung des räumlichen Strahlungskörpers angestrebt, der jedenfalls nicht rotationssymmetrisch sein darf.

Die Erfindung sieht eine derartige Gestaltung der räumlichen Charakteristik jeder der beiden Richtstrahlungen vor, daß in der jeweiligen, den Empfangsort enthaltenden Ausbreitungsebene (Großkreisebene) das Intensitätsverhältnis des am Empfangsort eintreffenden indirekten, an der Ionosphäre reflektierten Strahlungsanteils stets größer ist als das Intensitätsverhältnis des direkten, auf Grund der Bodenausbreitung eintreffenden Anteils.

Dies ist an Hand von Abb. 4 erläutert. Die Zeichen a) sind die der einen Welle und die Zeichen b) die einer über eine andere Wegstrecke in den Empfänger gelangenden zweiten Welle. Beide sollen im Sinne der Erfindung an jedem Empfangsort das gleiche Amplitudenverhältnis aufweisen. Durch eine einfache geometrische Überlegung läßt sich beweisen, daß die Differenz zweier gleicher Verhältniswerte zwangsläufig ebenfalls das gleiche Verhältnis besitzt. Die Differenz entspricht dem Diagramm c), das fehlweisungs-frei die Kennzeichnung aufweist.

Die weitere Erfindung beschäftigt sich mit der Ausbildung der Strahleranordnung zur Erfüllung der nach der Erfindung aufgestellten Bedingung.

Die Größe des Zeichenverhältnisses in einer gegebenen Richtung ist eine Funktion des Überschneidungswinkels der Richtdiagramme. Ein stumpfer Schnittwinkel zwischen den Diagrammen bedeutet ein kleines Zeichenverhältnis und ein spitzer Schnittwinkel ein

großes Zeichenverhältnis, wie an Hand von Abb. 5 erläutert ist. Die gemäß der Erfindung aufgestellte Bedingung, mit größer werdendem Erhebungswinkel der Abstrahlung das Zeichenverhältnis ebenfalls größer werden zu lassen, bedeutet also praktisch, daß der Schnittwinkel mit größer werdendem Erhebungswinkel kleiner werden muß. Die erzeugten Richtdiagramme müssen demzufolge beispielsweise in Richtung des Erhebungswinkels  $\alpha_1$  die Form der Abb. 5a mit dem Schnittwinkel  $\beta_1$  besitzen und in Richtung des steileren Erhebungswinkels  $\alpha_2$  die Form der Abb. 5 mit dem spitzen Schnittwinkel  $\beta_2$ .

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens hat sich eine an sich bekannte Antennenanordnung als zweckmäßig erwiesen, die in Abb. 6 prinzipmäßig dargestellt ist. Diese besteht aus den drei Mittelstrahlern 1, 2 und 3, deren Abstand und Ströme passend gewählt sind. Senkrecht dazu sind die als Reflektoren wirkenden, gegenphasig erregten Antennen 4 und 5 aufgestellt. Die abwechselnde Erzeugung von sich überschneidenden Richtdiagrammen geschieht dadurch, daß die Phase der Antennen 4 und 5 im Rhythmus von Komplementärzeichen um  $180^\circ$  gedreht wird. Der Anstieg der Schnittschärfe mit dem Erhebungswinkel wird dadurch bewirkt, daß das Reflektorenpaar 4 und 5 strahlungsmäßig eine andere Vertikalcharakteristik als die Mittelstrahler 1, 2, 3 besitzt. Durch entsprechende Dimensionierung der Antennen läßt sich also die gewünschte Abhängigkeit der Schnittschärfe vom Erhebungswinkel erzielen, so daß die über verschiedene Wegstrecken in den Empfänger gelangenden Wellen das gleiche Zeichenverhältnis besitzen. Die gleiche Wirkung läßt sich auch erreichen, wenn man die drei Mittelstrahler 1, 2, 3 durch eine Antennenanordnung mit bevorzugter Bodenstrahlung, d. h. eine sog. schwundmindernde Antenne, ersetzt.

Die gemäß der Erfindung gewählte Bedingung der Schnittverschärfung mit größer werdendem Erhebungswinkel braucht in der Praxis nicht über den gesamten Vertikalstrahlungsbereich erfüllt zu werden, sondern in der Hauptsache nur bis zu einem gewissen Grenzwinkel, oberhalb dessen keine Reflexionen mehr auftreten, sondern die Strahlung durch die Reflexionsschicht hindurchgeht.

Da bekanntlich die durch die Interferenzen bedingten periodischen Lautstärkeschwankungen im Kurzwellenbereich verhältnismäßig schnell vor sich gehen, ist es außerdem zweckmäßig, die Zeichentastung der Sender mit einer solchen Frequenz vorzunehmen, die oberhalb der möglichen Schwankungsfrequenz

liegt. Die Schwankungsfrequenz kann dann durch eine Regeleinrichtung ausgeglichen werden, deren Zeitkonstante so gewählt ist, daß sie auf die Tastfrequenz nicht anspricht. Die Hörbeobachtung ist hierdurch sehr erleichtert.

Die Erfindung kommt nicht nur für feststehende Richtsendeanordnungen in Frage, vielmehr können die Richtdiagramme auch elektrisch oder mechanisch in Rotation versetzt werden.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Erzeugung einer vertikalen Leitebene für Fernnavigationszwecke unter Verwendung von Kurzwellen mittels zweier abwechselnd im Rhythmus von Komplementärzeichen getasteter und sich teilweise durchdringender Richtstrahlungen, deren Durchdringungsebene die Leitebene darstellt, gekennzeichnet durch eine derartige Gestaltung der räumlichen Charakteristik jeder der beiden Richt-

strahlungen, daß in der jeweiligen, den Empfangsort enthaltenden Ausbreitungsebene (Großkreisebene) das Intensitätsverhältnis des am Empfangsort eintreffenden indirekten, an der Ionosphäre reflektierten Strahlungsanteils stets größer ist als das Intensitätsverhältnis des direkten, auf Grund der Bodenausbreitung eintreffenden Anteils.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Durchdringungsebene halbierte Schnittwinkel zwischen den abwechselnd getasteten Richtstrahlungen mit dem Erhebungswinkel abnimmt.

Zur Abgrenzung des Erfindungsgegenstands vom Stand der Technik sind im Erteilungsverfahren folgende Druckschriften in Betracht gezogen worden:

Deutsche Patentschriften Nr. 474 123,

475 293;

französische Patentschrift Nr. 816 120.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

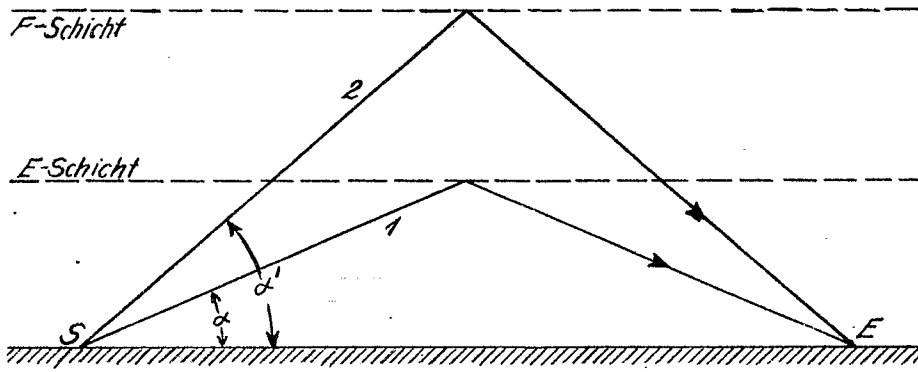


Abb.1

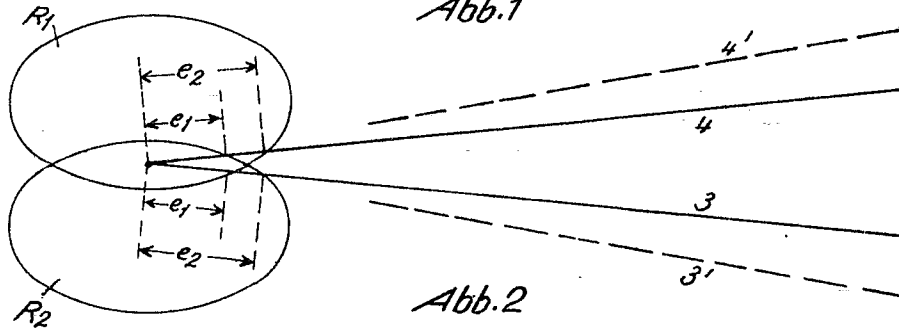


Abb.2

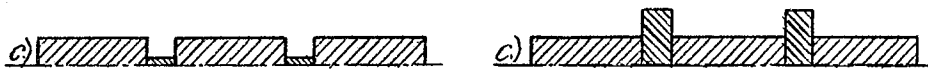
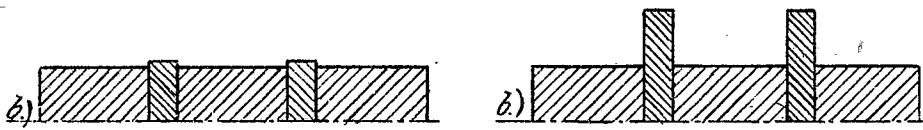
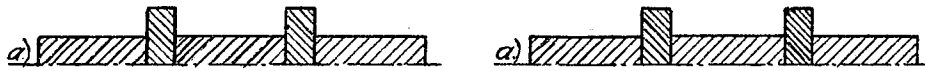


Abb.3

Abb.4

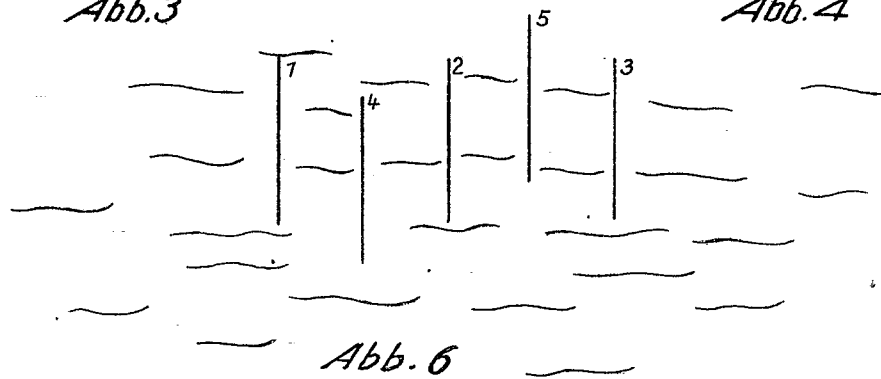


Abb.6

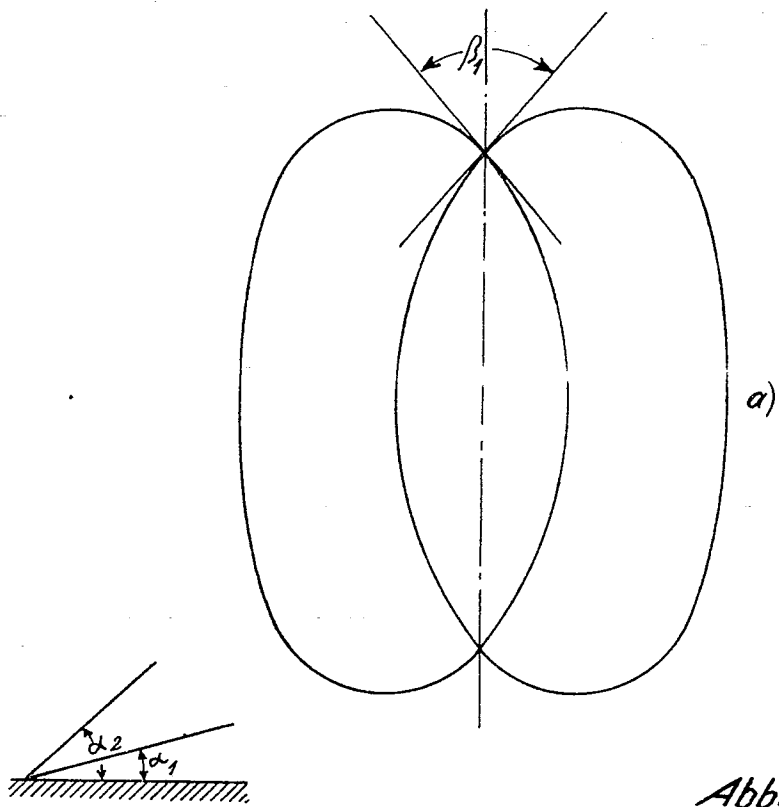


Abb.5

