



AUSGEGEBEN AM
5. JANUAR 1953

REICHSPATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 767 460

KLASSE 21 a⁴ GRUPPE 48 63

T 49039 VIII a / 21 a⁴

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)

Wilhelm Stepp, Berlin-Friedrichshagen und
Dr.-Ing. Wilhelm Runge, Berlin-Schlachtensee
sind als Erfinder genannt worden

Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin

Verfahren zur räumlichen Peilung

Patentiert im Deutschen Reich vom 15. August 1937 an
Patenterteilung bekanntgemacht am 26. Juni 1952

Zur räumlichen Peilung ist eine Richtempfangseinrichtung bekannt, die mit einem scharf gebündelten rotierenden Richtdiagramm arbeitet. Dieses Richtempfangsbündel
5 rotiert um eine Achse, die gegen die Maximumrichtung des Bündels um einen kleinen Winkel geneigt ist. Die Empfangsenergie eines mit Hilfe dieser bekannten Einrichtung aufgenommenen drahtlosen Senders
10 wird im Rhythmus der Rotationsfrequenz des rotierenden Strahlenbündels moduliert sein. Diese Modulation verschwindet nur dann, wenn sich der Sender in Richtung der Rotationsachse des Strahlenbündels befindet.
15 Diese bekannte Empfangseinrichtung läßt zwar die Tatsache der Abweichung der Rotationsachse des rotierenden Empfangsbündels

von der Verbindungslinie Sender—Empfänger erkennen, jedoch nicht deren Größe und Richtung.

Es ist weiterhin eine Einrichtung zur Leitung von Flugzeugen längs einer gegenüber der Erdoberfläche geneigten Linie bekannt, bei der senderseitig ebenfalls ein rotierendes Strahlenbündel erzeugt wird, das in diesem Fall jedoch zur Bildung einer Leitlinie dient. In verschiedenen Koordinaten des Raumes wird dieses Strahlenbündel verschieden moduliert. In der auf dem Flugzeug befindlichen Empfangseinrichtung kann aus der aufgenommenen Modulationsfrequenz die Lage der Leitlinie bzw. der Sektor festgestellt werden, in dem sich die Empfangsanlage relativ zum Sender befindet. Eine genaue

20

25

30

Anzeige der Größe der Abweichung der Empfangseinrichtung aus der Verlängerung der Rotationsachse des Sendestrahlenbündels kann jedoch auch bei diesem Verfahren nicht erzielt werden, da es nicht möglich ist, das Richtbündel so scharf zu konzentrieren, daß der Raum in beliebig viele durch Modulationsfrequenzen voneinander unterscheidbare Sektoren geteilt werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum räumlichen Peilen mittels elektromagnetischer Wellen, das von dem erstgenannten Vorschlag ausgeht, beseitigt die angegebenen Nachteile und besteht darin, daß empfangsseitig oder in Anwendung auf Rückstrahlverfahren sende- und/oder empfangsseitig ein um eine Symmetrieachse rotierendes, ihr gegenüber schwach geneigtes Strahlenbündel erzeugt wird und daß gleichzeitig auf der Empfangsseite durch Messung der Phase der durch die Rotation des Strahlenbündels der empfangenen Hochfrequenz aufgedrückten Modulation gegenüber einer anderen Spannungskurve gleicher Frequenz und fester Bezugsphase die Abweichung der Rotationsachse von der Verbindungslinie Sender—Empfänger bzw. Sender—Rückstrahler vorzugsweise in zwei Koordinaten ermittelt wird. Der Erfindungsvorschlag besteht also in einer Kombination eines räumlich rotierenden Strahlenbündels und einer empfangsseitig vorzunehmenden Phasenmessung. Dabei wäre noch zu erwähnen, daß es zur Feststellung der Einfallsrichtung elektromagnetischer Wellen mit Hilfe eines rotierenden Peilrahmens an sich bekannt ist, auf der Empfangsseite einen Phasenvergleich zwischen der durch die Rotation des Empfangsantennensystems der empfangenen Hochfrequenz aufgedrückten Modulation und einer örtlich erzeugten Spannung fester Bezugsphase vorzunehmen.

Das rotierende Strahlenbündel kann entweder empfangsseitig oder bei Vornahme einer Rückstrahlpeilung sende- und/oder empfangsseitig erzeugt werden. Im ersten Fall handelt es sich um die Feststellung der räumlichen Einfallsrichtung eines Senders, im zweiten Fall um die Feststellung der räumlichen Lage eines elektromagnetische Wellen reflektierenden Gegenstandes. Wird das rotierende Strahlenbündel bei einer Rückstrahlpeilung sowohl sende- als auch empfangsseitig erzeugt, so kann das gleiche Antennensystem für Sender und Empfänger verwendet werden. Diese Anordnung besitzt noch den Vorteil, daß dann die resultierende Sende-Empfangscharakteristik eine erhöhte Richtscharfe besitzt.

Die Wirkungsweise des Erfindungsvorschlages soll an Hand der Abb. 1 und 2 erläutert werden, wobei der Einfachheit halber

angenommen wird, daß die räumliche Einfallsrichtung eines Senders S mit Hilfe eines Empfängers festzustellen ist, der ein rotierendes Richtempfangsbündel besitzt.

Zur Erzeugung einer solchen rotierenden Strahlung kann ein Richtantennensystem Verwendung finden, das aus einem gewölbten Reflektorspiegel, z. B. einem rotationssymmetrischen Parabol, und einem in diesem defokussiert angeordneten Dipol besteht. Selbstverständlich kann an Stelle eines solchen Dipols auch ein aus mehreren derartigen Strahlern bestehendes System Verwendung finden. Der Einfachheit halber soll jedoch im folgenden nur von einem Dipol gesprochen werden, der wenige Zentimeter von der Symmetrieachse des Reflektors entfernt angeordnet ist und um die Symmetrieachse des Reflektors rotiert. Entsprechend Abb. 1 der Zeichnungen führt dann die Strahlungscharakteristik D im Raume eine rotierende Bewegung aus.

Befindet sich in Richtung der Symmetrieachse $O-S$ ein Sender, so erhält der Empfänger, der die von dem rotierenden Strahlenbündel aufgenommene Energie verarbeitet, eine konstante Eingangsamplitude. Eine bei Umlaufen der Dipolanordnung durch den Übertragungsmechanismus evtl. zu erwartende Schwankung der Energie könnte durch Anordnungen berücksichtigt werden, wie sie aus der normalen Peiltechnik zur Funkbeschickung bekannt sind. In einfachster Weise könnte man eine Verschiebung der Ableseskala um den Wert einer solchen Fehlpeilung vornehmen.

Wird der Sender gegenüber der Achse $O-S$ in einer Vertikalebene verschoben, so tritt eine Schwankung der Empfangsfeldstärke im Rhythmus der Umlauffrequenz der Dipolanordnung ein. Extremwerte der Empfangsamplitude werden dann auftreten, wenn der Empfangsdipol und damit das Empfangsdiagramm D in der Vertikalebene oben oder unten liegen. Wird dagegen der Sender S in einer zu dieser Vertikalebene senkrechten Ebene gegenüber der Achse $O-S$ verschoben, so treten die Extremwerte dann auf, wenn der Empfangsdipol und damit das Diagramm D bei der Rotation durch die beiden Seiten dieser Ebene hindurchgehen.

Je nach der Lage des Senders im Raum kann die Phase der durch die Rotation des Dipols der Hochfrequenz aufgedrückten Modulation gegenüber einer durch die räumliche Einstellung des Empfangsdipols bestimmten Phase jeden Wert annehmen. Wird die Lage der Dipolanordnung, bei der das Diagramm D entsprechend Abb. 1 in vertikaler Ebene nach unten verschoben ist, mit $\varphi = 0$ bezeichnet, und wird weiterhin angenommen, daß sich der

Sender in vertikaler Richtung nach oben verschoben in der Lage S_1 befindet, so wird sich bei einer Umdrehung des Dipols um 360° eine Empfangsfeldstärke ergeben, wie sie durch die Kurve a der Abb. 2 dargestellt ist. Befindet sich der Sender dagegen in der Lage S_2 , so ergibt sich eine Empfangskurve b . Bei Abweichung des Senders in einer zur Vertikalebene senkrechten Ebene gegenüber der Achse $O-S$ werden sich die beiden Kurven c und d ergeben. Befindet sich der Sender in Achsrichtung $O-S$, so wird der Ausschlag des die Richtung anzeigenden Indikators Null sein, entsprechend dem konstanten Kurvenverlauf e .

Im allgemeinen wird sich nun der Sender S in einer Lage befinden, die sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung von der Achse $O-S$ abweicht. Die Empfangskurve wird dann eine beliebige Phasenlage gegenüber der durch die Drehung des rotierenden Strahlers bedingten Phase besitzen. Die in diesem Fall resultierende Empfangskurve ist in Abb. 2 mit f bezeichnet.

Nach dem Erfindungsvorschlag soll nun im Empfänger ein Phasenvergleich dieser Spannungskurve f mit einer anderen Spannungskurve gleicher Frequenz und fester Bezugsphase vorgenommen werden. Zu einem solchen Phasenvergleich kann ein beliebiger Phasenmesser, z. B. ein $\cos \varphi$ -Messer, Verwendung finden. Auch ein Oszillograph, z. B. ein Braunschens Rohr, eignet sich besonders gut zum Vornehmen einer solchen Phasenmessung. Wenn man eine mit der Rotation des Strahlers synchrone Kreisablenkung des Kathodenstrahlers auf dem Schirm einer Braunschens Röhre erzeugt und die einfallende Welle als Steuerspannung auf die Anode oder den Wehneltzylinder der Braunschens Röhre gibt, so erhält man z. B. bei der Anodensteuerung eine Verzerrung des Kreises auf dem Schirm der Braunschens Röhre. Die Hauptachse des verzerrten Bildes gibt dann die Richtung an, aus der die empfangene Welle einfällt. In Abb. 3 ist mit 25 die Kreisablenkung und mit 26 die durch die einfallende Welle hervorgerufene verzerrte Ablenkung des Kathodenstrahls dargestellt. Die Hauptachse 27 gibt dann die Richtung der einfallenden Welle an. Es ist nun ohne weiteres möglich, das Braunschens Rohr so anzuordnen, daß die Ablenkung des Kathodenstrahls mit der räumlichen Lage des die empfangenen Wellen aussendenden Körpers übereinstimmt. Damit wird die Übersicht wesentlich verbessert.

Die Empfangsspannung kann, entsprechend Abb. 4, auch auf die Ablenkplatten des Braunschens Rohres gegeben werden. Über einen Transformator, der mehrere Wicklungen besitzt, werden einmal über die Wicklungen 28

und 29 die beiden mit der Strahlerrotation frequenzgleichen, gegeneinander um 90° phasenverschobenen Spannungen und über die Wicklungen 30 und 31 die Empfängerausgangsspannungen den beiden Paaren Ablenkplatten des Braunschens Rohres zugeführt.

Um mit Hilfe des Braunschens Rohres eine genauere Anzeige zu erhalten, wird es sich empfehlen, nicht die sinusförmige Empfangsspannung direkt auf dem Schirm des Braunschens Rohres abzubilden, sondern durch deren Amplitude einen Kippstoß K auszulösen. Die Ausführung dieses Vorschlages ist mit an sich bekannten Mitteln, z. B. einem Kippgerät, möglich. Der so ausgelöste Kippstoß K (Abb. 5) gibt auf dem Schirm des Braunschens Rohres direkt die Peilrichtung an.

In vielen Fällen ist es wünschenswert, die Abweichung der Rotationsachse des Strahlenbündels von der Verbindungslinie Sender—Empfänger bzw. Sender—Rückstrahler direkt in zwei Koordinaten anzuzeigen. Dazu ist es notwendig, von dem in Abb. 2 dargestellten Empfangsstrom f , dessen Vektor eine beliebige Phasenlage besitzt, die Sinus- und Cosinus-Komponenten getrennt anzuzeigen. Für eine solche getrennte Anzeige in zwei Koordinaten gibt es verschiedene Ausführungsbeispiele, von denen zwei beschrieben werden sollen.

Man kann nach einem Ausführungsbeispiel zwei Produktenmeßwerke vorsehen, deren erste Wicklungen in Reihe geschaltet und von der Empfängerausgangsspannung beaufschlagt sind und deren zweite Wicklungen von um 90° gegeneinander phasenverschobenen Spannungen gespeist werden, deren Frequenz mit der Rotationsfrequenz des Strahlers übereinstimmt. Beispielsweise können als Anzeigeeinstrumente zwei Dynamometer verwendet werden. In Abb. 6 ist der Erfindungsgedanke unter Verwendung zweier Dynamometer als Anzeigeeinstrumente dargestellt. Auf der Drehachse des vom Motor M angetriebenen Dipols bzw. der Dipolanordnung sitzen zwei Synchrongeneratoren 21 und 22. Die Statoren dieser Synchrongeneratoren sind verstellbar angeordnet, so daß die gegenseitige Phasenverschiebung der beiden von diesen Generatoren gelieferten Spannungen sowie deren Phase gegenüber der Dipolstellung jederzeit eingeregelt werden kann. Die vom Empfänger e kommenden Spannungen werden jeweils der einen Spule der Dynamometer 23 und 24 zugeführt, wobei beide Spulen hintereinandergeschaltet sind. Den beiden anderen Spulen der Dynamometer werden gegeneinander um 90° phasenverschobene Spannungen der Synchrongeneratoren 21 und 22 zugeführt. Dabei muß außerdem die Phasenverschiebung der Generatorspannungen 0 bzw. 90° gegenüber der Nullstellung des rotierenden Dipols betragen.

Auf diese Weise wird das eine Dynamometer stets nur auf die Sinus-Komponente des Empfangswechselstromes, das andere Dynamometer nur auf die Cosinus-Komponente des Wechselstromes ansprechen. Als Beispiel soll angenommen werden, daß sich der Sender, entsprechend Abb. 1, in der Lage S_2 und das Richtdiagramm in der Lage D befindet. In diesem Augenblick wird also nur das auf die Vertikalabweichung ansprechende Dynamometer erregt. Dieser Lage des Senders entsprach nach Abb. 2 die Kurve b . Da nun zwischen der Rotation des Strahlers und der Drehung der Synchrongeneratoren Synchronismus besteht, wird dem Instrument, das auf die in der Vertikalebene erfolgende Abweichung anspricht, eine der Phasenlage nach der Kurve b entsprechende Spannung des zugehörigen Synchrongenerators zugeführt werden. Es ergibt sich in diesem Falle eine \sin^2 -Kurve, die einen mittleren Ausschlag des entsprechenden Anzeigeinstrumentes (Dynamometer) ergibt. Das andere Instrument, das nur auf die in dazu senkrechter Richtung erfolgende Abweichung ansprechen soll, wird in diesem Falle nicht erregt, da die Spannung der Kurve c und eine der Kurve b entsprechende Spannung des Synchrongenerators infolge ihrer gegenseitigen Phasenlage eine Ausgangsspannung an dem diese Komponente anzeigenden Instrument liefert, die im Mittelwert gleich Null ist. Die beiden Dynamometer werden also jeweils getrennt die den beiden Komponenten entsprechenden Abweichungen von der wahren Peilrichtung anzeigen.

Eine zweite Methode zur Anzeige der Abweichungen der Symmetrieachse des Strahlers von der wahren Peilrichtung in zwei Komponenten besteht nach einem weiteren Erfindungsvorschlag in der Verwendung von zwei Relaisunterbrechern, insbesondere sogenannten Schwinggleichrichtern, mit um 90° phasenverschobenen Schaltzeiten. Diese Schwinggleichrichter sollen die Ausgangsenergie des Empfängers wechselweise auf zwei die Abweichung der Symmetrieachse des Reflektors von der wahren Peilrichtung in zwei Hauptrichtungen, insbesondere der Vertikal- und der Horizontalrichtung, angegebende Drehspulinstrumente schalten. Eine Abänderung dieser Anordnung besteht darin, daß zur Anzeige der Abweichung der Symmetrieachse des Reflektors von der wahren Peilrichtung für jede der beiden Hauptrichtungen je zwei Schwinggleichrichter mit komplementärem Schaltrhythmus vorgesehen sind und daß die Schwinggleichrichter für die eine Hauptrichtung gegenüber den Schwinggleichrichtern für die andere Hauptrichtung mit 90° Phasenverschiebung schalten. Bei der zuerst genannten Anordnung bleibt die Energie der einen Halb-

welle unausgenutzt, da in diesem Falle die Schwinggleichrichter der anderen Halbperiode ausgeschaltet sind. Will man daher die Energie der zweiten Halbperiode mit ausnutzen, so muß man für jede der beiden Komponenten einen zweiten Schwinggleichrichter vorsehen, der erst dann eingeschaltet wird, wenn der zugehörige erste ausgeschaltet ist. Wie bereits erwähnt, wird für die Anzeige der Abweichung in jeder der beiden Hauptrichtungen je ein Drehspulinstrument verwendet. Bei Verwendung von insgesamt vier Schwinggleichrichtern muß jedes Instrument aus zwei Drehspulsystemen bestehen, die auf die gleiche Achse gesetzt werden müssen.

Bei Anwendung dieser Schwinggleichrichter ergeben sich verschiedene Ausführungsbeispiele. So kann auf der Achse der rotierenden Dipolanordnung ein Dreiphasensynchrongenerator vorgesehen sein, der zwei Phasenschieber speist. Die so erhaltenen gegeneinander um 90° phasenverschobenen Erregerspannungen werden dann je einem Schwinggleichrichterpaar für die beiden Hauptrichtungen zugeführt. Die Kontakte können aber auch unmittelbar auf der die Dipole tragenden Welle angeordnet werden. In diesem Falle müßten dann die Nockenscheiben, die zur Schaltung der Kontakte vorgesehen sind, verstellbar sein. Die Phaseneinstellung ist dann aber schwieriger.

Während man bei der Anzeige mit den Produktenmeßwerken, wie sie oben beschrieben wurden, die Spannungen, die von den Synchrongeneratoren geliefert werden, durch Siebglieder von ihren Oberwellen befreien wird, um Fehlanzeigen durch Produktbildung zweier Oberwellen mit gleicher Ordnungszahl auszuschließen, ist es bei der zuletzt genannten Methode mit den Schwinggleichrichtern erforderlich, die in den Empfangsströmen enthaltenen Oberwellen zu unterdrücken. Vorteilhafterweise wird man aber im ersten Falle sowohl die Oberwellen des Empfangsstromes als auch die Oberwellen der von den Generatoren gelieferten Spannungen aussieben.

Sowohl bei den mit Dynamometer arbeitenden als auch bei den mit Schwinggleichrichtern arbeitenden Anzeigeorganen ist es möglich, die Fehlpeilung direkt in Winkelgraden anzugeben. Bei Anwendung von Produktenmeßwerken (Dynamometer) wird gemäß der weiteren Erfindung folgender Weg als Ausführungsbeispiel vorgeschlagen:

Die ankommende Hochfrequenzwelle von z. B. 600 MHz wird im Sender oder Empfänger mit 7500 Hz moduliert. Die empfangene Welle wird zunächst in einer 10-m-Zwischenfrequenzstufe und in einem 7500-Hz-Resonanzverstärker verstärkt. Außerdem ist ja die ankommende Welle infolge der Drehung des Empfangsdipols, falls sie noch nicht richtig

eingepilt ist, noch mit z. B. 50 Hz moduliert. Diese 50-Hz-Amplitude ist nun ein Maß für den Fehlwinkel der Peilung. Der Empfänger kann nun in der hochfrequenten oder in der Resonanzstufe oder in beiden gleichzeitig auf konstante mittlere Amplitude, z. B. auf konstante mittlere Amplitude von 30 MHz, 10 m, bzw. auf konstante mittlere Amplitude von 7500 Hz, automatisch eingeregelt werden, so daß die dann nach Demodulation der 7500 Hz übrigbleibende 50-Hz-Amplitude die Fehlpeilung direkt in Winkelgraden anzugeben gestattet. Durch zweckmäßige Wahl der Zeitkonstante mittlere Amplitude, z. B. auf konstante durch die Rotation aufgedrückte Modulation von 50 Hz erhalten bleibt.

Zur Anzeige der Abweichung von der wahren Peilrichtung können auch Quotientenmeßwerke Anwendung finden. Mit Hilfe von je zwei Schwinggleichrichtern können die zur Peilanzeige nötigen Extremwerte für die beiden Hauptrichtungen getrennt werden. Jeweils zwei zu einer Hauptrichtung gehörende Extremwerte sind dann einem Quotientenmeßwerk zuzuführen.

Im folgenden sollen noch einige Ausführungsbeispiele für die Rotation des Strahlenbündels behandelt werden. Entsprechend Abb. 7 ist eine Dipolanordnung vorgesehen, bei der die Dipolhälften g in einer zur Öffnungsebene des zugehörigen Reflektorparabols parallelen Ebene während ihrer Rotation bewegt werden, wobei der diese Dipolhälften tragende Hebel f mit diesen starr verbunden ist. In diesem Falle durchläuft die Polarisationsrichtung der elektrischen Welle während einer Antennenumdrehung 360° . Es besteht weiterhin die Möglichkeit, die Rotation so auszuführen, daß die Dipolachse bei der Umdrehung stets parallel zu sich selbst verschoben wird. In diesem Falle bleibt die Polarisation der Strahlung in jedem Augenblick der Rotation erhalten.

Um ein zirkular polarisiertes Feld zu erzeugen bzw. zu empfangen, werden entsprechend Abb. 8 zwei Dipole 1 und 2 unter 90° zueinander und zur Achse 3 des Parabols defokussiert angeordnet und mit zwei um 90° phasenverschobenen Spannungen gespeist. Die Strahleranordnung kann dann ebenfalls derart rotieren, daß die Dipole bei der Drehung stets parallel zu sich selbst verschoben werden. Um eine Rotation des Strahlers zu vermeiden, kann eine Anordnung entsprechend Abb. 9 gewählt werden, bei der symmetrisch zur Achse des Parabols 4 mehrere Dipolpaare (insbesondere 4) defokussiert im Reflektor angeordnet sind. Dabei werden die verschiedenen Dipolsysteme nacheinander erregt. Jedes dieser Dipolpaare 5 $5'$, 6 $6'$, 7 $7'$, 8 $8'$ besteht dann aus zwei miteinander einen Winkel von 90° einschließenden Dipolen. Fallen beispielsweise die

Dipole 5', 6', 7', 8' weg, so erhält man eine linear polarisierte Welle, während in dem anderen in Abb. 9 dargestellten Fall bei entsprechender Speisung der einzelnen Dipolpaare eine zirkular polarisierte Welle erzeugt wird. Die beiden senkrecht zueinander stehenden Strahlersysteme können auch mit zwei wenig unterschiedlichen Frequenzen gespeist werden. Auch in diesem Falle zeigt die Anordnung keine bevorzugte Polarisationsrichtung.

Für den Fall, daß ein einziges Dipolpaar defokussiert angeordnet ist, das um die Symmetrieachse des Parabols rotiert, ist es erforderlich, diese rotierende Anordnung sehr genau auszuwuchten, da zur genauen Peilung eine genügend große Rotationsgeschwindigkeit des Strahlers erforderlich ist (z. B. 3000 Umdrehungen pro Minute).

Nach einer Weiterbildung des Erfindungsgedankens soll der rotierende Strahler folgendermaßen ausgeführt sein: In den Abb. 10 und 11 ist eine auf der Drechachse 9 sitzende Scheibe 10 dargestellt. Innerhalb dieser Scheibe ist der Dipol 11 exzentrisch angeordnet. Um die Dipolhälften möglichst klein, insbesondere kürzer als $\lambda/4$ zu halten, sind an deren Enden Abstimmkapazitäten 12 angebracht. Die Scheibe 10 besteht aus Isoliermaterial und ist mit mehreren Bohrungen versehen, um die rotierende Anordnung leicht zu machen und um sie dadurch sowohl statisch als auch dynamisch auszuwuchten zu können. In einem Abstand von etwa $\lambda/4$ befindet sich hinter der Scheibe 10 auf der dem Parabolreflektor abgekehrten Seite des Dipols eine zweite kreisförmige Scheibe 13, auf der sich eine dem Dipol gegenüberliegende Metallplatte 14 befindet. Diese Metallplatte dient als Reflektor für den Strahler 11. An Stelle dieses geradlinigen Reflektors kann natürlich auch ein irgendwie anders geformter, beispielsweise kugelförmiger Reflektor Verwendung finden. Auf der anderen Seite der Scheibe 10 befindet sich eine weitere aus Isoliermaterial bestehende Scheibe 15. Die ganze rotationssymmetrische Anordnung ist von einem zylinderförmigen Isolierkörper 16 überdeckt, um die Strahleranordnung geschlossen zu halten. Dadurch wird der Luftwiderstand bei der hohen Rotationsgeschwindigkeit erheblich herabgesetzt. Die Zuführungsleitungen für den Strahler 11 sind abgeschirmt ausgebildet. Entsprechend Abb. 12 erfolgt die Ankopplung zwischen Sender- bzw. Empfänger und Strahler kapazitiv. Die sich gegenüberliegenden Kapazitätsbelege 17 und 18 bzw. 19 und 20 bilden dann die Speisepunkte für den Dipol 11. Die Bedingungen für die kapazitive Ankopplung sind dann besonders günstig, wenn die kapazitiven Widerstände im Zuge der Leitungen sehr klein ausgebildet sind. In diesem Falle müssen die in Abb. 12

dargestellten Ringe sehr groß dimensioniert werden. Eine zweite Möglichkeit für die Ankopplung besteht daher darin, die Größe dieser Koppelkapazitäten so zu wählen, daß der kapazitive Widerstand durch eine induktive Komponente im Eingangswiderstand der angeschlossenen Lecherleitung gerade kompensiert wird.

In Abb. 13 ist im Prinzip das Schaltbild der Empfangsanordnung angegeben. Die von der rotierenden Dipolanordnung 32 kommenden Empfangsspannungen werden über die kapazitiven Schleifringe 33 und 34 der Diode 35 zur Gleichrichtung der ultrahohen Frequenz zugeführt. Wenn es sich um die Aufnahme der von irgendeinem Körper reflektierten, beispielsweise im 7500-Hz-Impulsrhythmus ausgesandten Impulse handelt, werden die 7500 Hz in dem Verstärker 36 verstärkt und in 37 gleichgerichtet. Über den Verstärker 38 und dessen Ausgangsklemmen 39 gelangt nun die durch die Rotation der Dipolanordnung erzeugte 50-Hz-Spannung in das Anzeigegerät.

Es wurde bereits mehrfach erwähnt, daß die Strahleranordnung rotieren soll. In gleicher Weise ist es natürlich möglich, die Strahler fest anzuordnen und den Parabolreflektor rotieren zu lassen. Bei genügend kleinen Reflektoren besitzt eine derartige Anordnung erhebliche Vorteile. Denn bei feststehenden Strahlern und rotierenden Reflektoren erfolgt die Energieübertragung ohne rotierende Teile.

Da die verwendete Wellenlänge noch vergleichbar ist mit den Abmessungen des Strahlers, treten im allgemeinen Seitenzipfel im Richtdiagramm auf, die sich durch die Rotation des Strahlenbündels besonders unangenehm bemerkbar machen.

Sollen die Seitenzipfel unterdrückt werden, so muß die Feldstärke des Strahlers in der Öffnungsebene einem geometrischen Gesetz folgen. Dieses Feldstärkengesetz wird praktisch durch Verwendung eines rotations-symmetrischen Parabols mit großer Brennweite von etwa $b = 7/4 \lambda$, einer Öffnung $o > 6\lambda$ und durch Abschirmung der direkten Strahlung des Erregerdipols selbst noch bei geringer Defokussierung der Dipole erreicht. Die Strahler sind $1/8$ bis $1/9 \lambda$ defokussiert angeordnet.

Das erfindungsgemäße Verfahren, das sowohl zur normalen als auch zur Rückstrahlpeilung Anwendung finden kann, eignet sich besonders gut zur Peilung von Pilotballons. Während die Polarisation des Strahlers infolge seiner Drehung beim Arbeiten nach der Rückstrahlmethode keine Rolle spielt, da diese Polarisation infolge der kurzen Laufzeit der elektrischen Wellen für Sender und Empfänger gleich ist, ruft diese Erscheinung bei der Pei-

lung von Pilotballons Schwierigkeiten hervor. Die Pilotballons haben bekanntlich eine eindeutig polarisierte Senderantenne. Die Peilung ist zwar auch in diesem Falle möglich, nur wird die Peilschärfe für die eine Komponente sehr viel geringer sein als für die andere Komponente.

Um trotzdem gleiche Peilschärfen für beide Komponenten zu erhalten, können gemäß der weiteren Erfindung an der Senderantenne des Pilotballons bestimmte Maßnahmen getroffen werden. So kann beispielsweise am Pilotballon eine Antennenanordnung vorgesehen sein, die zirkular polarisierte Wellen aussendet. Weiterhin ist es möglich, daß am Pilotballon zwei um 90° gegeneinander verdrehte Antennen vorgesehen sind, die von dem Pilotsender mit zwei wenig unterschiedlichen Frequenzen gespeist werden. Die Frequenzdifferenz muß indessen so groß sein, daß die Schwebungsfrequenz in den Anzeigegegeräten des Empfängers nicht mehr stört. Sie muß jedoch wiederum so klein sein, daß beide Wellen vom Empfänger gleich gut empfangen werden. Dabei wird eine genügende Dämpfung der Empfangskreise vorausgesetzt.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß die Empfangsdipolanordnung entsprechend Abb. 8 aus zwei um 90° räumlich versetzten Dipolen besteht, die an zwei getrennte Empfänger angeschlossen werden. Eine Kopplung der beiden empfangenen Spannungen erfolgt erst im Niederfrequenzverstärker. Schließlich kann die einfallende Welle einem zirkular polarisierten Empfänger zugeführt werden, wobei die von den beiden Antennen aufgenommenen, um 90° gegeneinander phasenverschobenen Spannungen nach Phasendrehung der einen Antennenspannung um 90° dem Empfänger zugeführt werden.

Als Folge der Einwelligkeit des Senders und da weiterhin die Abmessungen des Reflektors vergleichbar sind mit den verwendeten Wellenlängen, ist das Rückstrahlspektrum des Reflektors, das ist seine Rückstrahlcharakteristik, ein ausgesprochenes Linienspektrum mit ausgezeichneten Nullstellen (vielzipfeliges Diagramm). Dadurch wird aber die Entfernungsmessung und die automatische Nachführung weitgehend erschwert. Es wird daher gemäß der weiteren Erfindung vorgeschlagen, mehrere benachbarte Frequenzen auszusenden, deren Rückstrahlspektren sich im Mittel derart ergänzen, daß die nunmehr auftretenden Empfangsschwankungen nicht mehr stören. Dabei ist zu beachten, daß sämtliche Wellen, also das ganze ausgesandte Frequenzband, vom Empfänger gleichmäßig empfangen werden sollen.

Nach einer Weiterbildung des Erfindungsgedankens soll mit dem beschriebenen Gerät

zur Vornahme einer räumlichen Peilung bei Benutzung des Rückstrahlprinzips gleichzeitig eine Entfernungsmessung nach der Laufzeitmethode vorgenommen werden. Bei Verwendung eines üblichen Entfernungsmeßverfahrens, bei dem zusätzlich die Entfernungseinstellung an der Meßapparatur dauernd geändert wird, um insbesondere bei beweglichen reflektierenden Objekten das Maß und den Richtungssinn der jeweiligen Abweichung vom tatsächlichen Wert festzustellen, wird es zweckmäßig sein, die Frequenz dieser periodischen Änderung von der Rotationsfrequenz des die räumliche Peilung vornehmenden Strahlers verschieden zu wählen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur räumlichen Peilung mittels elektromagnetischer Wellen, dadurch gekennzeichnet, daß empfangsseitig oder in Anwendung auf Rückstrahlverfahren sende- und/oder empfangsseitig ein um eine Symmetrieachse rotierendes, ihr gegenüber schwach geneigtes Strahlenbündel erzeugt wird und daß gleichzeitig auf der Empfangsseite durch Messung der Phase der durch die Rotation des Strahlenbündels der empfangenen Hochfrequenz aufgedrückten Modulation gegenüber einer anderen Spannungskurve gleicher Frequenz und fester Bezugsphase die Abweichung der Rotationsachse von der Verbindungslinie Sender—Empfänger bzw. Sender—Rückstrahler vorzugsweise in zwei Koordinaten ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß empfangsseitig den Ablenkorganen eines Oszillographen, insbesondere eines Braunschen Rohres, zur Erzeugung eines Drehfeldes zwei um 90° phasenverschobene, mit der Rotation der Strahleranordnung synchrone Ablenkspannungen zugeführt werden und daß die Empfangsspannung dem Oszillographen derart zugeführt wird, daß sie eine Deformation der Kreisablenkung des Anzeigemittels hervorruft.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude der sinusförmigen Empfängerangangsspannung einen Kippimpuls auslöst, der dann als Steuerspannung dem Oszillographen zugeführt wird.

4. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß empfangsseitig zwei Produktenmeßwerke, z. B. Dynamometer, vorgesehen sind, deren eine Wicklungen in Reihe geschaltet und von der Empfängerangangsspannung beaufschlagt sind und deren andere Wicklungen von um 90°

gegeneinander phasenverschobenen Spannungen gespeist werden, deren Frequenz mit der Rotationsfrequenz des Strahlers übereinstimmt.

5. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Relaisunterbrecher, insbesondere sogenannte Schwinggleichrichter, mit um 90° phasenverschobenen Schaltzeiten vorgesehen sind, die die Ausgangsenergie des Empfängers wechselweise auf zwei die Abweichung der Symmetrieachse des rotierenden Strahlenbündels von der wahren Peilrichtung in zwei Hauptrichtungen, insbesondere Vertikal- und Horizontalrichtung, angehende Drehimpulsinstrumente schalten.

6. Abänderung der Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anzeige der Abweichung der Symmetrieachse des rotierenden Strahlenbündels von der wahren Peilrichtung für jede der beiden Hauptrichtungen je zwei Schwinggleichrichter mit komplementärem Schaltrhythmus vorgesehen sind und daß die Schwinggleichrichter für die eine Hauptrichtung gegenüber den Schwinggleichrichtern für die andere Hauptrichtung mit 90° Phasenverschiebung schalten.

7. Anordnung nach Anspruch 4 bei Verwendung von Dipolen als Strahler, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Achse eines die Dipolanordnung antreibenden Motors zwei Generatoren angeordnet sind und daß deren Statoren zur Regelung der Phase der von ihnen gelieferten Spannungen gegeneinander verstellbar sind.

8. Anordnung nach den Ansprüchen 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß Siebmittel vorgesehen sind, die die Oberwellen der von den Synchrongeneratoren kommenden und/oder die Oberwellen der Empfängerangangsspannungen unterdrücken.

9. Anordnung nach den Ansprüchen 4 bis 8 bei Verwendung von Dipolen als Strahler, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Dipolhälften in einer zur Öffnungsebene des zugehörigen Reflektorparabols parallelen Ebene während der Rotation bewegen und daß der die Dipolhälften tragende Hebel mit diesen starr verbunden ist.

10. Abänderung der Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der die Dipolhälften tragende Hebel so mit ihnen verbunden ist, daß die Dipolachse bei der Umdrehung stets parallel zu sich selbst verschoben wird.

11. Anordnung nach den Ansprüchen 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei

zueinander unter 90° angeordnete Sendedipole vorgesehen sind, die mit zwei um 90° phasenverschobenen Spannungen gespeist sind.

12. Anordnung nach den Ansprüchen 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei um 90° gegeneinander verdrehte Sendantennen vorgesehen sind, die mit zwei wenig unterschiedlichen Frequenzen gespeist sind.

13. Anordnung nach den Ansprüchen 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die rotierende Empfangsstrahleranordnung aus zwei um 90° räumlich versetzten Antennen besteht, die an zwei getrennte Empfänger angeschlossen sind.

14. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr, insbesondere vier Dipolanordnungen in einem Reflektor defokussiert fest angeordnet sind, die mit Spannungen entsprechender Phasenlage gespeist und nacheinander erregt werden.

15. Verfahren zur direkten Angabe der Fehlpeilungen in Winkelgraden unter Verwendung von Anordnungen nach den Ansprüchen 4 und 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerfrequenz (z. B. 600 MHz) im Sender oder Empfänger mit einer Zwischenfrequenz (z. B. 7500 Hz) moduliert wird, daß die empfangene Welle in einer hochfrequenten Stufe und nach Demodulation in einem (z. B. 7500-Hz-) Resonanzverstärker verstärkt wird und daß der Empfänger in der hochfrequenten und/oder der Resonanzstufe auf konstante mittlere Amplitude automatisch eingeregelt wird.

16. Abänderung des Verfahrens nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Peilanzeige nötigen Extremwerte der beiden Hauptrichtungen bei schwankender 7500-Hz-Amplitude unter Anwendung von je zwei Schwinggleichrichtern getrennt und je einem Quotientenmeßwerk zugeführt werden.

17. Anordnung nach Anspruch 5 bei Verwendung von Dipolen als Strahler, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Achse der rotierenden Dipolanordnung ein Dreiphasensynchrongenerator vorgesehen ist, der zwei Phasenschieber speist, und daß die so erhaltenen, gegeneinander um 90° phasenverschobenen Spannungen je ein

Schwinggleichrichterpaar für zwei Hauptrichtungen erregen. 55

18. Anordnung nach Anspruch 5 bei Verwendung von Dipolen als Strahler, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte der Gleichrichter derart angeordnet sind, daß sie direkt von einer auf der die Dipolanordnung tragenden Welle sitzenden jeweils einstellbaren Nockenscheibe geschaltet werden. 60

19. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch seine Verwendung zur räumlichen Peilung eines Pilotballons, der eine zirkular polarisierte Welle ausstrahlende Antennenanordnung besitzt. 65

20. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch seine Verwendung zur räumlichen Peilung eines Pilotballons, der zwei um 90° gegeneinander verdrehte Antennen besitzt, die mit zwei wenig unterschiedlichen Frequenzen von dem Pilot-sender gespeist werden. 70

21. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Anwendung der gleichen Antennenanordnung für Sendung und Empfang bei Rückstrahlpeilungen. 75

22. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Sendeanordnung mit mehreren derart benachbarten Frequenzen, daß Maximum und Minimum der einzelnen Rückstrahlendiagramme des Strahlerreflektors einander überlappen. 80

23. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bei Benutzung von Dipolen als Strahler, dadurch gekennzeichnet, daß die Dipolanordnung fest angeordnet ist und daß der zugehörige rotationssymmetrische Reflektor rotiert. 85

24. Verwendung der dem Verfahren nach Anspruch 1 zugrunde liegenden Anordnung zur gleichzeitigen Abstandsbestimmung reflektierender Gegenstände nach der Laufzeitmethode. 90

Zur Abgrenzung des Erfindungsgegenstands vom Stand der Technik sind im Erteilungsverfahren folgende Druckschriften in Betracht gezogen worden: 95

Deutsche Patentschriften Nr. 607 967,

537 678, 641 096;

USA.-Patentschrift Nr. 1 924 156. 100

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

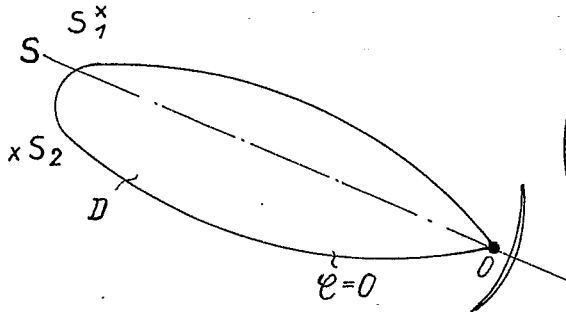


Abb. 1

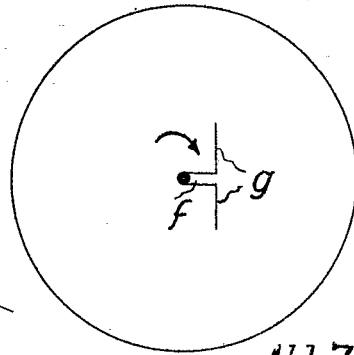


Abb. 7

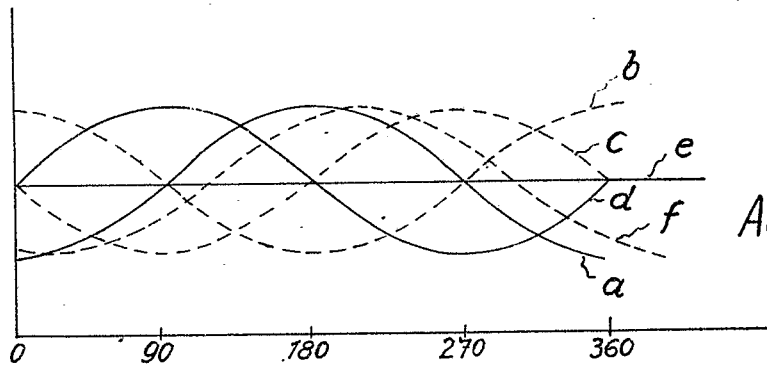


Abb. 2

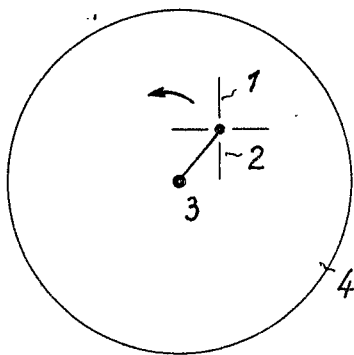


Abb. 8

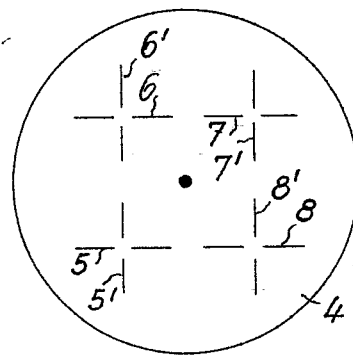


Abb. 9

