

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 195 356
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 86103264.7

(51)

Int. Cl.4: **H01Q 9/30** , **H01Q 13/12** ,
H01Q 21/24

(22)

Anmeldetag: 11.03.86

(30)

Priorität: 13.03.85 DE 3508929

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.09.86 Patentblatt 86/39

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(71)

Anmelder: **Deutsche Forschungs- und
Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.**
Linder Höhe Postfach 90 60 58
D-5000 Köln 90(DE)

(72)

Erfinder: **Raab, Martin, Dipl.-Ing.**
Höhenstrasse 28
D-8031 Seefeld(DE)

(74)

Vertreter: **von Kirschbaum, Albrecht, Dipl.-Ing.**
Hermann-Ehlers-Strasse 21a
D-8034 Germering(DE)

(54)

Antenne für Satelliten-Mobilfunk im L-Band.

(57)

Zur Erzeugung eines konischen, weitgehend zirkular polarisierten Strahlungsdiagramms für einen Satelliten-Mobilfunk im L-Band ist eine Schlitzrohrantenne zu einer gut leitenden Reflexionsebene senkrecht angeordnet; hierbei wird das senkrecht zur Reflexionsebene ausgerichtete, zylindrische Antennenrohr bestimmter Länge als vertikal polarisierter Linearstrahler erregt, während gleichzeitig, aber getrennt hiervon ein in dem zylindrischen Antennenrohr ausgebildeter Längsschlitz vorgegebener Länge als horizontal polarisierter Dipol in einer bestimmten Höhe über der Reflexionsebene angeregt ist.

Durch eine entsprechende Dimensionierung des Antennenrohrs sowie des in diesem ausgebildeten Schlitzes und durch eine entsprechende Anordnung des Antennenschwerpunkts über der gut leitenden Reflexionsebene ist ein zirkular polarisierter Gesamtstrahler mit einer für den Satelliten-Mobilfunk optimalen Strahlungscharakteristik mit einem Rundumdiagramm in der Azimutebene und einer Bündelung in der Elevationsebene mit einem Strahlungsmaximum der Keule bei einem Erhebungswinkel von etwa 30° geschaffen, was beispielsweise für die Verhältnisse in Europa ausreichend ist.

EP 0 195 356 A2

Antenne für Satelliten-Mobilfunk im L-Band

Die Erfindung betrifft eine Antenne für Satelliten-Mobilfunk im L-Band in Form einer über einer gut leitenden Reflexionsebene angeordneten Schlitzrohrantenne.

Antennen für den Satelliten-Mobilfunk zu mobilen Teilnehmern werden gegenüber Antennen für einen stationären Betrieb nach unterschiedlichen Gesichtspunkten ausgelegt. Bei Mobilantennen sind insbesondere die maximal zulässigen Dimensionen maßgebend, wie Einbauhöhe, Breite und Länge der Antenne. Ferner sind ein geringer Luftwiderstand, eine hohe mechanische Festigkeit bei geringem Gewicht sowie niedrige Herstellungskosten anzustreben.

Ferner hängen Antennengewinn und Strahlungscharakteristik weitgehend von der Antennenapertur ab. Mit kleiner werdender Apertur wird der Öffnungswinkel breiter, so daß wegen der begrenzten Antennenabmessungen bei mobilem Funkbetrieb auf ein aufwendiges elektronisches oder mechanisches Stabilisierungs- und Nachführungssystem verzichtet werden kann.

Eine optimale Strahlungscharakteristik für eine Satelliten-Mobilfunkantenne sollte neben den vorstehend angeführten Einschränkungen möglichst folgende Eigenschaften aufweisen, nämlich ein Rundumdiagramm in der Azimutebene, eine Bündelung in der Elevationsebene mit einem Strahlungsmaximum der Keule, das beispielsweise für Europa bei einem Erhebungswinkel von etwa 30° liegt, eine möglichst geringe Strahlung in und unterhalb der Horizontalebene, um eine Mehrwegeausbreitung zu vermeiden, und eine weitgehend zirkulare Polarisation innerhalb der konischen Strahlungscharakteristik. Ein konisches, weitgehend zirkular polarisiertes Strahlungsdiagramm kann jedoch nur erzeugt werden, wenn bei Einbeziehung der Reflexionsebene die räumlichen Strahlungscharakteristiken einer horizontal polarisierten und einer vertikal polarisierten Linearantenne amplitudenmäßig gleich sind und wenn eine richtige Phasenzuordnung der Ströme vorliegt.

Toroidförmige, horizontal polarisierte Freiraumdiagramme werden bekanntlich mit Ringantennen konstanter Stromverteilung über dem Umfang oder mit den sogenannten AlfordLoop-Antennen mit einer Seitenlänge von $\lambda/4$ oder $\lambda/2$ erhalten. Eine etwa gleiche Strahlungsverteilung liefert auch eine schlanke Schlitzrohrantenne. Über einer gut leitenden Reflexionsebene verschiebt sich dann jedoch das Maximum der Strahlung infolge des Wegunterschieds zwischen direktem und reflektiertem Strahl nach oben. Eine ähnliche Strahlungsverteilung, die jedoch vertikal polarisiert ist, kann mit einer gegen Erde als gut leitender Reflexionsebene erregten Ganzwellenantenne, einem sogenannten Monopol, erzeugt werden.

Zur Erzeugung einer optimalen Strahlungscharakteristik für den Satelliten-Mobilfunk sind bisher noch keine Antennen mit den vorstehend genannten Strahlungseigenschaften bekannt geworden. Gemäß der Erfindung soll daher eine Antenne für Satelliten-Mobilfunk geschaffen werden, mit welcher durch eine entsprechende Dimensionierung und Einspeisung einer Schlitzrohrantenne ein konisches, weitgehend zirkular polarisiertes Strahlungsdiagramm erzeugbar ist. Gemäß der Erfindung ist dies bei einer Antenne für Satelliten-Mobilfunk durch den Gegenstand des Anspruchs 1 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist zur Erzeugung eines konischen, weitgehend zirkular polarisierten Strahlungsdiagramms die Schlitzrohrantenne senkrecht zu einer gut leitenden Reflexionsebene angeordnet. Bei der erfindungsgemäßen Antenne werden ein senkrecht zur Reflexionsebene ausgerichtetes Antennenrohr bestimmter

Länge als vertikal polarisierter Linear- bzw. Vertikalstrahler, ein sogenannter Monopol, und gleichzeitig ein entsprechend bemessener Längsschlitz im Antennenrohr als horizontal polarisierter Rundumstrahler in einer bestimmten Höhe über der Reflexionsebene erregt.

Um ein gewünschtes Strahlungsmaximum unter einem Erhebungswinkel von etwa 30° zu erhalten, muß gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Antenne deren Antennenschwerpunkt eine halbe Wellenlänge ($\lambda/2$) über der mindestens einige Wellenlängen Ausdehnung aufweisenden Reflexionsebene befinden. Eine gemäß der Erfindung ausgebildete und dimensionierte Antenne kann beim Mobilfunk über Satelliten auf Land-, Luft- und Wasserfahrzeugen angewendet werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Antenne gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Einspeisungsnetzwerk in Form einer Koaxialkabel-Brücke und

Fig. 3 bis 5 mit einer erfindungsgemäß ausgebildeten Antenne gemessene Vertikaldiagramme in jeweils zwei verschiedenen Ebenen für eine vertikale Polarisation (Fig. 3), für eine horizontale Polarisation (Fig. 4) und für eine zirkulare Polarisation (Fig. 5).

In Fig. 1 ist eine in ihrer Gesamtheit mit 1 bezeichnete Schlitzrohrantenne dargestellt, welche senkrecht zu einer Reflexionsebene 2 angeordnet ist, deren Ausdehnung mindestens einige Wellenlängen beträgt. Die Schlitzrohrantenne 1 weist ein Antennenrohr 10 auf, welches an seinem der Reflexionsebene 2 zugewandten Ende eine konische Verjüngung 12 hat. Diese konische Verjüngung 12 geht in ein zylindrisches Rohr 13 über, dessen Durchmesser erheblich kleiner ist als derjenige des Antennenrohrs 10. Über ein nur schematisch dargestelltes Dicht- und Halterungsstück 6 ist die Schlitzrohrantenne 1 an der Übergangsstelle zwischen der konischen Verjüngung 12 und dem unteren Rohr 13 in der Reflexionsebene 2 gehalten. In dem Antennenrohr 10 ist ein parallel zu dessen Längsachse verlaufender Schlitz 11 ausgebildet.

Das Antennenrohr 10 stellt bei der erfindungsgemäßen Antenne die vertikal polarisierte Linearantenne dar, welche eine Länge L_1 und einen Durchmesser D von etwa $0,125 \lambda$ aufweist. Der Längsschlitz 11 in dem Antennenrohr 10 wirkt wie eine horizontal polarisierte Linearantenne und hat eine Länge L_2 von etwa $0,75 \lambda$ und eine Breite S von etwa $0,02 \lambda$. Hierbei ist der Längsschlitz 11 in dem Antennenrohr 10 so angebracht, daß die halbe Schlitzlänge $L_2/2$ etwa in einer Höhe H einer halben Wellenlänge $\lambda/2$ über der gut leitenden Reflexionsebene 2 liegt. In der Schlitzmitte beträgt die Impedanz dieses Strahlers etwa 400Ω . Zur Anpassung an ein niederohmiges Speisekabel 4 wird der Schlitz 11 nahe bei seinem der Reflexionsebene zugewandten, unteren Ende bei einer Stelle S_H eingespeist.

Die vertikal polarisierte Linearantenne, den sogenannten Monopol, bildet der Außenmantel des Antennenrohrs 10 mit der Länge L_1 in Verbindung mit der gut leitenden Reflexionsebene 2 als Gegengewicht. Zur Verringerung der Fußpunktkapazität wird der verhältnismäßig dicke Vertikal- bzw. Linearstrahler zum Einspeisepunkt S_V hin konisch verjüngt.

Wegen des endlichen Schlankheitsgrades D/L_1 muß, um eine Ganzwellenresonanz erzielen zu können, ein Verkürzungsfaktor V_K berücksichtigt werden, womit dann die Strahlerlänge L_1 nunmehr gleich dem Produkt aus der Wellenlänge λ und dem Verkürzungsfaktor V_K ist. Dieser Verkürzungsfaktor V_K wird eingemessen und lag bei einer praktischen Ausführung der erfindungsgemäßen Antenne in der Größenordnung von 0,83.

Die Impedanz am Fußpunkt dieses Ganzwellen-Monopols liegt in der Größenordnung von etwa 200Ω . Zur Anpassung an das niederohmige Speisekabel 4 dient ein unter der Reflexionsebene 2 angeordneter, coaxialer Resonanztopf 3, dessen Innenleiter in Form des Rohrs 6 zu dem Ganzwellen-Monopol führt und bei einer Impedanz S_V gleich der Kabelimpedanz abgegriffen wird. Das coaxiale Speisekabel 4 zur Speisung des geschlitzten Antennenrohrs 10 wird im Innenleiter 6 des Resonanztopfes 3 hochgeführt.

Bei dem Viertelwellen-Resonanztopf 3 handelt es sich um einen sogenannten Impedanztransformator, der zur Anpassung des Generator- und Lastwiderstandes dient.

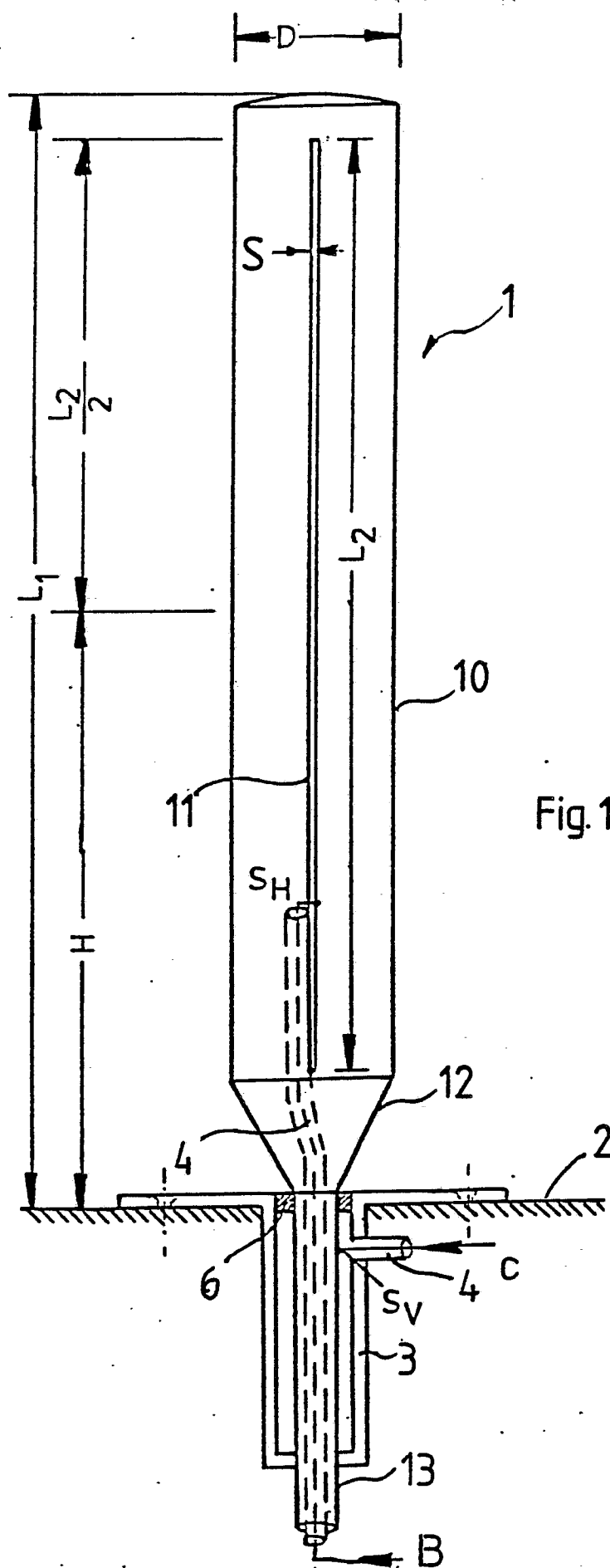
Die Gesamteinpeisung kann beispielsweise über ein 3 dB-Hybrid oder auch über eine Koaxialkabelbrücke erfolgen, wie sie beispielsweise in Fig.2 dargestellt ist. Mit Koaxialzuleitungen einer Länge L von einem Brückenpunkt B zu dem Schlitzstrahler bzw. mit einer Länge $L \pm 90$ elektrische Grade von einem Brückenpunkt C zu dem sogenannten Monopol wird eine rechts-(RHC) bzw. eine linkszirkulare Polarisation (LHC) erreicht. Werden die Anschlüsse an den Brückenpunkten A und D vertauscht, so ergibt sich der entgegengesetzte Drehsinn. Die übrigen Abmessungen der Koaxialkabelbrücke sind in Fig.2 im einzelnen angegeben; mit den beiden Anschlüssen A und D sind jeweils Abschlußwiderstände Z_0 verbunden, welche in der Größenordnung von etwa 50Ω liegen.

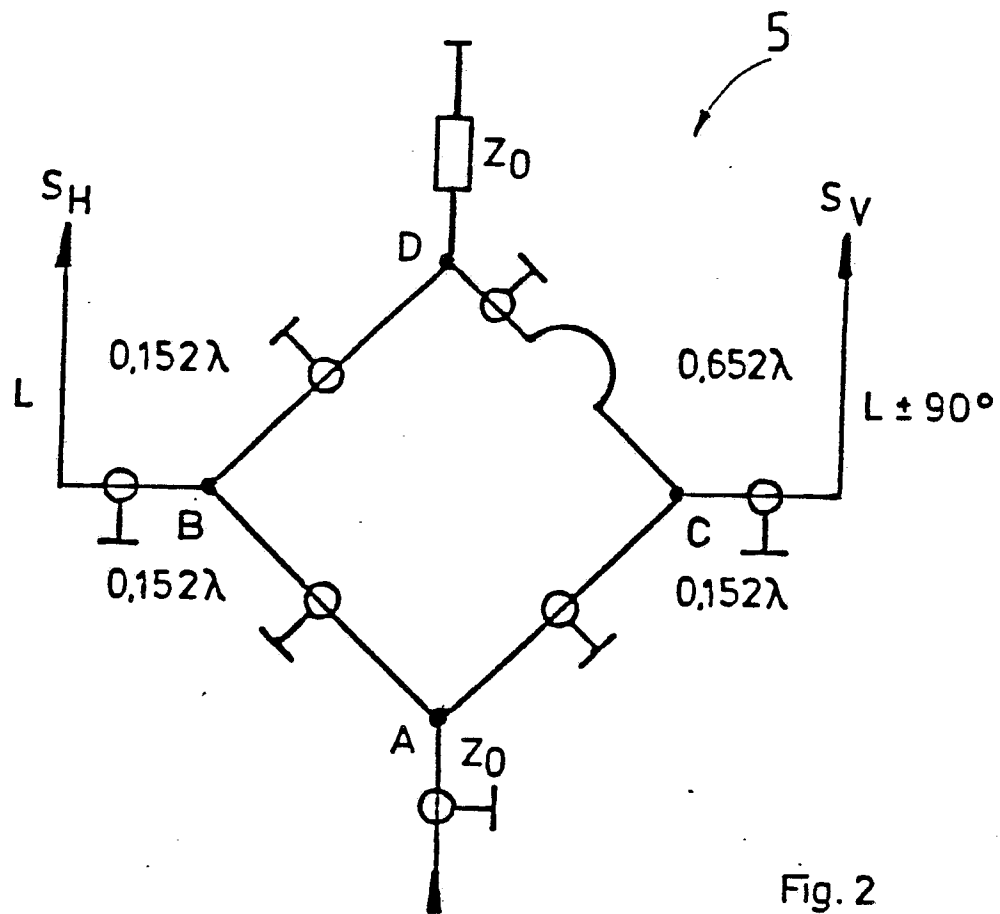
Die erfindungsgemäße Antenne kann somit bei einem annähernd gleichen Diagramm mit vier verschiedenen Polarisationen betrieben werden und ist daher besonders geeignet für Ausbreitungsuntersuchungen. Die mit einer praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Antenne gemessenen Vertikaldiagramme in jeweils zwei verschiedenen Ebenen, nämlich der X-Z- und der Y-Z-Ebene, sind für eine vertikale Polarisation in Fig.3, für eine horizontale Polarisation in Fig.4 und für eine zirkulare Polarisation in Fig.5 dargestellt. Hierbei betrug die Frequenz der Strahlung 1,545 GHz. In dem in Fig.5 dargestellten Vertikaldiagramm für eine zirkulare Polarisation ist im einzelnen angegeben, ob es sich um eine rechts- bzw. um eine linkszirkulare Polarisation handelt.

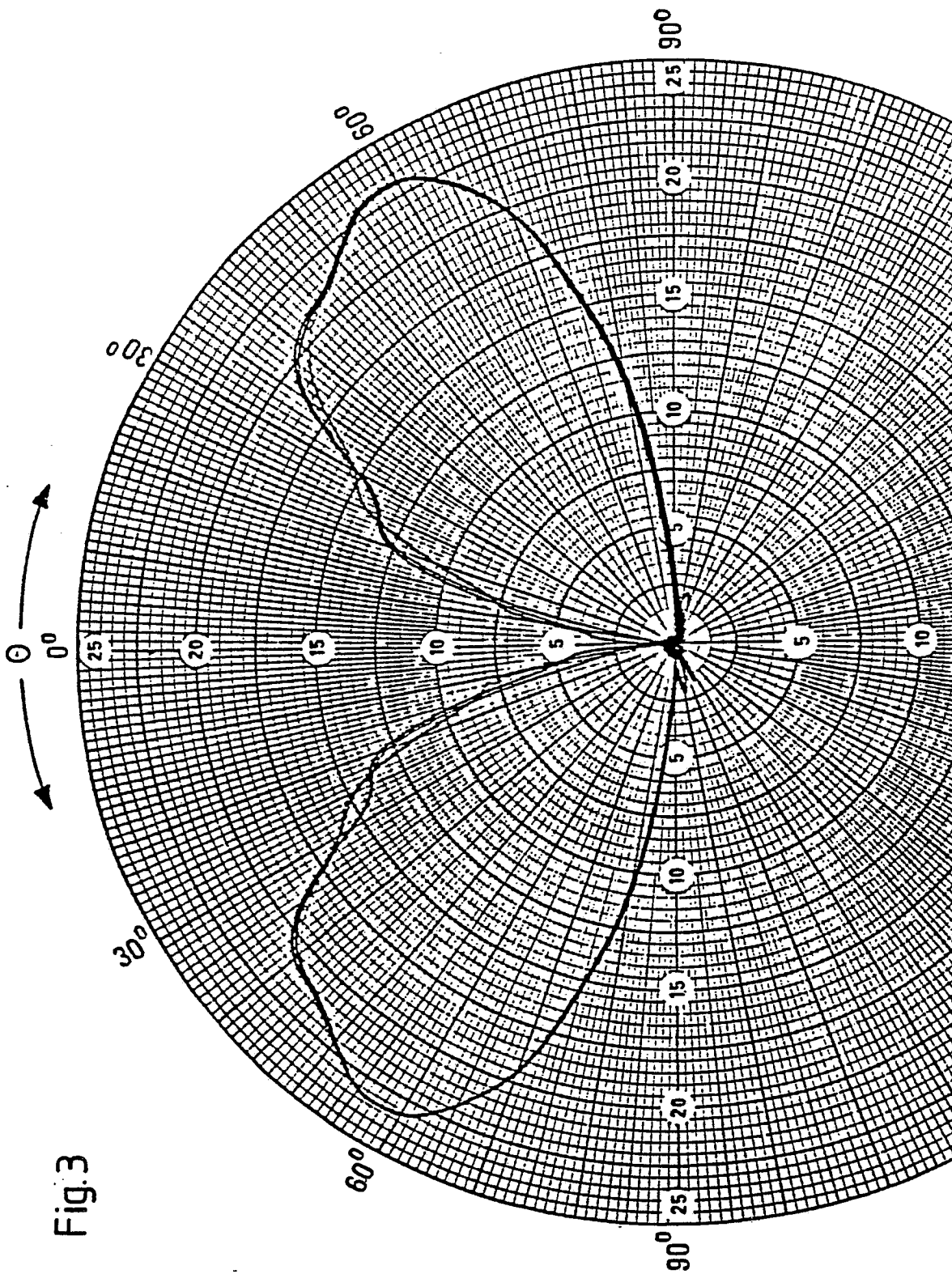
Die in Fig.1 dargestellte Antenne für einen Satelliten-Mobilfunk ist in der Praxis von einer nicht näher dargestellten Abdeckhaube umgeben. Die bei der erfindungsgemäßen Antenne gemessenen Gewinne betragen für die vertikale, horizontale und zirkulare Polarisation jeweils ca. 6 dBi.

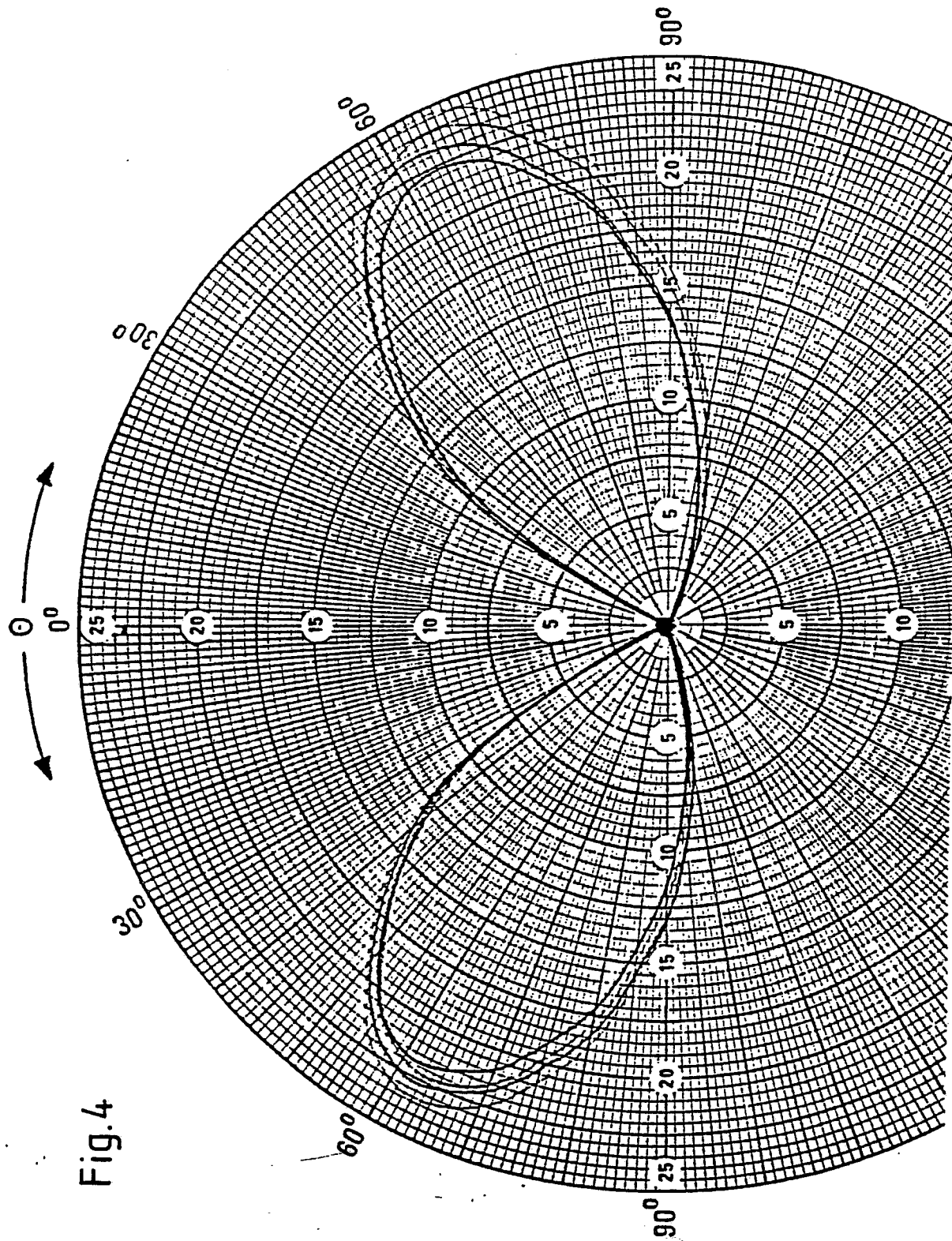
Ansprüche

1. Antenne für Satelliten-Mobilfunk im L-Band (Wellenlänge λ) in Form einer über einer gut leitenden Reflexionsebene angeordneten Schlitzrohrantenne, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung eines konischen Strahlungsdiagramms für eine weitgehend zirkular polarisierte Welle die Schlitzrohrantenne (1) zu der gut leitenden, vorzugsweise quadratischen Reflexionsebene mit einer Seitenlänge in der Größenordnung von mehreren Wellenlängen (λ) senkrecht angeordnet ist, bei welcher (1) deren senkrecht zur Reflexionsebene (2) ausgerichtetes, zylindrisches Rohr (10) mit einer Gesamtlänge (L_1) über der Reflexionsebene (2) von $\lambda \cdot V_K$ und mit einem Antennenrohr-Durchmesser (D) von $0,125\lambda$, wobei wegen des endlichen Schlankheitsgrades (D/L_1) des Antennenrohrs (10) für Ganzwellenresonanz der Faktor V_K ein Verkürzungsfaktor ist, als vertikal polarisierter Linearstrahler erregt ist, bei welcher (1) gleichzeitig, aber getrennt hiervon ein in dem zylindrischen Antennenrohr (10) ausgebildeter Längsschlitz (11) mit einer Länge (L_2) von etwa $0,75\lambda$ und einer Breite (S) von etwa $0,02\lambda$ als horizontal polarisierter Rundumstrahler über der Reflexionsebene (2) erregt ist, wobei sich die halbe Schlitzlänge ($\lambda/2$) des Längsschlitzes (11) im Antennenrohr (10) etwa in einer Höhe (H) von einer halben Wellenlänge ($0,5\lambda$) über der gut leitenden Reflexionsebene (2) befindet, und bei welcher (1) das Antennenrohr (10) an seinem der Reflexionsebene (2) zugewandten Ende eine konische Verjüngung (12) aufweist und zur Anpassung an ein niederohmiges Speisekabel (4) mit diesem konisch verjüngten Ende (12) auf einem Resonanztopf (3) mit einer Länge von etwa $0,25\lambda$ sitzt.
2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur unabhängigen, aber gleichzeitigen Erregung der vertikalen und horizontalen Polarisation ein entsprechend abgestimmtes Speisernetzwerk (5) vorgeschaltet ist.
3. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Antenne (1) für beliebige Frequenzen dimensionierbar ist, da ihre Abmessungen in Relation zur Wellenlänge (λ) stehen.









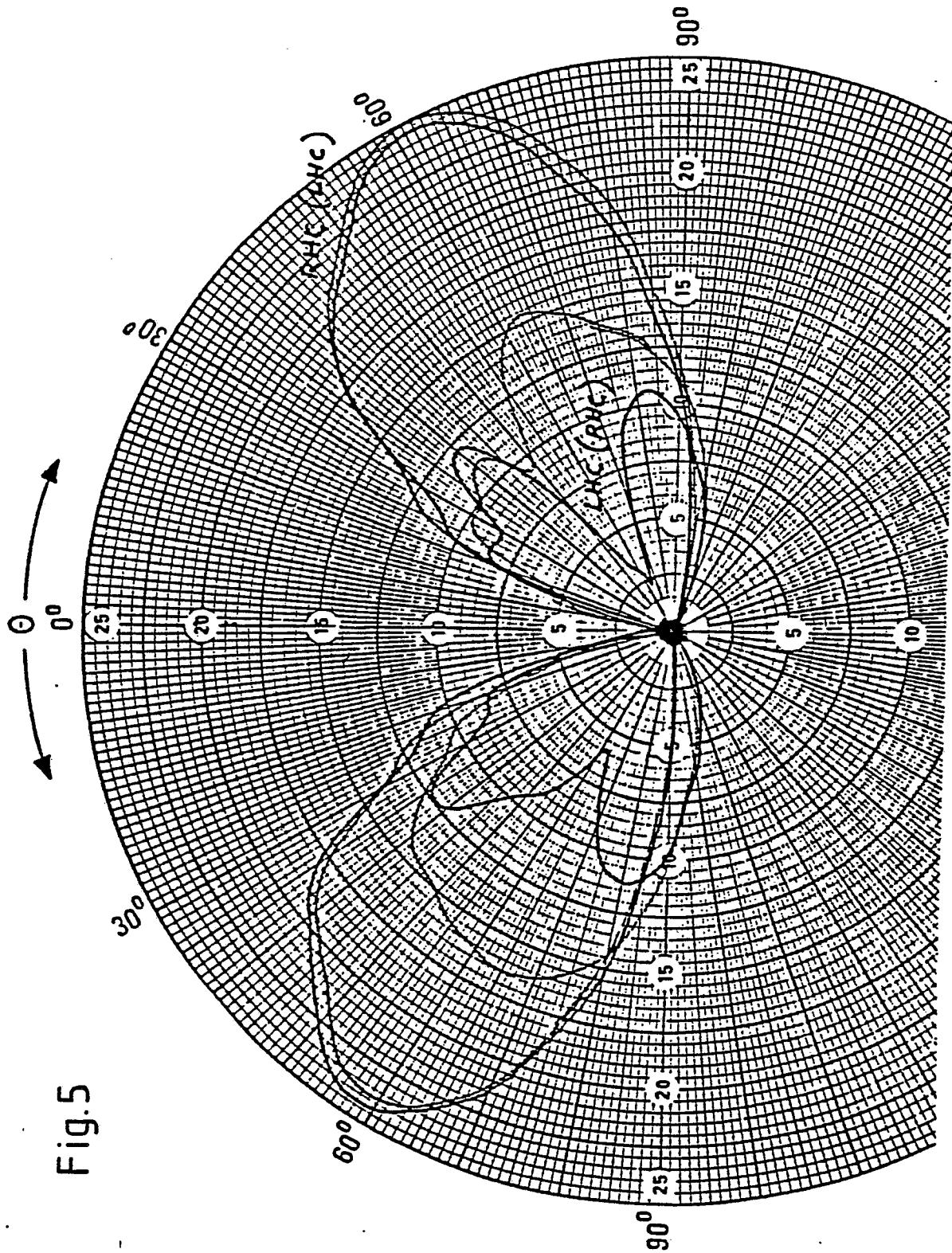


Fig.5