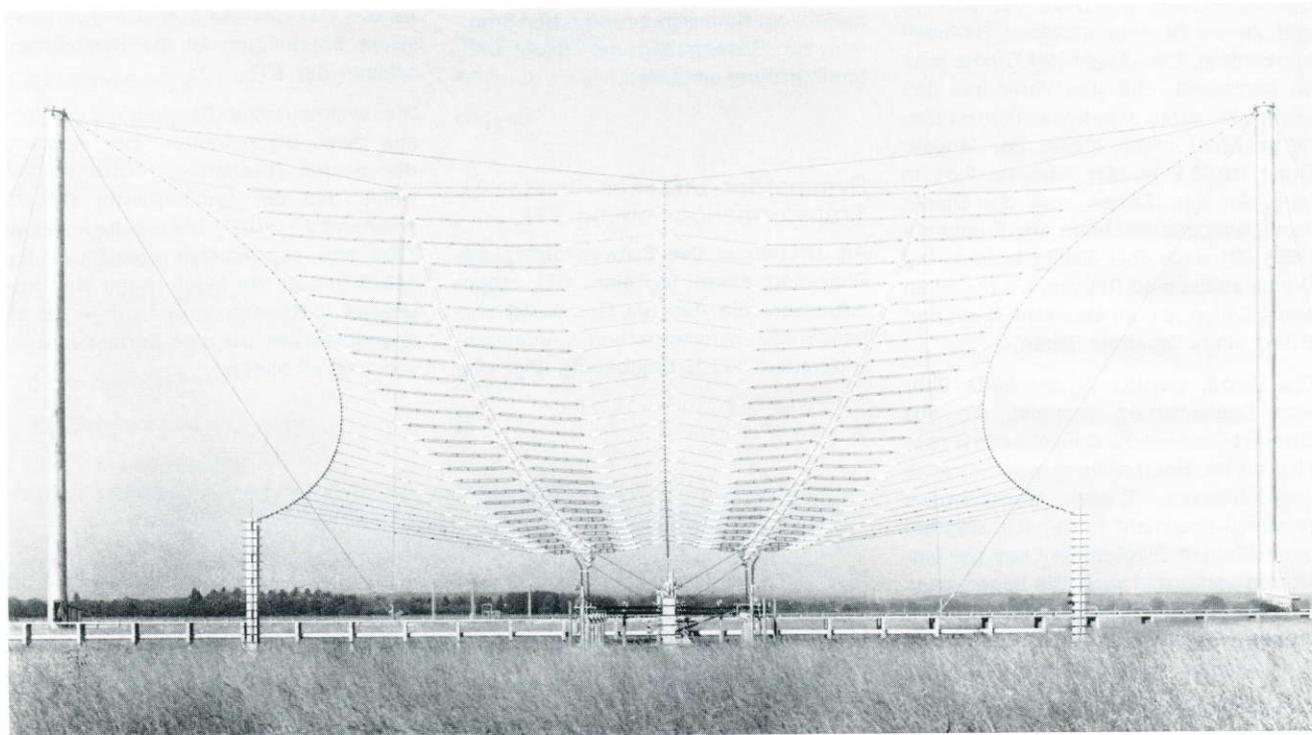




# Sender

# Horizontale logarithmisch-periodische Antenne für Kurzwellensender Typ AHL 0480/1

## Informationsblatt IB 779



1/6258/14C

Bild 1

### **Horizontale logarithmisch-periodische Antenne für Kurzwellensender Typ AHL 0480/1**

**Frequenzbereich:**  
**5,95 bis 26,1 MHz**  
**Belastbarkeit:**  
**500 kW Trägerleistung**

### **Verwendungszweck**

Die logarithmisch-periodische Antenne AHL 0480/1 — eine breitbandige Richtstrahlantenne — ist für Kurzwellensendestationen bestimmt, die mit sehr großer Leistung in Gebiete mittlerer Entfernung (etwa 200 bis 2200 km) abstrahlen.

### **Besondere Merkmale**

Kurzwellen-Richtstrahlantenne für Senderleistungen bis 500 kW.

Breitbandig für alle acht Kurzwellen-Rundfunkbänder im Bereich von 5,95 bis 26,1 MHz.

Hoher Gewinn (15 dB<sub>e</sub>).

Schwenkbereich der horizontalen Hauptstrahlungsrichtung  $\pm 20^\circ$ .

Eingangswiderstand wahlweise 50, 60, 75  $\Omega$  koaxial, 200 bis 300  $\Omega$  symmetrisch.

Unabhängigkeit der elektrischen Eigenschaften der Strahlungsdiagramme (vertikaler Erhebungswinkel der Hauptstrahlung, Halbwertsbreiten der Azimutal- und Vertikaldiagramme) von der Fre-

quenz im gesamten Frequenzbereich von 5,95 bis 26,1 MHz.

Gleiches Versorgungsgebiet für alle Frequenzen.

Weitgehende Unabhängigkeit der elektrischen Eigenschaften (Strahlungsdiagramme, Gewinn, Welligkeitsfaktor) von den elektrischen Kennwerten des Bodens in der Nähe der Antenne, durch Verwendung der horizontalen Polarisierung für die Abstrahlung. Die Form der Diagramme, die Richtungen der Hauptstrahlung und der hohe Gewinn bleiben auch bei weniger guter Bodenleitfähigkeit erhalten.

## Aufbau der Antenne

### Strahler

Die Antenne besteht aus zwei horizontal polarisierten logarithmisch-periodischen Strahlern, die nebeneinander in einer schrägen Ebene liegen, die gegen die Horizontale um etwa  $18^\circ$  geneigt ist (Bilder 3 und 4). Jeder logarithmisch-periodische Strahler besteht aus 26 Dipolen mit den Endpunkten a, b. Die Dipole sind untereinander parallel und senkrecht zum mittleren Halteseil angeordnet. Die Längen der Dipole sind so bemessen, daß das Verhältnis des jeweils kürzeren zum benachbarten längeren Dipol gleich bleibt. Der längste Dipol ist 23,2 m, der kürzeste 2,84 m lang. An den Enden sind die Dipole durch Abspannisolatoren aus Frequenta (KER 221 nach DIN 40685) isoliert. Die Dipole selbst sind Reusen, sie bestehen aus 4 Seilen, die im Querschnitt auf den Ecken eines Quadrats liegen.

Die Dipole werden in der Mitte über eine Speiseleitung gespeist, die aus 2 Hohlseilen besteht. Benachbarte Dipole sind an die Speiseleitung wechselweise angeschlossen. Dieser wechselweise Anschluß geschieht in der Art, daß bei benachbarten Dipolen die Lage der Isolatoren vertauscht wird. Sie liegen dann entweder rechts oder links in den Zuleitungen, die vom Seil zur Reuse des Dipols gehen.

Von den Endpunkten der beiden Speiseleitungen am Ort des kürzesten Dipols gehen zwei Energieleitungen mit dem Wellenwiderstand  $226 \Omega$  zu einem Phasenschieber. Die Energieleitungen sind aus zwei Kupferrohren aufgebaut.

### Phasenschieber

Der Phasenschieber (Bild 2) besteht aus einer kreisförmig gebogenen symmetrischen Leitung mit einem Durchmesser von 8 m und einem drehbaren Schwenkarm. Die beiden übereinander angeordneten Leiter der kreisförmigen Leitung sind Kupferschienen. Die Leitung erstreckt sich über einen Sektor von etwa  $265^\circ$ . Über jeder Schiene befindet sich eine Abdeckung, die den Eisansatz verhindert.

Über einen drehbaren Schwenkarm, der eine symmetrische Leitung von  $113 \Omega$  ist, wird die kreisförmig gebogene symmetrische Leitung gespeist. Die Stellung des drehbaren Schwenkarmes ist ab-

hängig von der benutzten Sendefrequenz und der gewünschten Abstrahlungsrichtung (Abstrahlung geradeaus oder nach links bzw. rechts geschwenkt). Die Einstellung des Schwenkarmes geschieht automatisch, wenn die Frequenz und die Strahlungsrichtung vorgewählt wird. Mit dem einstellbaren Winkelbereich  $\pm 132^\circ$  des Schwenkarmes läßt sich bei jeder Frequenz die erforderliche Phasenverschiebung von  $120^\circ$  zwischen den Strömen in den benachbarten logarithmisch-periodischen Strahlern zur Schwenkung der Hauptstrahlungsrichtung einstellen.

### Symmetrier- und Transformationsleitung STL

Am Drehpunkt des Schwenkarmes des Phasenschiebers ist eine STL angeschlossen, die den am Drehpunkt vorhandenen symmetrischen Antennenwiderstand  $113 \Omega$  breitbandig über den

gesamten Frequenzbereich 5,95 bis 26,1 MHz auf  $50 \Omega$  koaxial übersetzt.

Der  $50\text{-}\Omega$ -Eingang dieser STL ist der Anschluß für das vom Antennenwahlschalter kommende Koaxialkabel  $50 \Omega$  für 500 kW Trägerleistung.

Vom Anschluß des Koaxialkabels der STL geht eine im rechten Winkel gebogene Rohrleitung 120/280 zu einer symmetrischen Bandleitung. Die gesamte Anordnung vom Anschluß des Koaxialkabels bis zum Beginn der symmetrischen Bandleitung ist die Symmetrier- und Transformationsleitung der STL.

Die symmetrische Bandleitung besteht aus zwei Blechstreifen. Der Abstand der beiden Blechstreifen wird so gewählt, daß der symmetrische Wellenwiderstand sich über die Länge 7000 mm exponentiell von  $50 \Omega$  auf  $113 \Omega$  ändert. An jedem Band sind insgesamt 10 Kondensatoren von je 100 pF angeschlossen, die eine Serienkapazität von 1000 pF bilden.

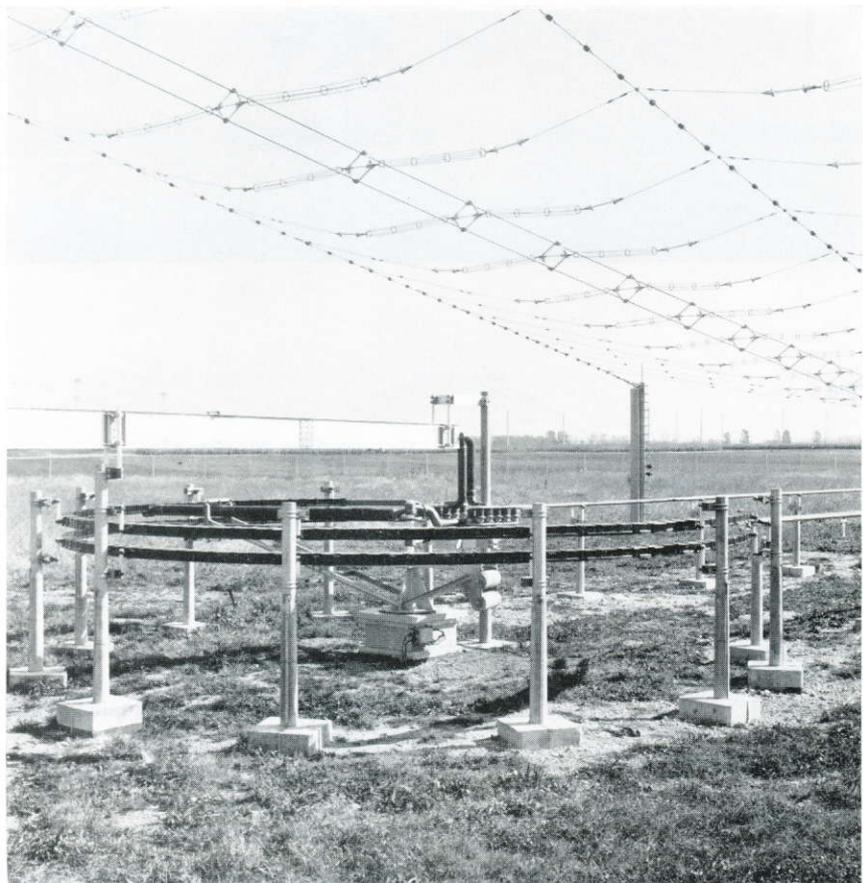


Bild 2 Phasenschieber

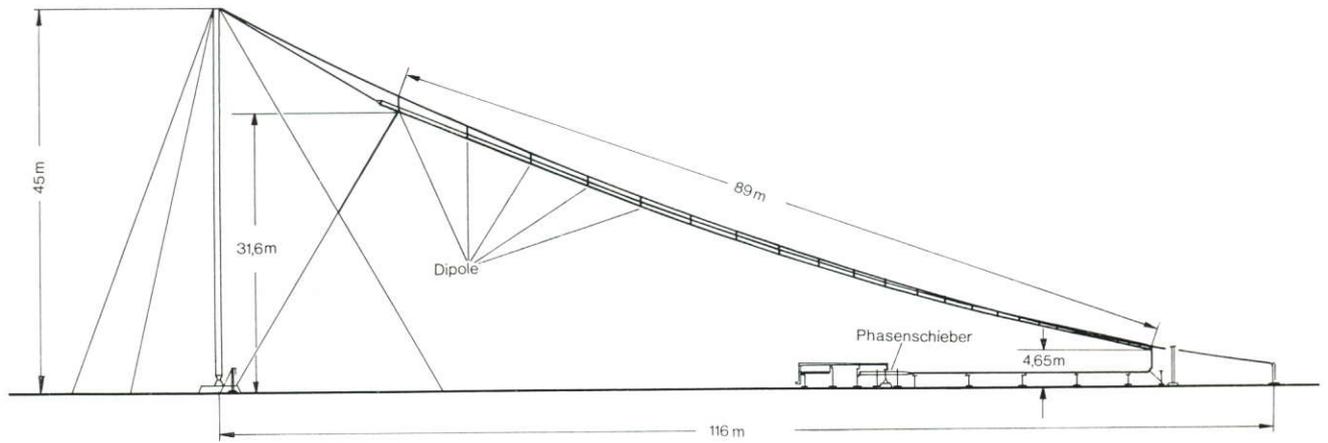


Bild 3 Antennenaufbau; Seitenansicht

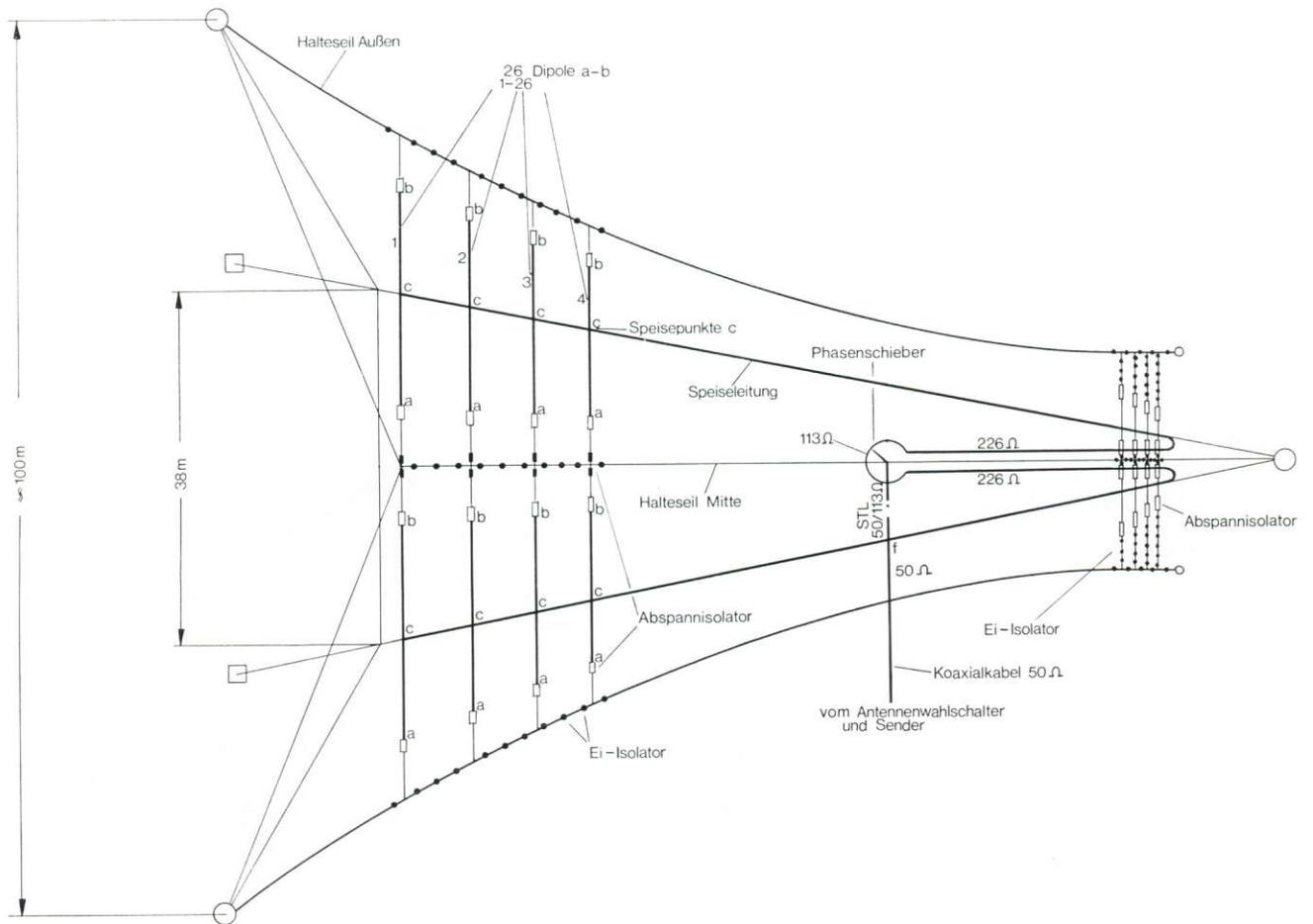


Bild 4 Antennenaufbau; Draufsicht

## Wirkungsweise und elektrische Eigenschaften der Antenne

Die Wirkungsweise der logarithmisch-periodischen Antennen ergibt sich aus dem grundsätzlichen Aufbau.

Die Strahlerelemente jeder Antenne sind horizontale Dipole, die für den gesamten Frequenzbereich nacheinander jeweils in der Umgebung ihrer  $\lambda/2$ -Resonanzfrequenz wirksam sind. Bei der niedrigen Randfrequenz 5,95 MHz ist daher nur eine Gruppe von 4 bis 5 der längsten Dipole und bei der hohen Randfrequenz 26,1 MHz entsprechend eine Gruppe der kürzesten Dipole an der Abstrahlung beteiligt. Die benachbarten kürzeren Dipole einer derartigen in Resonanz befindlichen Gruppe wirken als Direktoren, die längeren Dipole als Reflektoren, der mittlere Dipol ist dann der Hauptstrahler dieser, einer Yagiantenne ähnlichen Anordnung.

Beim Fortschreiten zu höheren Frequenzen werden entsprechende Gruppen mit kürzeren Dipolen wirksam. Die nicht in Resonanz befindlichen Dipole wirken sich von der Einspeisungsstelle am Ort des kürzesten Dipols bis zu den in Resonanz befindlichen Dipolen einer Gruppe als Blindbelastung (kapazitiv) der Speiseleitung aus. Der Wellenwiderstand der Speiseleitung, der sich aus den geometrischen Abmessungen ergibt, ist daher erheblich größer als der elektrisch wirksame Wellenwiderstand von etwa 226  $\Omega$ .

Von der in Resonanz befindlichen Gruppe wird fast die gesamte ankommende Leistung abgestrahlt. Daher läuft nur sehr wenig Leistung auf der Speiseleitung weiter, und die Dipole, die länger als eine halbe Wellenlänge sind, werden praktisch nicht erregt. Die Hauptstrahlung der Antenne erfolgt in Richtung von den längeren zu den kürzeren Dipolen. Die Anordnung der in der schrägen Ebene nebeneinander liegenden beiden logarithmisch periodischen Strahler ist so gewählt, daß der Mittenabstand jeweils wirksamer Dipole bei der entsprechenden Resonanzwellenlänge  $\lambda_{\text{Res}}$ , bezogen auf diese Wellenlänge, stets gleich bleibt. Hiermit wird erreicht, daß die Horizontaldiagramme bei allen Frequenzen nahezu unverändert bleiben. Wird der Schwenkarm des Phasenschiebers in Mittelstellung gebracht, werden die beiden logarithmisch periodischen Strahler gleichphasig gespeist. Die Hauptstrahlung der Horizontaldiagramme ist dann die Richtung der

Winkelhalbierenden der beiden Speiseleitungen und zwar von den längeren zu den kürzeren Dipolen hin.

Die horizontalen Strahlungsdiagramme (Azimutaldiagramme) für einen Erhebungswinkel von  $25^\circ$  sind in den Bildern 5, 6 und 7 dargestellt. In dieser Richtung findet die Hauptabstrahlung der Antenne statt. Die Diagramme sind als Feldstärkediagramme linear eingetragen. Der Wert  $-3$  dB entspricht etwa  $0,7 E_{\text{max}}$ , der Wert  $-6$  dB entspricht  $0,5 E_{\text{max}}$  usw. ( $E_{\text{max}}$  = Maximal-Feldstärke in Hauptstrahlungsrichtung).

Die Halbwertsbreite (Breite zwischen den  $-3$  dB-Punkten) der Horizontaldiagramme ist nahezu unabhängig von der Frequenz  $\pm 20^\circ$ .

Für die Schwenkung der Richtung der Hauptstrahlung im Azimutaldiagramm um  $\pm 20^\circ$  gegen die Richtung der Hauptstrahlung bei gleichphasiger Speisung muß mit Hilfe des Phasenschiebers eine Phasendifferenz von  $120^\circ$  der Ströme in den beiden benachbarten logarithmisch-periodischen Strahlern bei jeder Frequenz eingestellt werden. Hierfür sind für den Schwenkarm des Phasenschiebers bei den 8 Frequenzen der Rundfunkbänder nach beiden Seiten von der Mittelstellung aus 8 Stellungen erforderlich. Diese Stellungen werden bei der Frequenzwahl automatisch durch programmierte Vorwahl in einer Schaltung für die Bewegung des Einstellmotors festgelegt. Die bei dieser Phasenverschiebung entstehenden Azimutaldiagramme – für einen Erhebungswinkel von  $25^\circ$  – sind in den Bildern 8, 9 und 10 dargestellt. Die Hauptstrahlungsrichtung ist unabhängig von der Frequenz um  $20^\circ$  gegen die Richtung der Symmetrieebene der Antenne geschwenkt. Die Halbwertsbreite der Hauptkeule schwankt zwischen  $40^\circ$  und  $35^\circ$ .

Die vertikalen Feldstärkediagramme in Richtung der jeweiligen Hauptstrahlung zeigen die Bilder 11, 12 und 13. Die angegebenen Vertikaldiagramme gelten für ideal leitenden Boden.

Wegen der geringen Abhängigkeit der Reflexion horizontal polarisierter Strahlung von den elektrischen Eigenschaften (Leitfähigkeit  $\sigma$  und Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$ ) des Bodens sind diese Diagramme auch für normale Bodenverhältnisse noch weitgehend gültig.

Eine umfassende Darstellung der Strahlungseigenschaften einer Antenne erhält man mit der Leistungscharakteristik nach CCIR. Hier wird in einem azimutalen

Winkelbereich von  $\varphi = \pm 90^\circ$  um die Hauptstrahlrichtung und für den Winkelbereich  $\beta = 0^\circ$  bis  $90^\circ$  des Erhebungswinkels gegen die Horizontale, die im Verhältnis zur Hauptstrahlung abgestrahlte Leistungsdichte angegeben. Diese Leistungscharakteristiken sind in den Bildern 14 und 15 für  $0^\circ$  und  $20^\circ$  Schwenkung der Hauptstrahlungsrichtung dargestellt. Es ist weiterhin berücksichtigt, daß die Reflexion am Boden für eine normale Bodenart (Leitfähigkeit  $\sigma = 3 \cdot 10^{-3}$  S/m, Dielektrizitätskonstante  $\epsilon = 12$ ) stattfindet. Auch hier ergibt sich bei einem Erhebungswinkel von  $\beta = 25^\circ$  eine Halbwertsbreite des Hauptzipfels von  $40^\circ$ . Diese Leistungscharakteristiken gelten praktisch für alle Frequenzen, da auch die Horizontal- und Vertikaldiagramme nahezu frequenzunabhängig sind.

Eine für den Senderbetrieb sehr wichtige Antenneneigenschaft ist die Welligkeit am Anschlußpunkt  $50 \Omega$  der STL für das Koaxialkabel. Durch sorgfältige Einhaltung der Wellenwiderstände aller Speiseleitungen konnten für die Welligkeit am Anschluß des Koaxialkabels  $50 \Omega$  über den ganzen Frequenzbereich Werte  $s < 1,8$  bei gleichphasiger Speisung und  $s < 1,7$  bei Schwenkung der Hauptstrahlungsrichtung erzielt werden.

Der Gewinn der Antenne ist wegen der weitgehenden Unabhängigkeit der Strahlungsdiagramme von der Frequenz über den gesamten Frequenzbereich praktisch konstant. Er wird auf den isotropen Strahler bezogen und beträgt  $G_i \approx 15$  dB.

## Technische Daten

Frequenzbereich:	5,95 bis 26,1 MHz
Belastbarkeit:	500 kW Trägerleistung 100 % moduliert
Eingangswiderstand:	50 $\Omega$ koaxial
Welligkeit an 50 $\Omega$	s < 1,8 bei 0° Schwenkung der Hauptstrahlungsrichtung s < 1,7 bei 20° Schwenkung der Hauptstrahlungsrichtung
Azimutaldiagramme in 25° Erhebungswinkel	Bilder 5, 6 und 7
0° Schwenkung:	Bilder 8, 9 und 10
20° Schwenkung:	etwa 40°
Halbwertsbreite:	
Vertikaldiagramme in Hauptstrahlungsrichtung	Bilder 11, 12 und 13
Erhebungswinkel der Hauptstrahlung:	etwa 25°
Leistungscharakteristik für Boden mit $\sigma = 3 \cdot 10^{-3}$ S/m, $\epsilon = 12$	
0° Schwenkung:	Bild 14
20° Schwenkung:	Bild 15
Gewinn, bezogen auf isotropen Strahler:	$G_i \approx 15$ dB

### Horizontaldiagramme (Azimutaldiagramme für Erhebungswinkel 25°)

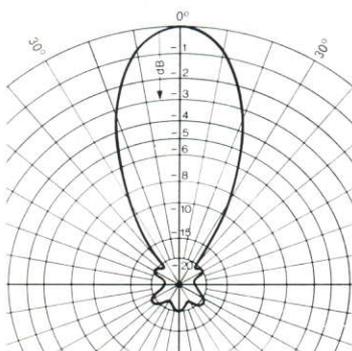


Bild 5  
5,95 MHz, 0° Schwenkung

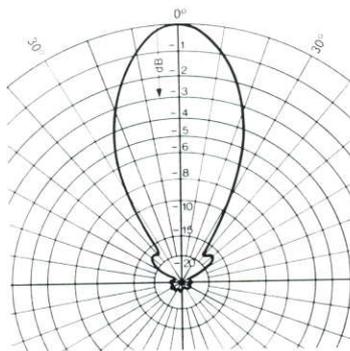


Bild 6  
12,5 MHz, 0° Schwenkung

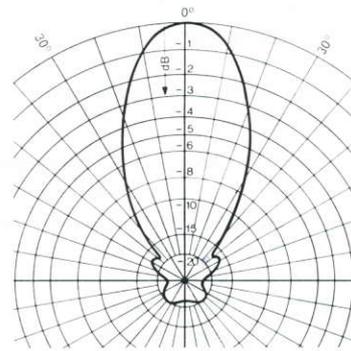


Bild 7  
26,1 MHz, 0° Schwenkung

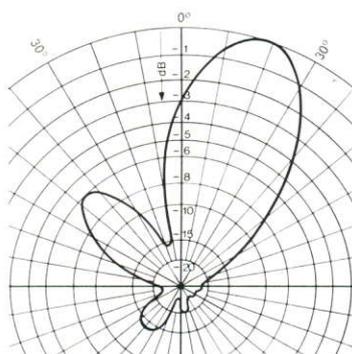


Bild 8  
5,95 MHz, 20° Schwenkung

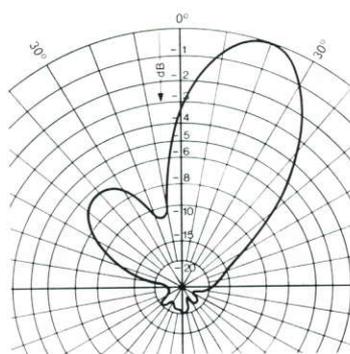


Bild 9  
12,5 MHz, 20° Schwenkung

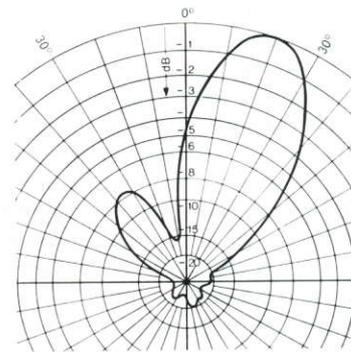


Bild 10  
26,1 MHz, 20° Schwenkung

### Vertikaldiagramme

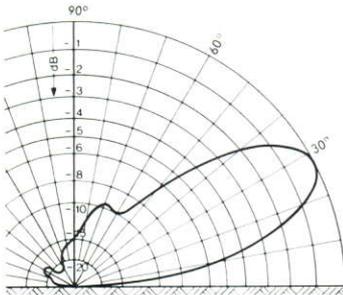


Bild 11  
5,95 MHz

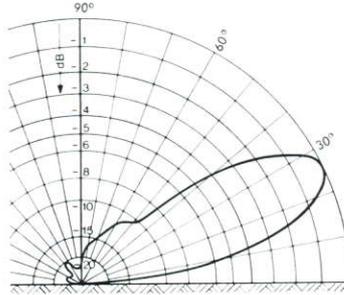


Bild 12  
12,5 MHz

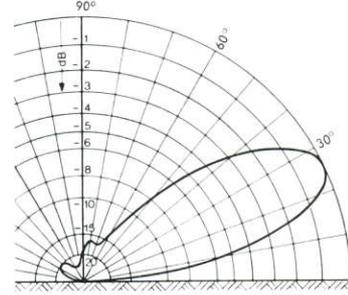


Bild 13  
26,1 MHz

Bild 14  
Leistungscharakteristik  
gerechnet für Erdboden mit  
 $\sigma = 3 \cdot 10^{-3} \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 12$ ,  
 $0^\circ$  Schwenkung

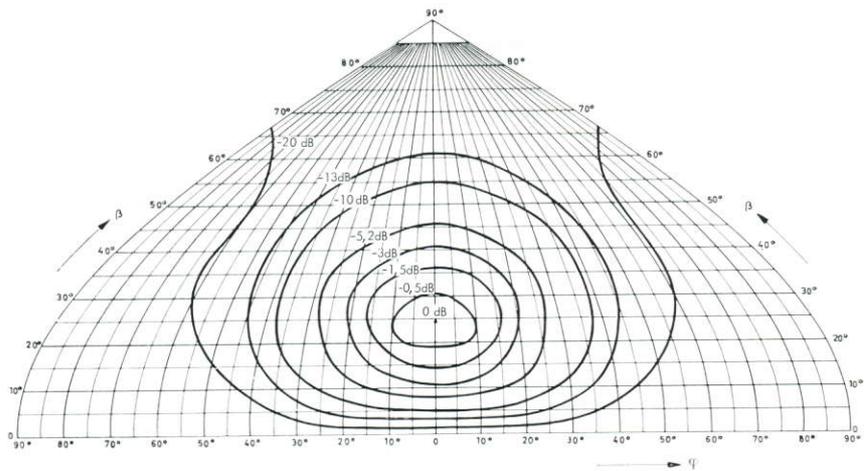


Bild 15  
Leistungscharakteristik  
gerechnet für Erdboden mit  
 $\sigma = 3 \cdot 10^{-3} \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 12$ ,  
 $20^\circ$  Schwenkung

