

Kommunikation und Funkerfassung im Kurzwellenbereich sind die Einsatzgebiete der neuen drehbaren logarithmisch-periodischen Antennen mit den Typenbezeichnungen AK 7.. und AK 8... Fünf Ausführungen – sie unterscheiden sich im Frequenzbereich, in der zulässigen Senderleistung und in der Auslegung hinsichtlich klimatischer Verhältnisse – gewährleisten bestmögliche Anpassung an jeden Anwendungsfall und Aufstellungsort.

Drehbare logarithmisch-periodische HF-Antennen in Leichtbauweise

Logarithmisch-periodische Kurzwellenantennen in drehbarer Ausführung gehören bereits seit 15 Jahren zum Lieferprogramm von Rohde & Schwarz. Durch Fortschritte im technischen und technologischen Bereich konnte in dieser Zeit eine Reihe von Erweiterungen und Verbesserungen vorgenommen werden. Die neuen Typenreihen mit der Bezeichnung AK 7.. und AK 8.. bilden eine marktorientierte Ergänzung des R&S-Antennenprogramms auf dem Kurzwellensektor (BILD 1). Ihre Entwicklung wurde vor allem durch folgende Vorgänge bestimmt:

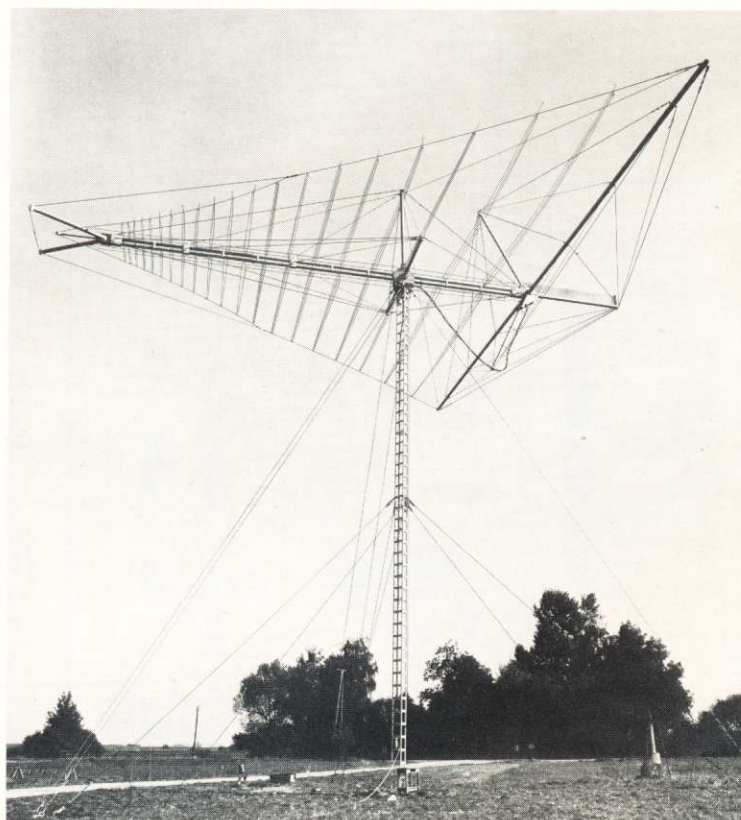
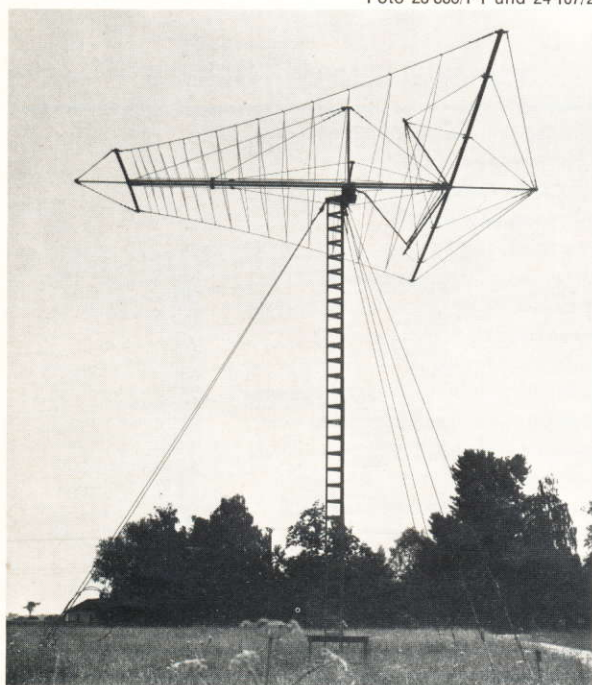
Es ist allgemein ein weltweiter Ausbau des Kurzwellenfunks zu verzeichnen.

Viele Funkdienste fordern höhere Zuverlässigkeit der Verbindung.

Die sprunghaft ansteigenden diplomatischen Verflechtungen führen zur Einrichtung oder zum Ausbau von Botschafts-Funknetzen auf internationaler Basis [1].

BILD 1 Drehbare logarithmisch-periodische HF-Antennen in Leichtbauweise. Links: Standardausführung für 10 bis 30 MHz und 1 kW effektive Senderleistung, Typ AK 701. Rechts: Verstärkte Ausführung für harte Umweltbedingungen, Frequenzbereich 5 bis 30 MHz, effektive Senderleistung 20 kW, Typ AK 853.

Foto 23 888/1-1 und 24 107/2



Die Erhöhung der Verbindungssicherheit ohne Steigerung der Betriebskosten läßt sich bei vorhandenen Stationen durch Ersetzen der bisher vielfach verwendeten Rundstrahlantennen durch Richtstrahler erreichen, wie sie die logarithmisch-periodischen Antennen darstellen.

Bei dem wichtigen Sektor Botschaftsfunk ergeben sich häufig Randbedingungen, die für den Einsatz der neuen Antennen sprechen:

Es sind oft für Kurzwellenfunk kritische Entfernungen zu überbrücken,

die Funkverbindung muß besonders zuverlässig sein,

die Senderleistungen betragen selten mehr als 1 kW,

wegen der Abhängigkeit der Sendefrequenz von Tages- und Jahreszeit sowie von der Sonnenfleckenzahl ist Breitbandigkeit erforderlich,

in den meisten Fällen muß die Antenne auf dem Dach eines Hauses untergebracht werden.

Diese Kriterien sind in dem Konzept der Neuentwicklungen berücksichtigt: Die drehbaren logarithmisch-periodischen Antennenanlagen AK 7.. und AK 8.. haben einen hohen Antennengewinn, sind breitbandig und eignen sich durch ihre Leichtbauweise sowie ihre geringe Windlast auch für den Einsatz auf Dächern.

Mechanischer Aufbau

Statik

Grundlage für die statische Berechnung und Dimensionierung der Antennenanlagen bilden die Normen DIN 4131 „Antennentragwerke aus Stahl“ und DIN 4113 „Aluminium im Hochbau“ sowie die in diesen Normen aufgeführten weiteren Normen und Vorschriften. Weiter stand bei der mechanischen Dimensionierung – da bei Antennenstandorten in bewohnten Gebieten die Gefahr von Personenschäden besonders zu beachten ist – die Einhaltung entsprechender Sicherheitsfaktoren im Vordergrund.

Mit Rücksicht auf die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse auf der Erde entstanden zwei Typenreihen mit verschiedenen Lastannahmen. Bei der **Standardausführung** (Typenreihe AK 7..) ist ein Windstaudruck von 110 kp/m^2 zugrundegelegt; das entspricht einer Windgeschwindigkeit von rund 152 km/h . Dieser Wert stellt die höchste Forderung der DIN 4131 dar, wenn nicht besonders exponierte Orte – etwa Berggipfel – vorliegen; 152 km/h werden nach DIN 4131 nur für die Küstenzone der Nordsee gefordert.

Die **verstärkte Ausführung** für besonders harte Umweltbedingungen (Typenreihe AK 8..) ist für Aufstellungsorte dimensioniert, bei denen mit Vereisung der Antenne gerechnet werden muß. Für den zulässigen Eisansatz wurden folgende Werte zugrundegelegt, die sich bei Antennen im praktischen Einsatz bestens bewährt haben:

für Seile mit Durchmessern bis zu 5 mm : 10 mm radial,
für alle Teile mit mehr als 5 mm Durchmesser oder Stärke:
 20 mm allseitig.

Welche Mehrbelastung der Eisansatz darstellt, soll BILD 2 veranschaulichen. Ein Dipolseil der Antenne mit rund 2 mm Durchmesser bietet dem Wind im extrem vereisten Zustand einen Durchmesser von 22 mm ; der Durchmesser der teilweise verwendeten 7 mm starken isolierenden Spannseile erhöht sich für diesen Lastfall auf 47 mm !

Neben der Gewichtserhöhung durch Eisansatz wurde für die Dimensionierung vorausgesetzt, daß Wind bis zu 100 km/h auf die so vereiste Antenne zulässig ist. Jahrelange Beobachtungen des Eisansatzes an Antennen haben gezeigt, daß schon bei wesentlich niedrigeren Windgeschwindigkeiten das Eis durch die Bewegung der Seile abgesprengt wird. Hierin liegt ein erheblicher Vorteil des Seilvorhangs gegenüber Antennen mit stabförmigen Dipolen. Im unvereisten Zustand ist die Antennenanlage gemäß DIN 4131 für Windgeschwindigkeiten bis zu 152 km/h ausgelegt.

Material

Hohe Betriebssicherheit und lange Nutzungsdauer sind Voraussetzungen, die Anlagen für die kommerzielle Nachrichtentechnik erfüllen müssen. Bei Schäden entstehen bekanntlich nicht nur Kosten für Neubeschaffung, Demontage der beschädigten und Aufbau der neuen Anlage: Die Inanspruchnahme anderer Dienste während einer eventuell mehrere Monate dauernden Instandsetzung verursacht im allgemeinen hohe finanzielle Belastungen, sofern die benötigte Nachrichtenverbindung überhaupt aufrecht zu erhalten ist. Beim Einsatz von Antennen in bewohnten Ge-

genden muß, wie schon erwähnt, außerdem der möglichen Gefährdung von Personen bei einem mechanischen Schaden erhebliche Bedeutung beigemessen werden.

Nicht nur bei der Typenreihe AK 8.., sondern auch bei den Standardausführungen der Typenreihe AK 7.. werden aus diesen Gründen ausschließlich korrosionsbeständige Werkstoffe eingesetzt; bei großen Stahlteilen wird Langzeit-Oberflächenschutz durch Feuerverzinken erreicht, ebenso bei allen Verbindungselementen, sofern sie nicht aus korrosionsbeständigem Stahl sind. Die verwendeten Isolierstoffe wurden ausnahmslos unter Berücksichtigung ihrer Beständigkeit gegen ultraviolette Strahlung ausgewählt.

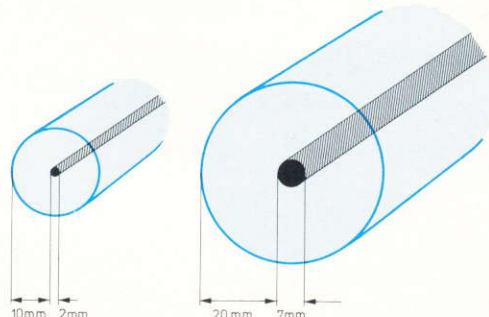


BILD 2 Querschnittsvergrößerung durch Eisansatz, Maßstab 1:2.

Leichtbauweise

Wie bei den in [2] beschriebenen drehbaren logarithmisch-periodischen Antennen wird die Antennenebene bei den Neuentwicklungen durch eine T-förmige Tragkonstruktion aufgespannt. Auch hier bietet der als Rohr ausgeführte längste Strahler der Dipolstruktur die äußeren Befestigungspunkte für die Spannseile; gegenüber dem früheren Stahlrohr wird bei den Typenreihen AK 7.. und AK 8.. ein Rohr aus einer seewasserbeständigen Aluminiumlegierung verwendet.

Die entscheidende Reduzierung von Gewicht und Windlast wird bei dem horizontalen Längsträger erreicht: Er ist nicht wie bei vielen handelsüblichen Antennen als Stahlgitterträger ausgeführt, sondern es wird eine Tragkonstruktion aus Aluminiumrohren angewendet. Diese Rohre werden so durch Spannseile entlastet, daß relativ geringe Durchmesser und Wandstärken ausreichen und damit Gewicht und Windlast weiter gesenkt werden.

Drehantriebe

Durch die Verminderung von Gewicht, Windlast und Trägheitsmoment der Antennenebene können außer dem Tragmast auch die Drehantriebe für die fernbediente Einstellung des Azimut erheblich leichter und preisgünstiger ausgeführt werden. Der Antrieb ist dem Qualitätsstandard der beiden Typenreihen angepaßt. Die **elektronische Antriebssteuerung** sorgt für weiches Anlaufen und Abbremsen. Dies führt zu einer Verringerung derjenigen dynamischen Beanspruchungen, die sich unmittelbar auf die Dimensionierung der Anlagenteile auswirken. Darüber hinaus ergibt sich noch ein günstiger Langzeiteffekt durch geringere Belastung aller Teile.

Das maximale Antriebsmoment wurde so groß gewählt, daß auch bei hohen Windgeschwindigkeiten ein **Anlaufen der Antenne gegen den Wind** zum Einstellen der gewünschten Abstrahlrichtung gewährleistet ist. Damit selbst bei außergewöhnlichen Lastfällen keine Betriebsunterbrechung auftritt, ist weiterhin berücksichtigt, daß die Windgeschwindigkeiten oder der Eisansatz (bei AK 8..) zu beiden Seiten der Drehachse unterschiedlich sein können.

Elektrische Eigenschaften

Bei der Erarbeitung der „Software“ für weltweite Kurzwellenfunknetze wurde eine Vielzahl von Übertragungswegen über unterschiedlichste Entfernungen und in verschiedensten geografischen Regionen untersucht. Die Auswertung der Computer-Funkprognosen führte dabei zu Empfehlungen, die angeben, welche Frequenzen zu einem bestimmten Zeitpunkt die maximale Zuverlässigkeit gewährleisten (BILD 3).

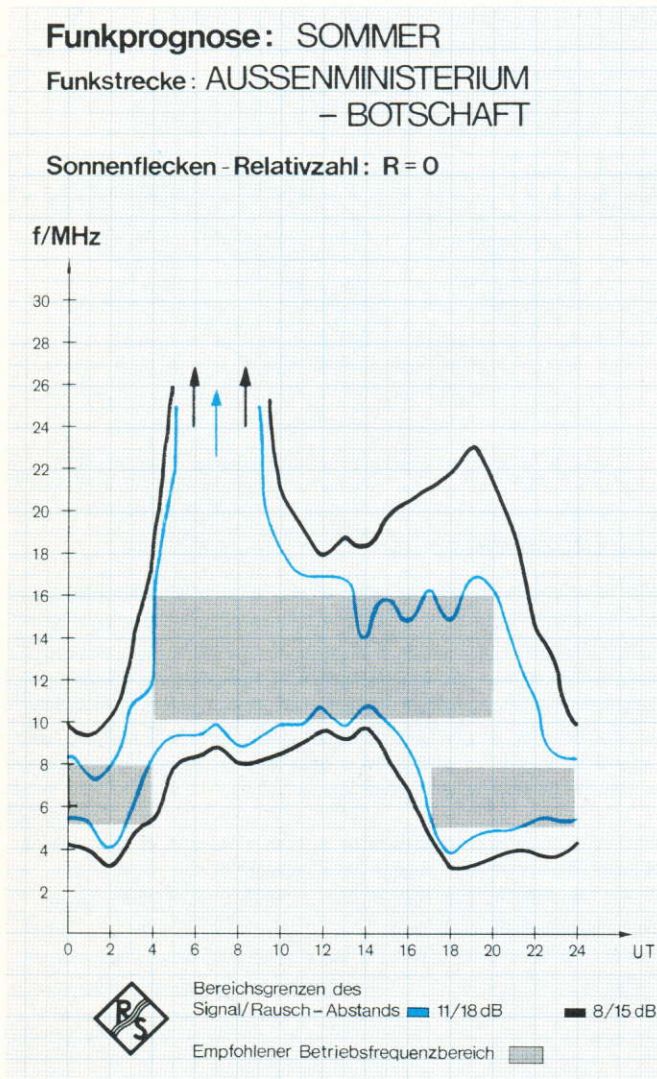


BILD 3 Funkprognose. Auswertung der Computer-Prognose für eine Kurzwellenfunkverbindung über 24 Stunden; berücksichtigt sind Jahreszeit und Sonnenfleckenaktivität. Die gerasterte Fläche stellt den Bereich dar, in dem maximale Zuverlässigkeit der Funkverbindung erreicht wird.

Die statistische Auswertung dieses Materials hat zur Festlegung der beiden **Frequenzbereiche 5 bis 30 und 10 bis 30 MHz** der neuen Typenreihen AK 7.. und AK 8.. entscheidend beigetragen.

Für viele Funkdienste muß Betrieb auch in den Nachtstunden möglich sein. Bei mittleren bis großen Entfernungen werden hierzu während eines beträchtlichen Prozentsatzes der Zeit Frequenzen um 5 MHz für eine optimale Funkverbindung benötigt. Weiterhin können mit Frequenzen um 5 MHz tagsüber relativ geringe Entfernungen überbrückt werden. Für diesen Einsatzfall wurden die logarithmisch-periodischen Antennen AK 75. und AK 85. entwickelt.

Ist dagegen vorwiegend tagsüber Funkbetrieb über Entfernungen von mehreren tausend Kilometern abzuwickeln, so werden die Typen AK 70. oder AK 80. für den Frequenzbereich 10 bis 30 MHz eingesetzt. Da die rückwärtige Querabmessung jedes logarithmisch-periodischen Strahlers von der tiefsten Betriebsfrequenz abhängt, liegen diese Antennenanlagen in Abmessungen, Gewicht und damit Preis erheblich niedriger. Wie Ausbreitungsstatistiken zeigen, reichen Frequenzen um 10 MHz für Tagbetrieb über große Entfernungen selbst im Sonnenfleckenminimum aus.

Die überwiegende Anzahl der auf dem Markt benötigten logarithmisch-periodischen HF-Antennen wird mit **Senderleistungen** bis zu 1 kW betrieben. Für diesen Fall sind die Antennen der Typen AK..1 ausgelegt. Ausführungen für beispielsweise nur 100 W effektive Leistung würden keine merkliche Kostenreduzierung mehr bringen, da die Leiterquerschnitte teils durch die Antennenstatik vorgegeben sind, teils zur Erzielung eines Wirkungsgrades nahe 100 % nicht wesentlich verringert werden können. Für effektive Senderleistungen bis zu 20 kW steht in dem neuen Programm die Antennenanlage mit der Typenbezeichnung AK 853 zur Verfügung.

Bei höheren Senderleistungen – bis zu $P_{eff} = 1 \text{ MW}$ – werden die bewährten drehbaren logarithmisch-periodischen Antennenanlagen der Typenreihe AK 226/4.. eingesetzt.

Die **Strahlungsdiagramme** der Typenreihen AK 7.. und AK 8.. entsprechen denen der Antennenanlage AK 200 [2]: Das Horizontaldiagramm weist eine von der Frequenz unabhängige Halbwertsbreite auf, und das Vertikaldiagramm zeigt die mit steigender Frequenz erforderliche flacher werdende Abstrahlungscharakteristik.

Axel Stark

LITERATUR

- [1] Tauber, R.: Botschafts-Funknetze. In diesem Heft, S. 4–7.
- [2] Stark, A.: Drehbare logarithmisch-periodische Dipolantennen für 5 bis 30 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (1973) Nr. 63, S. 16–22.

KURZDATEN DER DREHBAREN LOG.-PER. HF-ANTENNEN AK 7.. UND AK 8..

	AK 701	AK 751	AK 801	AK 851	AK 853
Frequenzbereich in MHz	10 ... 30	5 ... 30	10 ... 30	5 ... 30	5 ... 30
Zulässige Senderleistung P_{eff} in kW	1	1	1	1	20
Anschlußbuchsen nach IEC 169–4 (bzw. –5)	7/16	7/16	7/16	7/16	13/30
Gewinn (über ideal leitender Ebene), Bezug: isotroper Strahler im freien Raum			10 ... 13 dB		
Polarisation			horizontal		
Impedanz / Welligkeit (VSWR)			$50 \Omega / \leq 2$		
Zulässige Windgeschwindigkeit		152 km/h (DIN 4131), bei AK 8.. Eisansatz berücksichtigt			
Masthöhe / Abspannradius		18 m / 10,5 m			
Breite × Länge in m		15,6 × 11,9 (10 MHz), 27 × 22,7 (5 MHz)			

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 72/2