

Horizontal und vertikal polarisierte Wellen im gesamten Azimut- und Elevationsbereich bei Entfernungen von nah bis weltweit und Frequenzen von 10 kHz bis 80 MHz empfangen die neuen Aktiven Antennenanlagen HE 013 und HE 015. HE 013 ist vor allem für den Betrieb mit Diversity-Ablösegerät gedacht, HE 015 mit breitbandigem 90°-Kopplungsnetzwerk für die Horizontaldipole gewährleistet ohne Zusatzgerät optimalen Empfang.

Aktive Antennen HE 013 und HE 015 für 10 kHz bis 80 MHz

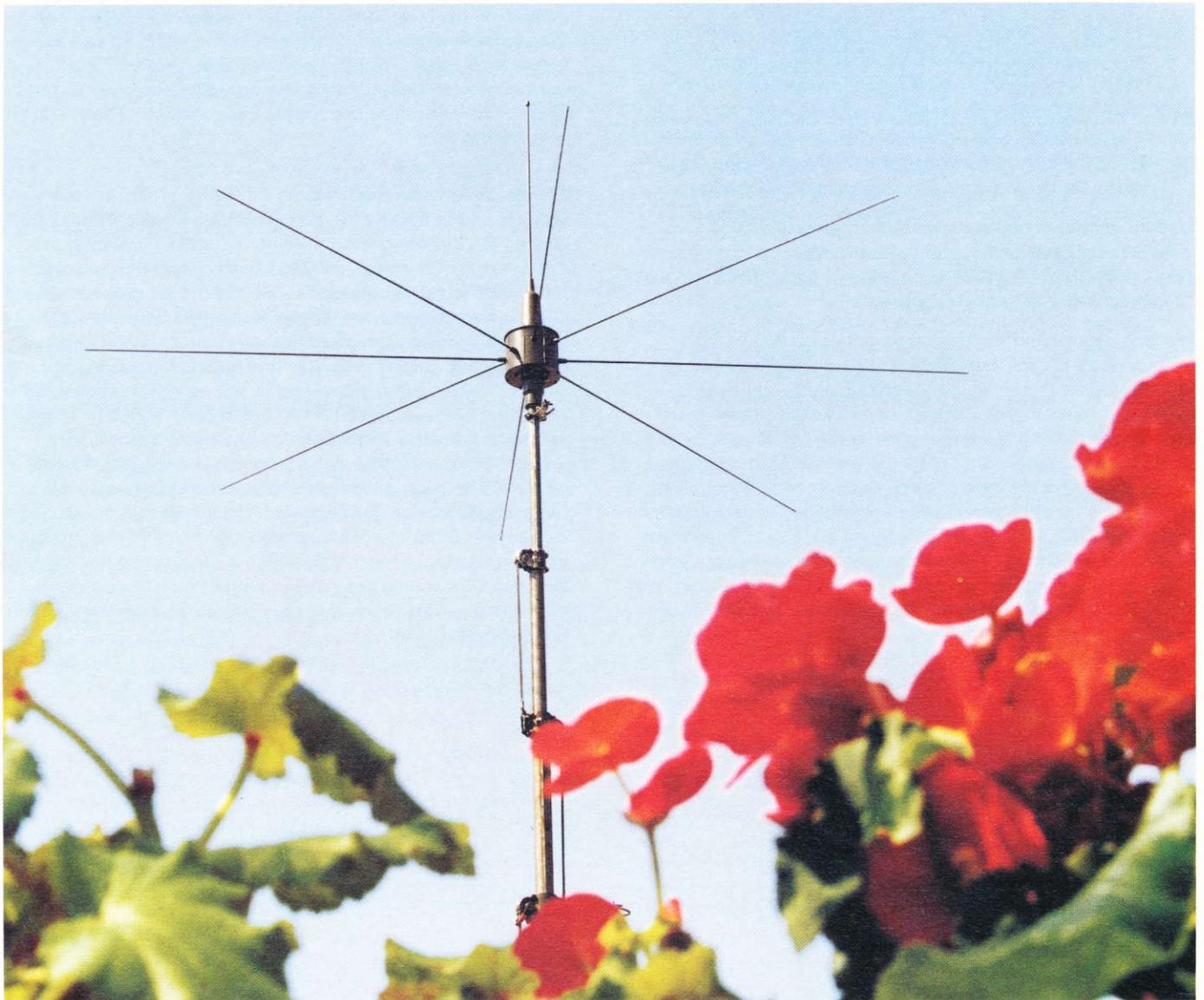


BILD 1 Dreifachantennensystem HE 013 für den Empfang horizontal und vertikal polarisierter Wellen im Frequenzbereich 10 kHz bis 80 MHz; es besteht aus der Aktiven Stabantenne HE 010 und zwei Aktiven Dipolantennen HE 002. Foto 30988

Die Aktiven Antennenanlagen HE 013 und HE 015, die aus den Bausteinen HE 010 und HE 002 gebildet werden, ermöglichen in Empfangssystemen optimale Empfindlichkeit und maximale Dynamik im weiten Frequenzbereich 10 kHz bis 80 MHz (BILD 1). Vor allem Rauschzahl und elektronischer Gewinn der Bausteine wurden speziell hierfür dimensioniert; Richtdiagramm und Polarisation sind auf die physikalischen Gegebenheiten der Wellenausbreitung in diesem Frequenzbereich zugeschnitten.

Aktive Stabantenne HE 010

Mit der nur 1 m langen Aktiven Stabantenne HE 010 ist es auch bei niedrigem Außenrauschen möglich, im gesamten Frequenzbereich 10 kHz bis 80 MHz den Signal/Rausch-Abstand, der im elektromagnetischen Feld vorhanden ist, unvermindert am Antennenausgang anzubieten [1; 2]. Die Extrapolation des in [1] dargestellten Verlaufs der Antennenrausch-

Horizontale Aktive Dipolantenne HE 002

Der zweite Baustein der Antennenanlagen HE 013 und HE 015 ist die horizontale Aktive Dipolantenne HE 002. Zur Optimierung der Antennenimpedanz besteht jede Dipolhälfte aus zwei V-förmig angeordneten parallelgeschalteten Stäben. Für die Festlegung der unteren Frequenzgrenze des Dipols ist maßgebend, daß horizontal polarisierte Wellen praktisch nur oberhalb von 1,5 MHz professionell genutzt werden. BILD 3 zeigt anhand einiger Beispiele, daß selbst im Steilstrahlbereich die Wahrscheinlichkeit für das Zustandekommen einer bestimmten Funkverbindung über die Ionosphäre oft erst oberhalb 1,5 MHz günstige Werte annimmt. Für den Fahrzeugfunk im Bereich 30 bis 80 MHz werden aus mechanischen Gründen Stab- oder Peitschenantennen eingesetzt [4; 5], so daß man vorwiegend vertikal polarisierte Wellen vorfindet. Diese werden mit der Aktiven Stabantenne HE 010 empfangen; die obere Frequenzgrenze des Dipols kann also auf 30 MHz festgelegt werden.

Für die **Raumwellenübertragung** im Grenz- und Kurzwellenbereich **1,5 bis 30 MHz** ist die **horizontale Polarisation** extrem **wichtig** [6]. Insbesondere im Bereich der Steilstrahlung sind Antennen für horizontal polarisierte Wellen die Voraussetzung für zuverlässigen Empfang. BILD 4 zeigt, wie bei Raumwellenübertragung über die Ionosphäre der Anteil horizontaler Polarisation zunimmt, wenn der Erhebungswinkel, unter dem die Welle einfällt, größer wird. Dabei wurde davon ausgegangen, daß bei kleinen Erhebungswinkeln, also von weit entfernten Stationen einfallende Wellen im Mittel etwa gleiche Häufigkeit für horizontale und vertikale Lage des E-Vektors aufweisen. Es ist offensichtlich, daß mit der nach Bild 4 meist wesentlich größeren Horizontalkomponente bessere Empfangsergebnisse erreicht werden. Hinzu kommt, daß vor allem industrielle Störungen (man-made radio noise [7]) überwiegend vertikal polarisiert einfallen und daher mit einem horizontalen Dipol nur entsprechend abgeschwächt aufgenommen werden. Dies führt zu einer weiteren Verbesserung des Signal/Rausch-Abstandes.

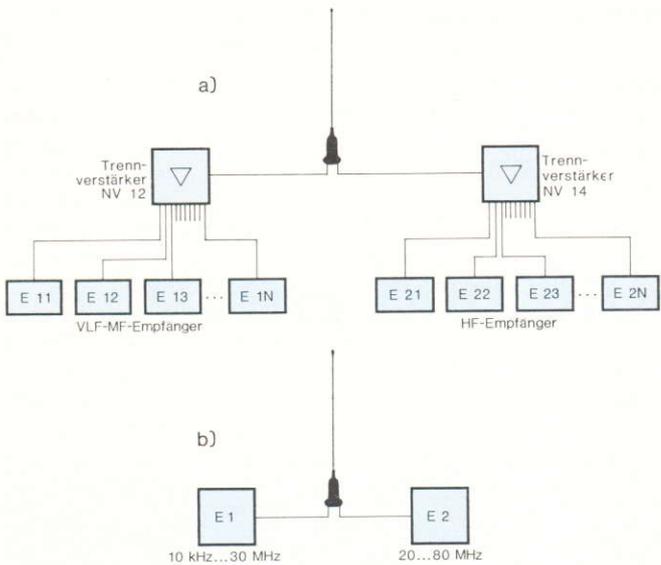


BILD 2 Versorgung mehrerer Empfänger durch eine Aktive Stabantenne HE 010; a) Empfangsanlage mit Trennverstärkern, b) direkter Anschluß der Empfänger an die zwei entkoppelten gleichwertigen Ausgänge der HE 010.

zahl im Vergleich zum Außenrauschen zeigt, daß dies auch unter 10 kHz noch erfüllt ist; in diesem zunehmend genutzten Bereich wird also ebenfalls Empfang mit optimiertem Signal/Rausch-Abstand erreicht.

Wegen des großen Frequenzbereichs hat die Aktive Stabantenne HE 010 **zwei Ausgänge**. Mit dem R&S-Trennverstärkerprogramm können so Empfangsanlagen nach BILD 2a aufgebaut werden. Vor allem für den **mobilen Einsatz** bietet dies den Vorteil der **Versorgung mehrerer Empfänger** durch eine **einzige Antenne**, die dank ihrer kleinen Abmessungen leicht untergebracht werden kann und wegen ihrer robusten Ausführung für den Betrieb auf Landfahrzeugen und Schiffen bestens geeignet ist. Natürlich können auch zwei Empfänger direkt an die beiden gleichwertigen Antennenausgänge angeschlossen werden; der Fall mit unterschiedlichen Empfängern für 10 kHz bis 30 MHz und 20 bis 80 MHz dürfte dabei besonders aktuell sein (BILD 2b).

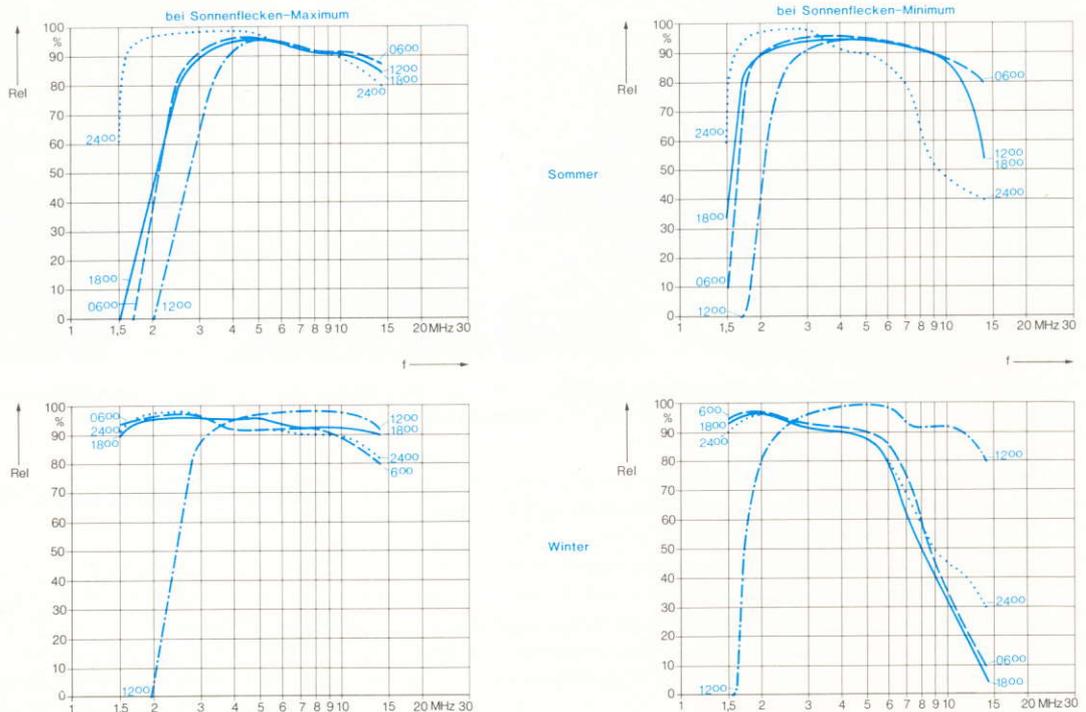


BILD 3 Wahrscheinlichkeit (Rel) für das Zustandekommen einer F1-Funkverbindung über eine 300-km-Strecke in Deutschland im Sommer und Winter sowie bei Sonnenflecken-Maximum und -Minimum, abhängig von der Frequenz (Senderleistung 100 W, Signal/Rausch-Abstand ≈ 10 dB, mobile HF-Antennenanlage AK 501 [3]).

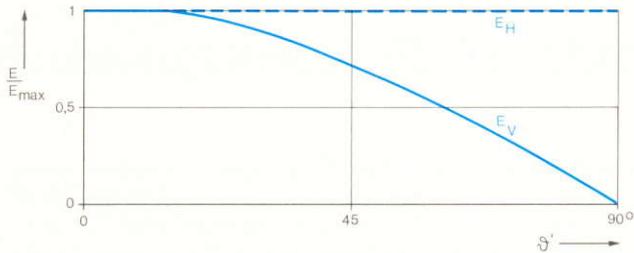
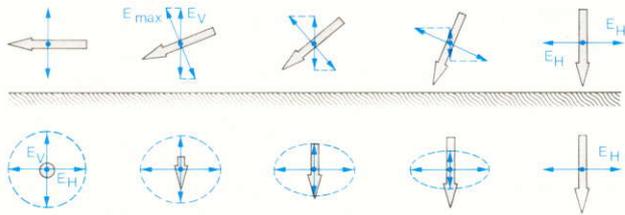


BILD 4 Maximal möglicher Anteil horizontaler und vertikaler Feldstärkekomponenten, abhängig vom Erhebungswinkel (ψ) der einfallenden Welle.

Aktive Empfangsantennenanlage HE 013

Die Aktive Antennenanlage HE 013 (siehe Bild 1) besteht aus der mechanischen Zusammenfassung der Aktiven Stabantenne HE 010 – hierauf deutet die 1 in der Typenbezeichnung HE 013 hin – mit zwei Aktiven Dipolen HE 002 zum Dreifachantennensystem HE 013.

Zwei horizontale Dipole sind aus folgenden Gründen nötig:

- Für Fernempfang weist ein horizontaler Dipol ein doppelkreisförmiges Horizontaldiagramm auf. Es bestehen also zwei Vorzugsrichtungen und zwei weniger gut erfaßte Azimutbereiche; diese werden durch den zweiten, räumlich um 90° gedrehten Dipol abgedeckt.
- Bei Steilstrahlempfang ist die räumliche Lage des E-Vektors der zu empfangenden Welle im allgemeinen unbekannt, selbst wenn man die Orientierung der Sendantenne kennt. Ein Minimum der Antennenspannung entsteht, wenn der E-Vektor des Empfangsfeldes senkrecht zur Dipolachse steht [8]. Hier liefert der zweite Dipol dann maximale Empfangsleistung.

Die Antennenanlage HE 013 enthält also drei unabhängige, nicht zusammenschaltete Antennen. Sie ist in erster Linie für den **Betrieb mit einem Diversity-Ablösegerät** bei den hierfür geeigneten Sendarten vorgesehen.

Aktive Empfangsantennenanlage HE 015

Die Ziffer 1 in der Typenbezeichnung HE 015 bringt wiederum zum Ausdruck, daß die Aktive Stabantenne HE 010 als Baustein für vertikal polarisierte Wellen enthalten ist. Der Empfang der horizontal polarisierten Wellen erfolgt über die Drehkreuzantenne HE 004, die durch Zusammenschaltung von zwei Aktiven Dipolen HE 002 über ein breitbandiges 90° -Kopplungsnetzwerk entsteht [9]. Damit ist **Rundempfang auch bei flach einfallenden Wellen** mit horizontaler Polarisation (Fernempfang) möglich; außerdem liefert die Anlage **maximale Ausgangsspannung bei Steilstrahlempfang**, unabhängig von der zufälligen Lage des E-Vektors. Man erhält hier also im Steilstrahlbereich ohne zusätzliche Geräte praktisch die Verbesserung des Empfangsbetriebes, die bei der HE 013 durch ein nachgeschaltetes Diversity-Ablösegerät erreicht wird.

Die Zusammenschaltung über das Kopplungsnetzwerk hat folgende Vorteile:

- Die Empfangsverbesserung ist für alle angeschlossenen Empfänger wirksam. Bei Anlagen mit mehreren Empfangszügen läßt sich dadurch eine **Kostenreduzierung** ohne Qualitätseinbuße erreichen, da andernfalls jeder Empfänger ein eigenes Diversity-Ablösegerät benötigt.
- Die Empfangsverbesserung wie bei HE 013 mit Diversity-Betrieb wird hier **auch bei Amplitudenmodulation wirksam**. (Handelsübliche Diversity-Ablöseeinrichtungen, die bei Unterschreiten einer bestimmten Spannungsschwelle von einer Antenne zur nächsten weiterschalten, können bei Amplitudenmodulation nicht eingesetzt werden.) Damit kommt diese Verbesserung auch den A3-Sendarten zugute, bei denen die Empfangsverhältnisse wegen der größeren Bandbreite oft kritischer sind als bei F1-Aussendungen.
- Es entsteht **kein Informationsverlust durch Umschalten** und Auswahl einer anderen Antenne (meist ausgelöst durch die ständigen zeitlichen Änderungen des Empfangsfeldes bei der Übertragung über die Ionosphäre).
- Die **Zuverlässigkeit** der gesamten Empfangsanlage ist gegenüber der mit Diversity-Ablösung **höher**, da keine Schaltvorgänge nötig sind.

In Anlehnung an die Aktive Empfangsantennenanlage HE 005, die analog aufgebaut, jedoch mit der Aktiven Stabantenne HE 001 für 1,5 bis 30 MHz ausgerüstet ist [9], wurde für diese Aktive Antennenanlage die Typenbezeichnung HE 015 gewählt. Der äußere Aufbau entspricht dem der Anlage HE 013, durch den zusätzlichen Kopplungsbaustein ist lediglich die Bauhöhe des Antennenkopfes um 35 mm höher.

Axel Stark

LITERATUR

- [1] Demmel, F.: Aktive Stabantenne HE 010 für 10 kHz bis 80 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (1980) Nr. 91, S. 37.
- [2] Stark, A.: Dimensionierung elektrisch kurzer Empfangsantennen für Frequenzen unter 30 MHz. Neues von R&S (1977) Nr. 76, S. 23–26.
- [3] Stark, A.: HF-Antennenanlage AK 501 für mobilen Einsatz. Neues von Rohde & Schwarz (1981/82) Nr. 96, S. 12–16.
- [4] Heller, B.: Erprobung der VHF-Sende-Empfangs-Antenne HX 101 in der Schweiz. Neues von Rohde & Schwarz (1982) Nr. 97, S. 24–27.
- [5] Demmel, F.; Stark, A.: Mikroprozessorgesteuerte VHF-Fahrzeugantenne. NTG-Fachbericht Band 78, Vorträge der NTG-Fachtagung „Antennen“ im März 1982 in Baden-Baden, S. 201–205.
- [6] Hock, A.; Pauli, P. u. a.: „Antennentechnik“ Band 79, Kontakt & Studium, Meß- und Prüftechnik, Expert Verlag, Grafenau, VDE-Verlag, Berlin, 1982.
- [7] CCIR-Report 258-3, Man-Made Radio Noise. Kyoto 1978.
- [8] Stark A.: HF-Steilstrahlempfang mit aktiven Rundempfangsantennen HE 004. Neues von R&S (1978/79) Nr. 84, S. 18–20.
- [9] Stark, A.: Aktive HF-Rundempfangsantennen HE 004 und HE 005 für horizontale Polarisation. Neues von R&S (1977) Nr. 78, S. 7–9.

KURZDATEN AKTIVE ANTENNEN HE 010, HE 002

	HE 010	HE 002
Frequenzbereich	10 kHz ... 80 MHz	1,5 ... 30 MHz
Eingangsimpedanz	50 Ω	50 Ω
Welligkeit	≤ 2	$\leq 1,5$
Polarisation	vertikal	horizontal
Versorgungsspannung	18 ... 35 V	18 V $\pm 10\%$
Stromverbrauch	500 mA	100 mA
Gewicht (ohne Mast)	0,9 kg	2 kg

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 98/9