

Der Allwellen-Dipol von Rohde & Schwarz

ein HF-Dipol für 1,5 bis 30 MHz mit Anpaßgerät

Es war im Jahre 1950, da hatte ich eine Funkverbindung mit OM Slawyk, dem Leiter der Seefunkstelle Norddeich Radio. „Wyke“, so war sein Spitzname, telegraphierte mir in einem Affentempo durch, daß er jetzt schon mehr als hundert Länder erreicht hätte, was damals, ein Jahr nach der Lizenzierung, eine Spitzenleistung war. Auf meine bescheidene Frage, womit er das geschafft hätte, kam er zurück: „Alles mit 100 Watt und einem 10 Meter langen Dipol mit Hühnerleiter. Der hängt 100 Meter hoch in der Antennenanlage von Norddeich.“

Ich war platt. Mit einem Dipol mußte sich wirklich etwas machen lassen. Nur so hoch konnte ich nicht hinaus. Dann sah ich den Halbwellendipol für 14 MHz, mit dem Alex, OE2SA, in AM laufend bestes DX arbeitete. Ich baute mir auch so ein Ding und war von der Leistung begeistert. Seitdem sind viele Jahre ins Land gegangen; ich konnte keine bessere Antenne als den Dipol finden.

Der Dipol hat unbestreitbar zahlreiche Vorteile auf seiner Seite: Er ist sehr einfach und deswegen nahezu immun gegen Störfälle. Er konzentriert die Abstrahlung um seinen Äquatorgürtel und hat damit schon eine Richtwirkung, die sich in einem Gewinn von 2,15 dB über der allseitig gleich strahlenden Isotropantenne dokumentiert. In der Längenausdehnung hat er ein Minimum seiner Strahlung, das im Empfangsfall auf störende Sender gerichtet werden kann. Bereits bei einer Bauhöhe von einer Halbwelle der Betriebsfrequenz wird seine Abstrahlung hinreichend flach und für Weitverbindungen geeignet.

So ist es nicht verwunderlich, daß sich die Münchner Traditionsfirma Rohde & Schwarz des Dipols annahm, jedoch in der ihr eigenen Weise aus dem simplen Dipol ein begeisterndes High-Tech-Produkt schuf. Der HF-Dipol mit der Typenbezeichnung HX 002 A1 dient Funkverbindungen im gesamten Kurzwellenbereich von 1,5 MHz bis 30 MHz für alle vorkommenden Entfernungen im Sende- und Empfangsbetrieb. Die Antenne besteht aus einem gespreizten Dipol von 10,7 Metern Spannweite und einem den Dipol tragenden Antennenkopf, in dem das

Schönste steckt: ein selbständig arbeitendes Anpaßgerät und eine Symmetriereinheit, die das unsymmetrische Koaxialkabel an den symmetrischen Dipol anpassen. Alle Funktionsbaugruppen sind auf einer Platine übersichtlich angeordnet, nur ein Schutzelement gegen Blitzschlag und Elektromagnetischen Puls (EMP) und eine Überbrückung des Symmetriertrafos bei Frequenzen unter 2 MHz sitzen getrennt auf einer kleinen Leiterplatte.

Das Modem überträgt im Betrieb die Daten zum Transceiver oder Anschlußgerät bei gleichzeitiger Versorgung des Antennenkopfes mit Strom. Deswegen gibt es kein eigenes Steuerkabel zwischen Transceiver und Antenne, und alle EMV-Probleme sind damit vom Tisch. Der Meßkopf ermittelt während der Zeit der Abstimmung den Anpassungskomplex aus VSWR, Widerstand, Leitwert und Phase und meldet dies der Abstimmsteuerung zur weiteren Verarbeitung.

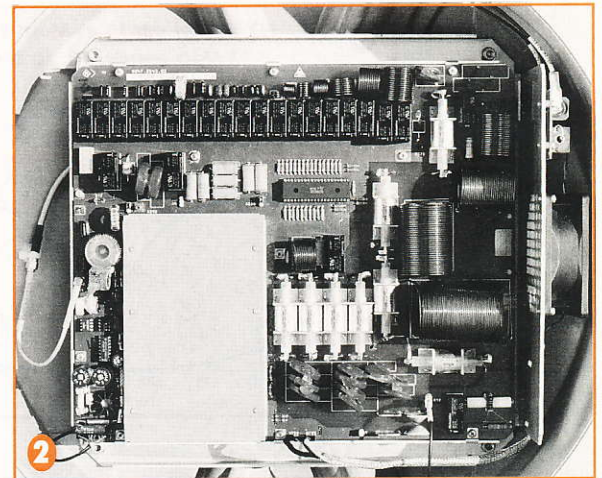
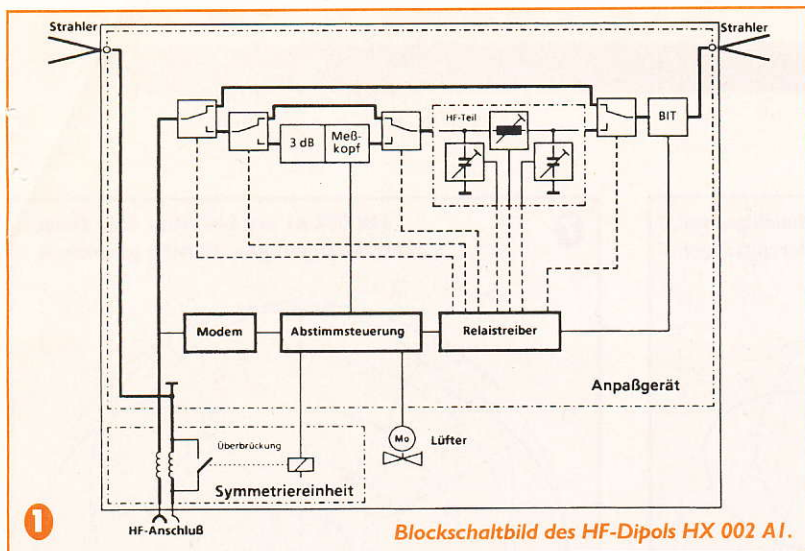
Bild 1 zeigt das Innenleben des Antennenkopfes. Die HF-Energie wird links unten über ein 50-Ohm-Koaxialkabel zugeführt und über einen Sperrdrosselbalun symmetriert. Bei Frequenzen unter 2 MHz überbrückt ein Relais die masseseitige Wicklung des Baluns, um auch im Bereich von 1,5 bis 2 MHz noch arbeiten zu können. Die Antenne arbeitet dann als unbegespister Monopol und strahlt rundum vertikal polarisierte Bodenwellen ab. Jeder Dipolschenkel besteht aus zwei Peitschen von 5,2 m Länge, die im Winkel von etwa 34° gespreizt sind. Die Spreizung macht den Dipol breitbandiger, und die Aufteilung des HF-Stromes auf zwei Peitschen erhöht den Wirkungsgrad

durch die Halbierung der Ströme in den Peitschen.

Die selbsttätige Abstimmung wird von einem Mikroprozessor gesteuert. Das Herzstück ist ein Single-Chip-Prozessor. Der Speicher setzt sich zusammen aus einem EPROM für die Abstimmsteuerung, einem RAM für die Daten und Variablen und einem EEPROM als intelligenter Lernspeicher. Die Meßkopfdaten werden bei Betriebsbeginn ausgewertet und nach einem Abstimmalgorithmus werden die drei Blindelemente C1, L und C2 eingestellt. Man könnte bereits mit einem L-Glied aus C1 und L, das bei Bedarf in der Richtung umgeschaltet wird, Abstimmung erzielen. Das hier verwendete PI-Glied ist jedoch um einiges eleganter. Das Anpaßgerät ist „selbstlernend“ und hat das Gedächtnis eines Elefanten. Bis zu 1500 Abstimmstellungen können im Lernspeicher nichtflüchtig abgelegt werden. Wird eine Frequenz an der gleichen Antenne ein zweites oder weiteres Mal aufgerufen, so werden die Einstelldaten aus dem Lernspeicher geholt und die Abstimmelemente ohne neu abzustimmen direkt eingestellt. Das geschieht so rasch, daß es in höchstens 0,2 Sekunden erledigt ist. Wer in einem Funkwettbewerb die Frequenz wechselt und die Antenne nachstimmen muß, wird wissen, was das für ein Vorteil ist. Es bleibt nur noch zu sagen, daß die Neuabstimmung mit kleiner Leistung erfolgt und die wiederholte Abstimmung eine Stummabstimmung ist, die allen Anforderungen nach Störfreiheit genügt.

Das PI-Filter als eigentlicher Abstimmteil besteht aus binär gestaffelten Kondensatoren und Luftspulen, die über Relais geschaltet werden. Die binäre Staffellung mit z.B. den Werten in pF: 1-2-4-8-16-32-64-128 erlaubt durch geschickte Summierung der Kondensatoren alle Werte in Schritten von nur 1 pF beginnend mit 1 pF bis 256 pF einzustellen, was natürlich der Prozessor blitzschnell steuert. Die verlustarmen Spulen sind selbsttragende Luftspulen ohne Wickelkörper und können ebenfalls mit der Binärmethode nahezu kontinuierlich in kleinen Schritten geschaltet werden. Die Relais werden von einem Relaisstreiber gesteuert, der seine Befehle seriell vom Prozessor erhält.

Dem Blitzschutz wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Bei einem Blitzeinschlag in die Antenne greift ein mehrstufiger Blitzschutz ein, um eine



Zerstörung des Gerätes zu verhindern. Ein automatischer Selbsttest (BIT = Built-In-Test) ist in das Gerät eingebaut, um auftretende Fehler zu orten. Laufend werden Strom, Spannung und Temperatur überwacht und im Fehlerfall dem Transceiver bzw. dem Anschlußgerät gemeldet.

Bild 2 zeigt das geöffnete Abstimme- und Anpaßgerät. Das edelste Teil, der Mikroprozessor, ist in dem rechteckigen Gehäuse gekapselt. Rechts davon sind acht hochspannungsfeste Reedrelais, welche z.T. die großen Spulen schalten. Oben liegen in Reihe und Glied kleinere Relais und darüber spannungsfeste Kondensatoren und Luftspulen in binärer Staffelung. Die Achsen der Spulen wechseln in ihrer Richtung dauernd um 90° ab, um die induktive Kopplung so gering wie möglich zu halten. Unterhalb der Relais liegt deutlich erkennbar der Relaisreiber.

Der komplette Dipol ist auf Bild 3 zu sehen. Über dem runden Antennenkopf befindet sich ein hinterlüftetes Sonnendach, das die Temperaturen im Abstimmegerät niedrig hält. Die Verdickungen in den Mitten der Antennenpeitschen sind keine Traps sondern nur Verschraubungen, an denen die Peit-

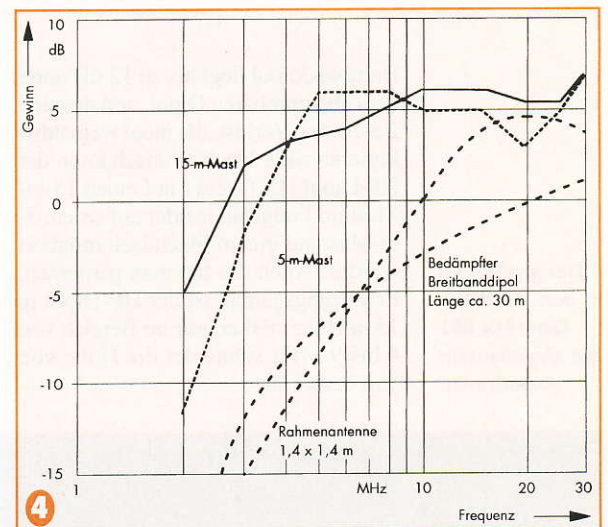
schen zerlegt werden können um die Transportlänge auf 2,6 m zu begrenzen. Antennenkopf und Peitschen sind so robust gebaut, daß sie ohne Eisansatz einer Windgeschwindigkeit von 188 km/h trotzen können. Aber selbst bei einem radialen Eisansatz von 3 cm Dicke widersteht die gesamte Antenne einem Sturm von 130 km/h. Das starke Material kommt in dem Gesamtgewicht von 35 kg deutlich zum Ausdruck.

Der Dipol kann unmittelbar an den HF-Transceiver XK 2100 angeschlossen werden. Für den Betrieb mit anderen Sendern ist zur Stromversorgung und Abstimmeinheit das Anschlußgerät GX 002A 1 lieferbar. Die maximale Eingangsleistung ist 150 W PEP oder 100 W CW. Wenn das noch nicht genug ist, kann man auf den HF-Dipol HX 002 zurückgreifen, der nach den gleichen Grundsätzen konstruiert, aber für 1 kW Sendeleistung ausgelegt ist. Das speisende Koaxialkabel ist mit N-Armaturen ausgerüstet. Bei einer Kabeldämpfung von maximal 2 dB – bezogen auf 30 MHz – wird für Längen bis zu 60 m das bekannte RG 213/U verwendet. Bis zu 120 m dient das Flexwell-Kabel LCF 3/8"Cu2Y, bis zu 210 m das Kabel HF 5/8"Cu2Y und bis

zu 410 m das Kabel HF 1 1/8"Cu2Y zur Speisung. Das bedeutet, die Antenne kann nach Wunsch vom Transceiver nahezu beliebig weit abgesetzt werden. So kann man in der verkehrs- und störungsreichen Innenstadt arbeiten, während die Antenne auf einem benachbarten Hügel der freien Umgebung steht.

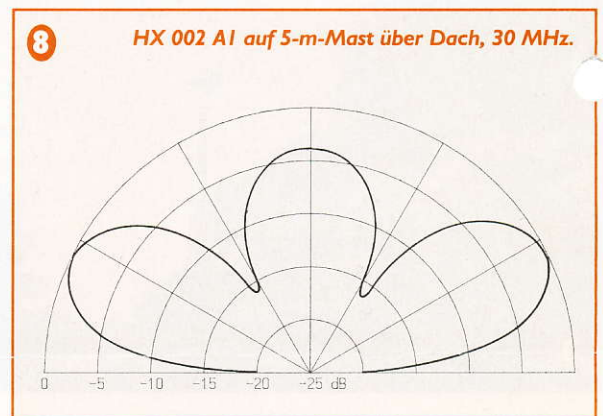
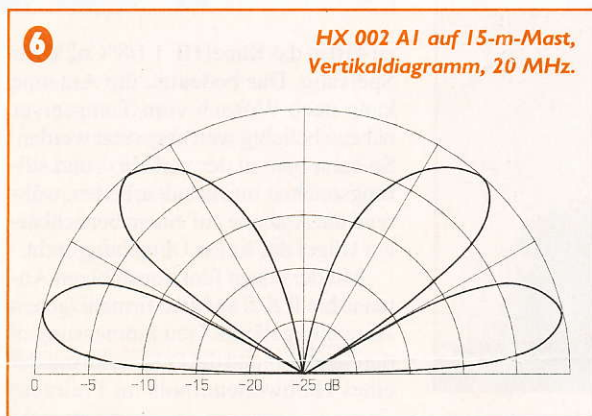
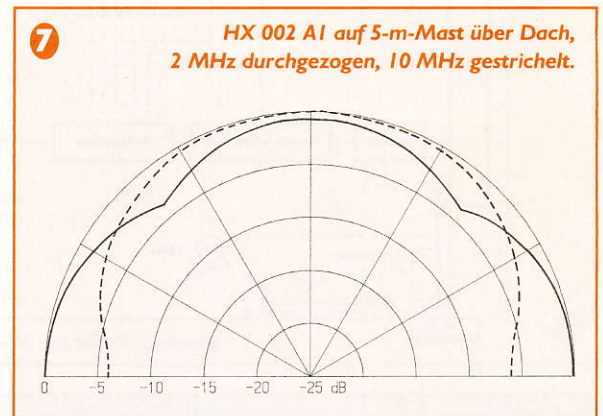
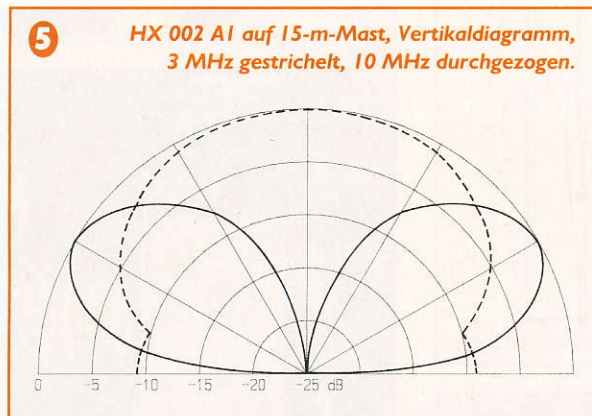
Mit der ersten funktionsfähigen Antenne hat R & S auf dem firmeneigenen Antennengelände Gewinnmessungen durchgeführt und die Feldstärke mit der eines Halbwelldipols im Freiraum

Das Edelste: die Abstimmeinheit im Antennenkopf.



vergleichen. Bild 4 stellt die Meßergebnisse in Kurvenform dar. Als Vergleichsantennen wurden ein mit Widerständen bedämpfter Breitbanddipol und eine „magnetische“ Rahmenantenne von 1,4 m mal 1,4 m herangezogen. Man sieht auf den ersten Blick, daß Breitbanddipol und Rahmenantenne nicht konkurrenzfähig sind. Nur bei 20 MHz kommt die Rahmenantenne nahe an den abstimmbaren Dipol heran. Der

Gewinnvergleich: Der HF-Dipol HX 002 A1 auf 15-m-Mast im Freige-lände oder auf 5-m-Mast auf einem Dach im Vergleich mit Breitbanddipol und Rahmen-antenne.



Breitbanddipol liegt bis zu 12 dB unter dem abstimmbaren Dipol, und das sind 2 S-Stufen Verlust, die nicht wegzudiskutieren sind. Nach Wunsch kann der HF-Dipol HX 002 A1 auf einen 15-m-Mast im Freigelände oder auf einem 5-m-Mast auf einem Flachdach montiert werden. Auch das hat man gemessen. Erwartungsgemäß ist der HF-Dipol in 15 m Höhe stärker, nur im Bereich von 4 bis 9 MHz schneidet die Höhe von 5 m besser ab.

Die Bauhöhe von 15 m ist für Weitverbindungen durch die Flachstrahlung prädestiniert. Die folgenden Bilder zeigen die Vertikaldiagramme der Feldstärken quer zur Längenausdehnung des HF-Dipols. Bild 5 bringt die Feldstärkeverteilung von 3 MHz (nahe dem 80-m-Band) und von 10 MHz (nahe dem 30-m-Band). Bei der Antennenhöhe von 15 m sind also Weitverbindungen, die auf die Flachstrahlung angewiesen sind, gut möglich. Bild 6 zeigt

die Verteilung auf 20 MHz (nahe dem 15-m-Band). Die unteren Keulen dienen dem Weitverkehr.

In Bild 7 sind die Abstrahldiagramme bei einer Antennenhöhe von 5 m über einem Flachdach dargestellt. Auf 2 MHz (nahe dem 160-m-Band) und auf 10 MHz sind sowohl Steilstrahlung für den Nah- und Europaverkehr als auch Flachstrahlung für den Weitverkehr vorhanden. Bild 8 vermittelt die Verteilung für 30 MHz (nahe dem 10-m-Band). Auch hier herrscht ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Flach- und Steilstrahlung.

Mit dem HF-Dipol HX 002 A1 und dem großen Bruder HX 002 ist es Rohde & Schwarz gelungen, zwei High-Tech-Antennen zu schaffen, die alle Voraussetzungen mitbringen, auch in rauher Umgebung problemlos Beständiges zu leisten. Da die Antennen für Nah- und Weitverkehr in Funktion und Bedienung einfach sind und den gesamten Kurzwellenbereich abdecken, gibt es für sie keine Grenzen in ihrer Anwendung.

Der große Bruder: 1-kW-HF-Dipol HX 002 mit eingebautem Anpaßgerät.

