

Restaurierung einer R&S Aktivantenne HE003

Matthias, DD1US

28.03.2023

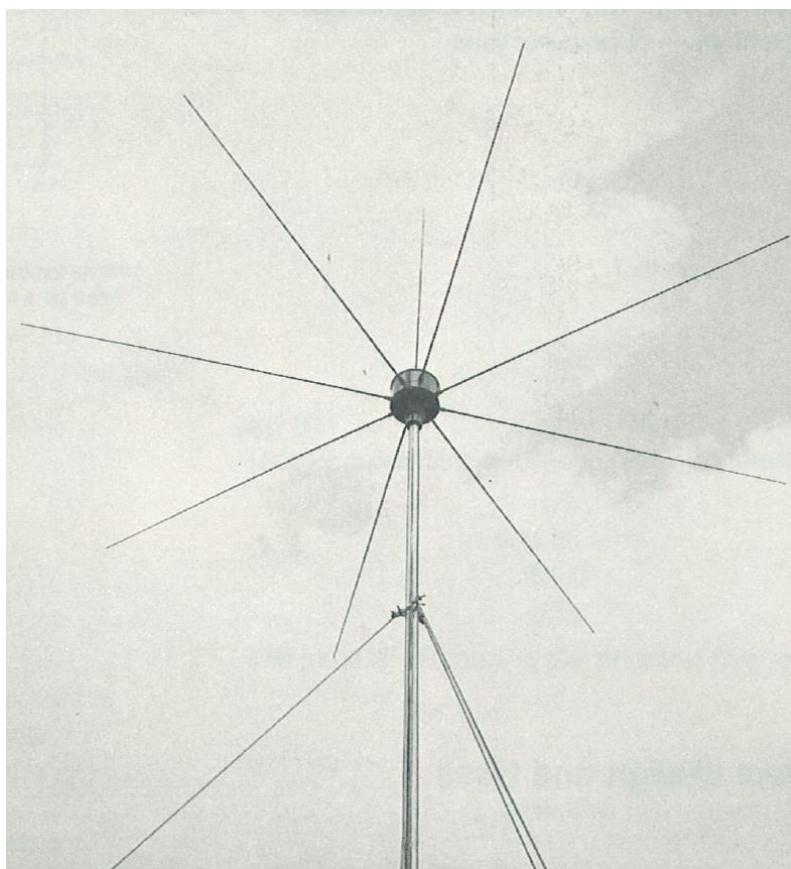
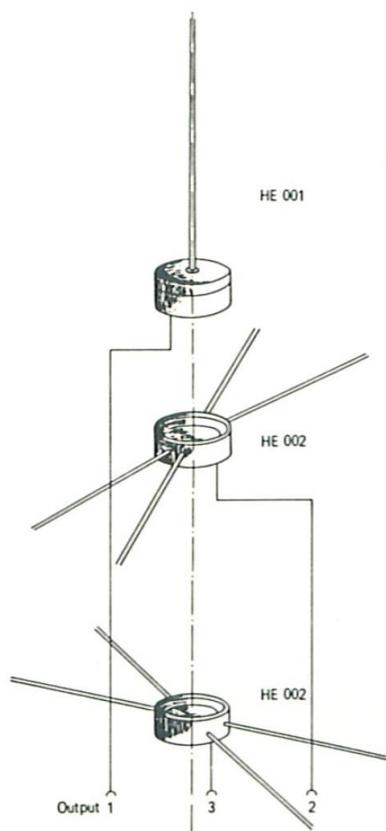
Rev 1.0

Hallo,

ich konnte vor kurzem einen Teil einer Aktivantenne von Rohde & Schwarz des Typs HE003 erwerben. Erhalten habe ich nur die Elektronikeinheit in einem recht schlechten optischen Zustand. Der elektrische Zustand war komplett unbekannt. Alle Antennenelemente und sowie die Masthalterung fehlten.

Trotzdem entschloss ich mich das Teil zu kaufen und zu versuchen, es wieder zum Leben zu erwecken. Zumindest würde ich beim Analysieren und Reparieren einiges dazu lernen ...

Nachdem ich die Antenne gekauft hatte, habe ich mich auf die Suche nach Informationen des Herstellers begeben. Die HE003 stammt etwa aus dem Jahr 1975. Sie ist ein modulares System und besteht aus einer HE001 Vertikalantenne und zwei HE002 Breitbanddipolantennen. Tatsächlich ist jedes Element des Systems in einem eigenen Modul aufgebaut und die drei Module sind übereinandergestapelt und miteinander verschraubt. Die Ausgangssignale jedes Moduls sind in der Bodenplatte jeweils mittels einer Koaxialbuchse herausgeführt. Über diese Buchse wird per Fernspeisung auch jedes einzelne Modul getrennt mit der Betriebsspannung versorgt. Die HE002 Antenne ist für eine Versorgungsspannung von 18V DC spezifiziert, bei der Vertikalantenne habe ich widersprüchliche Angaben gefunden (18VDC bzw. 24V DC) gefunden. Jedes der Module hat eine spezifizierte Stromaufnahme von 100mA. Der spezifizierte Frequenzbereich ist 1.2 – 30MHz.

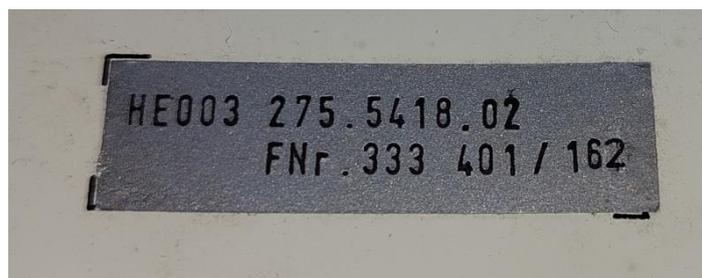
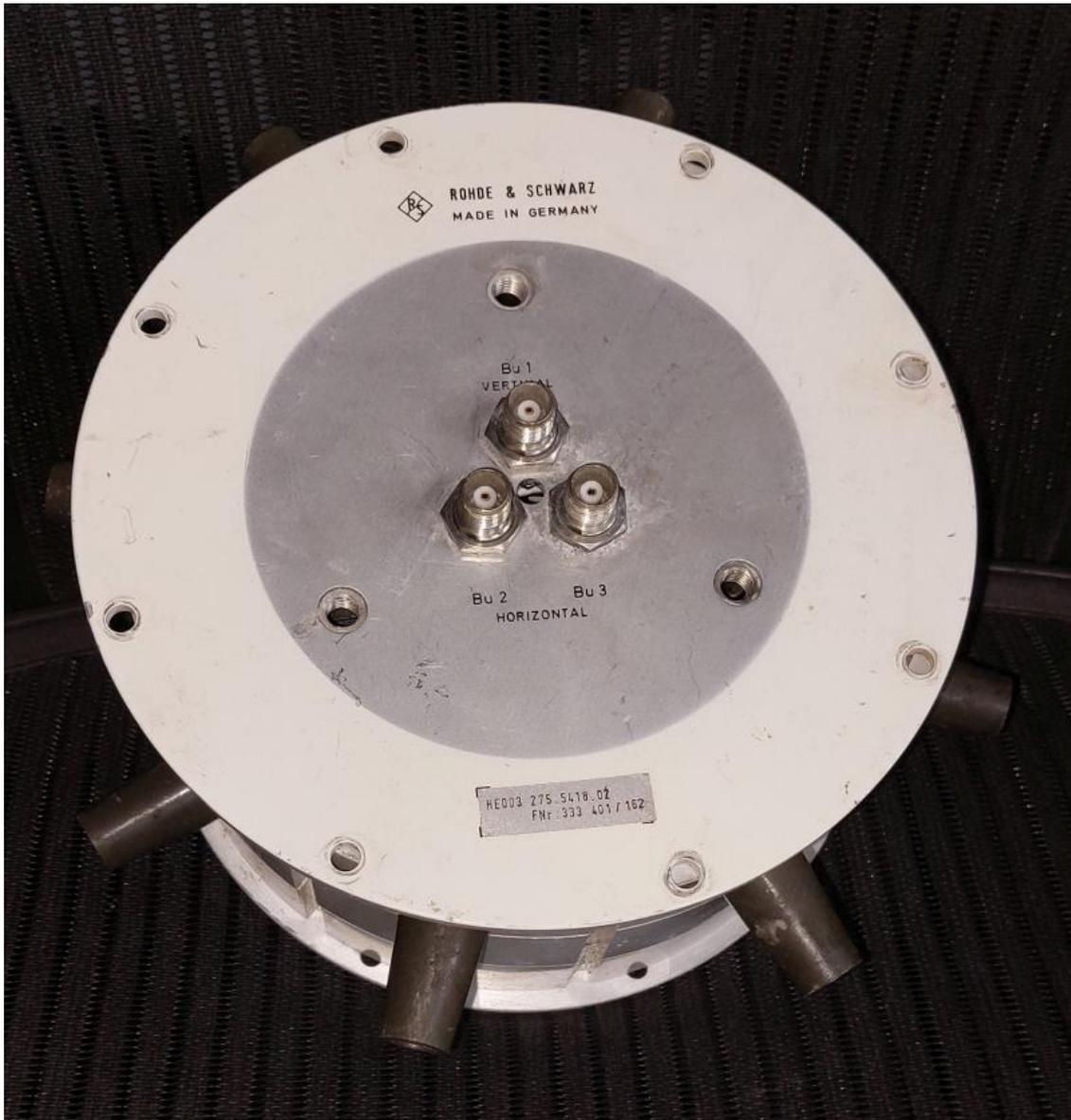


Jeder Dipol ist mittels 4 Stäben ausgeführt, vermutlich um die Bandbreite zu erhöhen. Die beiden Dipolmodule sind übereinander und um 90 Grad gedreht montiert.

Im Anhang dieses Dokumentes sind die Datenblätter und auch ein Schaltbild zu finden.

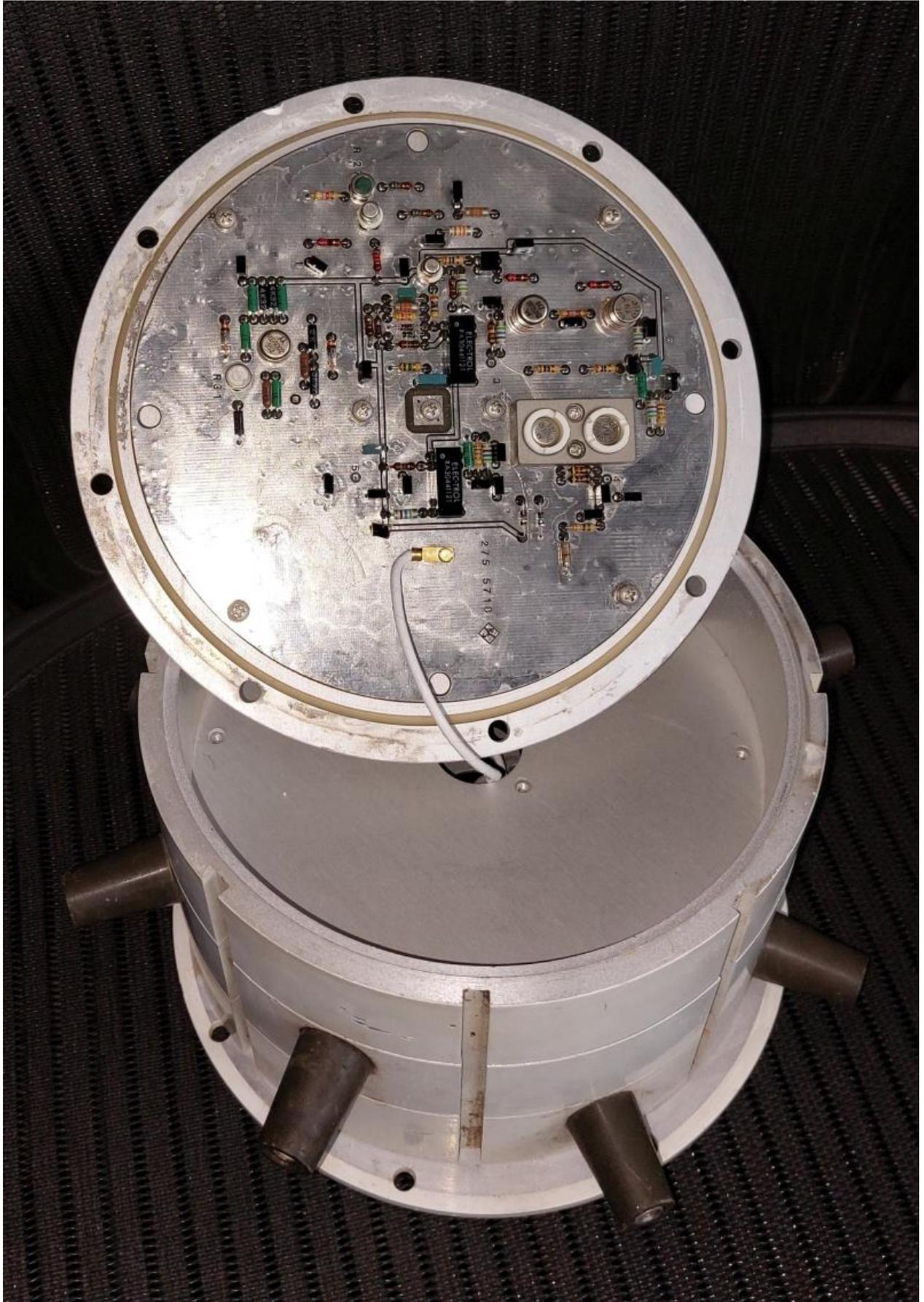
Nach dem Säubern des Äußeren der Elektronikeinheit habe ich diese zerlegt und musste leider feststellen, dass das Aluminiumgehäuse Innen bereits recht stark oxidiert war. Glücklicher Weise sind die Platinen offensichtlich mit einem Schutzlack versehen, wodurch sie zumindest optisch in einem recht guten Zustand waren.



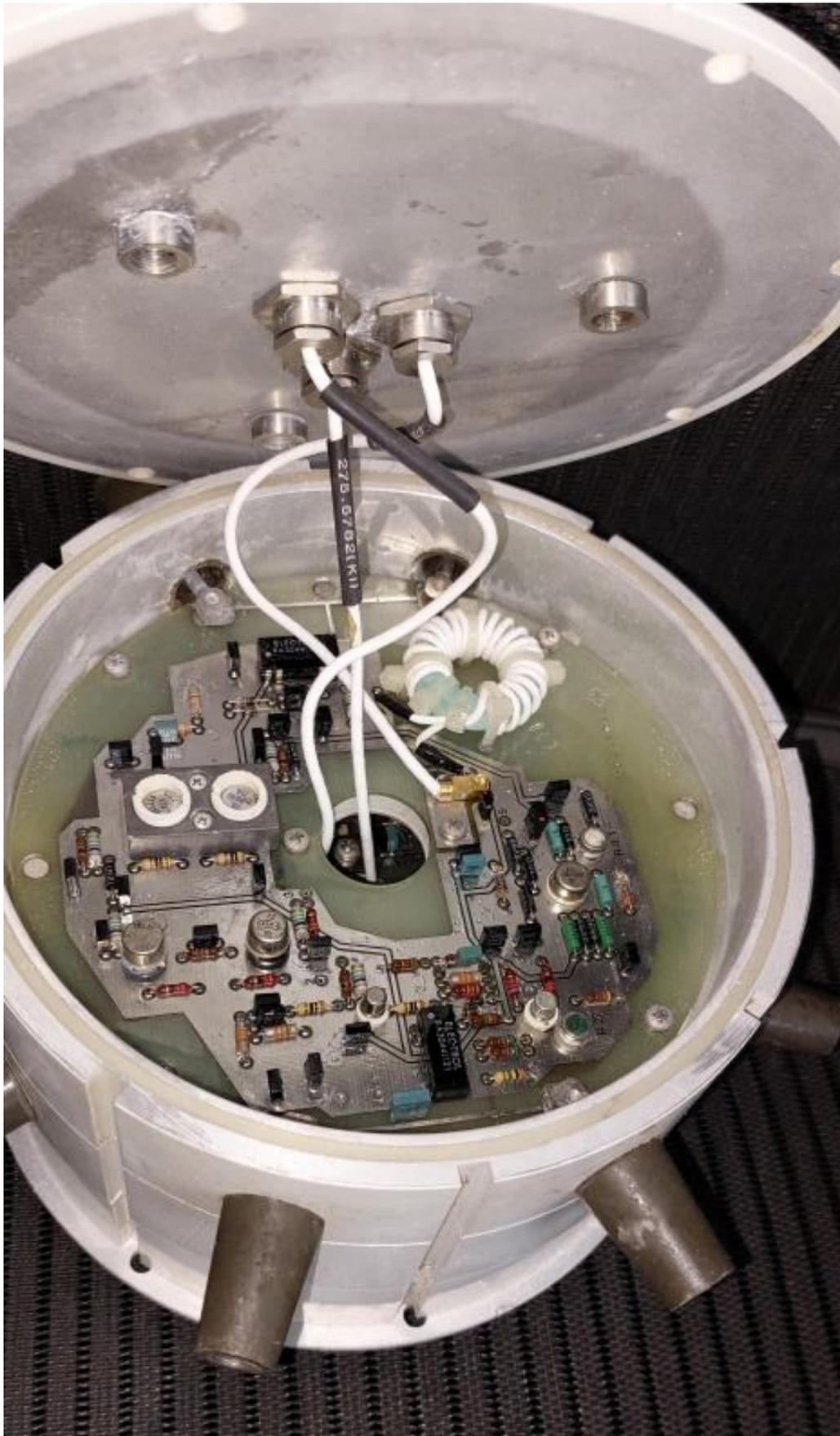


Ein erster elektrischer Test zeigte, dass alle 3 Verstärker annähernd die gleiche Stromaufnahme aufwiesen, nämlich zwischen 120 und 128mA (bei einer Versorgungsspannung von 18V DC). Zu diesem Zeitpunkt hatte ich noch kein Datenblatt der Antenne aber aus meiner Sicht verhiess das Ergebnis der Messung Gutes: falls eines der Module defekt war dann sollte man das in der Regel an der Stromaufnahme sehen und dass alle 3 defekt waren und trotzdem die gleiche Stromaufnahme aufwiesen war doch recht unwahrscheinlich.

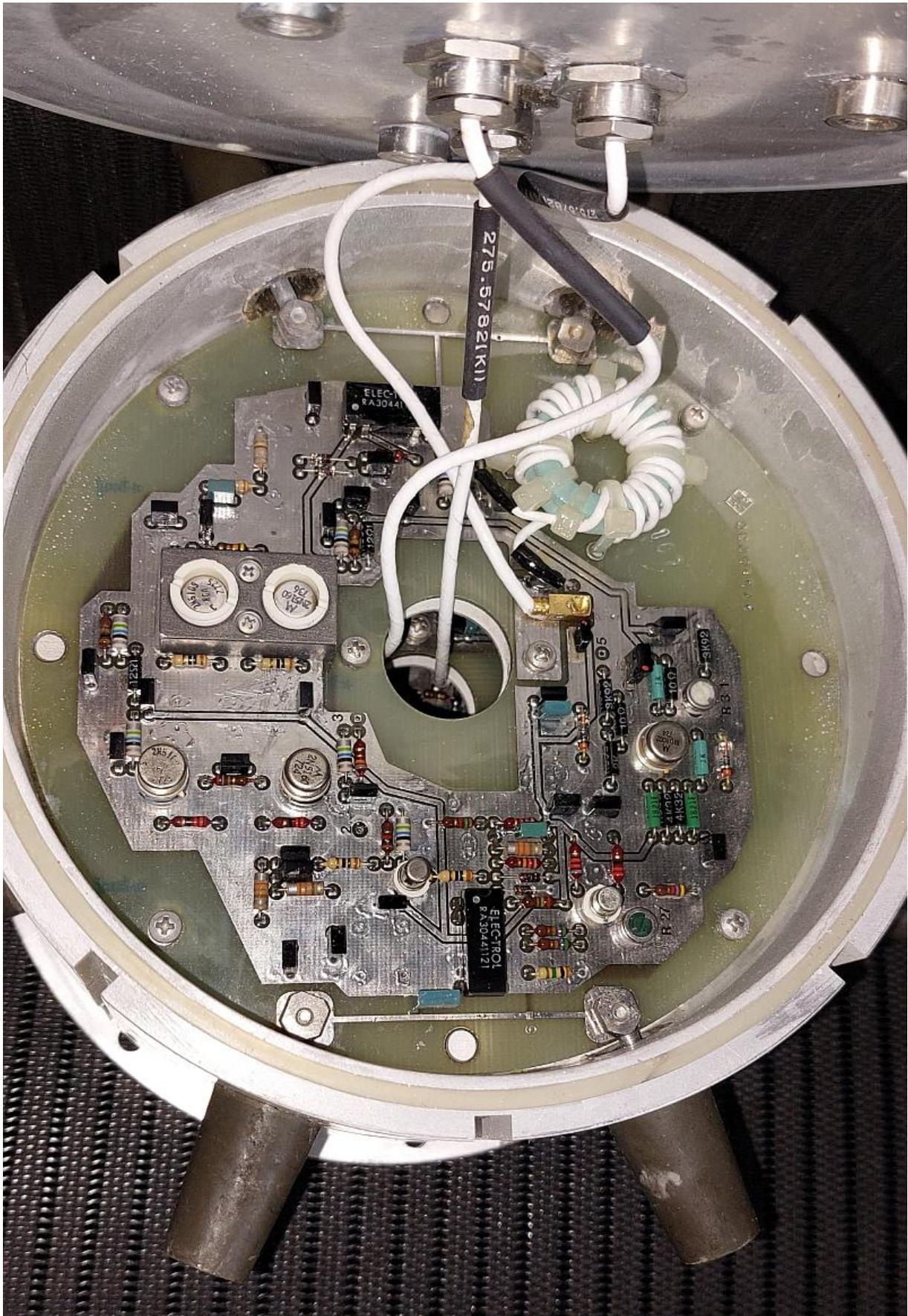
Nachfolgende einige Bilder des Innenlebens der 3 übereinander gestapelten Verstärkermodule. Das Modul für die Vertikalantenne ist etwas anders aufgebaut als die beiden baugleichen Module für die Horizontalantennen.



Verstärkermodul der Vertikalantenne



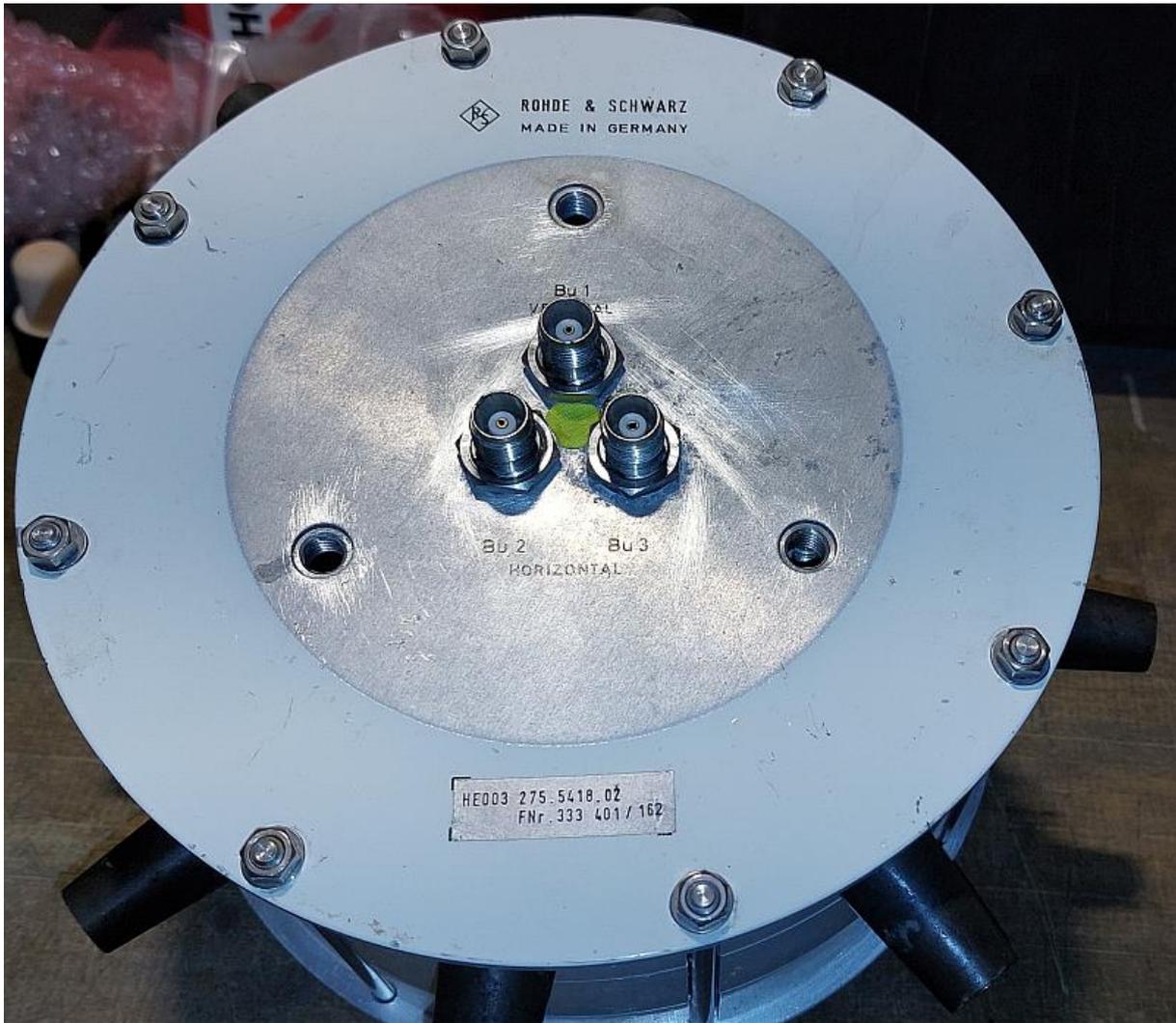
Verstärkermodul der unteren Dipolantenne, oben sind die drei Koaxialanschlüsse zu sehen, jedes Modul hat einen im Aluminiumzylinder eingepassten Dichtungsring.



Jede Platine hat im Inneren ein Loch durch welches das Koaxialkabel zu den anderen Modulen hindurchgeführt ist.



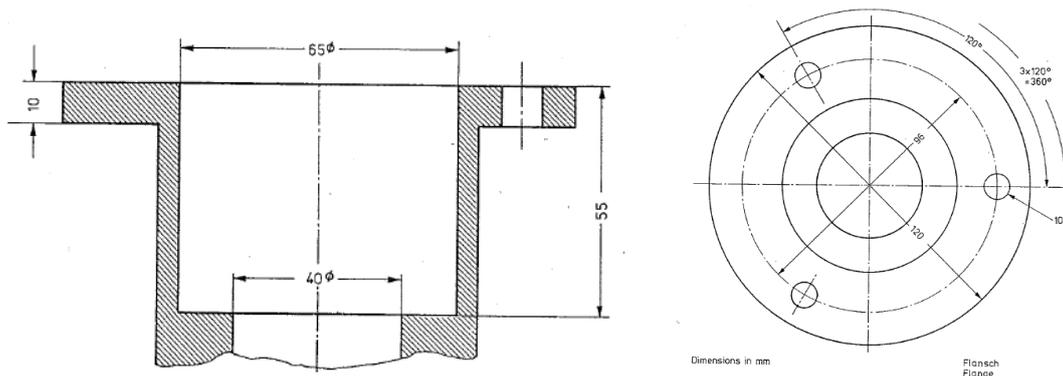
Hier ein Foto der mittleren Einheit vor dem Reinigen. Man kann 2 Relais erkennen: im stromlosen Zustand sind die Antennenelemente direkt mit der Ausgangsbuchse verbunden. Zusätzlich ist die Elektronik durch Überspannungselemente geschützt.



Hier die Ansicht der Elektronikeinheit von unten nach dem Reinigen des Inneren der Gehäuse und dem Zusammenbau. Die 3 Module werden durch 8 V2A Gewindestangen, welche in einer Hülse geschützt sind, zusammengehalten.

Die auf der Unterseite des Gehäuses angebrachten 3 koaxialen Ausgangsbuchsen sind vom Typ TNC und waren glücklicherweise nicht stark lädiert. Ein Loch in der Mitte der Unterseite habe ich mit einer atmungsaktiven gelben Membran verschlossen.

Auf der Unterseite der Elektronikeinheit sind 3 Stück M8 Gewindebuchsen vorhanden, mit der sie mit einer flanschförmigen Masthalterung verschraubt wird. Wie erwähnt fehlte diese bei diesem Exemplar. Im Original sieht diese wie folgt aus:





Alle Antennenelemente werden in konische Kunststoffhülsen eingeschraubt. In deren Inneren befinden sich Metallhülsen mit einem kurzen M6 Innengewinde. Die Metallhülsen sind im Inneren der Elektronikeinheit mit den Platinen verschraubt und stellen so den elektrischen Kontakt zwischen den Antennenelementen und dem Verstärker her.

In einem weiteren elektrischen Test wurden provisorische Antennenelemente angeschlossen und die Ausgangssignale der Verstärker auf einem Spektrumanalyzer überprüft. Es zeigte sich bei allen Verstärkern eine recht gleichartige Funktion.

Daraufhin habe ich 9 Stück Aluminiumrohre mit einer Länge von 150cm, einem Außendurchmesser von 8mm und einer Wandstärke von 1.5mm beschafft. In diese wurden auf beiden Seiten M6 Innengewinde geschnitten. Ich hatte die Wandstärke der Rohre so gewählt, dass ich in dem resultierenden Innendurchmesser von 5mm direkt die Gewinde schneiden konnte. Eine M6 Gewindestange aus V2A wurde in 18 kurze Stücke geschnitten und diese mittels Schraubensicherungslack in die Rohre eingeschraubt und verklebt. Auf der Seite der Rohre, welche in die Elektronikeinheit eingeschraubt wird, wurde eine M6 Kontermutter aufgeschraubt wobei sie ebenfalls mit Schraubensicherungslack verklebt wurde. Damit lassen sich die Elemente nach dem Einschrauben in die Elektronikeinheit mit einem Schraubenschlüssel festdrehen bzw. bei der Demontage einfach lösen. Auf der anderen Seite der Rohre wurden schwarze Kunststoffkugeln mit einem Durchmesser von 2cm und einem M6 Innengewinde aufgeschraubt und verklebt.



Nun wurde die Antenne provisorisch im Garten zusammenschraubt. Die Gesamtmasse sind dank ihrer „Spannweite“ von über 3m für eine Aktivantenne doch recht beträchtlich.









Die 9 Rohre lassen sich zum Transport und der Lagerung in einer kunststoffbeschichteten Papprolle platzsparend verstauen.

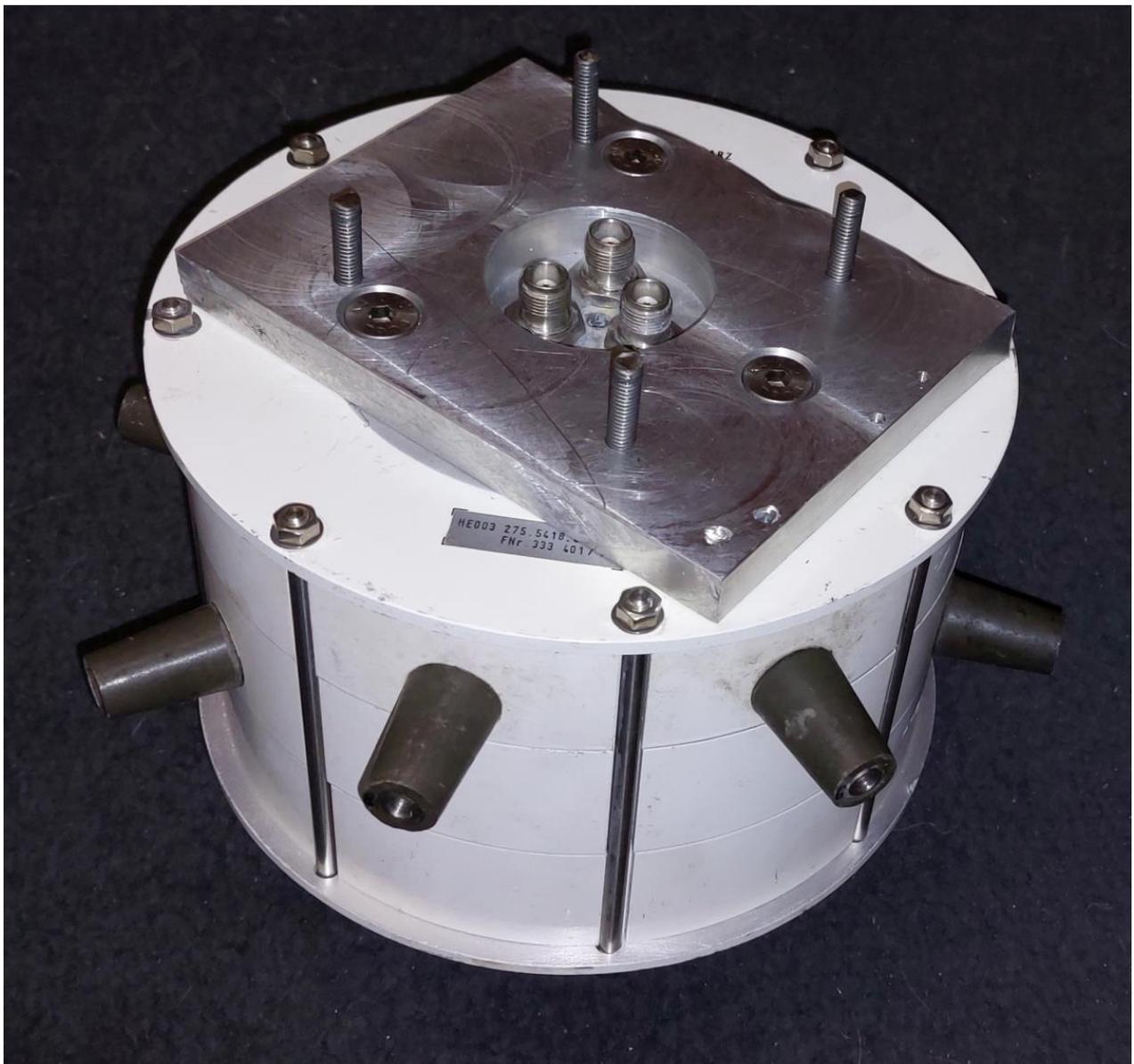


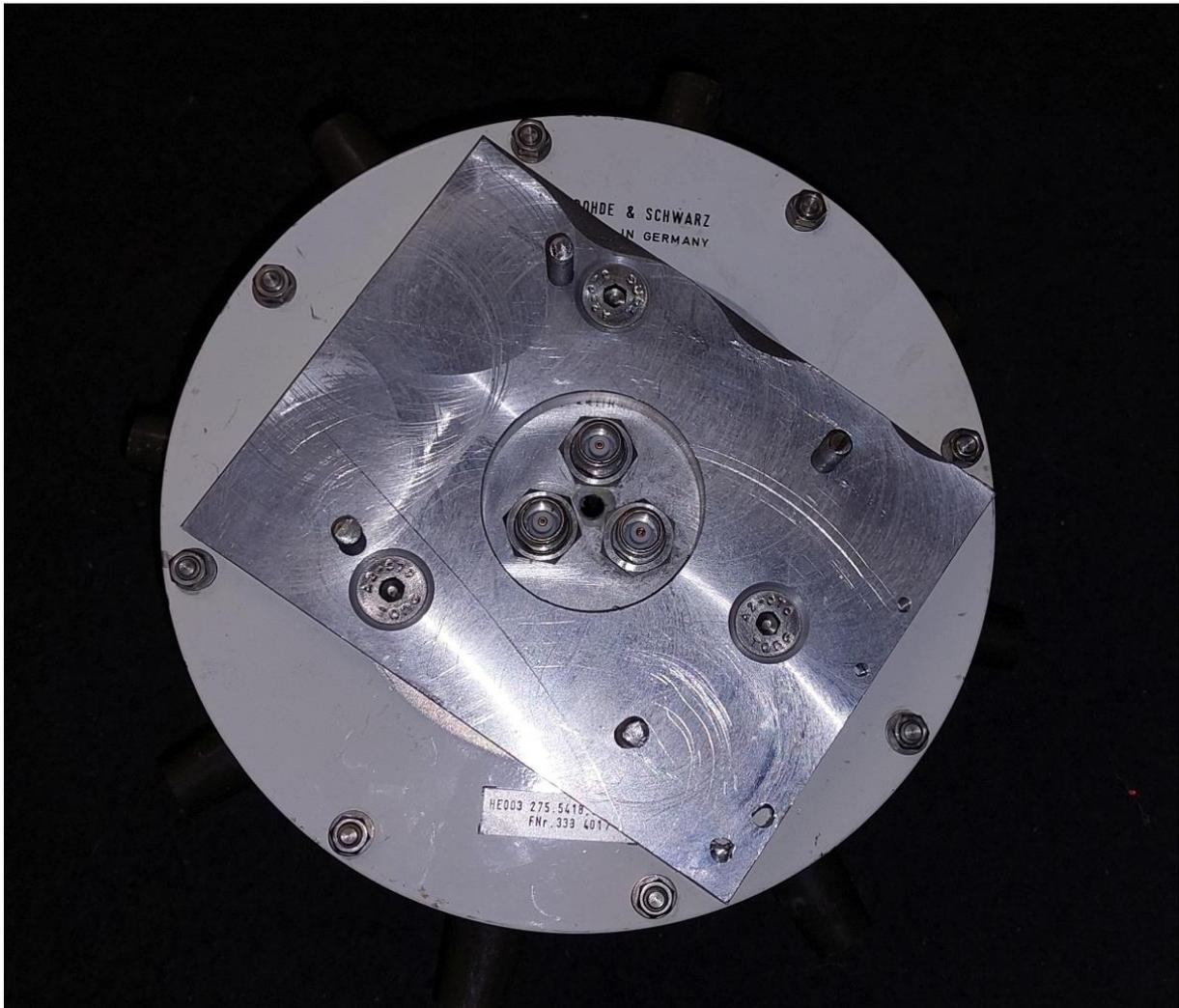
Schließlich habe ich mit freundlicher Unterstützung zweier Funkfreunde, Markus DH5WM und Sören DO4DKW, noch eine Masthalterung angefertigt.

Ich hatte in meinem Fundus noch zwei Klemmbacken aus Aluminiumguss, die ursprünglich für die Montage eines Azimut-Rotors auf einem runden Rohr vorgesehen waren.

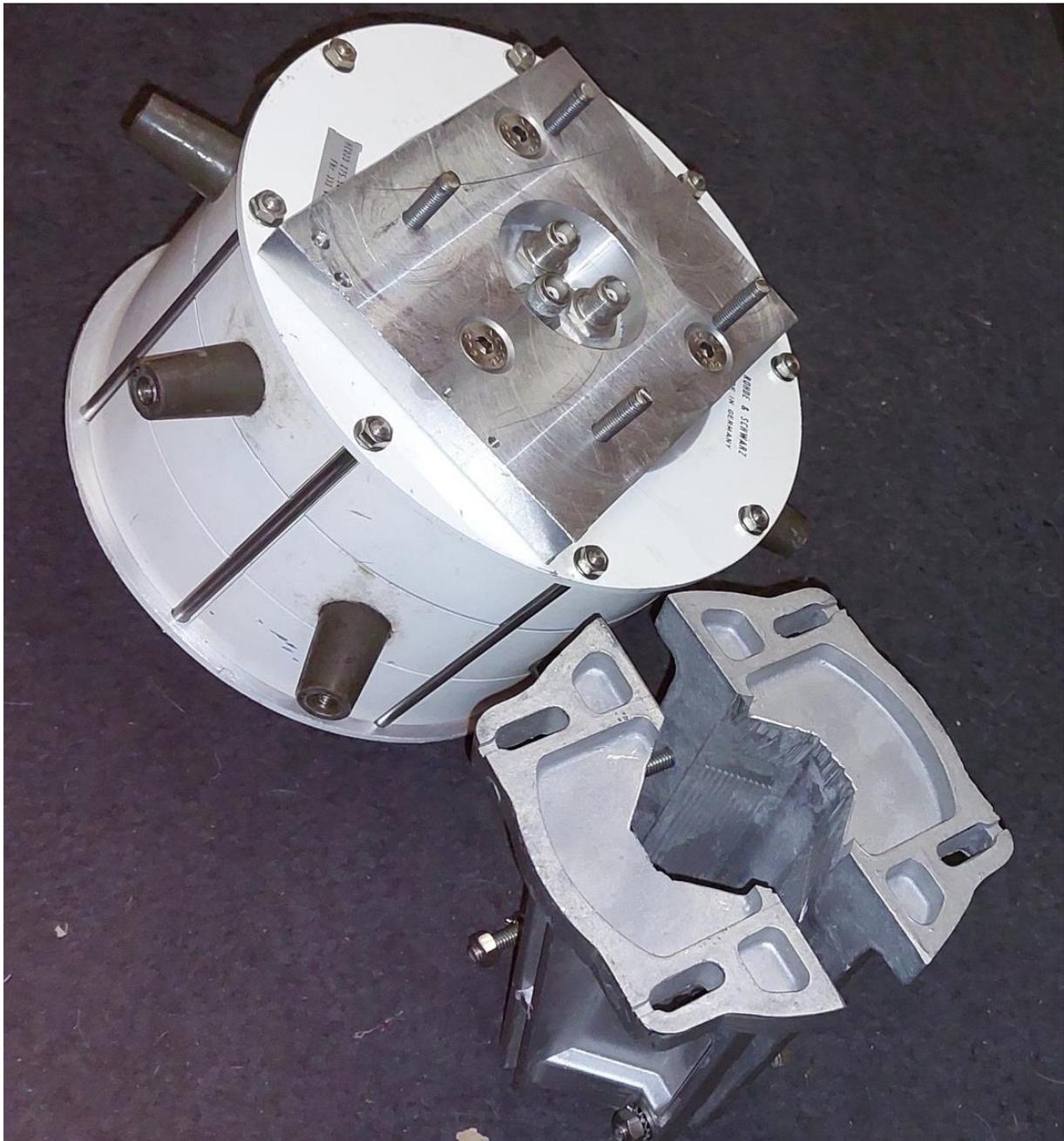
Um diese mit der Elektronikeinheit zu verbinden wurde eine entsprechende Adapterplatte angefertigt. In eine 1 cm dicke Aluminiumplatte wurde ein Loch mit einem Durchmesser von 5cm gefräst um dort die drei Buchsen mit den entsprechenden Koaxialkabeln verbinden zu können. Außerdem wurden drei Löcher gebohrt und angesenkt, so dass die Aluplatte mittels M8 Senkschrauben mit der Bodenplatte der Elektronikeinheit verschraubt werden konnte.

Um die Klemmbacken mit der Adapterplatte zu verbinden wurden in diese 4 passende Löcher mit M6 Innengewinde geschnitten und angesenkt. Vier M6 Senkkopfschrauben wurden eingeschraubt und mit Schraubensicherungslack verklebt so dass nun 4 Gewindebolzen unten aus der Adapterplatte herausragen, mit welchen die beiden Klemmbacken befestigt werden. Die Mastschellen haben Langlöcher, so dass Mastrohre mit einem Außendurchmesser zwischen 35mm und 60mm sicher geklemmt werden können.

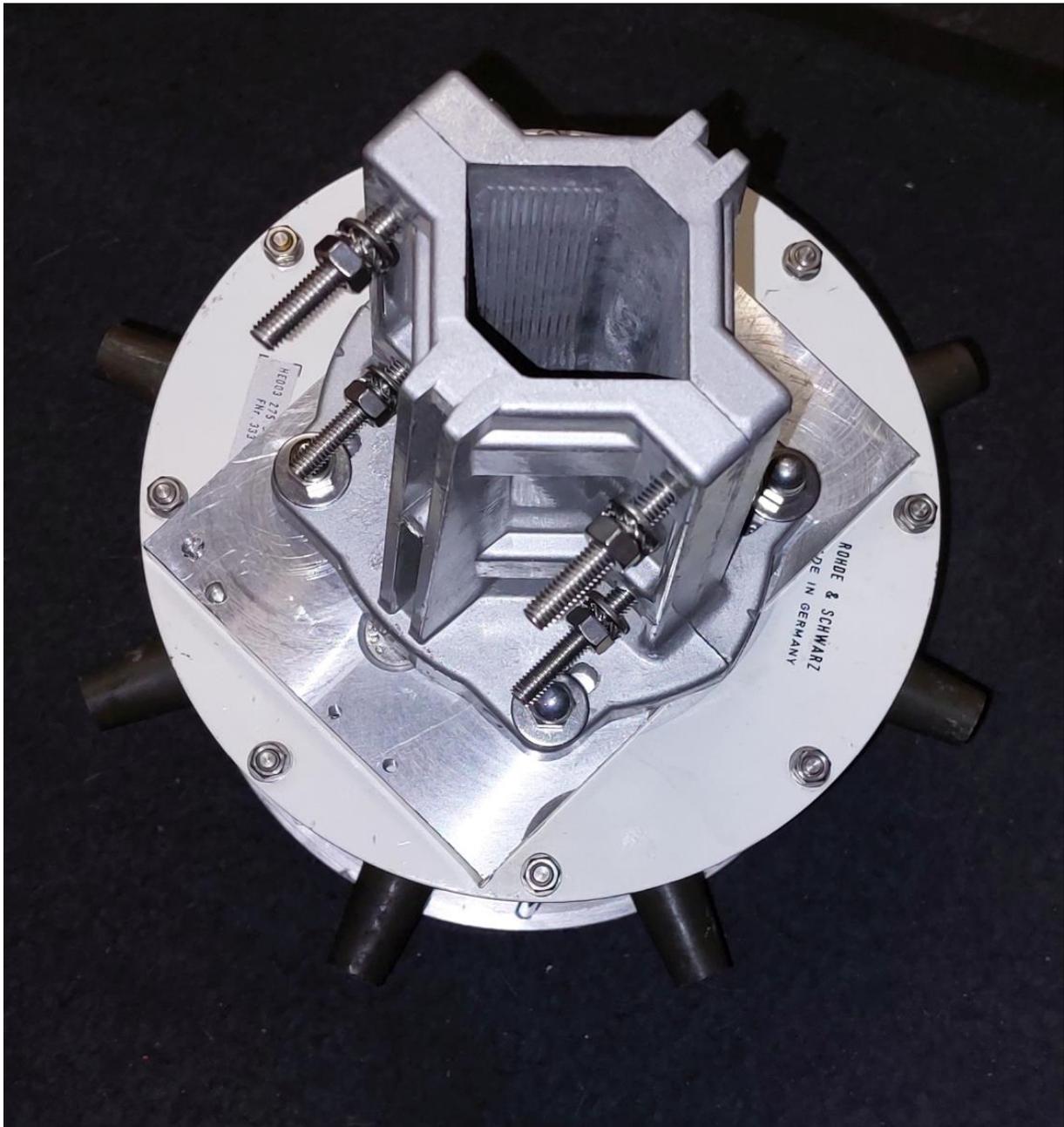




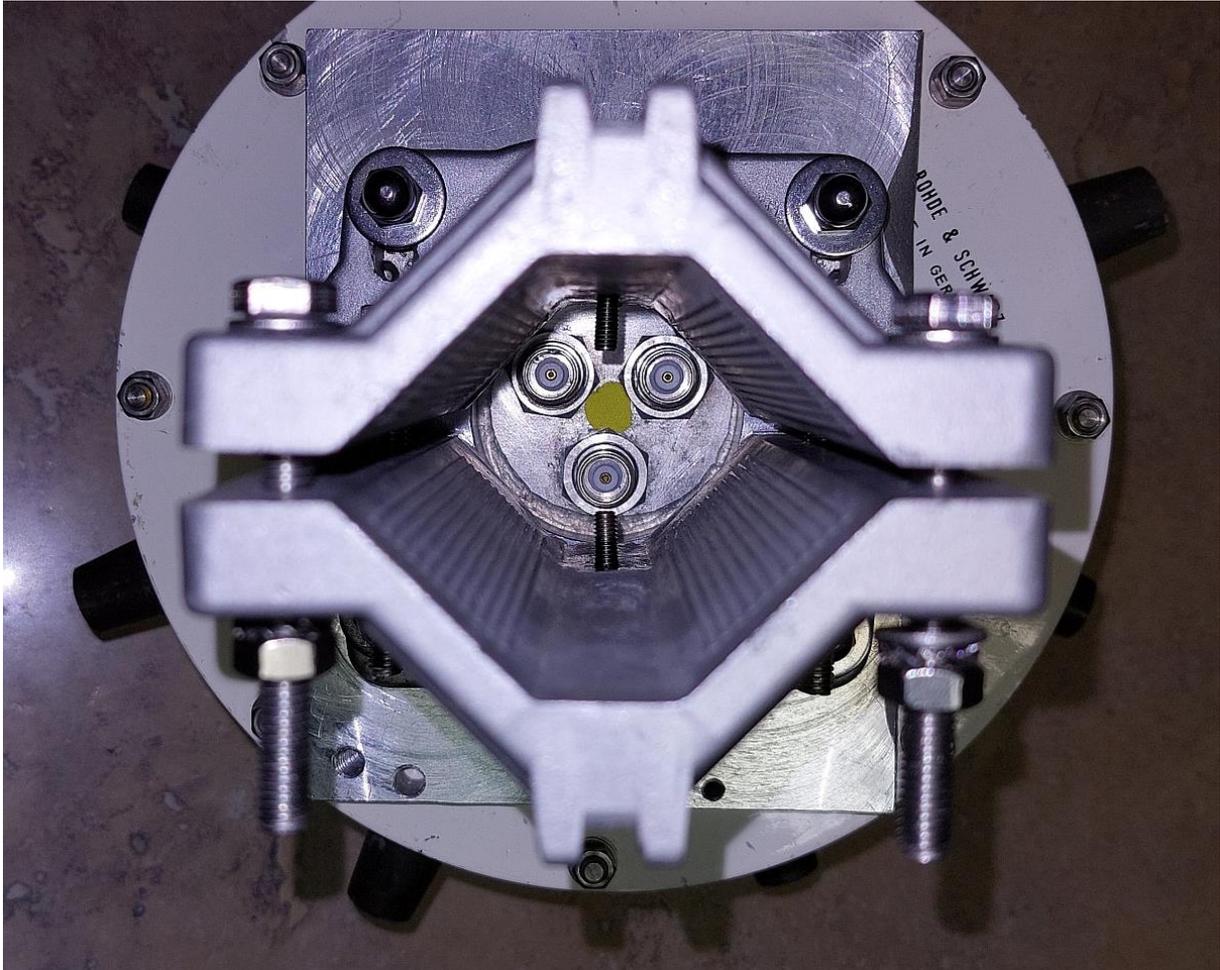
Ansicht der Elektronikeinheit mit montierter Adapterplatte aus 1cm dickem Aluminium



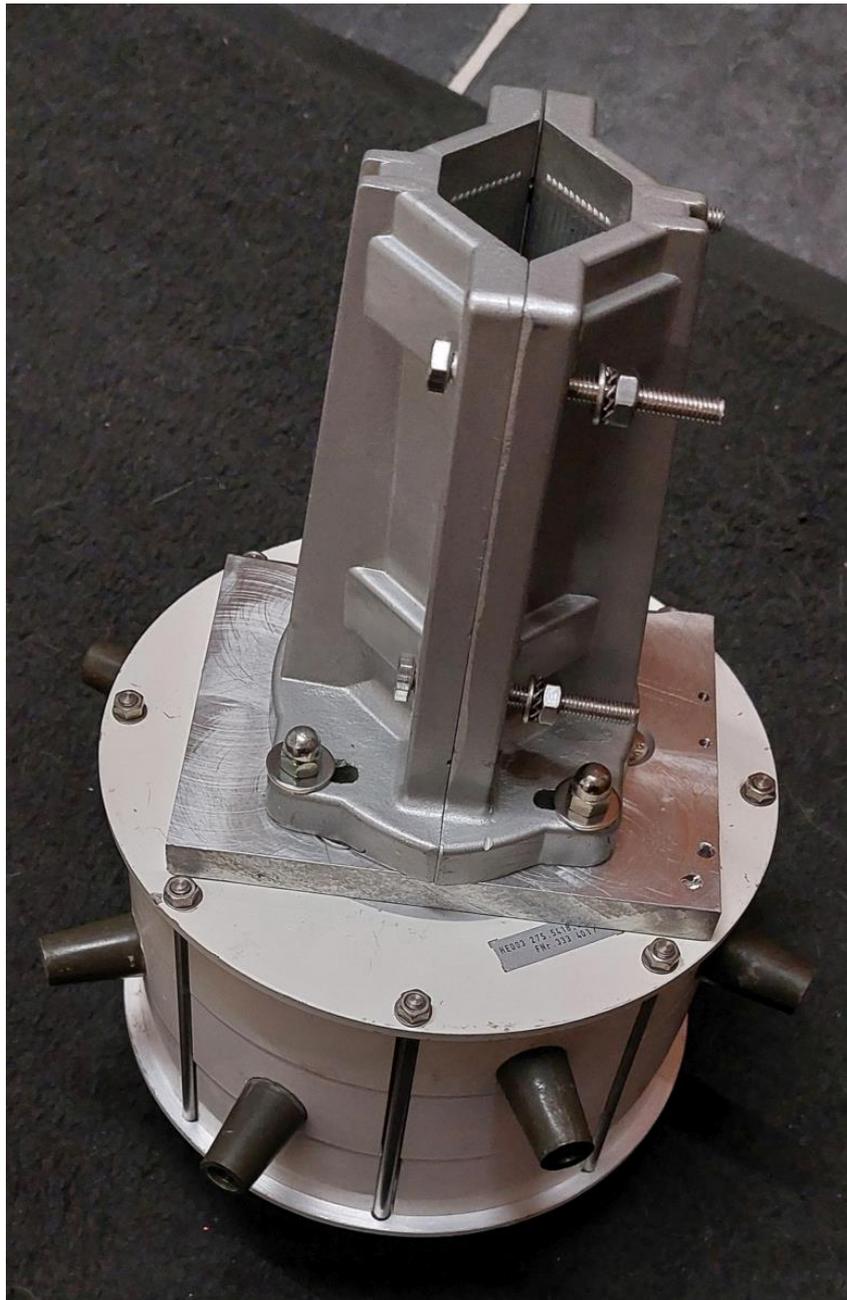
Elektronikeinheit mit Adapterplatte und die beiden Klemmbanken aus Aluminiumguss. Die Bodenplatte der Klemmbanken wurde Innen ausgespart, damit dort die Koaxialkabel zur Elektronikeinheit durchgeführt werden können.



Klemmbaken unter der Elektronikeinheit montiert und für minimalen Mastdurchmesser zusammengeschoben.



Damit das Mastrohr nicht versehentlich die Koaxialstecker beschädigen kann, wurde noch in jeder Klemmbacke ein Gewindestift als Anschlag für das Mastrohr montiert.



Ich werde die Antenne demnächst auf dem Dach über meinem Shack zu montieren und plane alle 3 Antennenausgänge über getrennte Koaxialkabel in den Shack zu führen. Damit kann ich dann Versuche mit verschiedenen Polarisationsarten incl. zirkularer Polarisierung durchführen.

Rückmeldungen sind stets willkommen und Fragen werden gerne beantwortet. Bitte senden Sie diese an die untenstehende Emailadresse.

Viele Grüße

Matthias DD1US

www.dd1us.de

Email: dd1us@amsat.org

Anlagen: Deutsche Originalunterlagen, Schaltpläne, englisches Manual

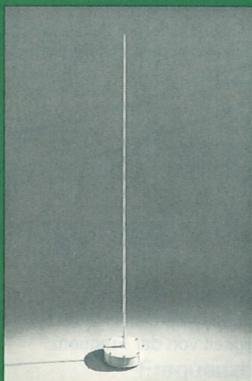


ROHDE & SCHWARZ

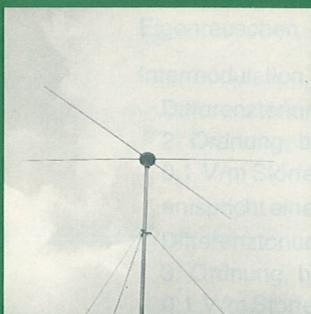
HE 001...006

AKTIVE HF-EMPFANGSANTENNEN

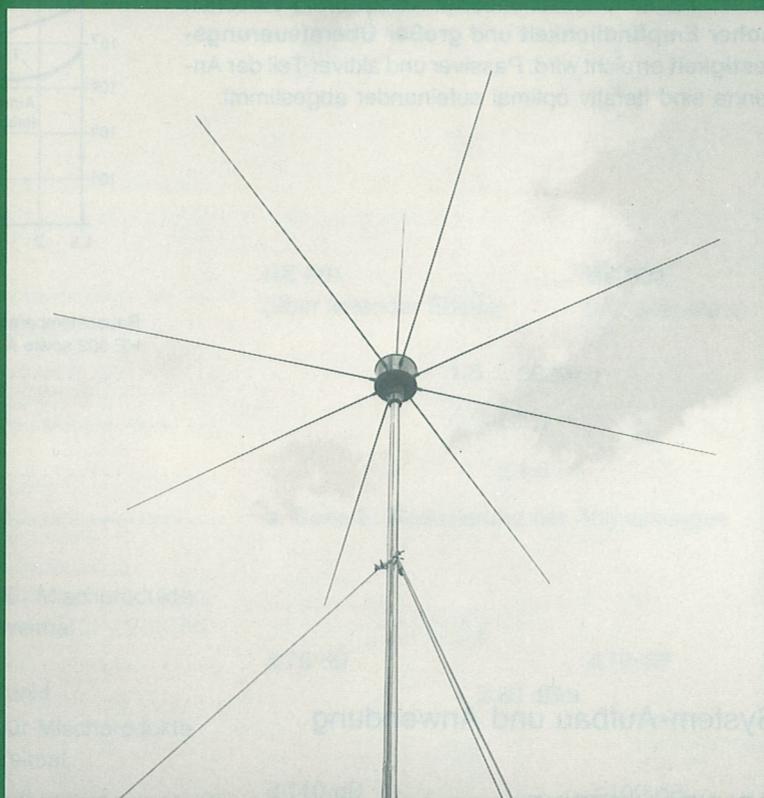
1,5 ... 30 MHz



Aktive HF-Stabantenne HE 001



Aktive HF-Dipolantenne HE 002



Bausteinsystem: HE 001 und 2 x HE 002 ergibt das Aktive Antennensystem HE 003

Besondere Merkmale

- Extrem geringe Abmessungen
Stabhöhe der HE 001 nur 1,5 m
Dipollänge der HE 002 nur 3 m
- Hohe Empfindlichkeit
Gleiche Anlagenempfindlichkeit wie bei vergleichbaren passiven Antennen bei weniger als einem Drittel der Abmessungen
- Hohe Linearität
Vergleichbar mit Anlagen aus passiver Antenne und Vor- oder Trennverstärker
- Große Festigkeit gegen benachbarte Blitzeinschläge
Gleichermaßen unempfindlich gegen benachbarte Blitzeinschläge wie passive Antennen, zusätzlich jedoch durch aktiven Teil erhöhter Schutz der nachgeschalteten Geräte
- Funktionstest ohne Zusatzgeräte sowie Notbetrieb durch Überbrückungsschaltung

Aktive Empfangsantennen

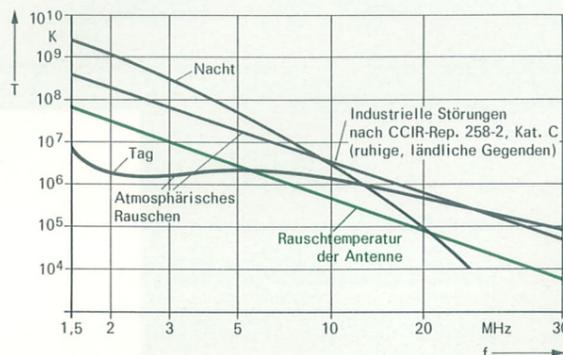
Die Verlagerung des ersten aktiven Vierpols in den passiven Antennenteil sowie der Verzicht auf unabhängige Verwendbarkeit von passivem Antennenteil einerseits und Verstärker andererseits ermöglichen eine **Systemoptimierung** in zweifacher Hinsicht:

1. Der **passive Antennenteil** ist so gestaltet, daß er unter Berücksichtigung der Randbedingungen – z.B. Reduzierung der Abmessungen – dem aktiven Antennenteil Impedanzen anbietet, die einen Betrieb des ersten Transistors mit ausreichend kleinem Eigenrauschen gestatten.

2. Das **Schaltungskonzept** ist unter Berücksichtigung der Eigenschaften der passiven Komponente so gewählt, daß ein praxisorientierter **Kompromiß** zwischen **hoher Empfindlichkeit** und **großer Übersteuerungsfestigkeit** erreicht wird. Passiver und aktiver Teil der Antenne sind iterativ optimal aufeinander abgestimmt.

Reduzierung der Antennenabmessungen

Eine Verringerung der Antennenlänge bewirkt bei gleicher Frequenz ein Ansteigen der Transistorrauschzahl. Die Abmessungen lassen sich also bis zu einem Grenzwert verkleinern. Es ist sinnvoll, diese Grenze nicht als Konstante, sondern bezogen auf das frequenzabhängige Außenrauschen festzusetzen. Entsprechend der Definition der Rauschbandbreite darf dabei das elektronische Rauschen des aktiven Antennenteils so hoch sein wie das aus dem umgebenden Raum aufgenommene Rauschen bei der betrachteten Frequenz (siehe Diagramm unten).



Rauschtemperaturen der Aktiven Empfangsantennen HE 001 und HE 002 sowie Außenrauschen in Abhängigkeit von der Frequenz

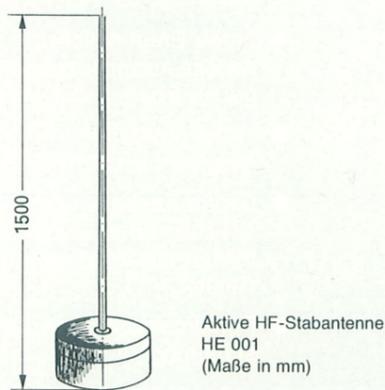
System-Aufbau und Anwendung

GRUNDBAUSTEINE

Die Aktiven Empfangsantennen HE 001 bis 006 bilden ein Bausteinsystem, dessen Grundelemente die Aktive HF-Stabantenne HE 001 und die Aktive HF-Dipolantenne HE 002 sind (siehe Titelfotos).

Aktive HF-Stabantenne HE 001

- Rundempfang von Bodenwellen
- Rundempfang von flach einfallenden Raumwellen (Fernempfang)
- Frequenzunabhängiges Vertikaldiagramm bei Montage über leitender Ebene



Arbeitsweise

Die dreistufige Antennenelektronik stellt einen rauscharmen, hochlinearen Impedanzwandler dar. Aufgrund des hohen Eingangswiderstandes wird die der Feldstärke proportionale Quellenspannung des passiven Antennenteils nahezu frequenzunabhängig ausgekoppelt. Die zweite und die dritte Stufe sind als Gegentaktschaltung mit komplementären Transistoren aufgebaut. Dieses Konzept gewährleistet ausgezeichnete Großsignaleigenschaften.

Im Übertragungsverhalten weist die Antenne Hochpaßcharakter auf. Signale unterhalb von

1,5 MHz werden durch Absenkung des Verstärkereingangswiderstandes und durch eine frequenzabhängige Gegenkopplung abgeschwächt. Die Gefahr der Übersteuerung durch starke Signale im Mittelwellenbereich ist damit auf ein Minimum reduziert.

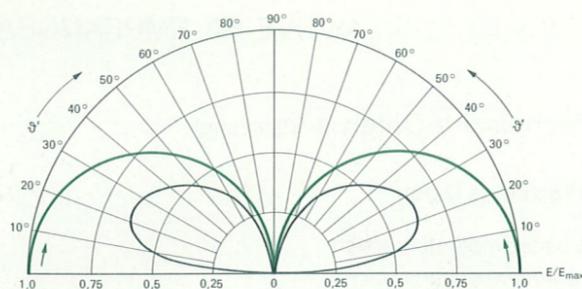
Die Antennenelektronik enthält eine automatische Überbrückungsschaltung, die einen Notbetrieb bei abgeschalteter Versorgungsspannung erlaubt. Dabei werden die Elemente der Antenne direkt auf das Speisekabel geschaltet. Die Überbrückungsschaltung bietet bei abgeschalteter Versorgungsspannung eine einfache Testmöglichkeit zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Antenne ohne zusätzliche Meßgeräte.

Technische Daten

HE 001 (über leitender Ebene) **HE 002** (auf 6-m-Mast)

Frequenzbereich	1,5 ... 30 MHz	
Eingangsimpedanz	50 Ω	
Welligkeitsfaktor s (VSWR)	≤ 1,5	
Eigenrauschen	s. Seite 2: Reduzierung der Abmessungen	
Intermodulation		
Differenztonunterdrückung für Mischprodukte		
2. Ordnung, bezogen auf zweimal 0,1 V/m Störfeldstärke	≥ 75 dB	≥ 70 dB
entspricht einem Intercept-Punkt		≥ 60 dBm
Differenztonunterdrückung für Mischprodukte		
3. Ordnung, bezogen auf dreimal 0,1 V/m Störfeldstärke	≥ 110 dB	≥ 100 dB
entspricht einem Intercept-Punkt		≥ 38 dBm
Kreuzmodulationsfestigkeit		
für Kreuzmodulationsstörabstand 20 dB, entsprechend 10 % Modulationsübernahme (Störsender zu 30 % mit 1 kHz moduliert; f _{Stör} = f _{Nutz} + 1 MHz)		
Antennenfaktor $K_A = \frac{U_A}{E}$	0,4 m	E _{Stör} ≥ 3,5 V/m 0,7 m
(U _A ≙ Ausgangsspannung an 50 Ω ; E ≙ strahlerparallele elektrische Feldstärkekomponente)		
Maximal zulässige Störfeldstärken (Beschädigungsgrenze)		
10 kHz	5 · 10 ⁵ V/m	2,5 · 10 ⁵ V/m
100 kHz	5 · 10 ⁴ V/m	2,5 · 10 ⁴ V/m
1 MHz	5 · 10 ³ V/m	2,5 · 10 ³ V/m
10 MHz	500 V/m	250 V/m
100 MHz	50 V/m	25 V/m

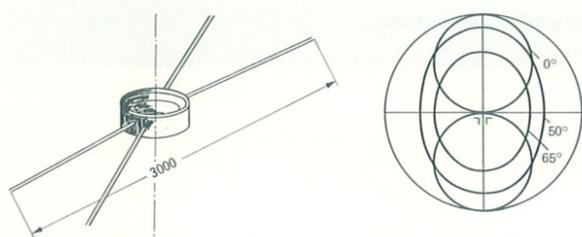
Für den mobilen Einsatz oder bei Platzmangel ist die Vertikalantenne die am häufigsten verwendete Antennenform.



Vertikaldiagramm der elektrisch kurzen Vertikalantenne bei Montage auf ebenem Grund; grüne Kurve: Bodenleitfähigkeit $\sigma \rightarrow \infty$; schwarze Kurve: $\sigma = 10^{-2} \frac{1}{\Omega \text{ m}}$

Aktive HF-Dipolantenne HE 002

- Rundempfang von steil einfallenden Raumwellen aus den kritischen mittleren Entfernungen (Bevorzugung des E-Vektors parallel zur Dipolachse)
- Fernempfang von Raumwellen
- Frequenzunabhängiges Horizontaldiagramm

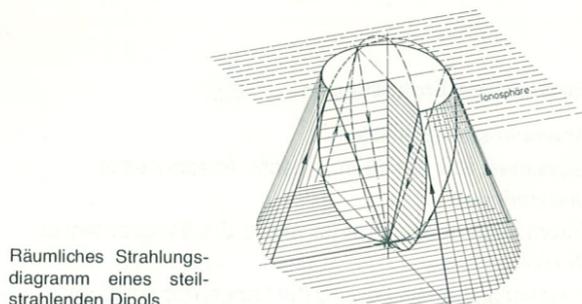


Aktive HF-Dipolantenne HE 002 (Maße in mm)

Azimutdiagramm der HE 002 für verschiedene Erhebungswinkel

Die Bereiche großer Elevationswinkel erfaßt die Aktive HF-Dipolantenne HE 002 optimal, im Gegensatz zur Vertikalantenne, die geringe Empfindlichkeit für Steilstahlung aufweist (siehe Diagramm oben).

Die beiden Hälften des Dipols werden aus jeweils zwei in einem Winkel von 45° angeordneten, parallel geschalteten Stäben gebildet.



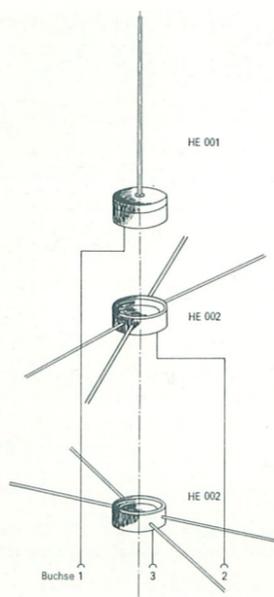
Räumliches Strahlungsdiagramm eines steilstrahlenden Dipols

ANTENNENSYSTEME

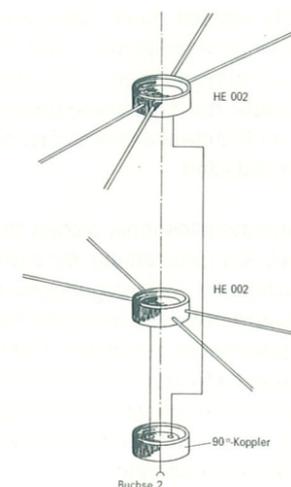
Aktives Antennensystem HE 003
(entsprechend CCIR-Rep. 373-2)

- Rundempfang von Bodenwellen
- Rundempfang von steil einfallenden Raumwellen
- Fernempfang im gesamten Azimutbereich (für horizontale Polarisation: Umschalten der Dipole)

Das System besteht aus der Aktiven HF-Stabantenne HE 001 und zwei im Winkel von 90° zueinander angeordneten Aktiven HF-Dipolantennen HE 002 (siehe auch Titelfoto). Da die Einzelantennen eine teilweise Ausblendung von atmosphärischen oder industriellen Störungen erlauben, ist ein Zusammenschalten der Dipole innerhalb des Systems nicht vorgesehen. Zur Auswahl der momentan geeignetsten Antenne kann ein handbedienter Umschalter oder – bei den hierfür geeigneten Sendarten – ein Diversity-Ablösegerät verwendet werden.



Aktives Antennensystem HE 003

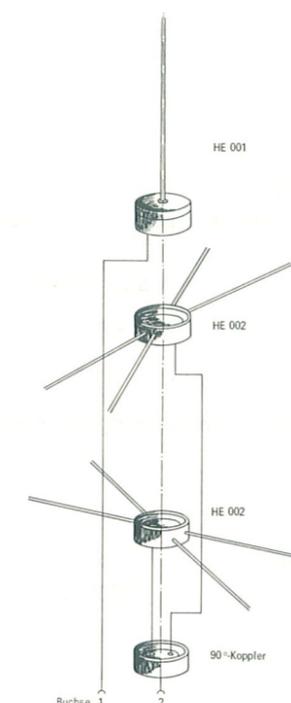


Aktives Antennensystem HE 004

Aktives Antennensystem HE 004

- Rundempfang horizontal polarisierter Wellen aus allen Elevationsbereichen (auch bei kleinen Erhebungswinkeln)
- Konstante Empfindlichkeit für steil einfallende Raumwellen bei beliebiger Lage des E-Vektors

Das Aktive Antennensystem HE 004 ist aufgebaut aus zwei horizontal, im Winkel von 90° zueinander angeordneten Aktiven HF-Dipolantennen HE 002, die über einen 90°-Koppler zu einem Breitband-Kreuzdipol zusammengeschaltet sind.

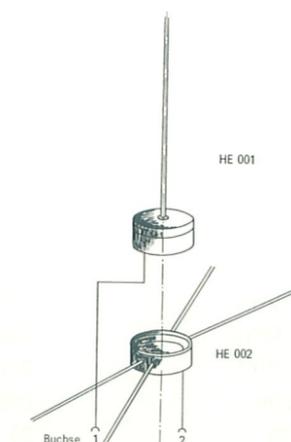


Aktives Antennensystem HE 005

Aktives Antennensystem HE 005
(entsprechend CCIR-Rep. 373-2)

- Rundempfang von Bodenwellen und flach einfallenden Raumwellen vertikaler Polarisation
- Rundempfang horizontal polarisierter Wellen, auch bei kleinen Erhebungswinkeln
- Konstante Empfindlichkeit für steil einfallende Raumwellen mit beliebiger Lage des E-Vektors

Das System enthält die Aktive HF-Stabantenne HE 001 und das Aktive Antennensystem HE 004.



Aktives Antennensystem HE 006

Aktives Antennensystem HE 006

- Rundempfang steil einfallender Raumwellen (mittlere Entfernungen) bei Bevorzugung des E-Vektors parallel zur Dipolachse
- Empfang flach einfallender Raumwellen horizontaler Polarisation senkrecht zur Dipolachse
- Rundempfang von Boden- und Raumwellen vertikaler Polarisation

Das Aktive Antennensystem HE 006 besteht aus der Aktiven HF-Stabantenne HE 001 und einer Aktiven HF-Dipolantenne HE 002.

AKTIVE HF-EMPFANGSANTENNEN HE 001 ... 006

Technische Daten (Fortsetzung)

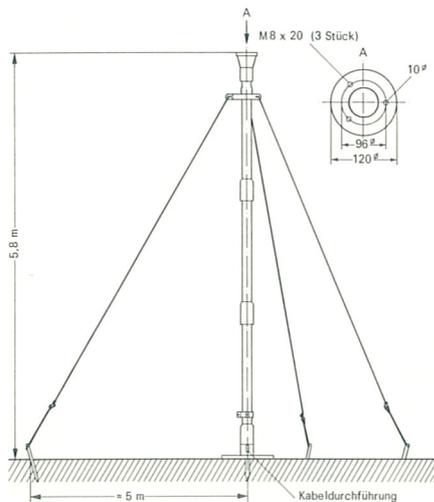
Allgemeine Daten

Arbeitstemperaturbereich	- 40 ... +80 °C
Lagertemperaturbereich	- 55 ... +125 °C
Anschlüsse	BNC
Versorgungsspannung	18 V \pm 10 % ¹⁾
Stromaufnahme (HE 001 bzw. HE 002)	100 mA
Abmessungen	siehe Seite 2 und 3
Gewicht	HE 001: 1,6 kg HE 002: 2 kg

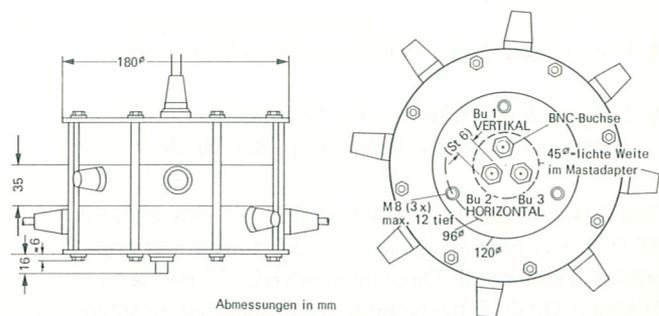
Bestellbezeichnung	► Aktive HF-Stabantenne HE 001 275.5430.50
	► Aktive HF-Dipolantenne HE 002 275.5424.50
	► Aktives Antennensystem HE 003 275.5418.50
	► Aktives Antennensystem HE 004 275.5460.50
	► Aktives Antennensystem HE 005 275.5447.50
	► Aktives Antennensystem HE 006 275.5453.50

Empfohlene Ergänzungen

Antennenstab (Ersatzteil)	275.5530.00
Steckmast KM 011 (6 m; einschl. Abspannseile und Heringe)	273.9116.02 (Maße siehe Bild unten)
Stromversorgungsgerät für aktive Empfangsantennen IN 014	235.7610.02 (siehe Datenblatt N8-295)
Anschlußkabel RG 58-C/U (für Längen bis zu 30 m)	025.2071.00
Anschlußkabel RG 213/U (für Längen zwischen 30 und 100 m)	025.4580.00



Steckmast KM 011



Befestigungsbohrungen und Anschlüsse

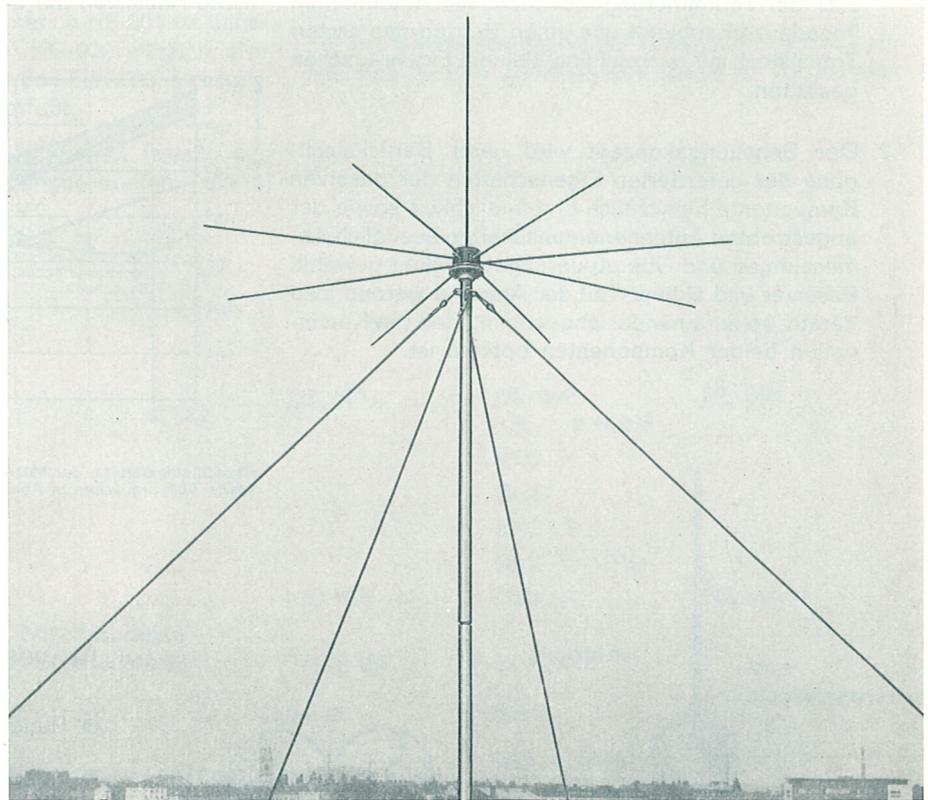
1) Die Antennen werden vom Stromversorgungsgerät IN 014 über die koaxiale HF-Antennenleitung gespeist. Das IN 014 ist für alle gängigen Netzspannungen sowie 24-V-Batteriebetrieb geeignet (siehe Datenblatt N8-295).



Aktive HF-EMPFANGSANTENNEN

und Stromversorgungsgerät
als Bausteinsystem

1,5 ... 30 MHz



Antennensystem HE 003

BESONDERE MERKMALE

- Extrem geringe Abmessungen:
Stabhöhe der HE 001 nur 1,5 m
Dipollänge der HE 002 nur 3 m
- Hohe Empfindlichkeit
Gleiche Anlagenempfindlichkeit wie vergleichbare passive Antennen bei nur einem Drittel der Abmessungen
- Hohe Linearität
Vergleichbar mit Anlagen aus passiver Antenne und Vor- oder Trennverstärker
- Große Festigkeit gegen benachbarte Blitzeinschläge
Gleichermaßen unempfindlich gegen benachbarte Blitzeinschläge wie passive Antennen, zusätzlich jedoch durch aktiven Teil erhöhter Schutz der nachgeschalteten Geräte

Allgemeines

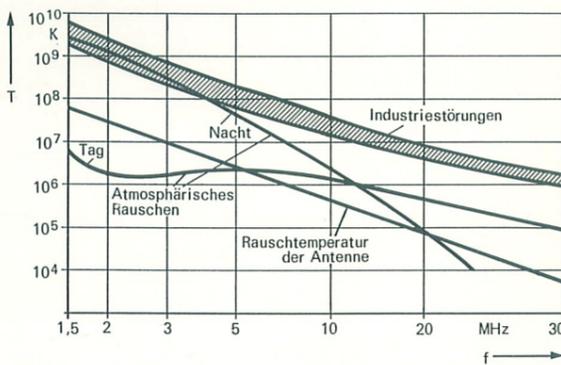
Transistorierte Empfangsantennen stellen die konsequente Verwirklichung der Optimierungsmöglichkeiten dar, die sich aus der Anwendung der Gleichung für die Rauschzahl eines Empfangssystems mit mehreren aufeinanderfolgenden Vierpolen ergeben. Der Einfluß von Eigenrauschen und Verstärkung ist bei einer Empfangsanlage um so stärker, je näher dem elektromagnetischen Feld die betrachtete Gerätestufe innerhalb des Signalweges liegt. Bei aktiven Antennen wird durch Verlagerung des ersten aktiven Vierpols in die Antenne eine Systemoptimierung in zweifacher Hinsicht erreicht:

1. Der passive Antennenteil ist so gestaltet, daß er unter Berücksichtigung der Randbedingungen – z. B. bei Verkleinerung – dem aktiven Antennenteil Impedanzen anbietet, die einen Betrieb des ersten Transistors mit ausreichend kleinem Eigenrauschen gestatten.
2. Das Schaltungskonzept wird unter Berücksichtigung der geforderten Eigenschaften der passiven Komponente hinsichtlich Empfindlichkeit sowie der angestrebten Antenneneigenschaften bezüglich Abmessungen und Übersteuerungsfestigkeit gewählt. Passiver und aktiver Teil der Antenne werden also iterativ so aufeinander abgestimmt, daß die Kombination beider Komponenten optimal ist.

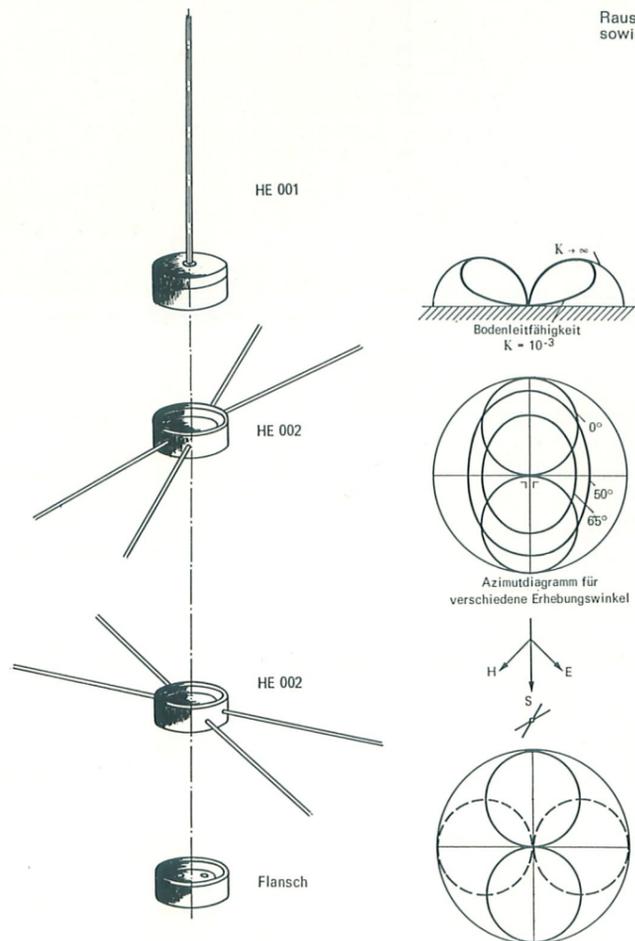
Durch bewußten Verzicht auf unabhängige Verwendbarkeit von Antenne einerseits und Verstärker andererseits ist eine Systemoptimierung möglich, die zu den Vorteilen transistorierter Antennen führt.

Reduzierung der Abmessungen

Die Verringerung der Antennenlänge bewirkt bei gleicher Frequenz ein Ansteigen des Transistorrauschens. Die Antenne läßt sich also bis zu einem vorgegebenen Wert von T verkleinern. Es ist sinnvoll, diese Grenze nicht als Konstante, sondern bezogen auf das frequenzabhängige Außenrauschen festzusetzen. Eine gebräuchliche Richtlinie dafür ist, daß das elektronische Rauschen des aktiven Antennenteils so hoch sein darf wie das aus dem umgebenden Raum aufgenommene Rauschen bei der betrachteten Frequenz.



Rauschtemperaturen der aktiven Empfangsantennen HE 001 und HE 002 sowie Außenrauschen in Abhängigkeit von der Frequenz



Anwendung

- Rundempfang von Bodenwellen
- Rundempfang von flach einfallenden Raumwellen (Fernempfang)
- Rundempfang von steil einfallenden Raumwellen aus kritischen mittleren Entfernungen
- Fernempfang von Raumwellen

Zusätzlicher Dipol:

- Zur Vermeidung des Empfindlichkeitsverlustes, der bei senkrecht auf der Antennenachse stehendem Vektor des elektrischen Feldes entsteht
- Für Fernempfang im gesamten Azimutbereich (für flach einfallende Wellen weist jeder Dipol ein Doppelkreisdiagramm auf)

System-Aufbau

Vertikalantenne HE 001

Für den mobilen Einsatz und bei Platzmangel stellen Vertikalantennen die am häufigsten verwendete Antennenform dar. In dem Bausteinsystem der aktiven HF-Empfangsantennen von Rohde & Schwarz bildet daher die transistorierte Vertikalantenne HE 001 das Grundelement.

Empfangsdipol HE 002

Vertikalantennen haben durch den Diagrammeinzug in Richtung der Antennenachse eine geringere Empfindlichkeit für steil einfallende Strahlung. Universeller Einsatz der HF-Empfangsantenne HE 001 ist daher nur zusammen mit dem Dipol HE 002 möglich. Der Dipol bevorzugt jene Bereiche des Elevationswinkels, die die Vertikalantenne nicht erfaßt.

Die beiden Hälften des Dipols werden jeweils aus zwei in einem Winkel von 45° angeordneten, parallel gespeisten Stäben gebildet.

Dreifach-Antennensystem HE 003

Das System besteht aus einer Vertikalantenne HE 001 und zwei im Winkel von 90° zueinander angeordneten Dipolen HE 002 (siehe Titelfoto). Durch die beiden versetzten Dipole werden Empfindlichkeitsverluste in den Richtungen der Dipolachsen vermieden, ohne daß mechanische Drehungen in der Azimutebene nötig sind.

Da die Eigenschaften der Einzelantennen die teilweise Ausblendung von atmosphärischen und industriellen Störungen bewirken, ist eine Zusammenschaltung innerhalb eines Systems nicht vorgesehen. Zum Umschalten der Antennen können handbediente Einrichtungen oder – bei den hierfür geeigneten Sendarten – ein Diversity-Abblösergerät (auf Anfrage) dienen.

Für die **Stromversorgung** der Antennen des Bausteinsystems ist das Gerät IN 014 (Seite 4) vorgesehen.

Technische Daten

	HE 001	HE 002	HE 003
Frequenzbereich		1,5 . . . 30 MHz	
Eingangsimpedanz		50 Ω	
Anschlußstecker		BNC	
Welligkeitsfaktor		s ≤ 1,5	
Versorgungsspannung		18 V ± 10%	
Stromaufnahme	100 mA	100 mA	300 mA
Differenztonunterdrückung für Mischprodukte 2. Ordnung bei zweimal 0,1 V/m Störfeldstärke	> 75 dB	> 70 dB	} siehe Einzelantenne
Antennenfaktor $k_A = \frac{U_A}{E}$	0,4 m	0,8 m	
Nenntemperaturbereich		-40 . . . + 80 °C	
Lagertemperaturbereich		-55 . . . + 125 °C	
Gewicht etwa	1,6 kg	2 kg	5 kg
Abmessungen und Prinzipschaltung		siehe Seite 4	
► Bestellbezeichnung	Aktive HF-Stabantenne HE 001 275.5430.50	Aktiver HF-Dipol HE 002 275.5424.50	Aktives HF-Dreifach-Antennensystem HE 003 275.5418.50

Empfohlene Ergänzungen

6-m-Steckmast KM 011 (einschließlich Abspannseile und Heringe; Abspannradius etwa 4 m), Bestell-Nr. 273.9116.02

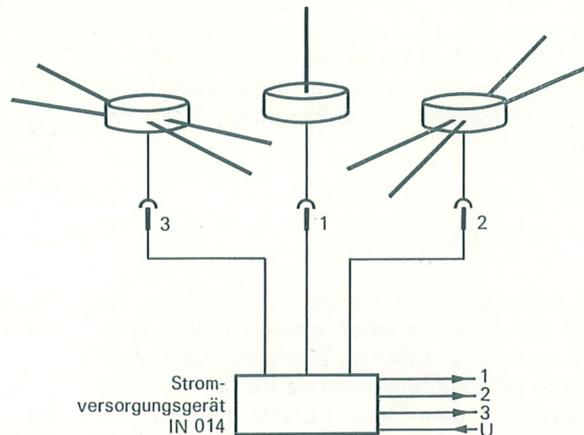
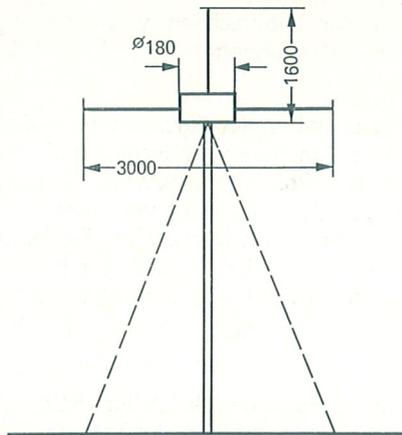
Netzgerät IN 014 (Seite 4)

Anschlußkabel, z. B. RG 58-C/U

Literaturhinweis: NEUES VON ROHDE & SCHWARZ, Heft 64 (1974).

AKTIVE HF-EMPFANGSANTENNEN

Abmessungen (in mm) und Prinzipschaltung des Antennensystems HE 003



Netzgerät IN 014

- Netz- und Batteriebetrieb möglich
- Sicher gegen Kurzschluß
- Mit 1 bis 3 Gleichstromaufschaltungen bestückbar, dadurch kosteneffektive Anpassung an die Antennenanlage



Technische Daten

Stromversorgung	wahlweise aus Wechselstromnetz oder Batterie; kombinierter Ein-/Ausschalter
Netzspannung	115/125/220/235 V ± 10%, 45 . . . 60 Hz
Leistungsaufnahme	maximal 10 VA
Batteriespannung	24 V + 35/- 10%
Einschaltkontrolle	Kontrolllampe für Netz- und Batteriebetrieb

Lastseite

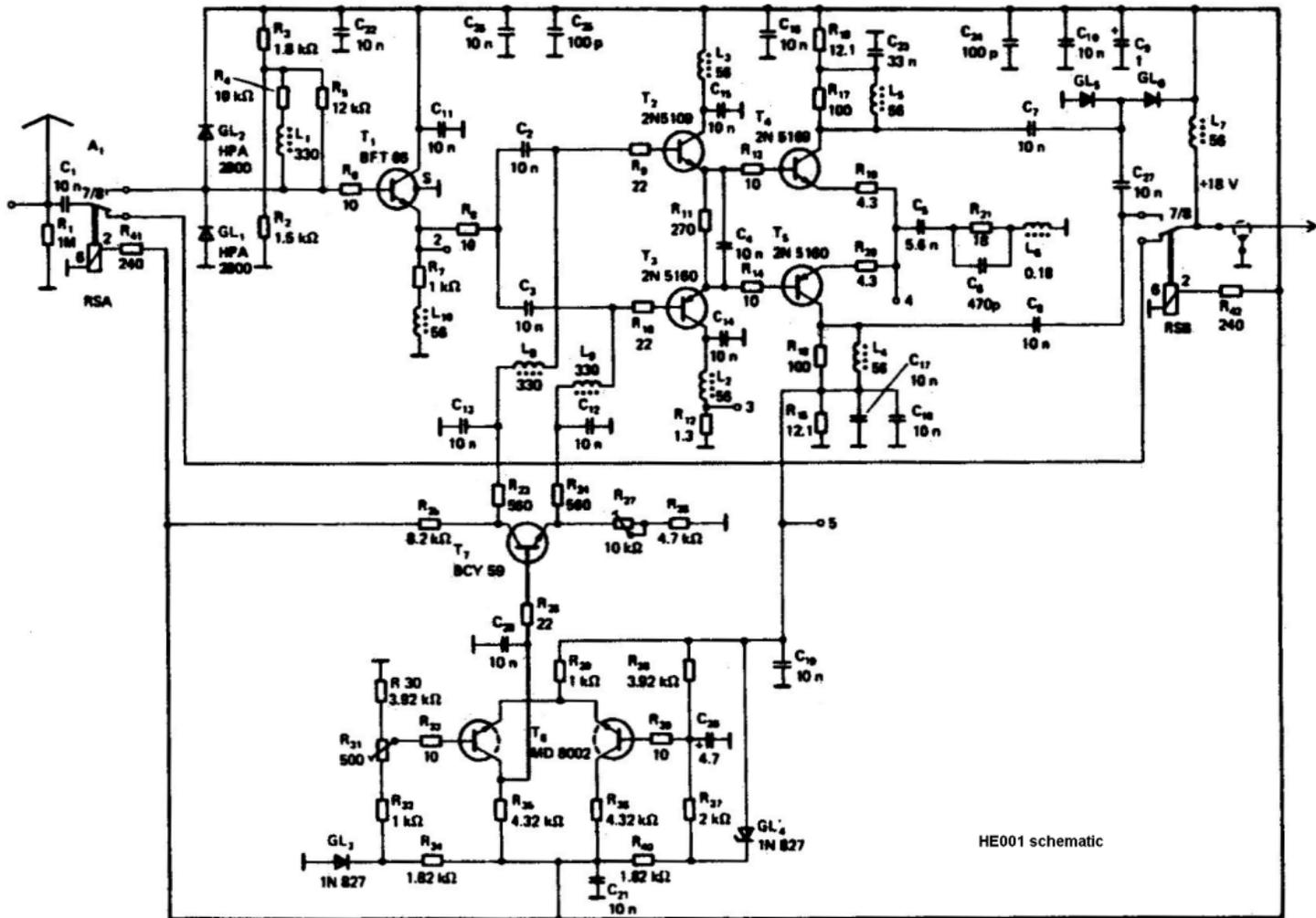
Ausgangsspannung	10 . . . 20 V (einstellbar)
Werkseinstellung bei Lieferung	18 V, Minuspol an Masse
Maximaler Laststrom	350 mA
Abschaltstrom	450 mA
Anschlußstecker	BNC

Allgemeine Daten

Nenntemperaturbereich	- 40 . . . + 80 °C
Lagertemperaturbereich	- 50 . . . + 100 °C
Abmessungen über alles (mit Tragegriff)	240 mm x 90 mm x 190 mm
Gewicht	1 kg

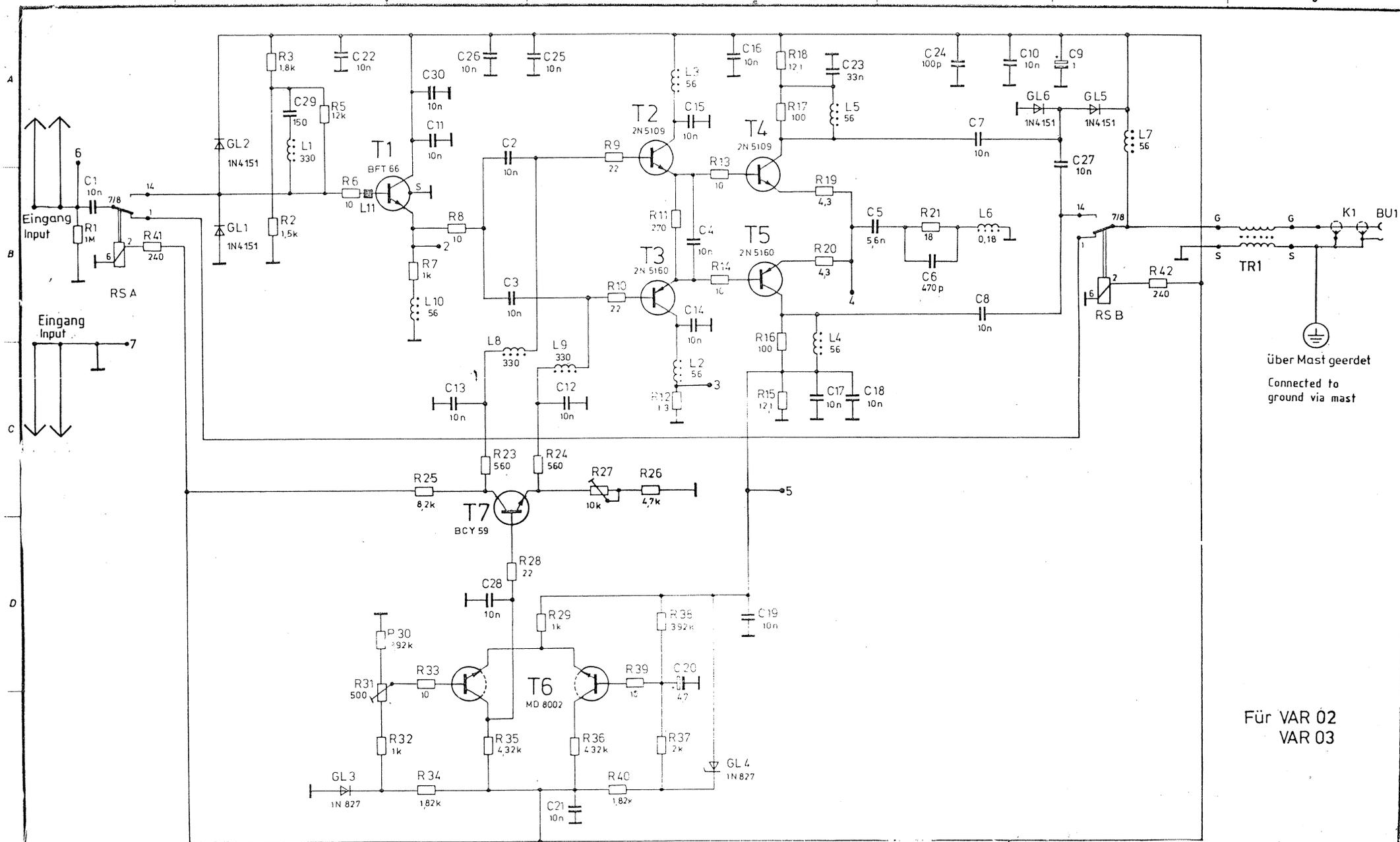
Bestellbezeichnung ► Netzgerät IN 014
235.2518.02





HE001 schematic

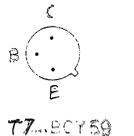
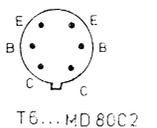
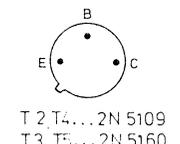
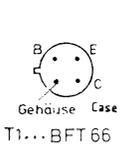
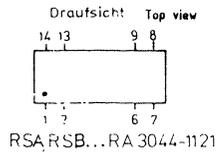
Dieses Untergerät ist unser Eigentum. Verweigerung, unbefugte Vervielfältigung, Verbreitung an andere ist strafbar und strafbar.



Über Mast geerdet
Connected to ground via mast

Für VAR 02
VAR 03

30-Präzision, Methode E



Am. Nr.	Am. Miting Nr.	Datum	Name	Halbzeug, Werkstoff	Maßstab	Untel. Maße	zu HE 003
A	30632	02.85	Hu				
B	40784	05.89	Hu				
Benennung Aktiver Antennenteil II (HE002) active antenna section					Z		
Zeichnung besteht aus Blatt					Blatt-Nr.		
registr. in Verz. 275.5418 V					erste Z. 577.8952		Zeichn. Nr. 275.5730 S
ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN		Stufe 4 PME	gez. Datum 11.81 Ha	boarb Datum 11.81 Hu	geprüft Datum	Ordn.-Nr. (nur für K-Ordner)	



ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Printed in the Federal
Republic of Germany

Manual

ACTIVE HF RECEIVING ANTENNAS
HE 001, HE 002

AND COMBINATIONS THEREOF
UP TO HE 006

Übersetzung von Ausgabe
R 32990/Feb 77

Ausgabe/Edition
R 32990/Feb 77

Special Features

- Extremely small dimensions:
Rod height of HE 001 only 1.5 m
Dipole length of HE 002 only 3 m
- High sensitivity
Same system sensitivity as comparable passive antennas with three times larger dimensions
- High linearity
Comparable with systems made up of passive antenna and amplifier or multicoupler
- High immunity to lightning strokes nearby
equivalent to that of passive antennas, but increased protection of subsequent equipment by active part

General

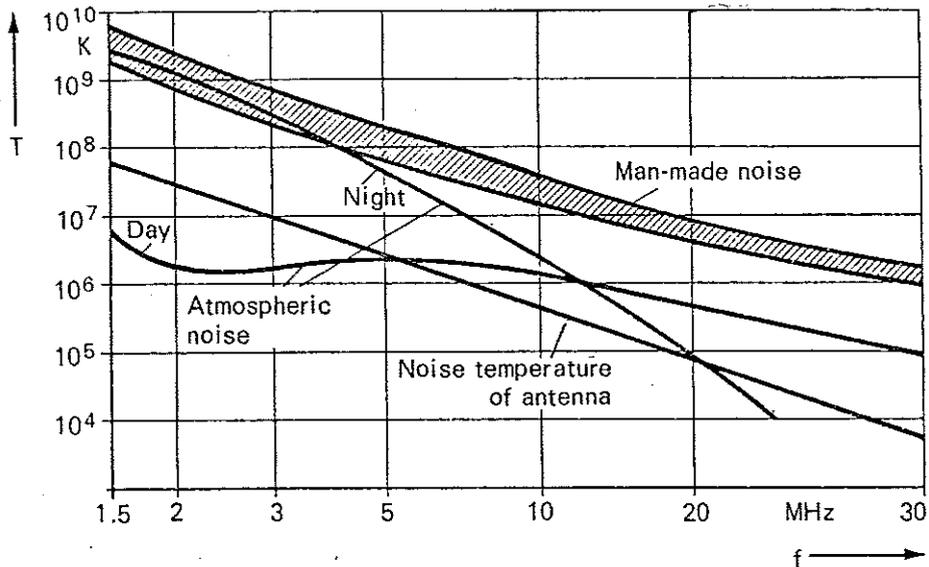
Transistorized receiving antennas are the result of consistent optimization based on the noise-figure equation of a receiving system with cascaded four-terminal networks. The closer the particular equipment stage in the signal path is to the electromagnetic field, the greater is the influence of its inherent noise and gain in the receiving system. By integrating the first active four-terminal network into the antenna, system optimization is achieved in two respects:

1. The passive part of the antenna is so designed that - taking into consideration the boundary conditions, e.g. when reducing the size - it offers the active part of the antenna the sort of impedance which will enable operation of the first transistor with adequately low inherent noise.
2. The design concept provides for both the required sensitivity of the passive component and the desired antenna dimensions and overdriving capacity. The passive and active parts of the antenna are iteratively matched in order to obtain an optimum combination of both components.

System optimization leading to the advantages of transistorized antennas is achieved by deliberately abandoning independent usability of the antenna and of the amplifier.

Reducing the Dimensions

When reducing the length of the antenna, the transistor noise will increase at constant frequency. This means that the antenna can be reduced in size until a given value of T is reached. It is advisable to fix this limit not as a constant, but referred to the frequency-dependent ambient noise. According to a common rule, the electronic noise of the active antenna part may be as high as the ambient noise picked up at the particular frequency.



Noise temperatures of antennas HE 001 and HE 002 and ambient noise as a function of frequency

Description

The active antenna circuitry is basically a low-noise, highly linear impedance transformer. Due to the high input impedance, the field-strength-proportional voltage delivered by the passive antenna is coupled out practically independent of the frequency. The source impedance of the radiators (corresponding to a capacitance of 15 pF) acts together with the input impedance of the active circuit like a capacitive voltage divider.

The 2nd and 3rd stage of the three-stage circuit operate in push-pull mode using complementary transistors. This ensures optimum large-signal characteristics.

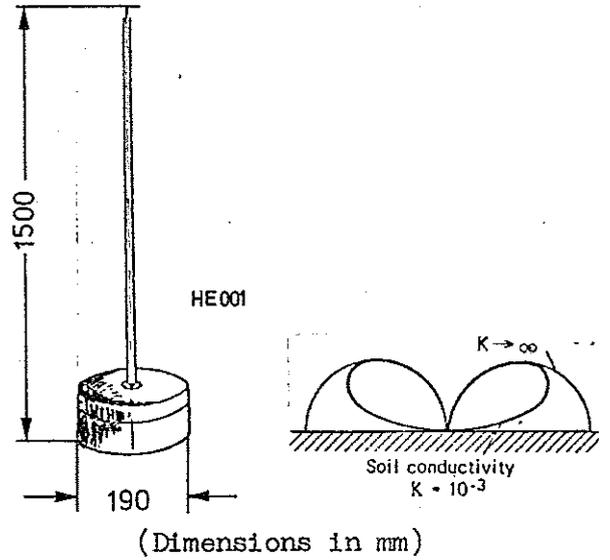
The circuit has filter characteristics, i.e. frequencies below 1.5 MHz are suppressed due to the reduction of the amplifier input impedance and due to the frequency-dependent negative feedback. The risk of overdriving by strong mediumwave signals is thus minimized.

The circuitry is equipped with a switching device, which permits emergency operation if the supply voltage fails. In this case, the radiators are directly connected to the feeder.

Active HF Rod Antenna HE 001

Uses

- Omnidirectional reception of ground waves
- Omnidirectional reception of low-angle sky waves (long-distance reception)



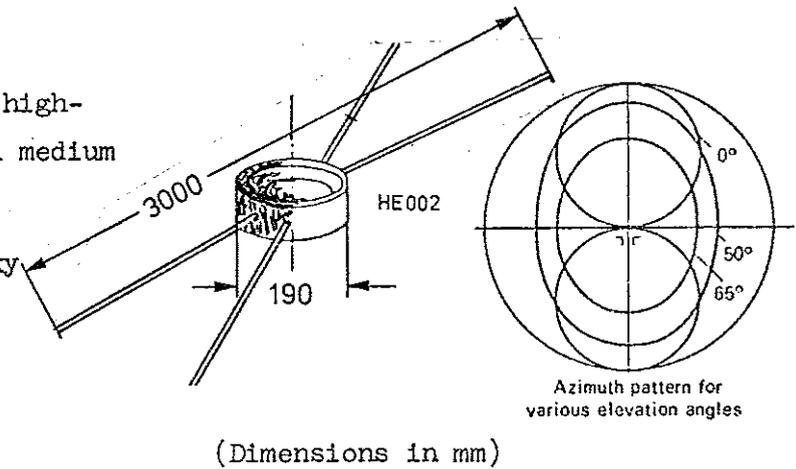
Construction

This vertical antenna is the type most commonly used in mobile applications and in cases where space is at a premium. The transistorized vertical antenna HE 001 is therefore the basic element of the modular system of active HF receiving antennas developed by Rohde & Schwarz.

Active HF Dipole Antenna HE 002

Uses

- Omnidirectional reception of high-angle sky waves over critical medium distances
- Long-distance reception of sky waves



Construction

Since the patterns of vertical antennas exhibit a null in the direction of the antenna axis, these antennas are very insensitive to signals which arrive at steep angles. Universal use of Type HE 001 is therefore only possible in conjunction with the Active HF Dipole Antenna HE 002. The dipole covers those angles of elevation which are omitted by the vertical antenna.

Each half of the dipole is made up of two rods arranged at an angle of 45° and fed in parallel.

Specifications

	HE 001	HE 002
Frequency range	1.5 to 30 MHz	
Input impedance	50 Ω	
Connectors	BNC	
VSWR	≤ 1.5	
Supply voltage	18 V \pm 10%	
Current consumption	100 mA	100 mA
Suppression of 2nd order inter-modulation products for twice 0.1 V/m interfering field strength ..	> 75 dB	> 70 dB
Cross modulation	10% with interfering field strength > 3.5 V/m and interfering transmitter operating 1 MHz above wanted frequency with modulation frequency of 1 kHz and 30% modulation depth	
Antenna factor $k_A = \frac{V_A}{E}$	0.4 m	0.8 m
Operating temperature	-40 to +80°C	
Shelf temperature.....	-55 to +125°C	
Approx. weight	1.6 kg	2 kg
Dimensions	see previous pages	
▶ Order designation	Active HF Rod Antenna HE 001 275.5430.50	Active HF Dipole Antenna HE 002 275.5424.50
	Active Antenna Systems	
	HE 003 275.5418.50	HE 004 275.5460.50
	HE 005 275.5447.50	HE 006 275.5453.50
	90° Coupler 275.5947.50	
	Spare antenna rod 275.5530	

Recommended Extras

6-m Plug-in Mast KM 011 (including guy ropes and pegs; guying radius approx. 4 m), Order No. 273.9116.02

Power Supply IN 014, Order No. 235.7610.02

Connecting cable, e.g. RG 58-C/U

Active HF Antenna System HE 003

Uses

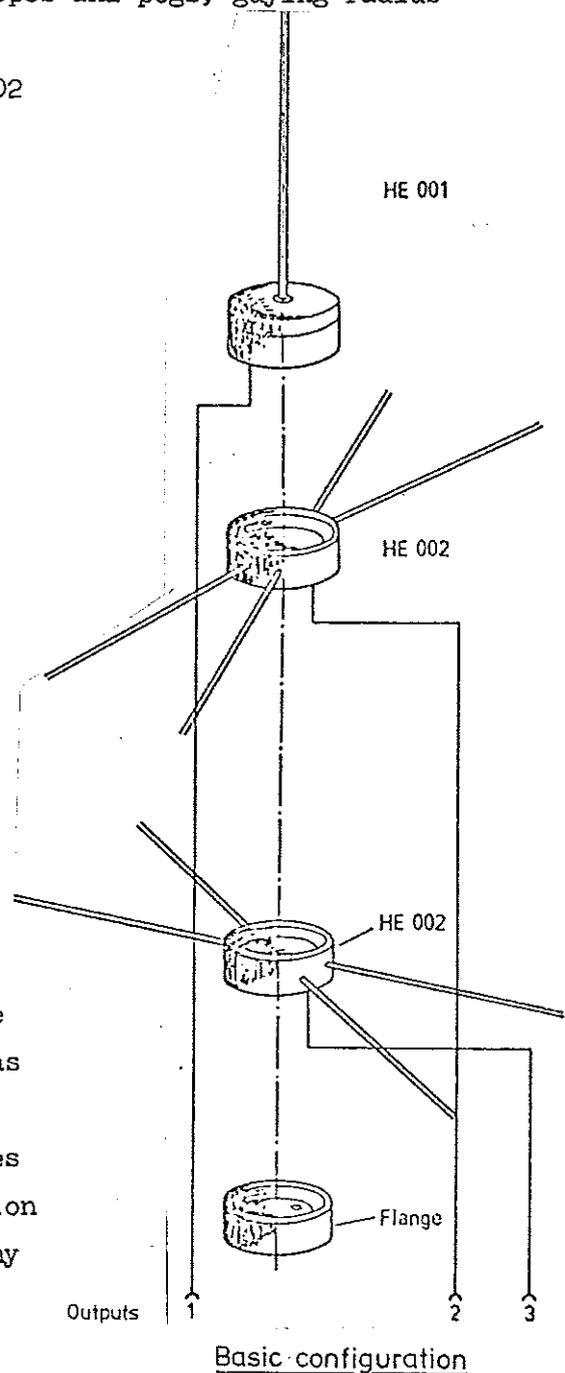
- Omnidirectional reception of low-angle sky waves (long-distance reception)
- For obtaining constant sensitivity with the electric field vector being perpendicular to the antenna axis
- Long-distance reception in the total azimuth range (each dipole exhibiting a figure-of-eight pattern for low-angle waves)

Construction

The Antenna System HE 003 consists of one Rod Antenna HE 001 and two Dipole Antennas HE 002 arranged at an angle of 90° . The mutual displacement of the dipoles ensures that losses in sensitivity in the direction of the dipole axes are avoided without any mechanical rotation in the azimuth plane being required.

Since the characteristics of the individual antennas ensure a partial elimination of atmospheric and man-made noise, interconnection within one system is not intended. For selecting the appropriate antenna, manually operated devices or - with suitable classes of emission - a diversity switchover unit can be used.

For technical data see specifications of antennas HE 001 and HE 002. The operating DC voltage is applied via the RF cable.



HF Antenna System HE 004

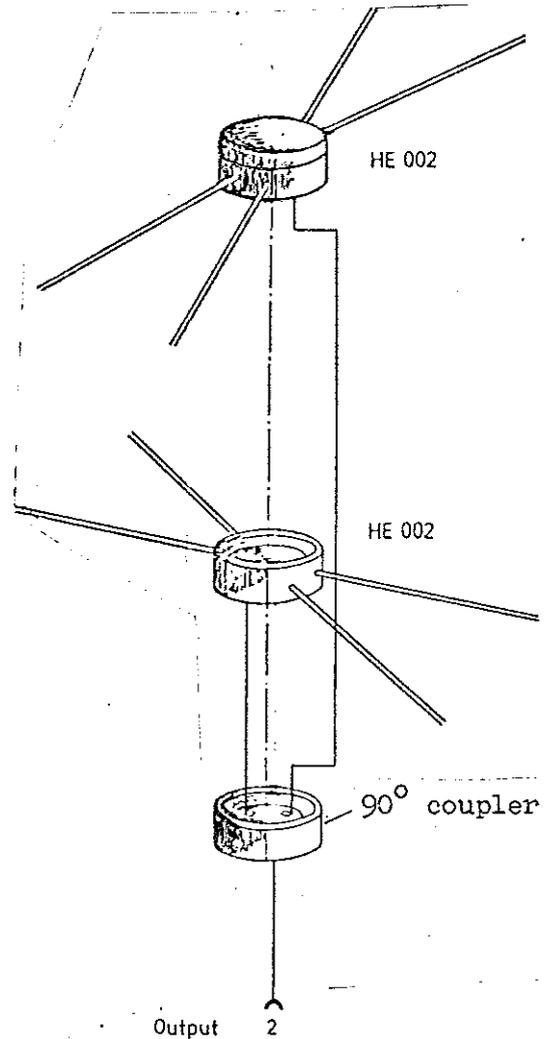
Uses

- Omnidirectional reception of low-angle, horizontally polarized sky waves
- For obtaining constant sensitivity for high-angle sky waves with any polarization over medium distance

Construction

The Antenna System HE 004 consists of two Dipole Antennas HE 002 arranged at an angle of 90° and interconnected via a 90° coupler.

For technical data please refer to the specifications of type HE 002. The operating DC voltage is applied via the RF cable.



Triple HF Antenna System HE 005

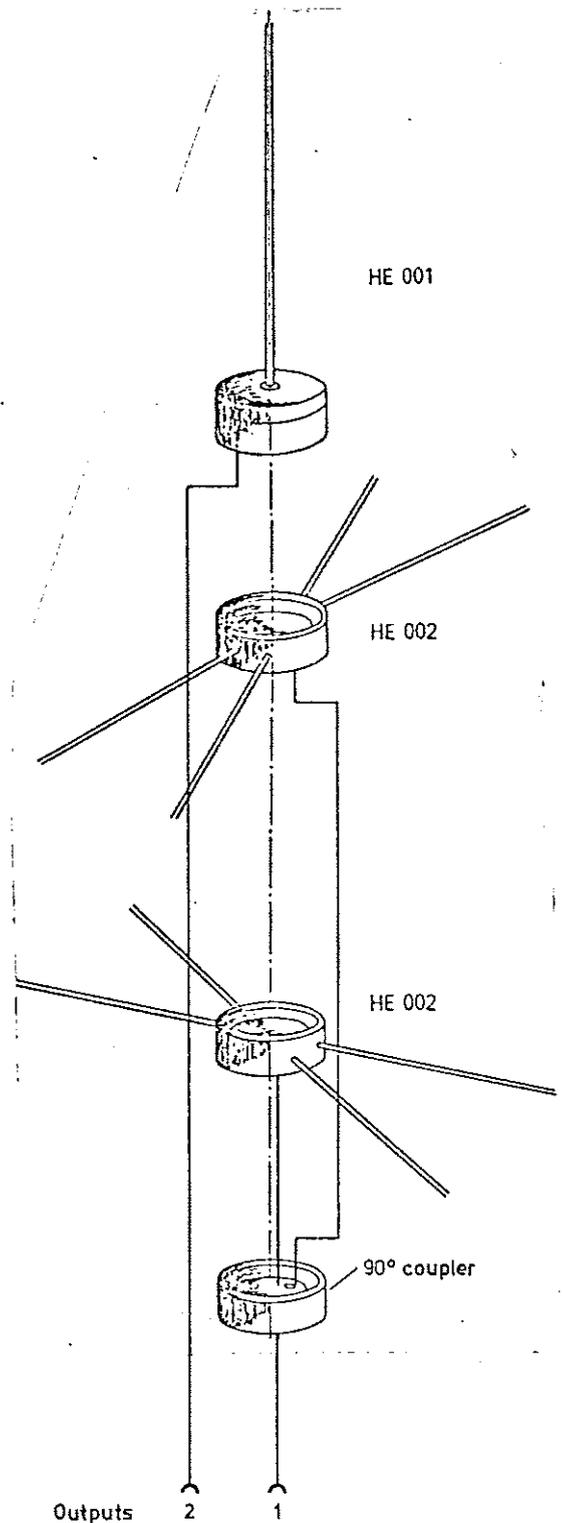
Uses

- Omnidirectional reception of low-angle, horizontally polarized sky waves
- For obtaining constant sensitivity for high-angle sky waves with any polarization over medium distances
- Omnidirectional reception of ground waves and of low-angle, vertically polarized sky waves

Construction

The Antenna System HE 005 consists of the Rod Antenna HE 001 and two Dipole Antennas HE 002 mutually displaced by 90° and interconnected via a 90° coupler.

For technical data please refer to the specifications of types HE 001 and HE 002. The operating DC voltage is applied via the RF cable.



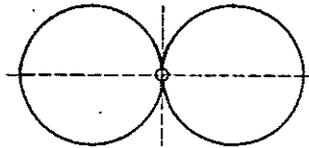
Basic configuration

HF Antenna System HE 006

Uses

- Omnidirectional reception of high-angle sky waves, preference being given to waves with the field-strength vectors lying on the dipole axis.
- Reception of low-angle, horizontally polarized sky waves arriving perpendicularly to the dipole axis.

Horizontal pattern:

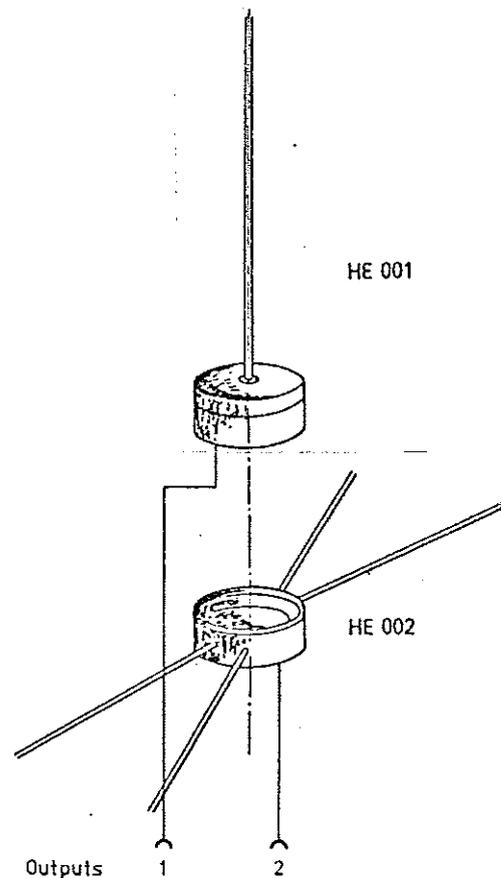


- Omnidirectional reception of ground waves and of low-angle, vertically polarized sky waves.

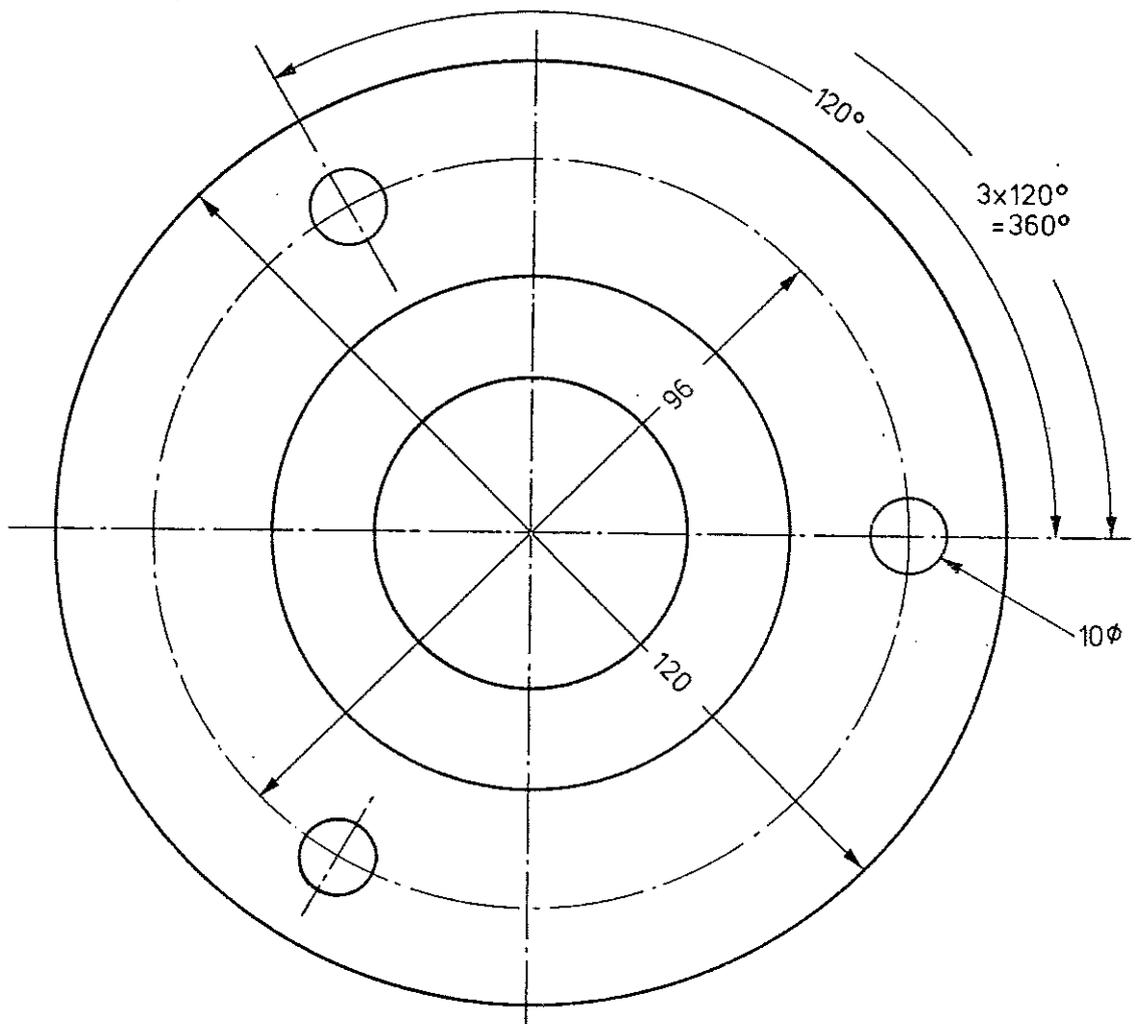
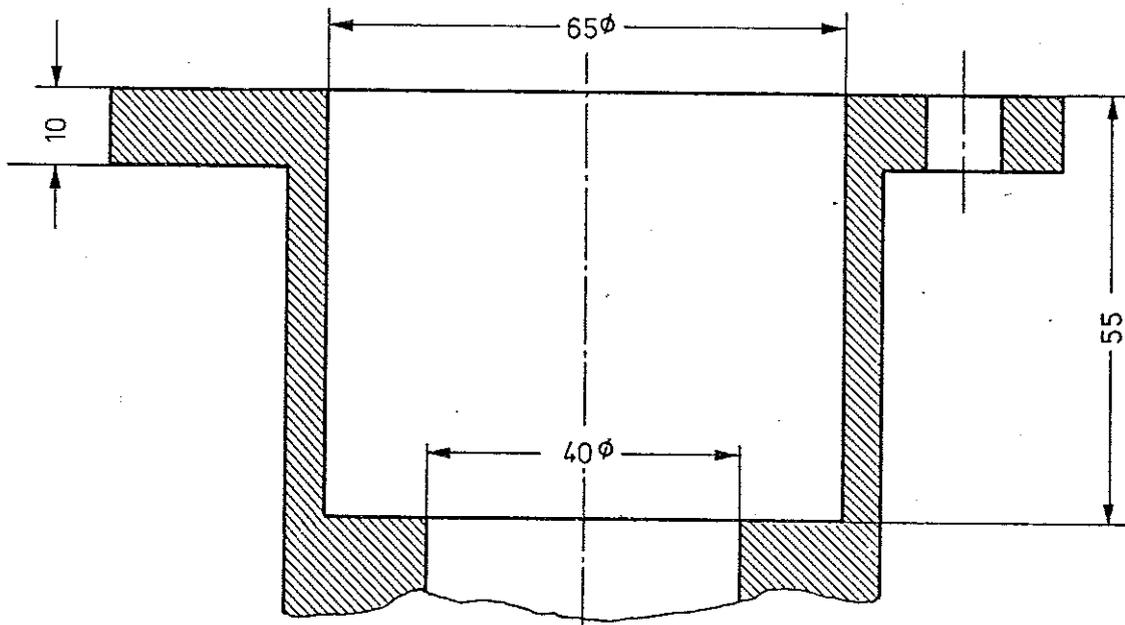
Construction

The Antenna System consists of one Rod Antenna HE 001 and of one Dipole Antenna HE 002.

For technical data see specifications of HE 001 and HE 002.



Basic configuration



Dimensions in mm

Flansch
Flange

Printed in the Federal
Republic of Germany



ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Handbuch

NETZGERÄT IN 014

Manual

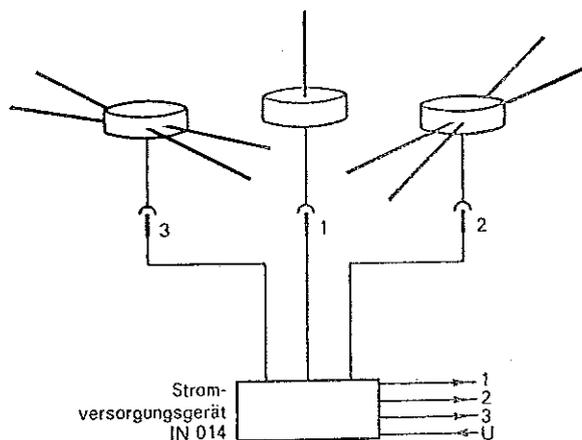
POWER SUPPLY IN 014

235.7610.02

Ausgabe/Edition
R 32992 / Feb 77

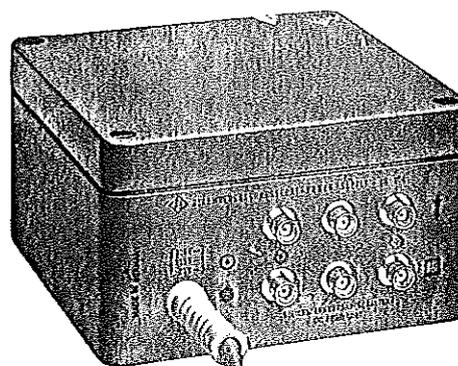
Das Netzgerät IN 014 ist für die Stromversorgung der aktiven HF-Empfangsantennen HE 001...006 vorgesehen.

Prinzipschaltung
des Antennensystems HE 003



Netzgerät IN 014

- Netz- und Batteriebetrieb möglich
- Sicher gegen Kurzschluß
- Mit 1 bis 3 Gleichstromaufschaltungen bestückbar, dadurch kosteneffektive Anpassung an die Antennenanlage

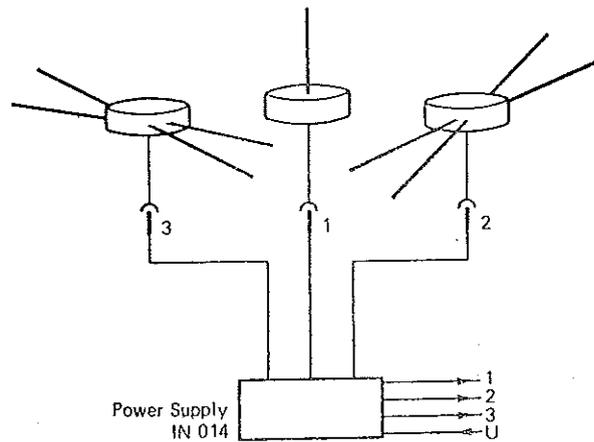


Technische Daten

Stromversorgung	wahlweise aus Wechselstromnetz oder Batterie;
Netzspannung	110/220 V ± 10%, 45...60 Hz
Leistungsaufnahme	maximal 10 VA
Batteriespannung	24 V + 35/- 10%
Einschaltkontrolle	Kontrolllampe für Netz- und Batteriebetrieb
Lastseite	
Ausgangsspannung	10...20 V (einstellbar)
Werkseinstellung bei Lieferung	18 V, Minuspol an Masse
Maximaler Laststrom	350 mA
Abschaltstrom	450 mA
Anschlußstecker	BNC
Allgemeine Daten	
Nenntemperaturbereich	-40...+80 °C
Lagertemperaturbereich	-50...+100 °C
Abmessungen über alles (mit Tragegriff)	240 mm x 90 mm x 190 mm
Gewicht	1 kg
Bestellbezeichnung	► Netzgerät IN 014 235.7610.02

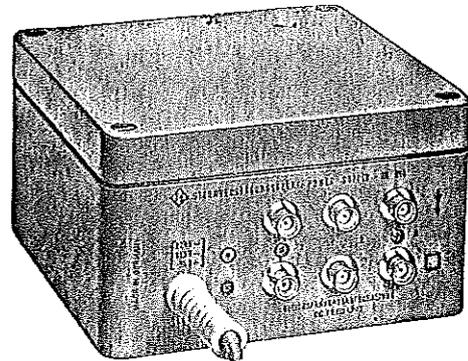
The Power Supply IN 014 is intended for the active HF Receiving Antennas HE 001...006

Basic circuit design of antenna system HE 003



Power Supply IN 014

- AC-supply and battery operation
- Short-circuit-proof
- Permitting incorporation of 1 to 3 DC feed units, thus ensuring cost-effective matching to the antenna system



Specifications

Power supply	either from AC-supply or battery;
AC-supply voltage	110/220 V ± 10%, 45 to 60 Hz
Power consumption	10 VA max.
Battery voltage	24 V +35/ -10%
On indication	pilot lamp for AC-supply and battery operation
Output	
Output voltage	10 to 20 V (adjustable)
Value fixed ex works	18 V, negative terminal connected to chassis
Max. load current	350 mA
Breaking current	450 mA
Connector	BNC
General data	
Operating temperature	- 40 to + 80 C
Shelf temperature	- 50 to + 100 C
Overall dimensions (with handle)	240 mm x 90 mm x 190 mm
Weight	1 kg
Order designation	► Power Supply IN 014 235.7610.02

Kennzeichen	Benennung / Beschreibung	Sachnummer	enthalten in
A	ZUGEHÖRIGER STROMLAUF 235.7610 S		235.7610
GL2	AF MV5253 LED GRUEN 5X9	AF 475.2156	235.7610
K1	DS ANSCHL.-KAB.M.SCHUKO-S	DS 067.8478	235.7610
Y1	NETZTEILPLATTE Z SIEHE STROML.235.7610 S	235.7832	235.7610
Y2	GLEICHSPANNUNGS-AUF-SCHALT.Z SIEHE STROML.235.7610 S	235.7855	235.7610
B1	B0 MA723 SPG.REGLER	B0 450.6706	235.7832
C1	CE 470UF -10+50% 40V21X41	CE 006.6130	235.7832
C2	CC 1 NF+- 5%100V NPO VIEL	CC 060.0894	235.7832
C3	CC 10 NF+-10% 63V K1400VI	CC 060.0565	235.7832
GL1	AG BY164 SI 1,4A 42V	AG 013.2194	235.7832
GL3	AD 1N5551 DIODE 400V3A	AD 082.7679	235.7832
KL1 BIS KL5	SCHRAUBANSCHLUSS	235.2876	235.7832
R1	RF 0,25W4,7KOHM +-5%	RF 069.4728	235.7832
R2	RD 1 W 3 OHM+-5%	RD 029.6420	235.7832
R3	RS 0,5W50 OHM+-20%10X10X5	RS 247.7861	235.7832
R4	RS 0,5W10KOHM+-20%10X10X5	RS 247.7903	235.7832
R5	RD 2 W 1 KOHM +-5%	RD 029.6807	235.7832
R6	RD 0,5W 10HM +-5%	RD 029.6259	235.7832
R7	RD 0,5W 10HM +-5%	RD 029.6259	235.7832
SI1	SS SCHMELZS.MO,5CDIN41571	SS 020.7346	235.7832
SI2	SS SCHMELZS.MO,1CDIN41571 FUER 220V SCHMELZS.MO,2C DIN41571 FUER 110V SS 020.7223	SS 020.7130	235.7832
T1	AL 2N3055 SI NPN 100V 15A	AL 010.1174	235.7832
TR1	NETZTRAFO Z	235.7878	235.7832
C4	CC 470NF+-10%50VK1200VIEL	CC 068.4082	235.7855
C5	CC 2,2NF+-10%100V5K1200VI	CC 067.9022	235.7855
C8	CC 10NF+-10%200V8K1200VIE	CC 060.2322	235.7855
C9	CC 10NF+-10%200V8K1200VIE	CC 060.2322	235.7855
C10	CC 10NF+-10%200V8K1200VIE	CC 060.2322	235.7855
L1	LD 15MH BEI 0,58A 1,3 OHM	LD 026.4149	235.7855
L2	LD 8 BREITBAND Z=750 OHM	LD 026.4578	235.7855
L3	LD 15MH BEI 0,58A 1,3 OHM	LD 026.4149	235.7855
L4	LD 8 BREITBAND Z=750 OHM	LD 026.4578	235.7855
L5	LD 15MH BEI 0,58A 1,3 OHM	LD 026.4149	235.7855
L6	LD 8 BREITBAND Z=750 OHM	LD 026.4578	235.7855