

Reflektometer für VHF und UHF aus Installationsmaterial

Hans-Christof Als, DC 4 IQ

Zwischen den mehr oder weniger billigen Reflektometern für KW- und (bedingt) UKW-Einsatz auf der einen Seite und präzisen, also teureren UHF-Reflektometern auf der anderen Seite, besteht für denjenigen, der ein gutes Gerät mit einfachen Mitteln selbst bauen möchte, immer noch eine Lücke. Hier wird ein Reflektometer beschrieben, das ohne Drehbank und ohne Spezialkenntnisse nachgebaut werden kann. Es eignet sich für die Bänder von 2 m bis 23 cm, sein Eigen-Stehwellenverhältnis – gemessen im Labor des Verlags UKW-BERICHTE – ist:

| Frequenz | Reflexionsdämpfung | SWV |
|----------|--------------------|------|
| 145 MHz | 33 dB | 1,05 |
| 432 MHz | 30 dB | 1,07 |
| 1296 MHz | 26 dB | 1,11 |

Als Vorbild dienten Veröffentlichungen der ARRL (Antenna Handbook und VHF Manual), in denen ein Reflektometer aus handelsüblichen Bauteilen der Installationstechnik gezeigt wurde, sowie der R5GB (VHF/UHF Manual) mit einer Idee für den Demodulatorkopf. Ein Problem waren allerdings die Zoll-Maße. Nachdem für einen Wellenwiderstand von 50Ω ein Durch-

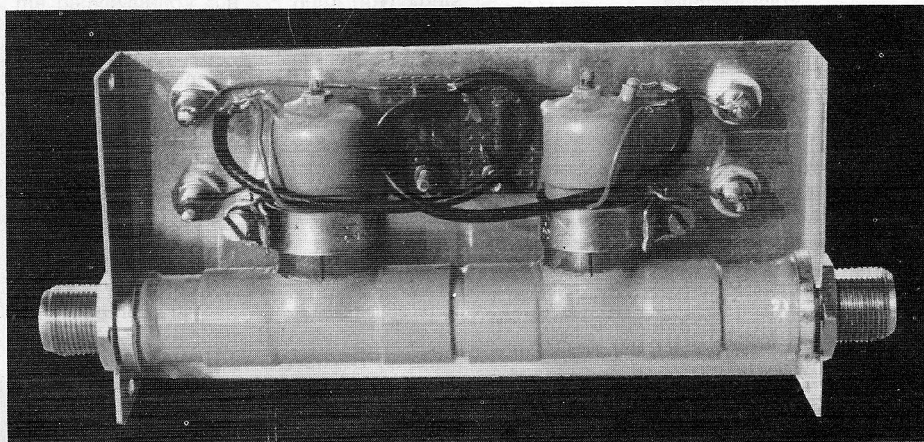


Bild 1:
VHF-UHF-Reflektometer mit – zu Testzwecken – außerhalb angeordneten Dioden

messerverhältnis zwischen Außen- und Innenleiter von $D/d = 2,3$ erforderlich ist, muß man schon etwas suchen, bis man passendes deutsches Normmaterial findet.

Wie **Bild 1** erkennen läßt, ist die Lösung sogenanntes 18er Kupferrohr mit dazu passenden T-Stücken und Deckeln. Dieses Normmaterial hat einen Innendurchmesser von 16 mm; mit Messingrohr von 7 mm Außendurchmesser als Innenleiter ergibt sich der Wellenwiderstand Z zu:

$$Z = 60 \ln D/d = 60 \ln 16/7 = 49,60 \Omega.$$

AUFBAU

Wie **Bild 2** zeigt, ist das Reflektometer von Flansch zu Flansch 140 mm lang. Damit paßt es in ein TEKO-Gehäuse der Größe 4 A. Steht ein größeres Gehäuse zur Verfügung, so kann man die beiden äußeren 18er Rohre länger lassen, ohne daß sich die Eigenschaften ändern; Richtdämpfung und Koppeldämpfung hängen von Form und Abstand der Koppelleitungen in den Demodulatorköpfen ab.

Benötigte Einzelteile

- 18er Kupferrohr, ca. 150 mm
- 2 Stück T-Stück, 18er Kupfer
- 2 Stück Deckel, 18er Kupfer

- 2 Stück N-Buchsen (50 Ω), Einlochmontage
- Messingrohr 4 mm Außendurchmesser, 3,0 bis 3,2 mm Innen- \emptyset , ca. 130 - 140 mm lang
- Rohr 5 mm Außen- \emptyset , 4,0 bis 4,2 mm Innen- \emptyset , ca. 120 mm lang)
- Messingrohr 7 mm Außen- \emptyset , 5,2 mm Innen- \emptyset , ca. 130 mm lang
- Gewindestab, Messing, M 3, ca. 80 bis 90 mm lang
- 2 Stück Gewindebuchsen M 3, ca. 5 mm lang
- 2 Stück lötbare Durchführungskondensatoren ca. 1 nF
- 2 Stück Schottky-Dioden hp 2800 o.ä.
- 2 Stück Widerstände 51 Ω (notfalls 47 oder 56 Ω), induktivitätsarm
- Diverse Einzelteile wie Unterlegscheiben, Muttern

Der Innenleiter des Reflektometers hat elektrisch gesehen 7 mm Durchmesser. Um aber die Mittelstifte der gekürzten N-Buchsen sicher aufnehmen zu können, ist innen noch ein 4-mm-Rohr vorhanden. Da nicht alle Firmen exakt gleiche Buchsen herstellen, kann kein genaues Längenmaß für diese Rohre angegeben werden. Man bestimmt die genaue Länge, indem man sich die Gesamtlänge 140 mm vorgibt und davon die Länge des TEFLON-Teils der Buchsen vom Flansch bis zum Innenleiter abzieht.

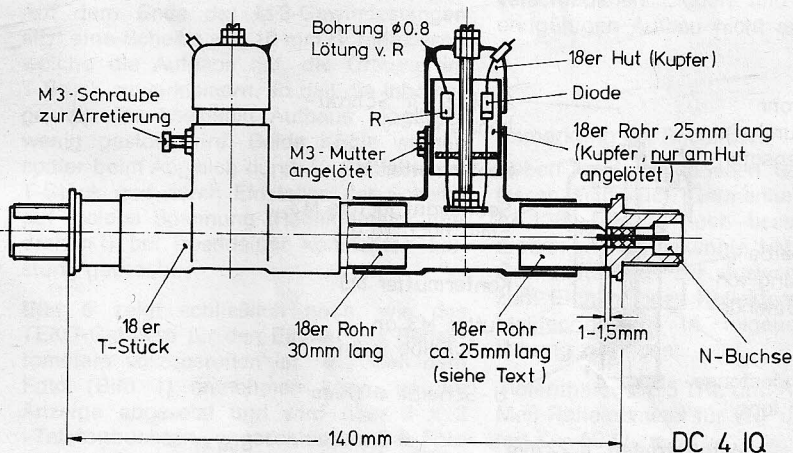


Bild 2: Prinzipieller Aufbau mit den Hauptabmessungen

Bild 3:
Die beiden N-Buchsen
werden gekürzt

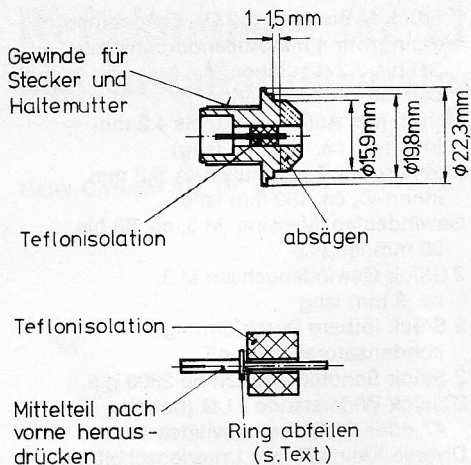


Bild 3 zeigt, wie die Buchsen vorbereitet werden. Die Mittelstifte der beiden Buchsen lötet man in die etwa 4 mm lang aufgeschlitzten Enden des 4-mm-Rohres. Dabei ist darauf zu achten, daß die Mittelstifte in der richtigen Lage fixiert sind bis der Lötvorgang abgeschlossen ist. Die Kragen an den Mittelstiften müssen dann abgefeilt werden, damit TEFLON-Teil und Außenkörper der Buchse bei der Montage von außen aufgesteckt werden können.

Auch das 7-mm-Rohr wird an beiden

Enden geschlitzt (4 fach, 5 mm lang), dann konisch verjüngt, auf das 4-mm-Rohr mit den Mittelstiften geschoben und zentrisch angelötet. Damit das 7-mm-Rohr konzentrisch zum 4-mm-Rohr sitzt, kann man das in der Stückliste in Klammern angegebene 5-mm-Rohr einfügen. Das Material dieses Hilfsrohres ist unwichtig, da im Inneren des 7-mm-Rohres kein Hochfrequenzfeld vorhanden ist. Abschließend feilt man den Übergang vom 7-mm-Rohr auf die Mittelstifte der Buchsen sauber konisch.

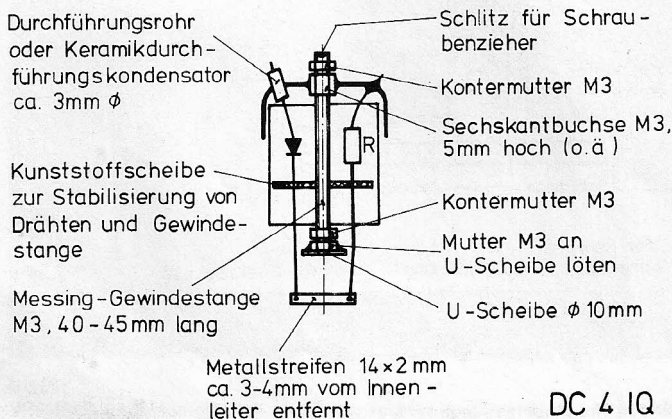


Bild 4:
Aufbau der Demodulator-
köpfe

DC 4 IQ

Im nächsten Arbeitsgang stellt man den Außenleiter her, indem man vom 18er Rohr die in Bild 2 gezeigten Stücke abschneidet, mit den T-Stücken zusammensteckt und mit probeweisem Aufstecken der vorbereiteten N-Buchsen auf die gewünschte Länge einstellt. Wenn alles paßt, lötet man die Teile zusammen. Auch an dieser Stelle hat sich normales Weichlöten als ausreichend stabil erwiesen.

Nun steckt man eine Buchse auf die vorbereitete Innenleiter-Konstruktion, schiebt den zusammengelöteten Außenleiter über den Innenleiter und steckt auch die andere Buchse auf. Nachdem man sich überzeugt hat, daß alles paßt, fixiert man den Aufbau in senkrechter Lage und lötet die untere Buchse fest. Danach wird alles um 180° gedreht und die andere Buchse – nunmehr unten – angelötet. Auf diese Weise vermeidet man, daß Lot in das Reflektometer fließt.

Nun stellt man nach **Bild 4** die Demodulatorköpfe her. Der Abschnitt 18er Rohr wird mit dem Deckel verlötet, aber nicht mit dem Reflektometer. Hier ist Klemmen mit einer Schraube (Mutter auf das gebohrte T-Stück löten, wie in Bild 4 angedeutet) oder mit einer Schlauchklemme (wie im Foto), nachdem das T-Stück geschlitzt wurde, günstiger. Diese Technik erlaubt ein einfacheres Justieren und auch das Auswechseln von Bauteilen wird leichter.

Auf dem Ende der M3-Gewindestangen sitzt eine Scheibe von 10 mm Durchmesser, welche die Aufgabe hat, die Öffnung im T-Stück zu verkleinern, so daß die Inhomogenität des koaxialen Aufbaus möglichst wenig gestört wird. Beide Köpfe werden später beim Abgleich durch Verschieben im T-Stück und durch Einstellen der Scheibe auf gleiche Spannung (Reflektometer umdrehen!) bei irgendeiner konstanten Leistung gebracht.

Bild 5 zeigt schließlich noch, wie das TEK0-Gehäuse für den Einbau des Reflektometers vorzubereiten ist. Wie man dem Foto (Bild 1) entnehmen kann, ist die Anzeige abgesetzt und wird über 2 x 2 »Telefonbuchsen« angeschlossen. Das Foto läßt auch erkennen, daß der Verfasser die Dioden und ihre Abblockkondensatoren auf

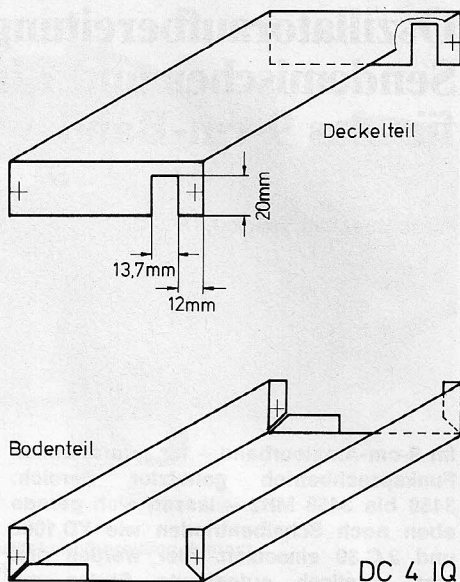


Bild 5:
Ein Teko-A4-Gehäuse wird vorbereitet

einer Lochrasterplatine zwischen den Demodulatorköpfen angebracht und über Koaxialkabel gespeist hatte. Dieser Aufbau diente lediglich zum Experimentieren mit verschiedenen Dioden und ist für einen endgültigen Aufbau nicht empfehlenswert.

Anmerkung der Redaktion:

Neben den angegebenen Schottky-Dioden lassen sich auch Germanium-Dioden (z.B. AA 138) oder – noch besser – Spitzendioden wie die bekannte 1 N 21 verwenden. Grundsätzliches zur Auswahl der Dioden, zum Ziehen eines Reflektometers und zur Meßtechnik ist in folgender Veröffentlichung zu finden:

Tiefenthaler, OE 5 THL und Rößle, DJ 1 JZ:
Meß-Reflektometer für VHF und UHF
mit $Z = 50 \Omega$
UKW-BERICHT 13 (1973) Heft 2,
Seite 66 - 79