

Terrestrisches Fernsehen

Von Nothart Rohde / März 2016

-1-

Auf einem Berg, Luftlinie 10 km bei freier Sicht, steht ein Sendemast der Öffentlich-Rechtlichen Anstalten. Da wird der neue Fernseher sicher sehr schöne Bilder liefern, auch wenn man keine Richtantenne auf dem Dach hat. Nun ja, so einfach ist es dann doch nicht. Was ist zu tun ?

Digitale Konzepte

Im vorliegenden Fall werden auf 3 klassischen Fernsehkanälen (K33, K39, K52) insgesamt 12 Programme übertragen, 4 Programme pro Kanal (mit nur 10 MHz Bandbreite). Das ist schon erstaunlich und wäre mit den früher verwendeten LC-Filtern zur Trennung der Frequenzen nicht denkbar gewesen. Heute werden die notwendigen Filter "gerechnet", was bessere Trennschärfe bei gleichzeitiger Integrierbarkeit zur Folge hat.

Der Nachteil der Angelegenheit ist, dass Halbleiter bei stärkeren Signalen verzerren / klirren, was zum Verlust von Trennschärfe und zu Nebenempfang führt. Das LC-Filter verzerrt hier nicht. Leider nehmen die Störeffekte als Funktion des Signalpegels in höherer Potenz zu, so dass ein wenig Mehr an Störsignal zu gewaltigen Nebeneffekten führen kann. Neuere Empfänger haben daher tendenziell weniger Verstärkung / Empfindlichkeit als Varianten nach der klassischen Bauart. Als Faustregel kann man sich 10 dB merken. Eine bewährte Methode bei der Entwicklung von Empfängern mit "digitalem" Eingangsteil ist es daher, wo immer es geht, direkt hinter der Antennenbuchse ein möglichst hochwertiges LC-Filter anzuordnen. Dies besonders dann, wenn das "digitale Frontend" sich breitbandig abstimmen lässt, der genutzte Frequenzbereich hingegen nur schmal ist.

Vorgefundene Situation

Eine Zwischenlösung war jahrelang ein externer Tuner mit einem alten Fernseher nach PAL-Norm. Diese Tuner wurden seinerzeit bei der Umstellung auf die Digitale Norm überall angeboten. Mit einem abgestimmten (!) "Kabelschwänzchen" war der Empfang einigermaßen diskutabel. Bei den beiden neu beschafften Fernsehgeräten nach "Stand der Technik" war es nicht ganz so gut : Aussetzer bei Bewegung im Raum, flaueres Bild usw. Das eine Gerät konnte Kanal 52 nicht finden, nach einem Suchlauf mit vorgeschaltetem Verstärker (+20 dB) wurde der Kanal aber erkannt und das Bild war dann auch ohne Verstärker nicht schlechter als auf den anderen Kanälen.

Schritte zur Verbesserung

Bevor man zur Zimmerantenne (550-750 MHz) mit entsprechender Verkabelung greift, kann man prüfen, ob nicht eine passende $\lambda / 4$ - Antenne direkt auf der Antennenbuchse ausreicht. Das Gerät als solches dient dabei als "Gegengewicht" zur Antenne und bildet quasi das fehlende zweite Viertel eines "richtigen" Dipols. Am Ende eines Kabels bringt eine solche Antenne nicht viel, weil sie dort nicht in Resonanz ist.

Herstellen lässt sich die Antenne aus einem Stück fertigem Antennenkabel, bei dem man den Schirm entfernt und auf passende Länge kürzt (etwa 13 cm incl. Stecker). Die Konstruktion und auch der Abgleich solcher Antennen (W-LAN, 2,4 GHz) läuft immer nach folgendem Schema : Eine leitende Fläche (Keksdosendeckel, Brett mit Alufolie) hat in der Mitte ein Loch. Hier endet der Schirm des Koaxialkabels und hat Kontakt mit der Fläche (über Koax-Buchse oder provisorisch festgeklemmt). Auf der anderen Seite der Fläche ragt die zu optimierende Antenne in den Raum. Es wird eine Rückflussmessung durchgeführt und die Antenne schrittweise gekürzt, bis sie bei der gewünschten Frequenz die geringste Welligkeit erzeugt.

Bild 1 zeigt einen derartigen Aufbau. Für eine Rückflussmessung gibt es verschiedene Methoden. Die einfachste benötigt neben der Grundausstattung eines HF-Labors (Spektrumanalysator / Mitlaufgenerator) nur 2 Widerstände, deren Wert "groß" gegenüber 50 Ohm sein muss (z.B. 470 Ohm). Ein nicht abgeschlossenes Kabel verhält sich, über die Frequenz gesehen, periodisch wie ein Leerlauf und ein Kurzschluss. Will man eine Antenne an eine bestimmte Kabelart anpassen, nimmt man ein Stück des Kabels (z.B. 1 m), schließt die Antenne auf der einen Seite an und misst den Rückfluss am anderen Ende (**Bild 2**). Eine ausführliche Beschreibung findet sich im Artikel "*Welche Impedanz hat Ihre Leitung ?*"

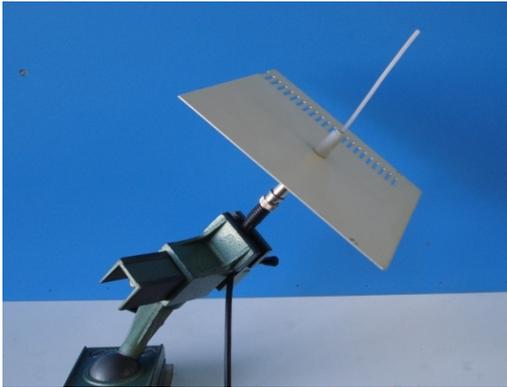


Bild 1

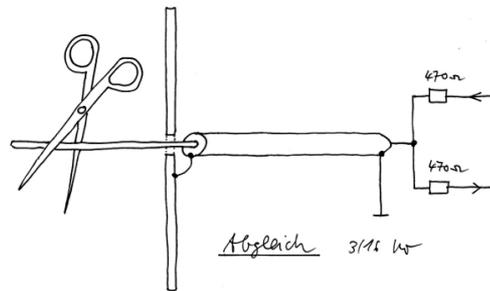


Bild 2

Eine Aktivantenne

Es spricht viel dafür, dass die fehlende Verstärkung das Hauptübel ist, was nur mit einer aufwendigen Richtantenne (wohin damit ?) aufgeholt werden könnte. Die Alternative ist ein eher schlichter Dipol mit nachfolgendem Verstärker (Aktivantenne). Dank USB stehen auf der Rückseite eines Fernsehers heute 5 Volt zur Verfügung, die man nutzen kann. Für den Fall, dass die Antenne vom Gerät entfernt bessere Ergebnisse liefert, kann man eine Kabelspeisung vorsehen. Die Antenne steht dann auf dem Schrank oder hängt an der Wand, je nach Polarisierung des Senders bzw. der Situation im Gebäude.

Bild 3 zeigt eine passende Schaltung :

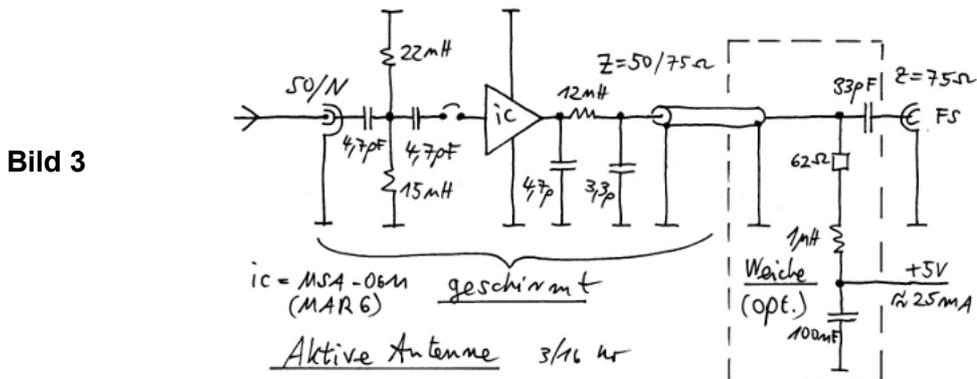
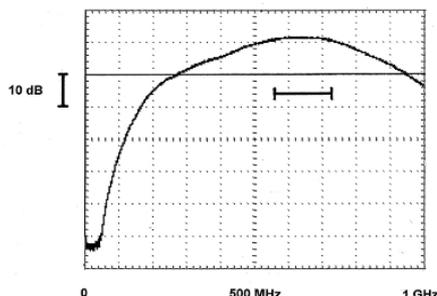


Bild 3

Die eigentliche Antenne wird über eine Buchse angeschlossen, was für Messzwecke oder die Verwendung einer anderen, höherwertigen Antenne sinnvoll ist. Danach folgt ein Integrierter Breitbandverstärker, der mit bandbegrenzenden Filtern versehen ist. Die Kabelspeisung ergibt sich dadurch, dass man an der angedeuteten Stelle ein Koaxialkabel (50 / 75 Ohm) vorsieht. Der Verstärker als solcher muss in einem HF-gerechten Gehäuse untergebracht werden, die "Speiseweiche" kann auch offen auf einer kleinen Platine (2-seitig, 1 Massefläche) irgendwo

hinter dem Fernseher montiert werden. Die Wege zur Antennenbuchse und zum USB-Anschluss sind dann kurz und unauffällig. Für den Puristen : man muss schon HF-gerecht bauen, aber die Fehlanpassung von 50 : 75 ist das aller kleinste Problem. **Bild 4** zeigt den Frequenzgang bei 50-Ohm-Anschluss. Im interessierenden Bereich von 564 - 725 MHz sind sichere 10 dB Verstärkung vorhanden.

Bild 4



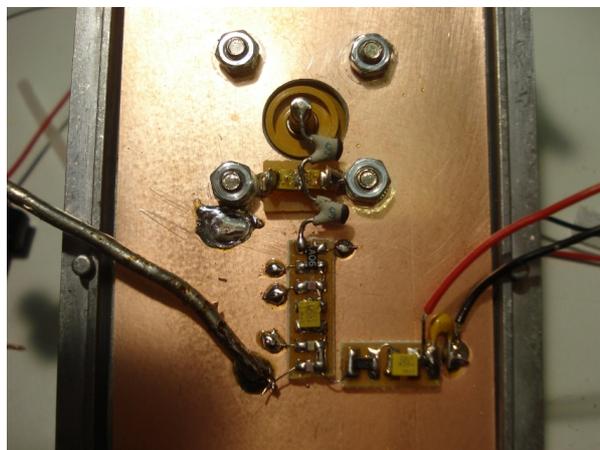
Praktische Realisierung

Es gibt eine größere Auswahl von passenden Alu-Gussgehäusen (z.B. *Hammond 1550B*), die gut geeignet sind. Sie sind auch groß genug, um das nötige elektrische Gegengewicht zur Antenne zu bilden. Als Antennenstab sollte man eine möglichst "dicke" Variante verwenden, sie ergibt eine bessere Anpassung.

Verwendet man als Basis die Seele von Koaxialkabeln, sind der Typ RG 213 bzw. Restbestände von RG 9 praktisch. Als Antennenstecker ist die alte UHF-Norm mit Stecker PL 259 am einfachsten zu montieren. Leider ist im unteren Preissegment hier viel Ramsch im Angebot (falsche Maße, Federn ohne Federkraft, obskure Galvanik). Alternativ wäre die Norm N, aber hier muss man sich überlegen, wie man den Stecker kontaktiert, wenn zwischen 6 und 9 Einzelteile aus der Tüte fallen. Die letzte Möglichkeit : Stecker nach Montageanleitung mit komplettem Kabel ausrüsten und danach den Schirm am Steckerrand rundum absägen.

Ein weiteres Problem sind die schwer erhältliche Einbau-Stecker bzw. -Buchsen für die Koaxialkabel nach Fernseh-Norm, während konfektionierte Kabel überall zu haben sind. Ein solches Kabel einseitig z.B. mit einem BNC-Stecker auszurüsten, gibt leider nur eine recht wackelnde Lösung, da die Maße nicht recht passen. Am Gussgehäuse bzw. an der Speiseweiche muss man daher möglicherweise auf einen Stecker verzichten und den blanken Schirm mit einer Schelle auf die Masse klemmen. Kurze Wege, gerade beim Schirm, sind hier wichtig.

Bild 5 zeigt einen Probeaufbau. Der Deckel des Gehäuses hat auf der Innenseite mit Platinenmaterial eine lötbare Massefläche erhalten. Die Fläche ist über die 4 Schrauben der Buchse geerdet. Das Filter vor dem Verstärker ist, passend zum Format der Buchse, mit bedrahteten Kondensatoren aufgebaut, dann folgen SMD-Teile. Sie sind auf einem 1,5 mm starken, festgeklebten Streifen Material FR4 aufgelötet. Platine mit Massefläche geht natürlich auch, aber die gewählte Methode führt bei Einzelstücken viel schneller zum Ergebnis.

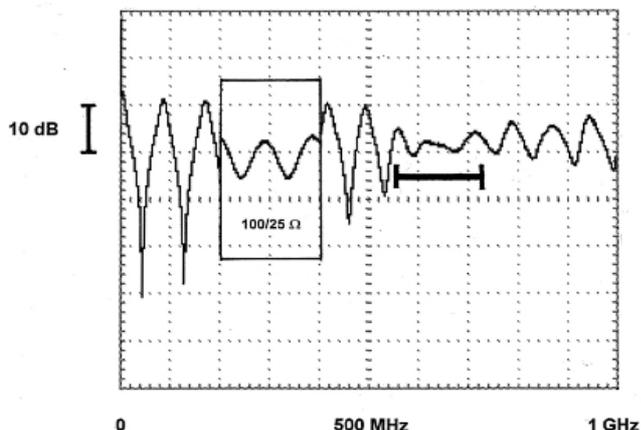


Zuführung der 5 Volt über Stecker in der Gehäusewand, Abgang in Richtung Fernseher mit lötbarem Koaxialkabel (RG 178), das auf eine Koaxialbuchse in der Gehäusewand führt.

Bild 5

Der Anschluss der Antennenbuchse ist sicher eine Stoßstelle mit unklaren Eigenschaften. Zur Verbesserung wurde daher die optimale Stablänge unter Einbeziehung des ersten (Hochpass)-Filters ermittelt. Der Einspeisepunkt befand sich also an der Stelle, an der dann der Breitbandverstärker angeschlossen wird. **Bild 6** zeigt das Ergebnis der Rückflussmessung. Im Fenster eingebledet sieht man die Welligkeit, die sich ergeben würde, wenn man mit 100 (bzw. 25) Ohm abschließen würde. Im gewünschten Frequenzbereich ist die Anpassung eher noch besser.

Bild 6



Abschließend **Bild 7** mit Antennenstab aus RG 213 (d.h. Innenleiter mit Isolation), Länge 9,2 cm, Stecker PL 259, Buchse SO 239, Griffschutz aus PVC-Verlegerrohr mit dem dazu passenden Deckel eines Drehknopfes.

Bild 8 zeigt eine Variante mit Fernspeisung. Die Art der Montage ergab sich aufgrund der horizontalen Polarisierung der Sender.

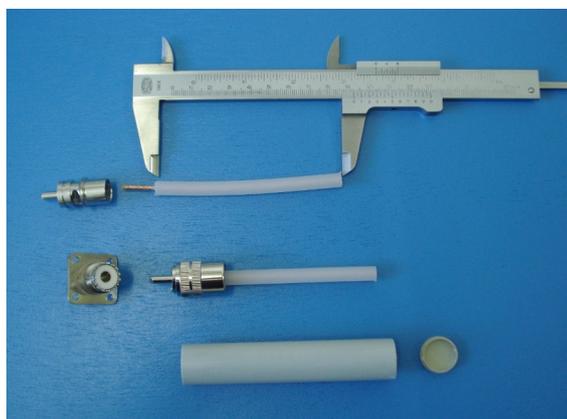


Bild 7



Bild 8