

## Verdrillte Leitungen für HF-Übertragung ?

Von Nothart Rohde / April 2011

-1-

Mit Grausen, zumindest mit Argwohn, betrachtet der HF-Spezialist diese neumodischen verdrillten Datenleitungen. Besonders wenn er seine profunden Erfahrungen im vergangenen Jahrhundert gewonnen hat. Ein grundlegender Versuch zeigt überraschende Ergebnisse.

### Allgemeines

Wer koaxiale Leitungen gewohnt ist, wird eine verdrillte 2-Draht-Leitung, geschirmt oder ungeschirmt, argwöhnisch betrachten. Das scheint nicht gerechtfertigt, denn diese Konstruktion ist genau genommen ein Balun, also eine Drossel für das Summensignal, die das Differenzsignal nicht beeinflusst. Hinweise dazu findet man bei Rothammel, wo eine auf Isolierkörper gewickelte Drossel aus 240-Ohm-UKW-Kabel als Antennenbalun empfohlen wird [1]. Richtige Formeln für selbstgewickelte Leiter (z.B. aus Kupferlackdraht) findet man bei Nährmann [2], wo darauf hingewiesen wird, dass diese Konstrukte einen konstanten Wellenwiderstand haben, der bei ganz tiefen Frequenzen aber ansteigt. Es wird dort auch erwähnt, dass die spezifische Kapazität und damit das Verhalten insgesamt sehr von der Umschlingung abhängt, sofern sich in der Umgebung Luft befindet. Das ist zunächst nur bei der spezifischen Induktivität naheliegend. Insgesamt ist eine solche Leitung tatsächlich eine Drossel für das Summensignal und eine "Leitung" mit festem Wellenwiderstand für das Differenzsignal.

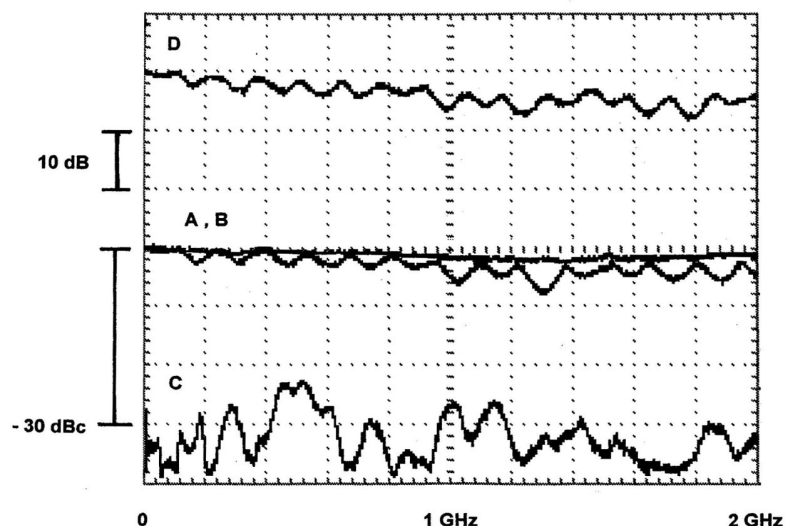
### Praktische Versuche

Es wurden 2 gerade vorhandene starre, isolierte Telefondrähte (außen 1 mm, Cu 0,7 mm) mit der Handbohrmaschine verdrillt, eine Umdrehung etwa alle 8 mm. 70 cm dieser Leitung dienen zu Messung des Übertragungsverhaltens mit Spektrumanalysator und Mitlaufgenerator. Das **Bild** zeigt die recht erstaunlichen Ergebnisse. Kurve A ist eine Referenzmessung mit 1 m Koaxialkabel RG 58, Kurve B die verdrillte Leitung. Diese Kurve geht mit zunehmender Dämpfung auch bis 4 GHz, wobei man nicht vergessen sollte, dass die Drähte mit HF-untauglichem PVC isoliert sind. Die vorhandene Welligkeit hat wohl mit der nicht idealen Wicklung zu tun. Bemerkenswert : die Anschlüsse der Leitungsenden müssen absolut GHz-gängig sein, sonst steigt die Welligkeit stark an. BNC-Buchsen mit Lötflähen brachten hier deutlich unzureichende Ergebnisse. Die Impedanz für das Differenzsignal ergab sich zu 100 Ohm. Nach Nährmann liegen typische Werte im Bereich von 60 bis 350 Ohm.

#### Bild

Messungen an einer verdrillten Doppelleitung.

Erläuterung im Text.



Zur Messung der Abstrahlung wurde eine "Suchspule" in die Nähe gebracht, eine offene Spule mit 2 Windungen bei etwa 3,5 cm Durchmesser und Abschluss mit 50 Ohm. Die damit nachweisbare Abstrahlung (Kurve C) lag typischerweise 30 dB unter der Leistung, die auf der Leitung transportiert wurde. Dabei wurde die Störleistung auch nicht größer, wenn man die Leitung komplett um die Suchspule wickelte. Das ist ein weiterer Hinweis, dass kein Summenstrom fließt und die Abstrahlung durch lokale Unstetigkeiten bewirkt wird. Die übliche Gesamtschirmung ist daher ein Zusatz zur Störunterdrückung, trägt aber nicht wesentlich zur Energieübertragung bei. Dieses Wissen hilft beim Anschluss von Steckern, bei denen meist zu wenig Platz vorhanden ist : die beiden Leitungen möglichst kurz. Der Schirm ist hingegen, im Vergleich zur Koaxialleitung, nicht so kritisch.

Kurve D (vertikal verschoben) zeigt die Übertragung, wenn man mit der Leitung eine Luftdrossel herstellt (ergab 15 Wdg. auf 12 mm Plastikrohr). Auch sie zeigt, dass kein Summenstrom fließt, denn in der Übertragung ergibt sich keine wesentliche Änderung.

#### **Literatur :**

- [1] Karl Rothammel, "Antennenbuch", 7. Auflage, Seite 127, Franckh-Kosmos Verlag, 1981
- [2] Dieter Nührmann, "Das große Werkbuch Elektronik", 6. Auflage, Seite 2863, Franzis-Verlag, 1994