

# Antennen-Anpassung

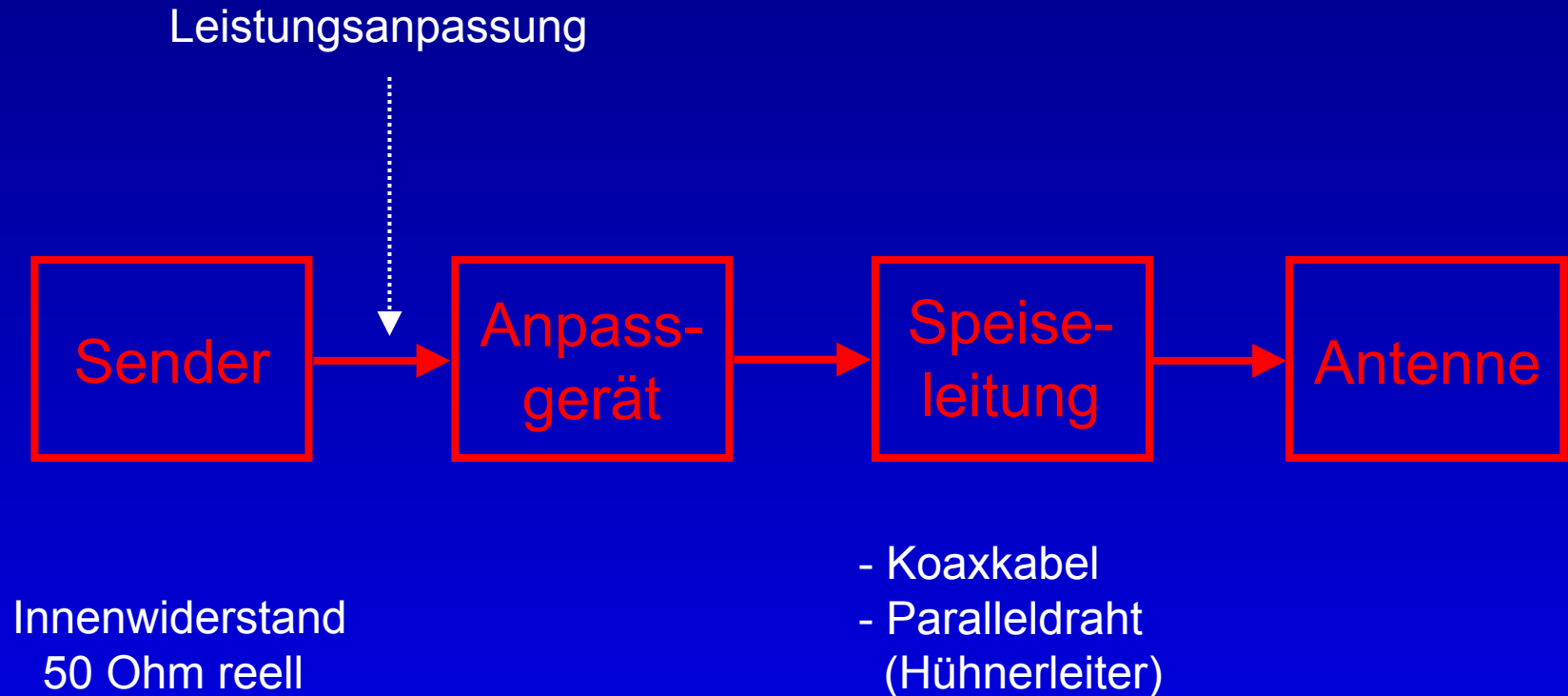
**Schwerpunkt:**

- symmetrische Antennen
- Paralleldraht-Speisung  
("Hühnerleiter")

**DJ9CS**

<http://dj9cs.raisdorf.net/>

# Einführung

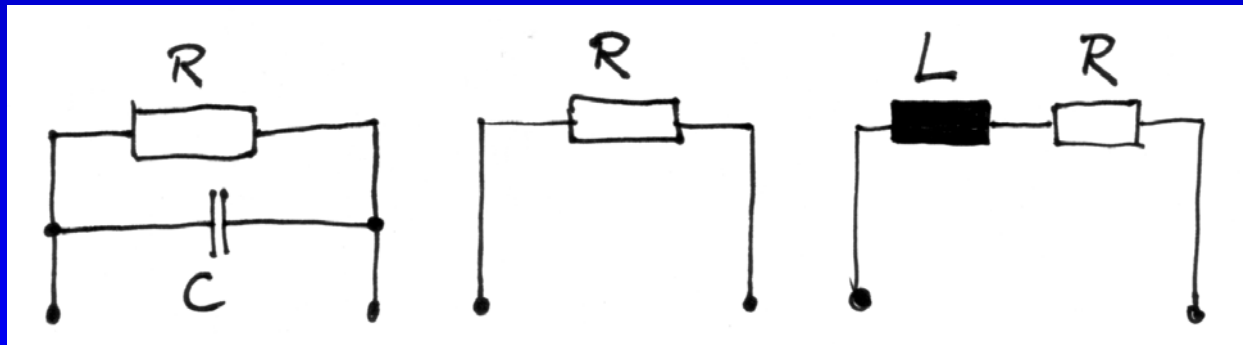


# Impedanz einer Antenne

Dipol

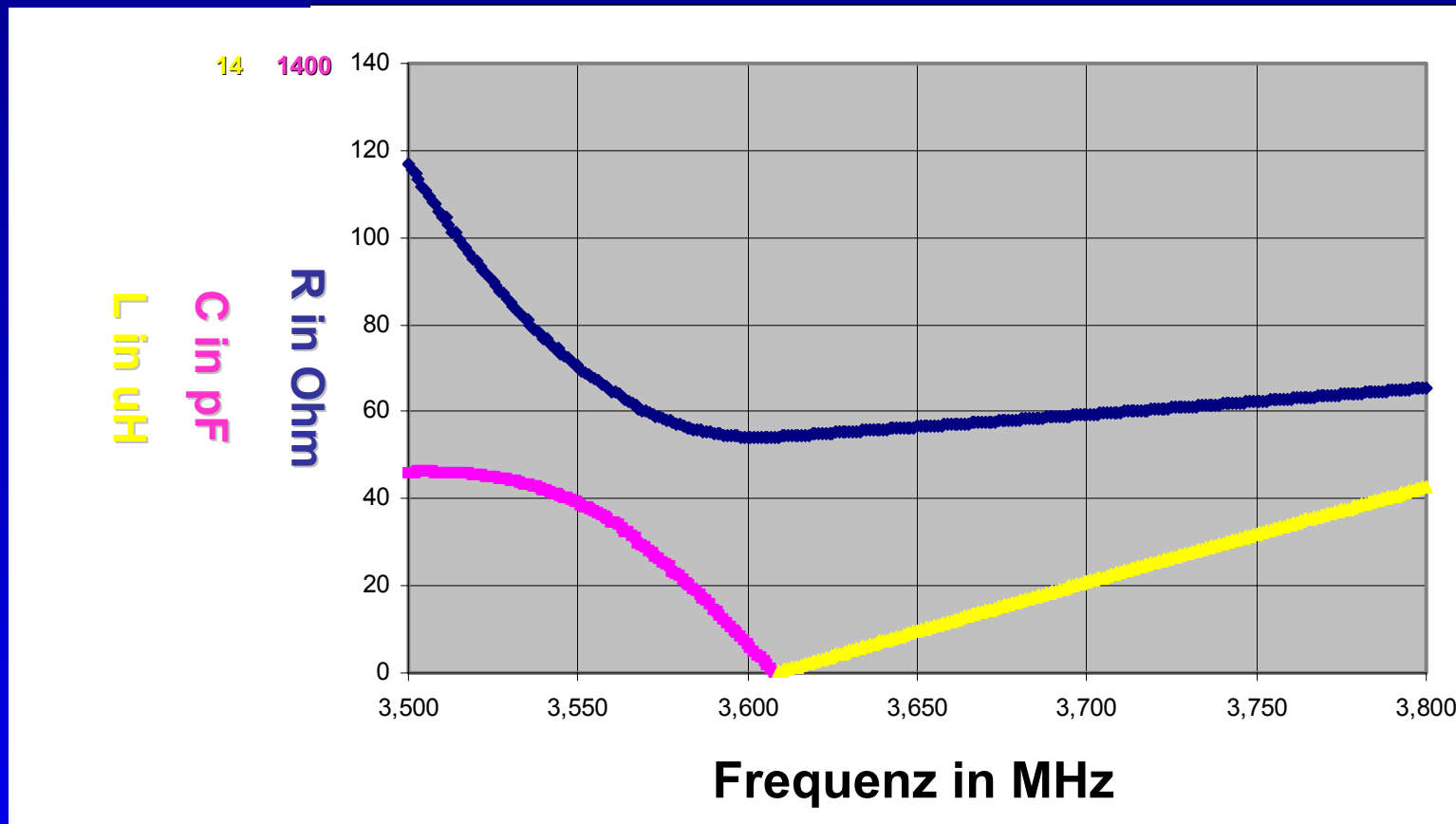


Wie sieht die Impedanz im Einspeisepunkt aus?



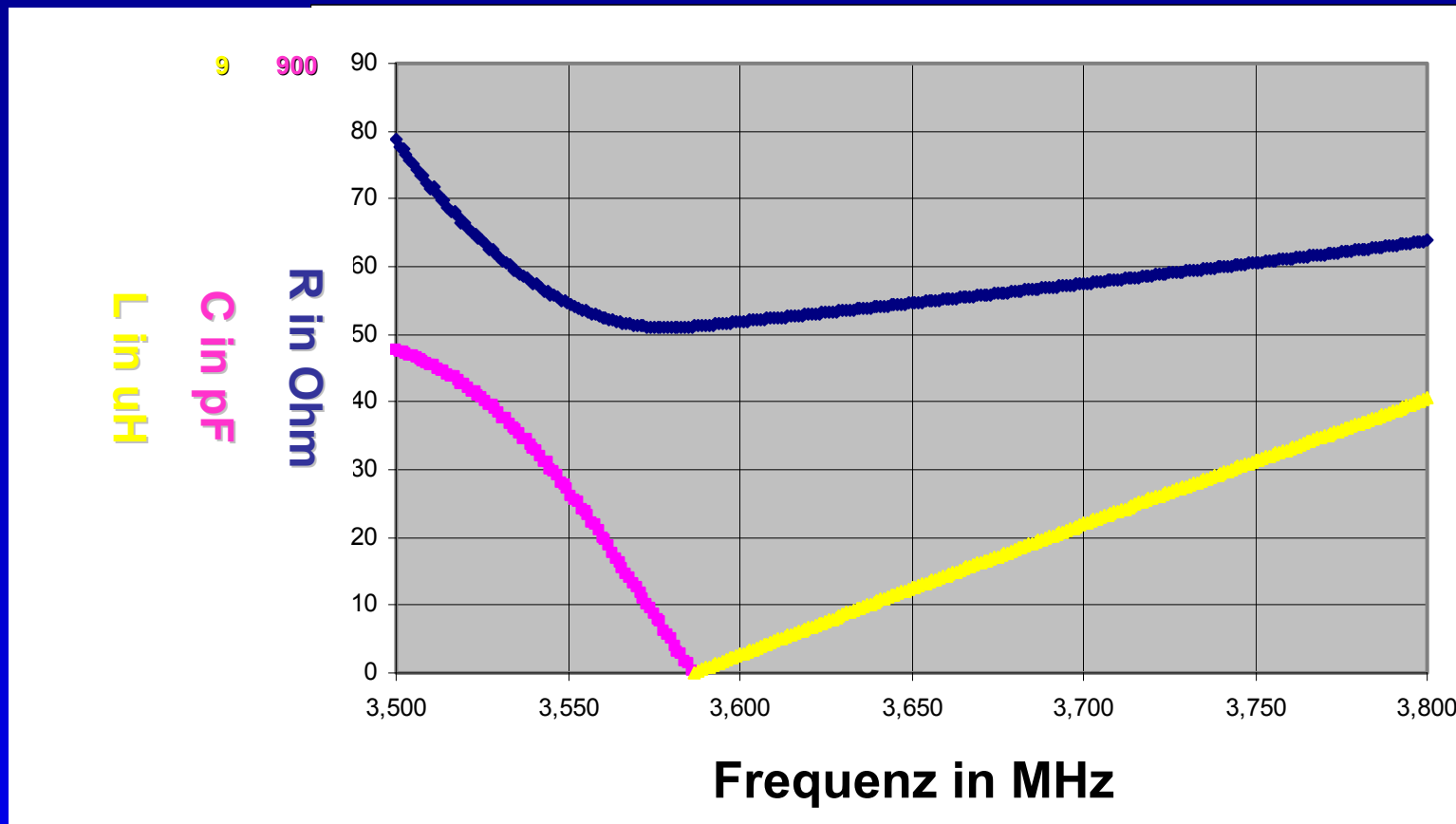
# Dipol 2 x 20m

Antennenhöhe 10 m  
Drahtdurchmesser 1 mm



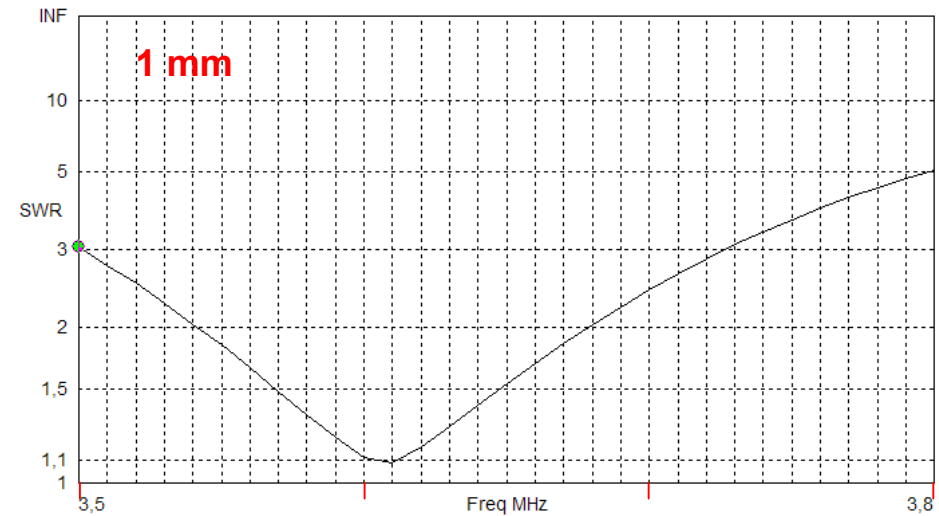
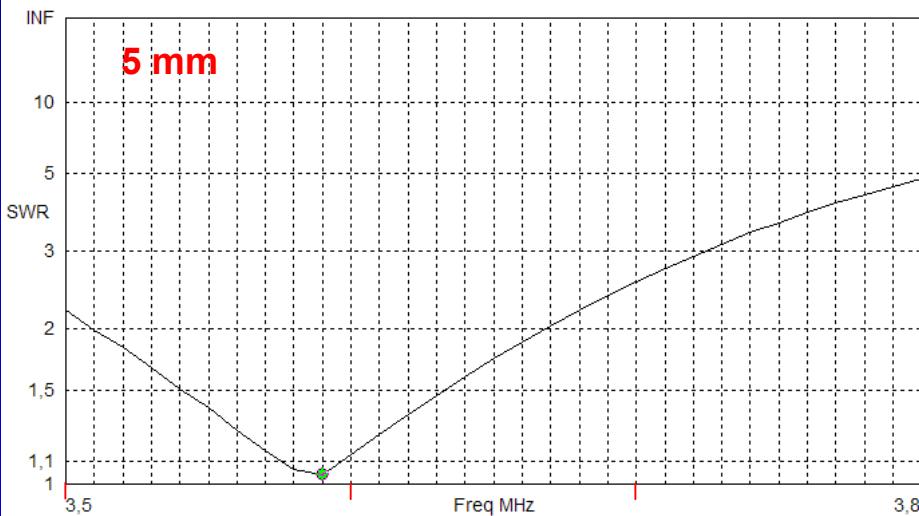
# Dipol 2 x 20m

Antennenhöhe 10 m  
Drahtdurchmesser 5 mm



# Dipol 2 x 20m in 10m Höhe

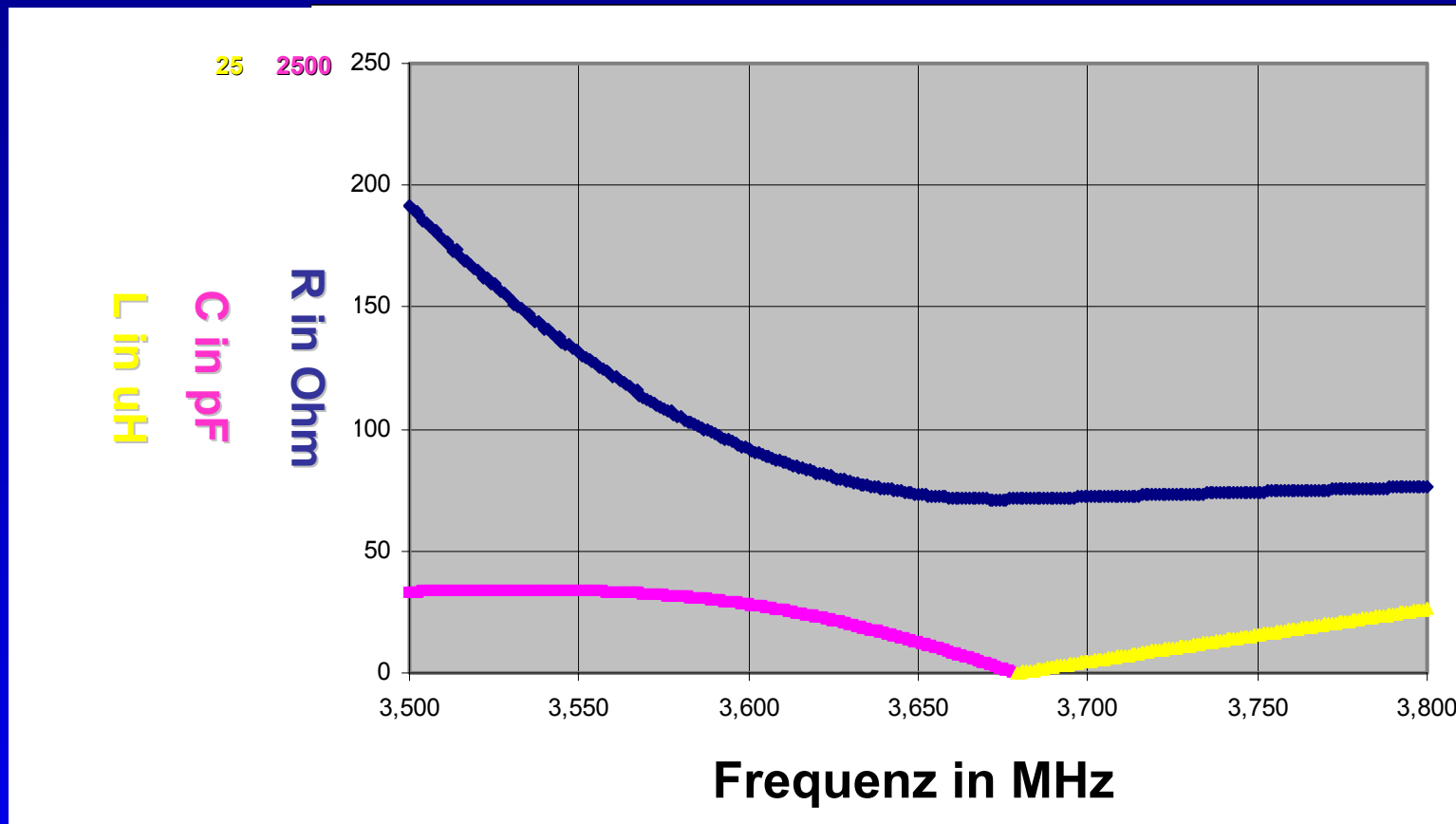
## SWR (50 Ohm) am Speisepunkt der Antenne



Parameter: Drahtdurchmesser

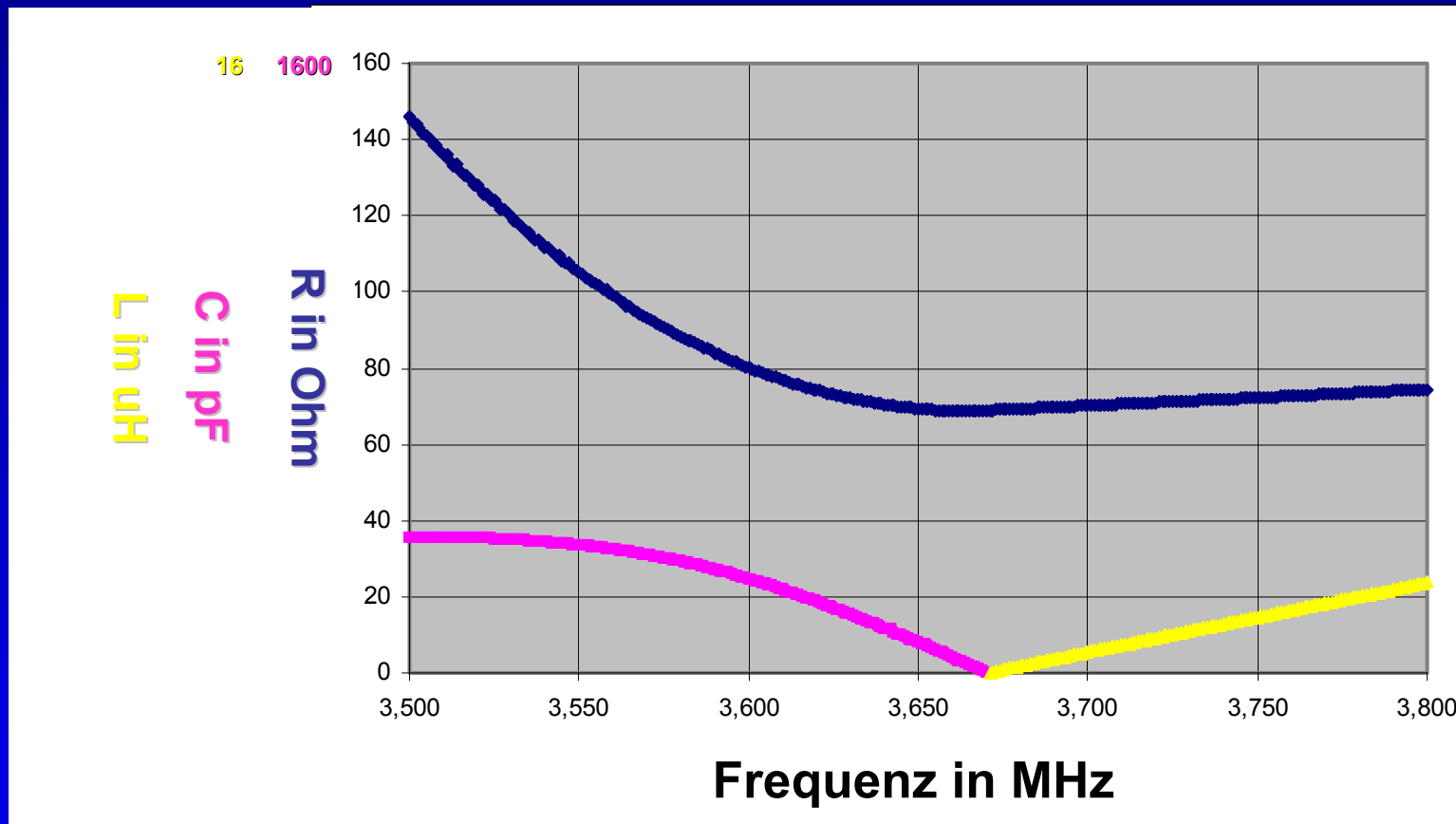
# Dipol 2 x 20m

Antennenhöhe 40 m  
Drahtdurchmesser 1 mm



# Dipol 2 x 20m

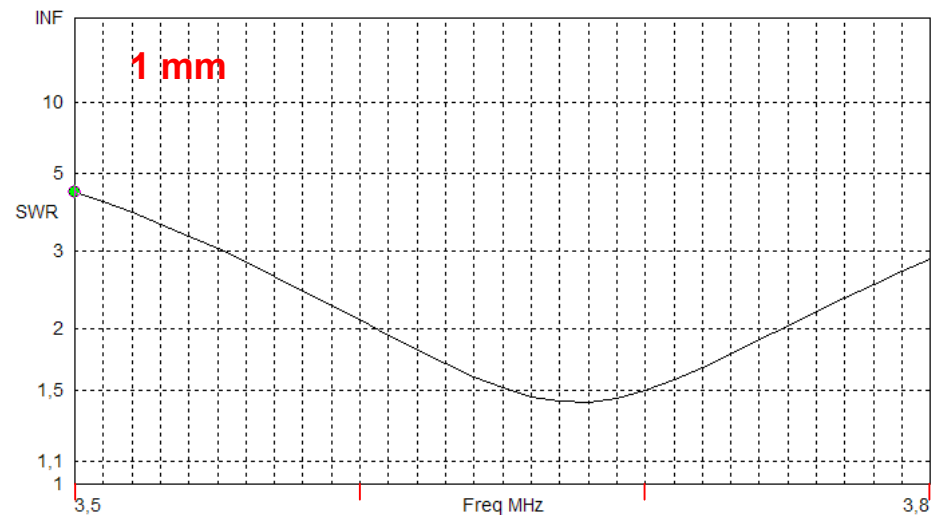
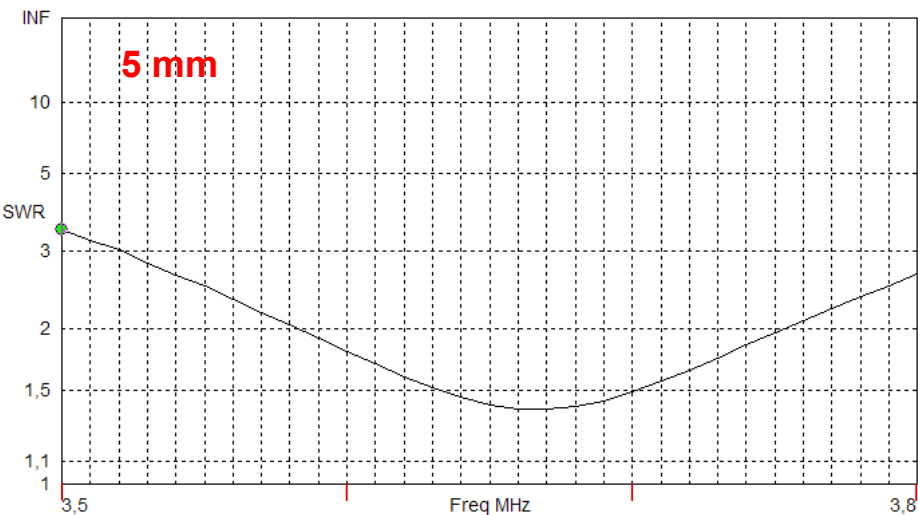
Antennenhöhe 40 m  
Drahtdurchmesser 5 mm





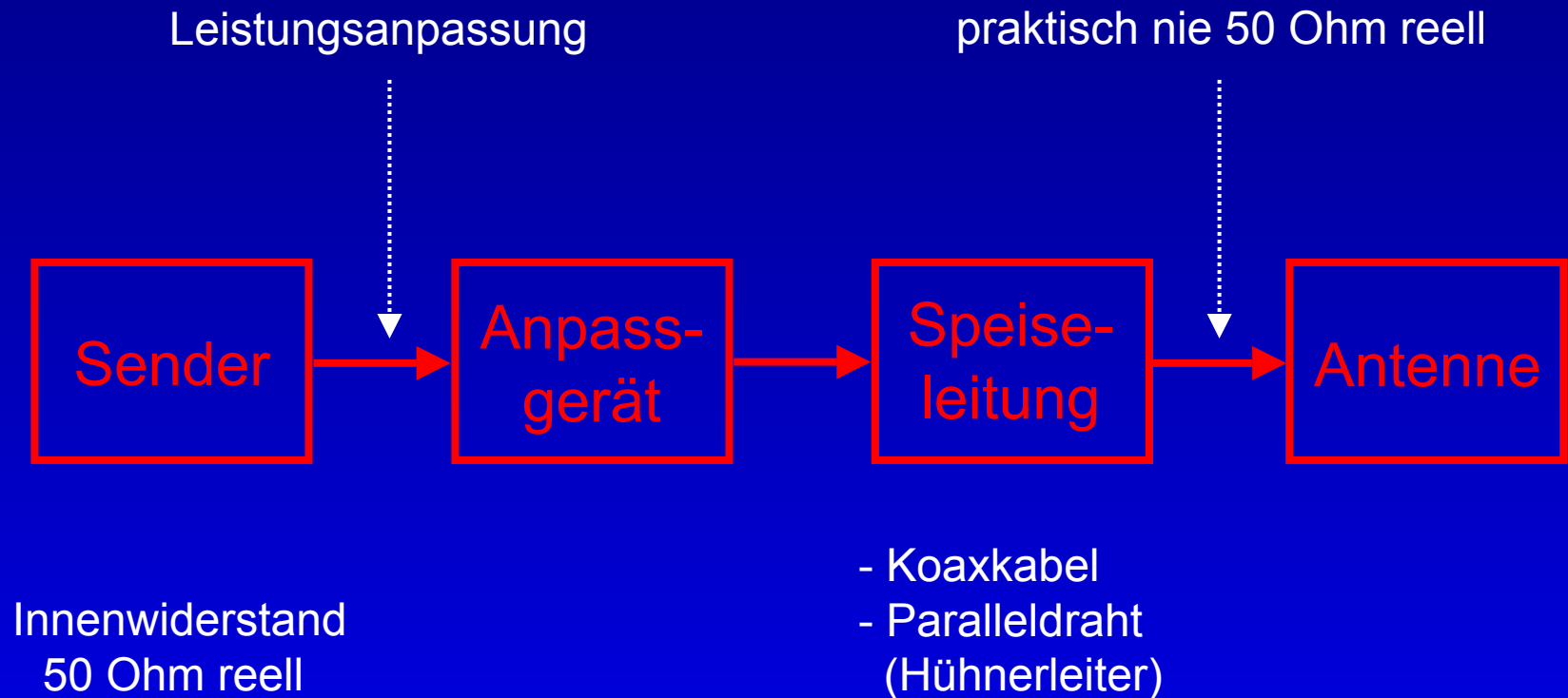
# Dipol 2 x 20m in 40m Höhe

## SWR (50 Ohm) am Speisepunkt der Antenne



**Parameter: Drahtdurchmesser**

# Anpassungsproblem



# Eigenschaften von Speiseleitungen

Wellenwiderstand  $Z_0$

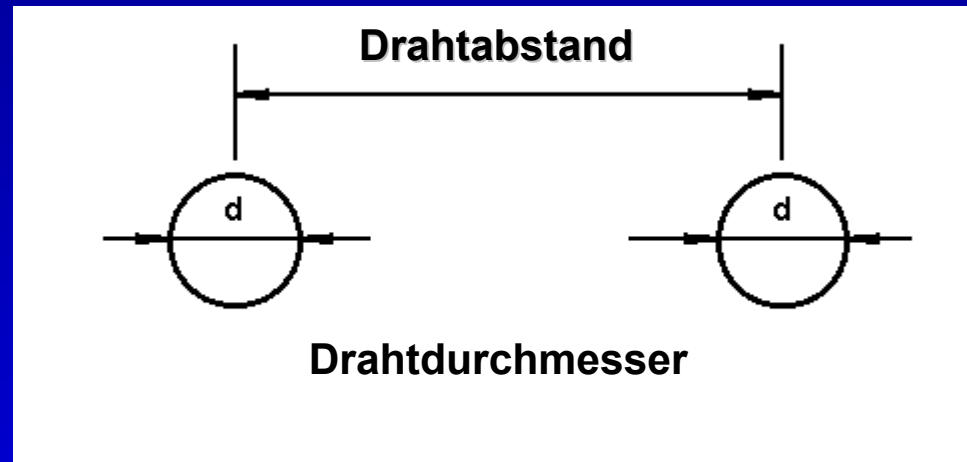
- Koaxkabel typ.  $50 \Omega$

- Hühnerleiter  $200 \dots 1000 \Omega$

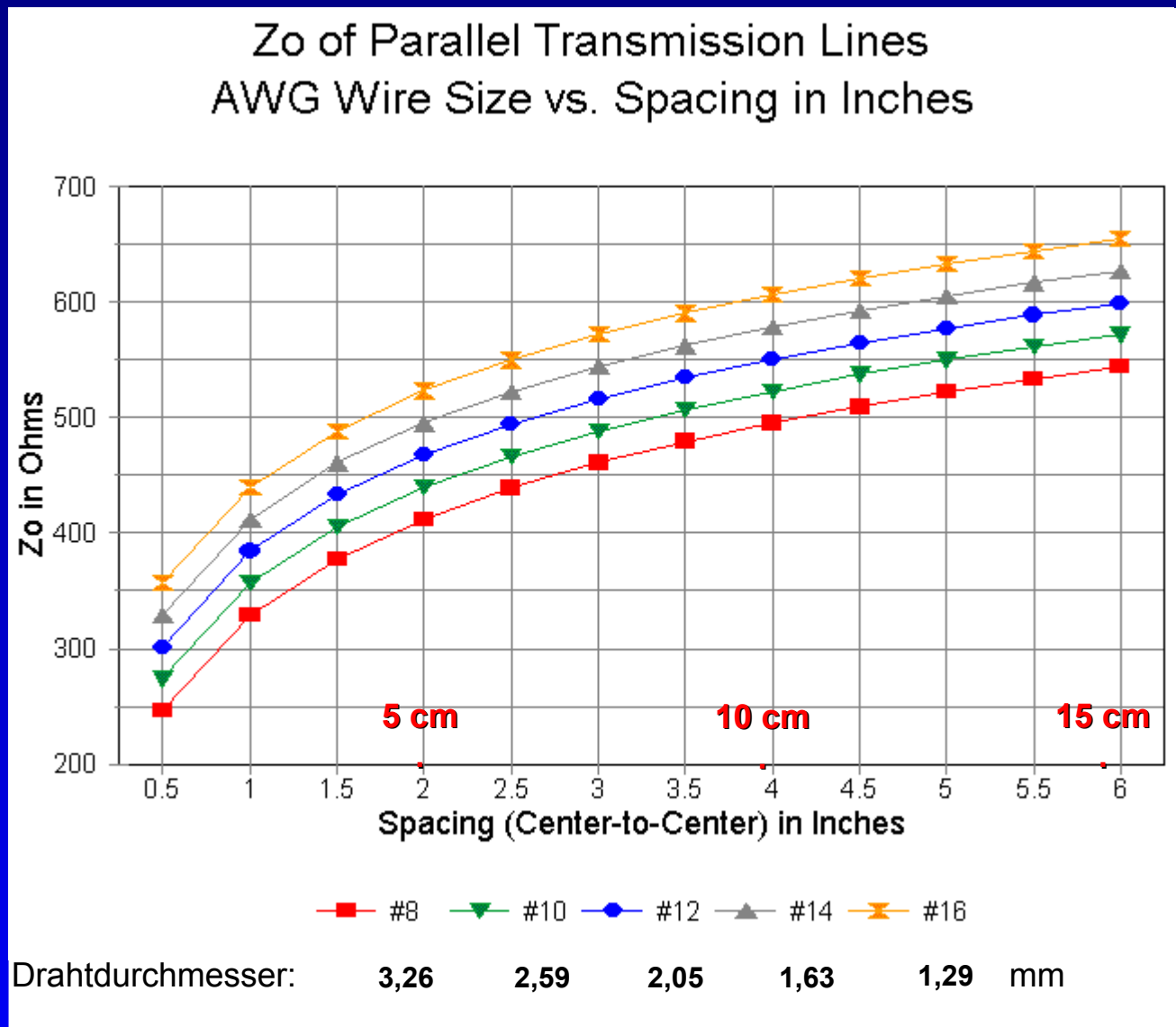
Dämpfung dB/m

Verkürzungsfaktor  $0,6 \dots >0,9$

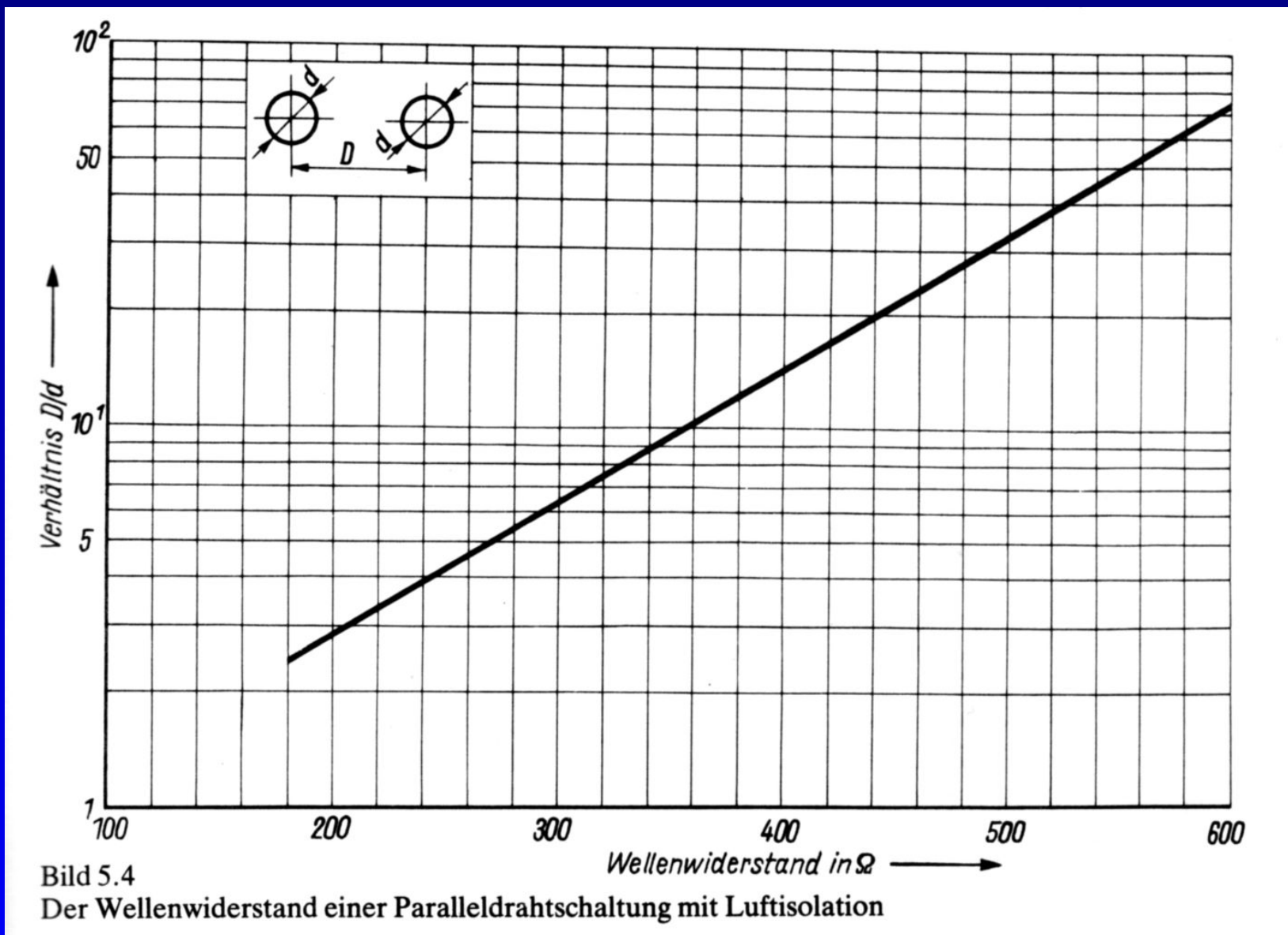
# Aufbau einer Paralleldrahtleitung



# Impedanz einer Paralleldrahtleitung



# Wellenwiderstand einer Paralleldrahtleitung



# Eigenschaften von Speiseleitungen

---

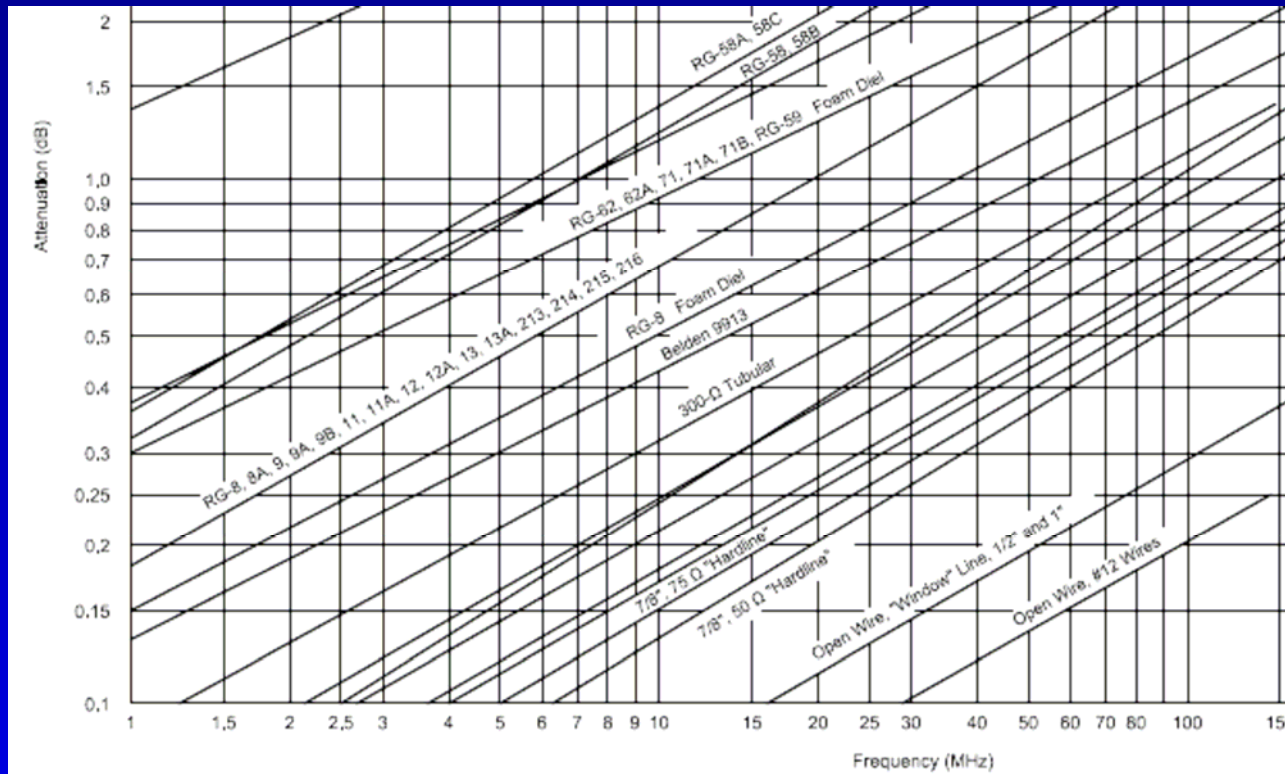
**Dämpfung**

**Laufzeit**

**Phasendrehung**

# Dämpfung von Speiseleitungen

bei Abschluss mit dem Wellenwiderstand

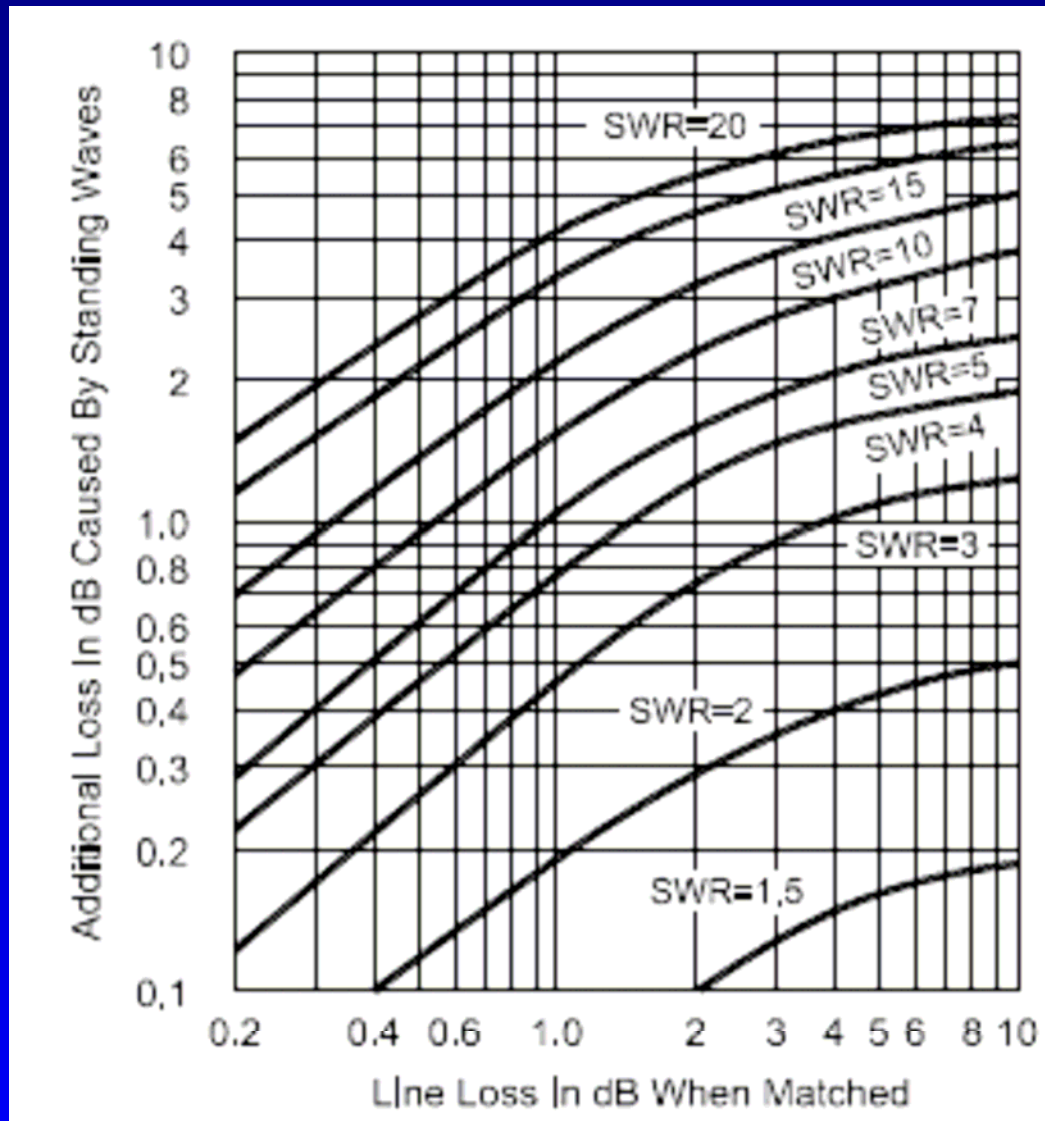


Angaben in dB / 100 ft (30,48m)



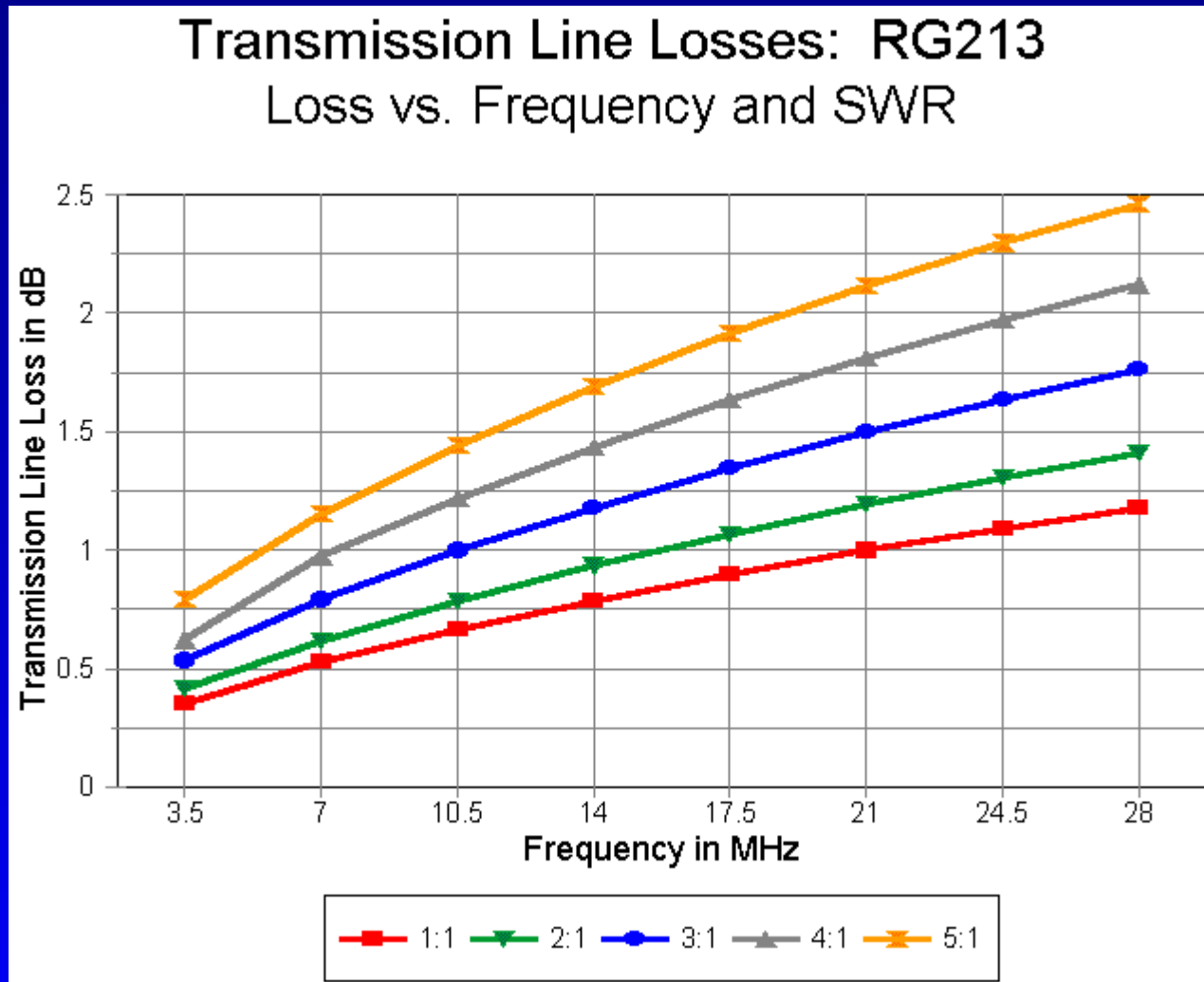
# Zusatzdämpfung auf Speiseleitungen

aufgrund  $SWR > 1$



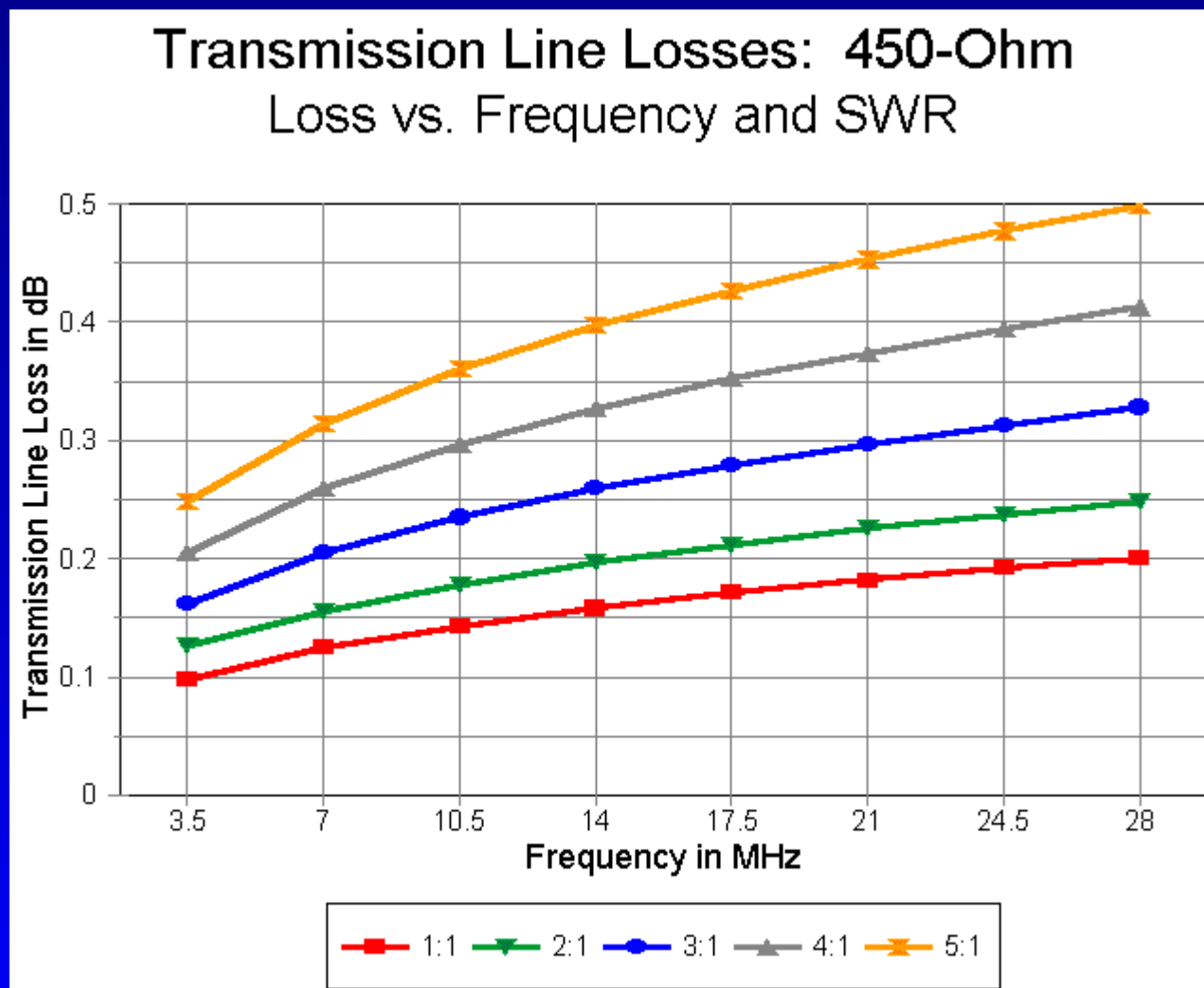
# Verluste auf der Speiseleitung

## 50 Ohm Koaxkabel RG213 bei 100 ft Länge

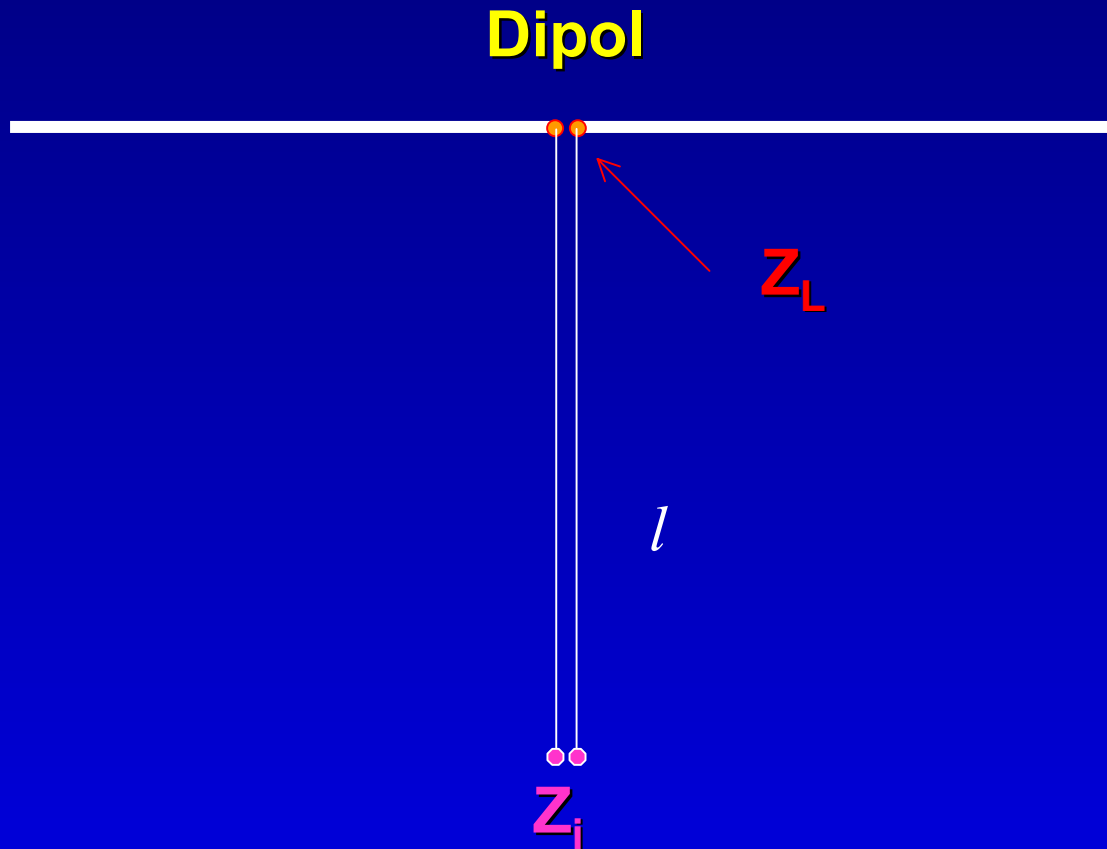


# Verluste auf der Speiseleitung

## Hühnerleiter 450 Ohm bei 100 ft Länge



# Impedanz am Eingang der Speiseleitung



Für  $l = \text{Wellenlänge} / 2$  wird  $Z_i = Z_L$

# Speiseleitung als Impedanztransformator

$$Z_{\text{in}} = Z_0 \times \frac{Z_L \cosh(\eta l) + Z_0 \sinh(\eta l)}{Z_L \sinh(\eta l) + Z_0 \cosh(\eta l)}$$

$Z_0$  : Impedanz der Speiseleitung

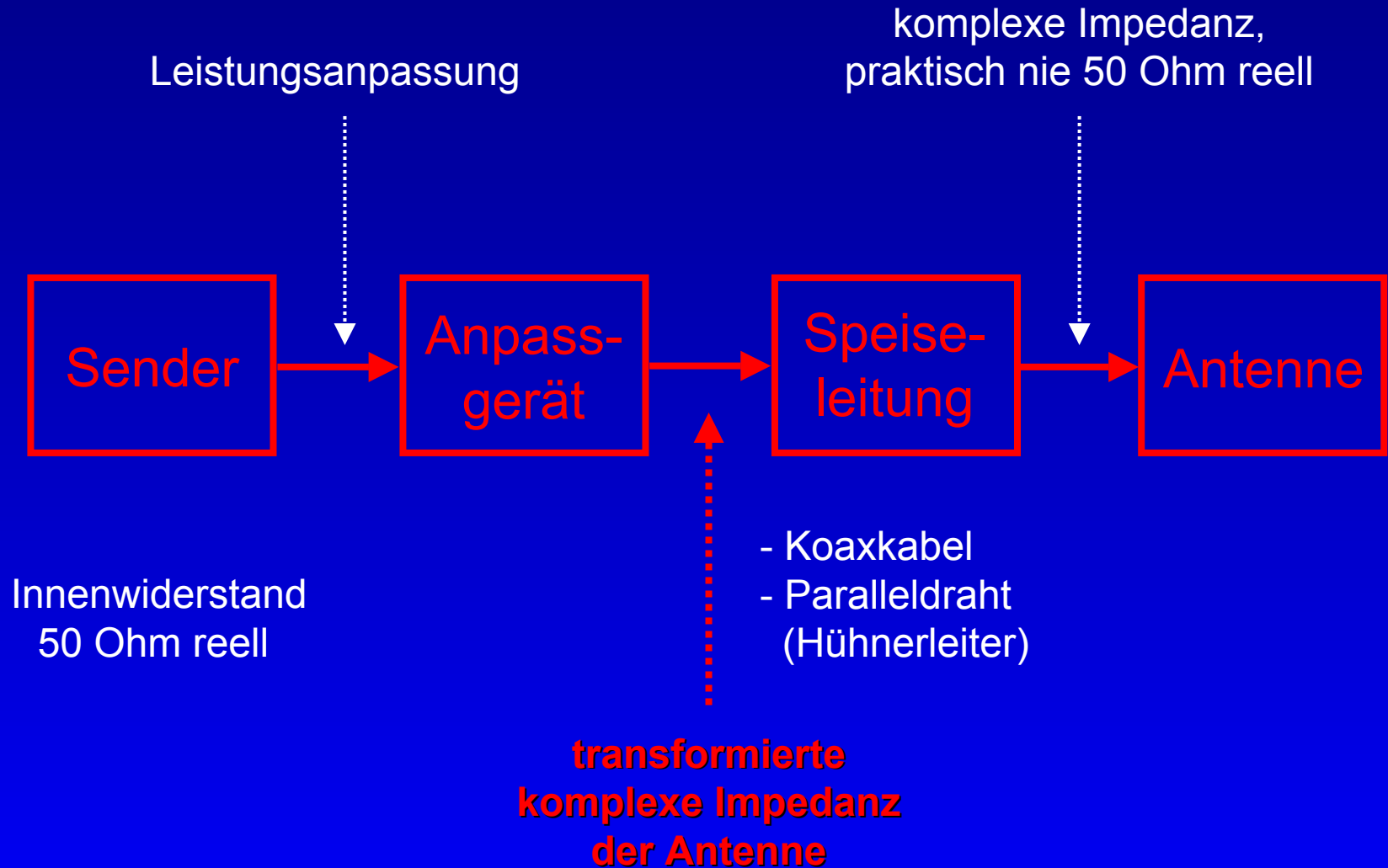
$Z_{\text{in}}$  : Impedanz am Eingang der Speiseleitung

$Z_L$  : Impedanz der Antenne

$l$  : elektrische Länge der Speiseleitung

$\eta$  : Eigenschaften der Speiseleitung

# Anpassungsproblem



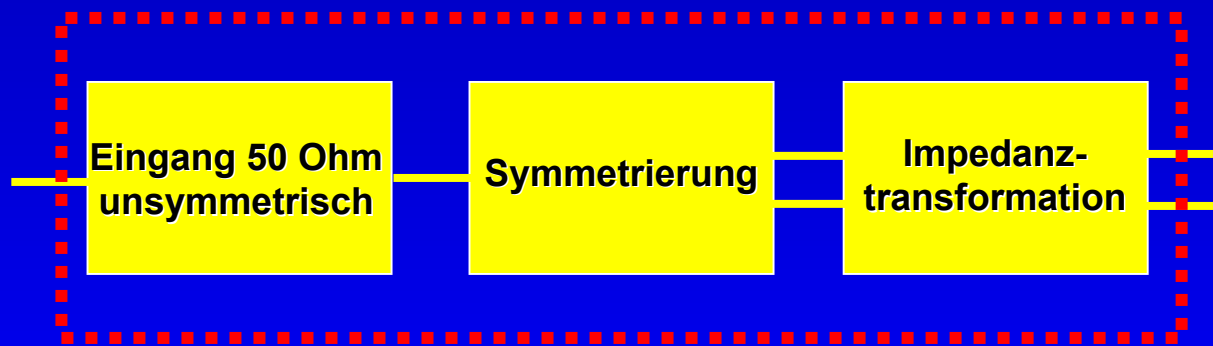
# Anpassgerät / Matchbox

Die Verluste auf einer "Hühnerleiter" sind auch bei Fehlanpassung, also  $SWR \gg 1$  deutlich geringer als bei Koaxkabeln.

Fehlanpassung

-> Blindwiderstände

-> Blindströme



# Multiband-Dipol

## Dipol 2 x 50ft, 100 ft Speiseleitung

### Modeled Data for a 100-ft Flat-Top Antenna

100-ft long, 50-ft high, center-fed dipole over average ground, using coaxial or open-wire transmission lines. Antenna impedance computed using *NEC2* computer program, with ground relative permittivity of 13, ground conductivity of 5 mS/m and Sommerfeld/Norton ground model. Note the extremely reactive impedance levels at many frequencies, but especially at 1.8 MHz. If this antenna is fed directly with RG-8A coax, the losses are unacceptably large on 160 m, and undesirably high on most other bands also. The RF voltage at 3.8 MHz for high-power operation with open-wire line is extremely high also, and would probably result in arcing either on the line itself, or more likely in the Transmatch. Each transmission line is 100 ft long.

Frequency (MHz)	Antenna Impedance (Ohms)	SWR RG-8A Coax	Loss 100 ft RG-8A Coax	Loss 100 ft 450-Ω Line	Max Volt. RG-8A 1500 W	Max Volt. 450-Ω Line 1500 W
1.8 MHz	4.5 - j 1673	1818:1	25.9 dB	12.1 dB	1640	7640
3.8 MHz	38.9 - j 362	63:1	5.7 dB	0.9 dB	1181	3188
7.1 MHz	481 + j 964	49:1	5.8 dB	0.3 dB	981	1964
10.1 MHz	2584 - j 3292	134:1	10.4 dB	0.9 dB	967	2869
14.1 MHz	85.3 - j 123.3	6.0:1	1.9 dB	0.5 dB	530	1863
18.1 MHz	2097 + j 1552	65:1	9.0 dB	0.6 dB	780	2073
21.1 MHz	345 - j 1073	73:1	9.8 dB	0.8 dB	757	2306
24.9 MHz	202 + j 367	18:1	5.2 dB	0.4 dB	630	1563
28.4 MHz	2493 - j 1375	65:1	10.1 dB	0.7 dB	690	2051

ARRL Handbook 2005, Kapitel 21, Transmission Lines

Im CQ DL Heft 1/2005, Seite 30-33 wird ein ähnliches Beispiel beschrieben



# Zusammenfassung

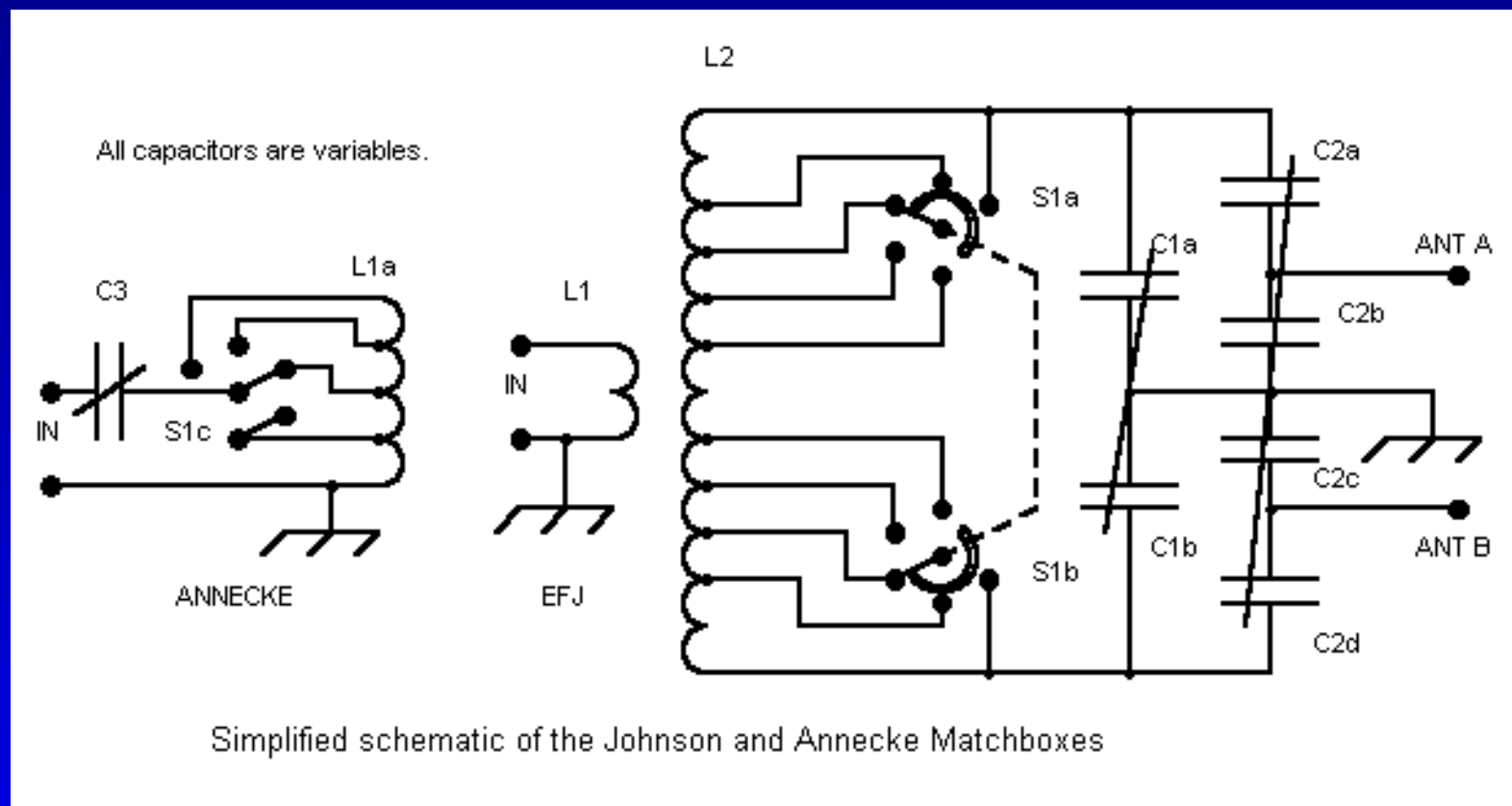
---

**Ein Dipol mit Paralleldraht-Speisung  
stellt eine günstige  
Allband-Antenne dar.**

**Aufgrund der Symmetrie gegen die Erde  
ergeben sich gute Eigenschaften  
bezüglich EMVG, TVI, BCI, usw.**

**Es folgen Beispiele von Anpassgeräten**

# Antennenanpassgeräte



# Antennen-Koppler von Annecke

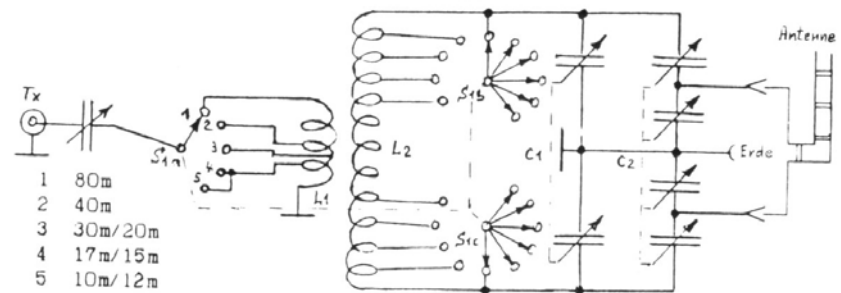


Frequenzbereich: 8 Kurzwellenbänder von 80-10m  
 Durchgangsleistung: max. 200 Watt PEP/CW  
 Eingangsimpedanz: Einstellbar 50 Ohm  
 Ausgangsimpedanz: Durchgehend einstellbar,  
 von Strom bis Spannungskopplung  
 etwa 50 - 3000 Ohm

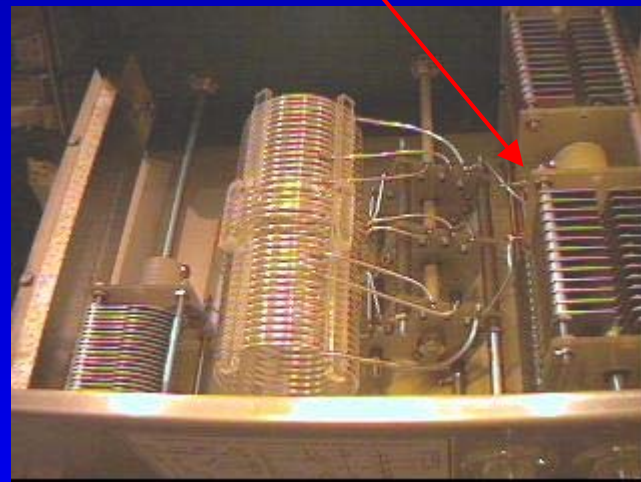
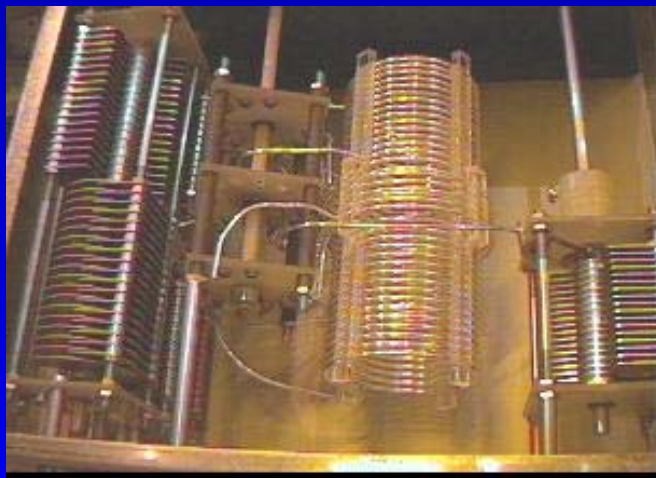
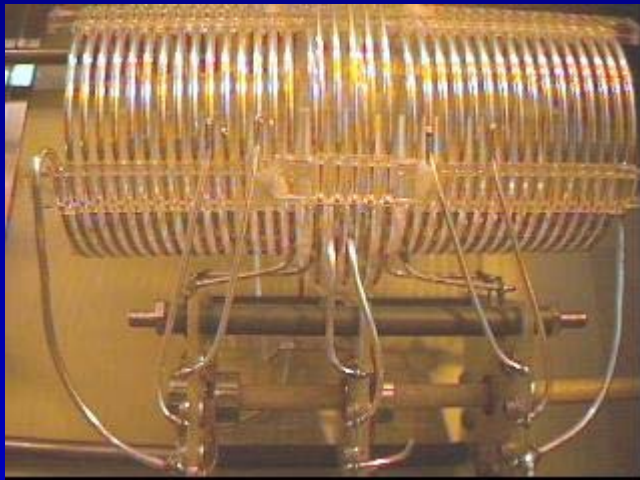
Gehäuse Typ 302 Abmessungen: B.300 T.250 H.125  
 eloxierte Frontplatte.

Fertigerät: 470.-DM Bausatz: 425.-DM

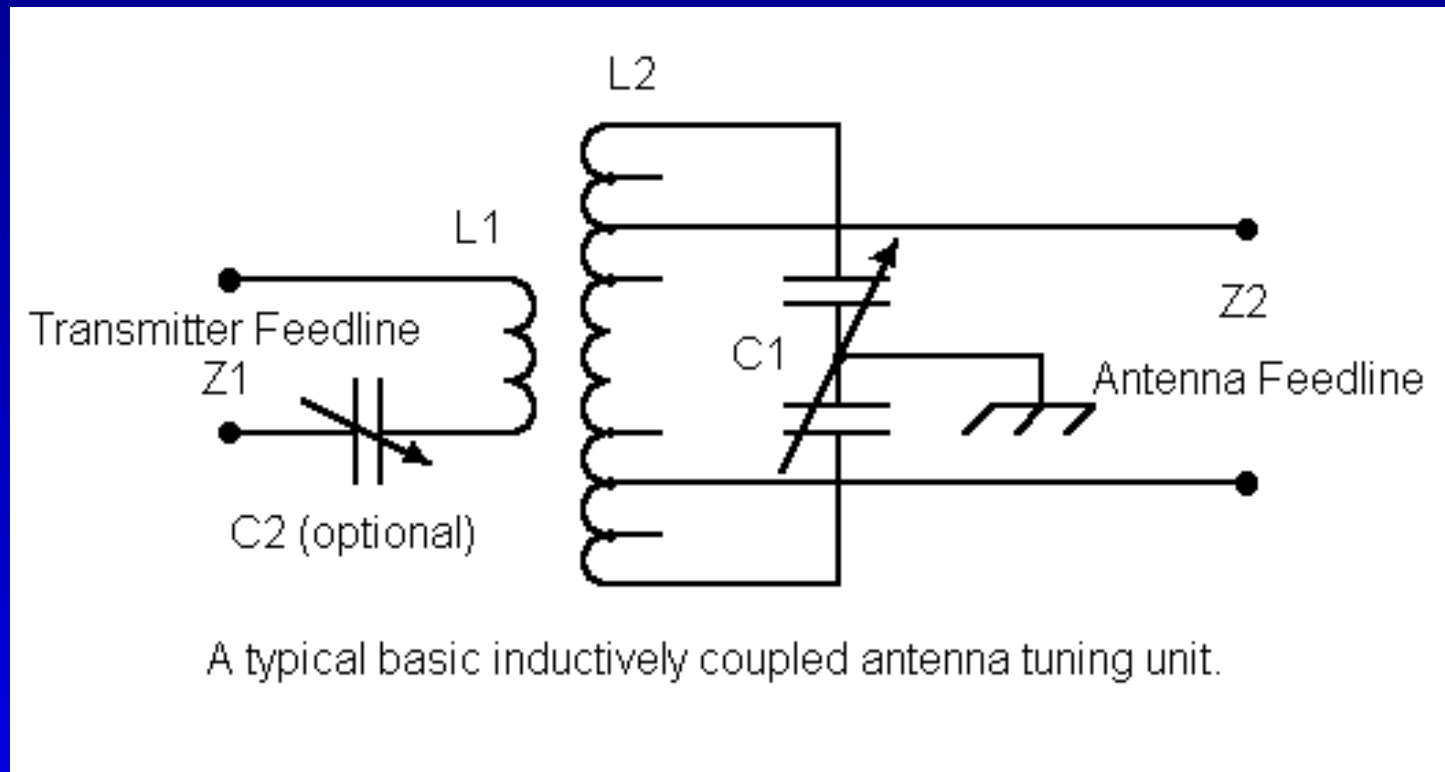
Schaltbild 80-10m "Antennen-Koppler"



# Antennen-Koppler von Annecke



# Antennenanpassgeräte



# Antennen-Koppler von Annecke



Ein Umschalter "160m/80-10m KW-Koppler" erlaubt bei dieser Geräte-kombination, bei gemeinsamer Transceiver-Zuleitung, eine getrennte oder gemeinsame Antenne für den 160m und 80-10m Kurzwellenbereich.

Frequenzbereich: 1800-1900 KHz

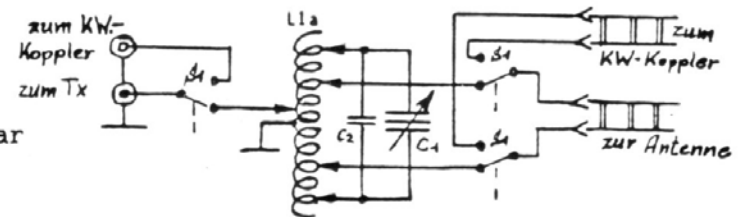
Durchgangsleistung: max. 100 Watt PEP/CW

Eingangsimpedanz: 50 Ohm

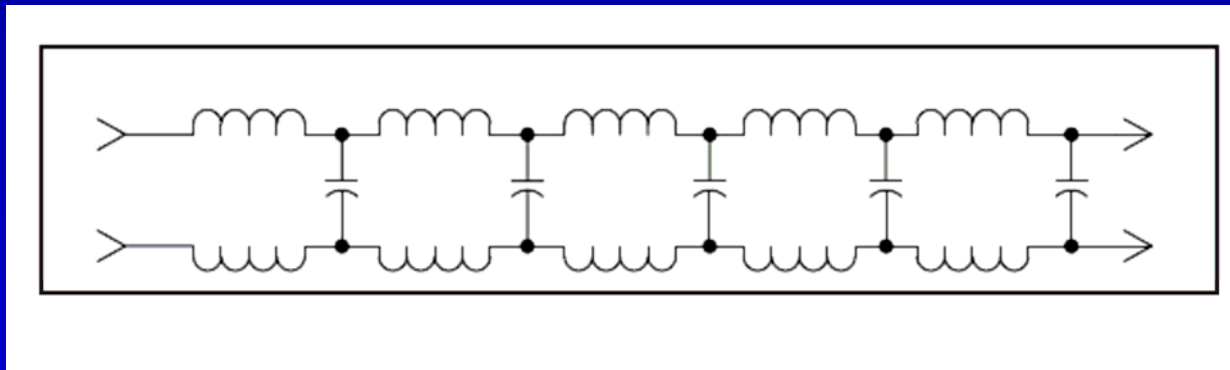
Ausgangsimpedanz: 50 Ohm bis 3000 Ohm " " " " " " über Spulenzapfung wählbar

Fertigerät: 335.-DM

Schaltbild 160m "Antennen-Koppler"

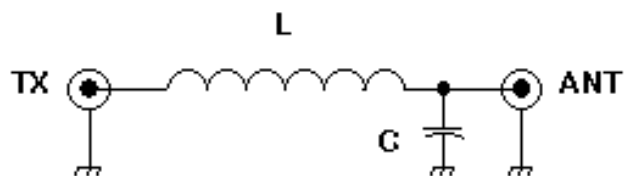


# Ersatzschaltung einer Paralleldrahtleitung

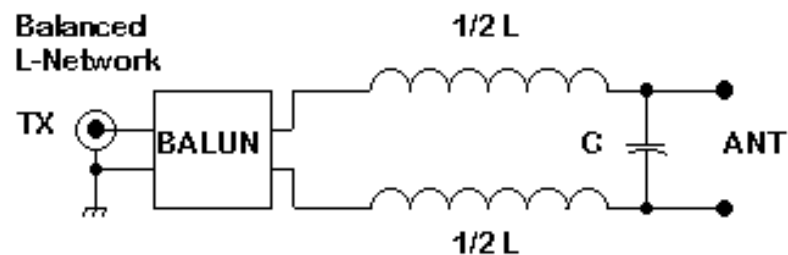


# Balanced-L Antenna Tuner

Single-Ended L-Network

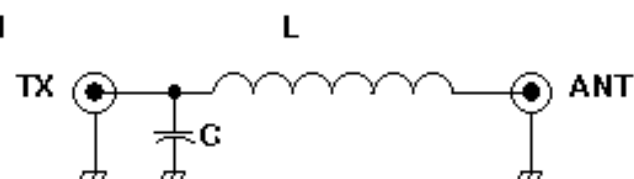


Balanced L-Network

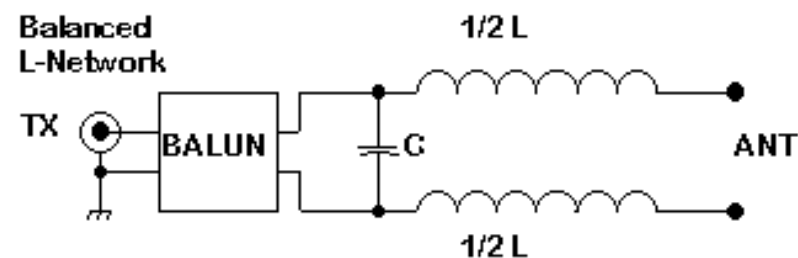


Up-Converting L-Networks

Single-Ended L-Network



Balanced L-Network



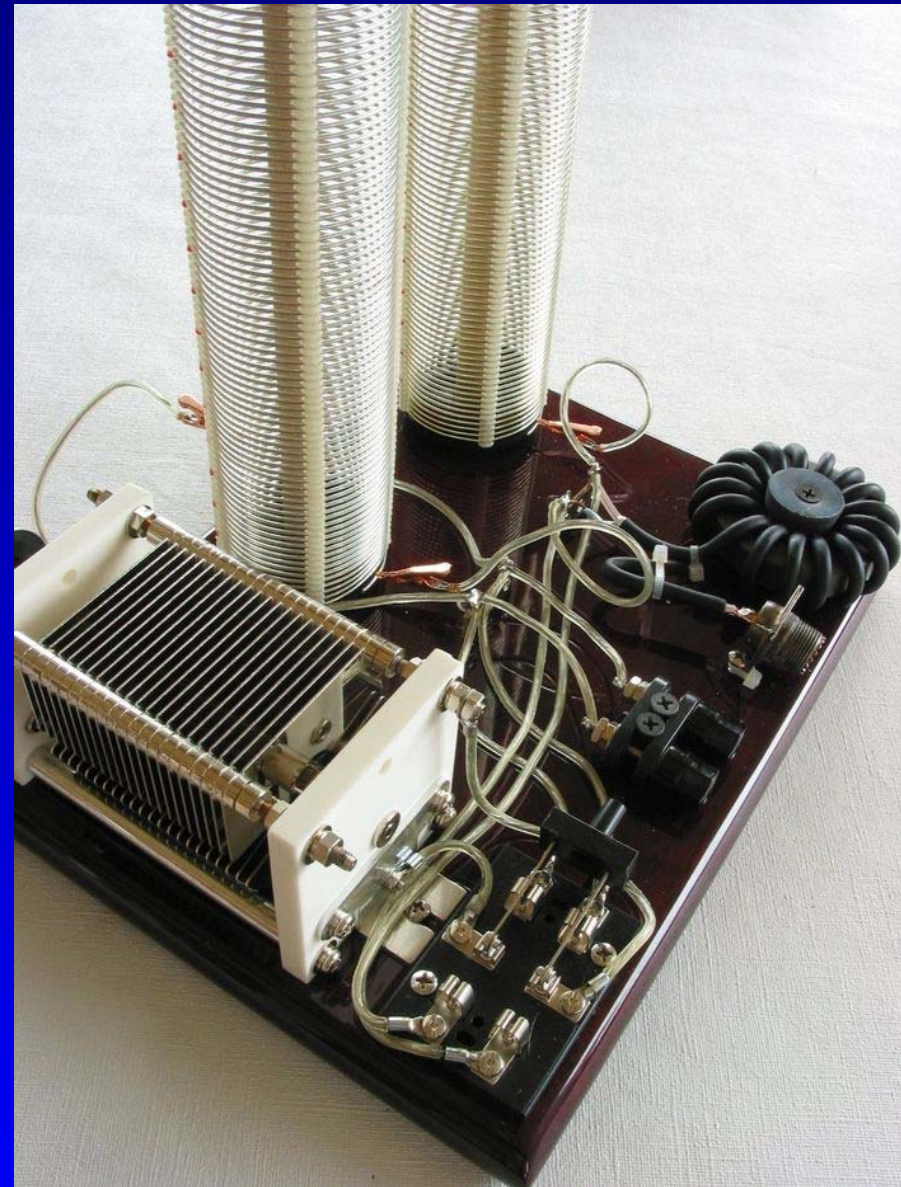
Down-Converting L-Networks



# Balanced-L Antenna Tuner



<http://www.n4ekv.com/tuners.asp>



Antennen Anpassung

DJ9CS

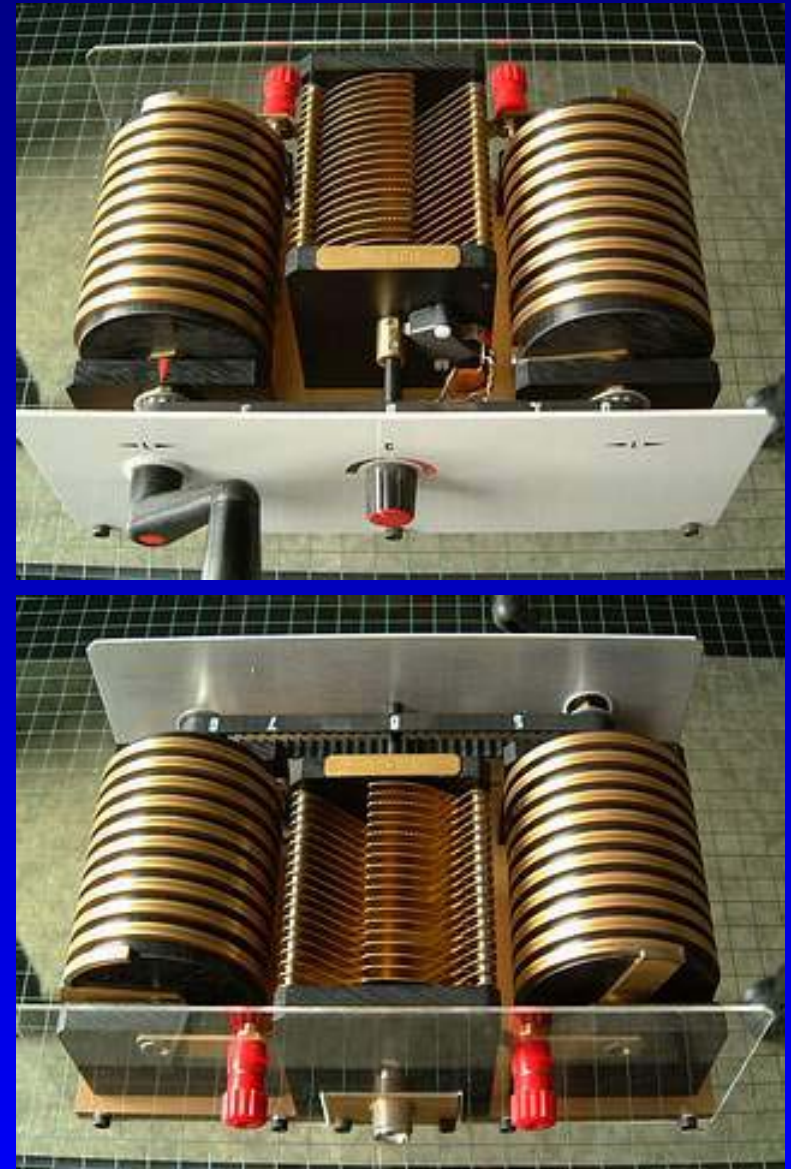
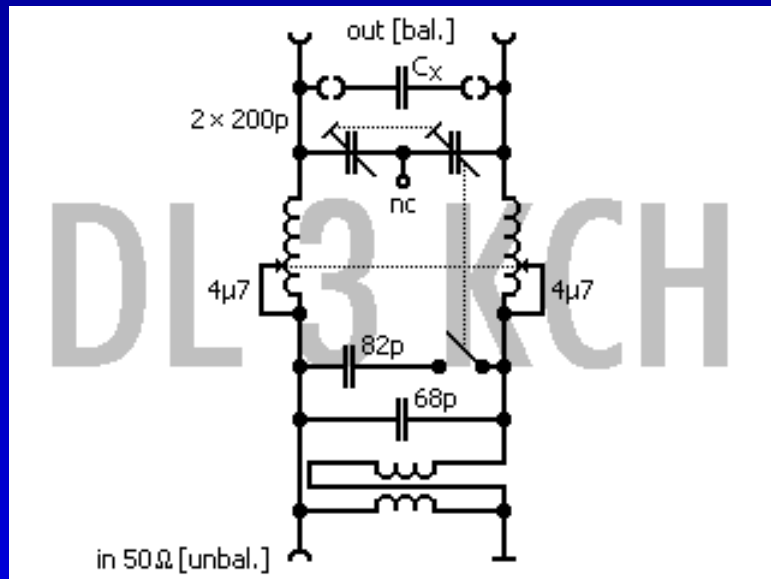
# Balanced-L Antenna Tuner

## Homebrew balanced-L antenna tuner

- Covers 160-10m. Designed specifically for balanced feedlines.
- 100-turn B&W coils provide max 92uh, but only 23-turns have been needed thus far (on 160m).
- 20-500pf variable capacitor, can be switched from input to output of circuit with knife switch to match hi-Z and low-Z loads.
- Input balun consists of 17-turns of RG-58/U coax on an F- 240-77 ferrite core

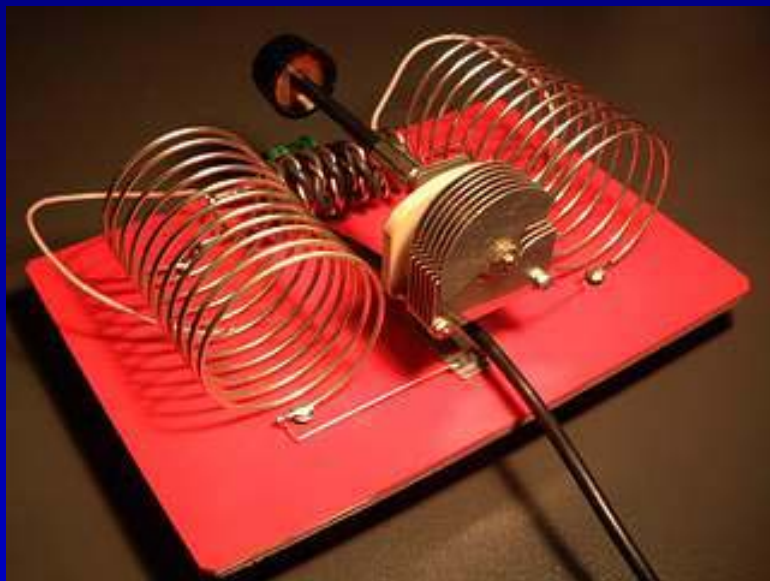
<http://www.n4ekv.com/tuners.asp>

# Koppler von DL3KCH



[www.koppler.de](http://www.koppler.de)

# Koppler von DL3KCH



[www.koppler.de](http://www.koppler.de)

# Antennen-Koppler von Annecke



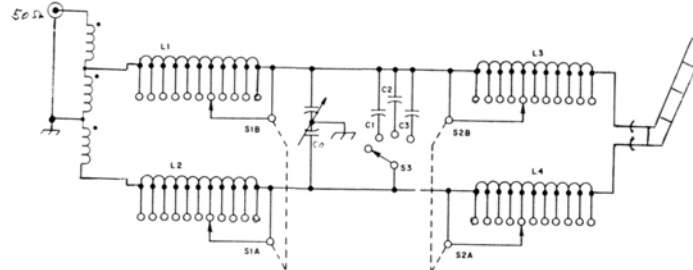
Paralleldraht- gespeiste Antennensysteme erlangen auf Grund ihrer besonderen Vorteile für den Radio-Amateur, wie z.B. Strahlungsfreiheit der Speiseführung und damit sehr geringe Beeinflussung der Unterhaltungselektronik, immer mehr an Bedeutung.

Die jetzt auf den Markt kommenden Transistor- und FET Endstufen im Bereich um 1000 Watt CW/ PEP verlangen einen leistungsfähigen Antennen-Koppler.

Der oben gezeigte Antennen-Koppler schließt die bestehende Lücke solcher Geräte bis in den Kilowattbereich.

Da bei jeder Amateurfunkstelle mit anderen Speisepunktimpedanzen des Antennensystems gerechnet werden muß, wurde der Koppler für den gesamten Impedanzbereich zwischen Strom- und Spannungskopplung ausgelegt.

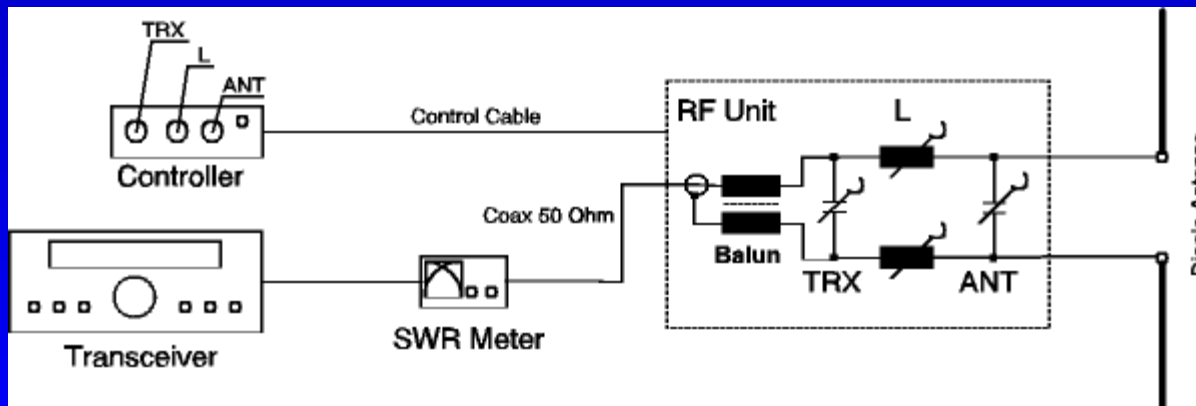
Frequenzbereich : 1.8 - 30 MHz  
Durchgangsleistung: 1000 Watt, CW, PEP  
Eingangsimpedanz : 50 Ohm  
Ausgangsimpedanz : einstellbar von Strom - bis Spannungskopplung.  
Abmessungen : B.300 T.420 H.125 Frontplatte mit gravierten Skalen.



Preis: 995.-DM

# Fernabstimmbarer Antennentuner 200W Mod. AT-402

für beliebig lange Dipolantennen oder Loops 1,8 bis 30 MHz



**DJ2HW**  
**Bannedorf**  
**Fehmarn**

# Antennentuner von Palstar / USA



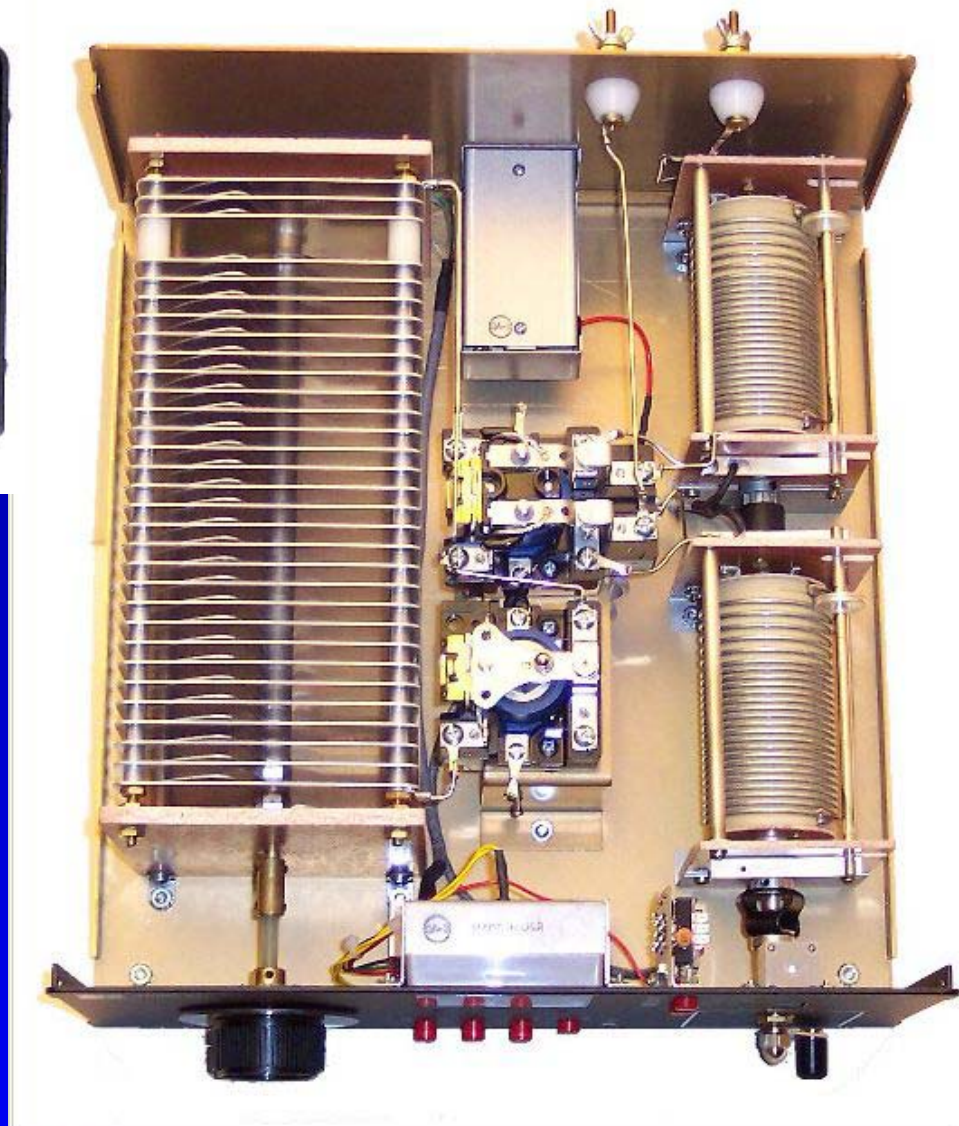
Bild 5



Bild 4

**Palstar AT1500BAL**

# Antennentuner von Palstar / USA



**Palstar BT-1500A**

**Preis: 790,00€**

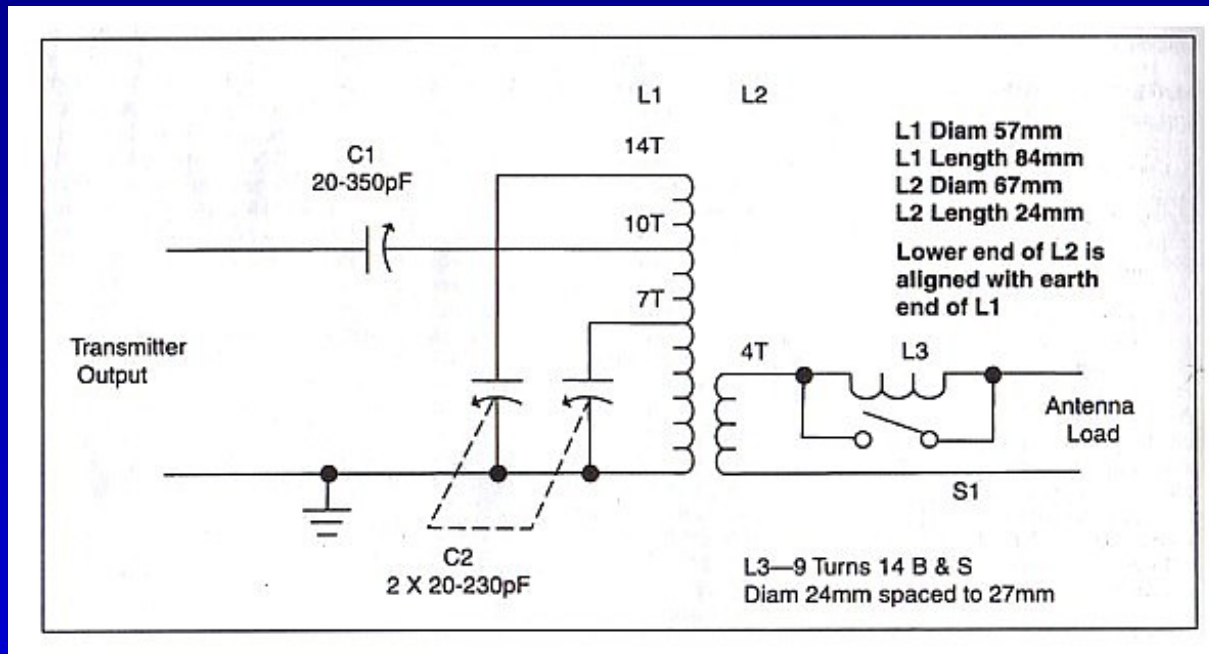
bei <http://www.gagacom.de>

**Frequenzbereich: 1,8 ...30MHz**

**Leistung: 1500 Watt**



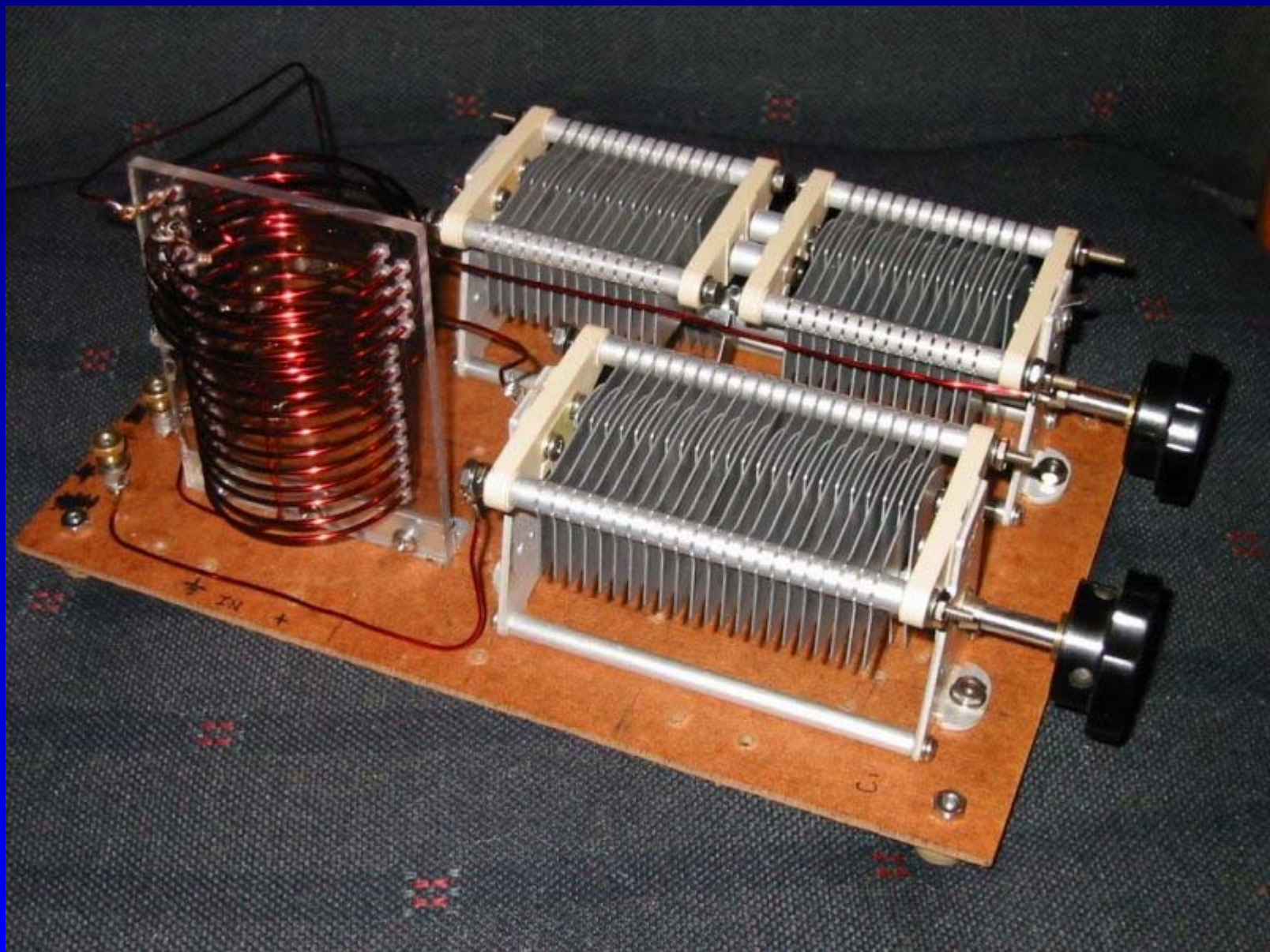
# The Simple Z Match Tuner simplified



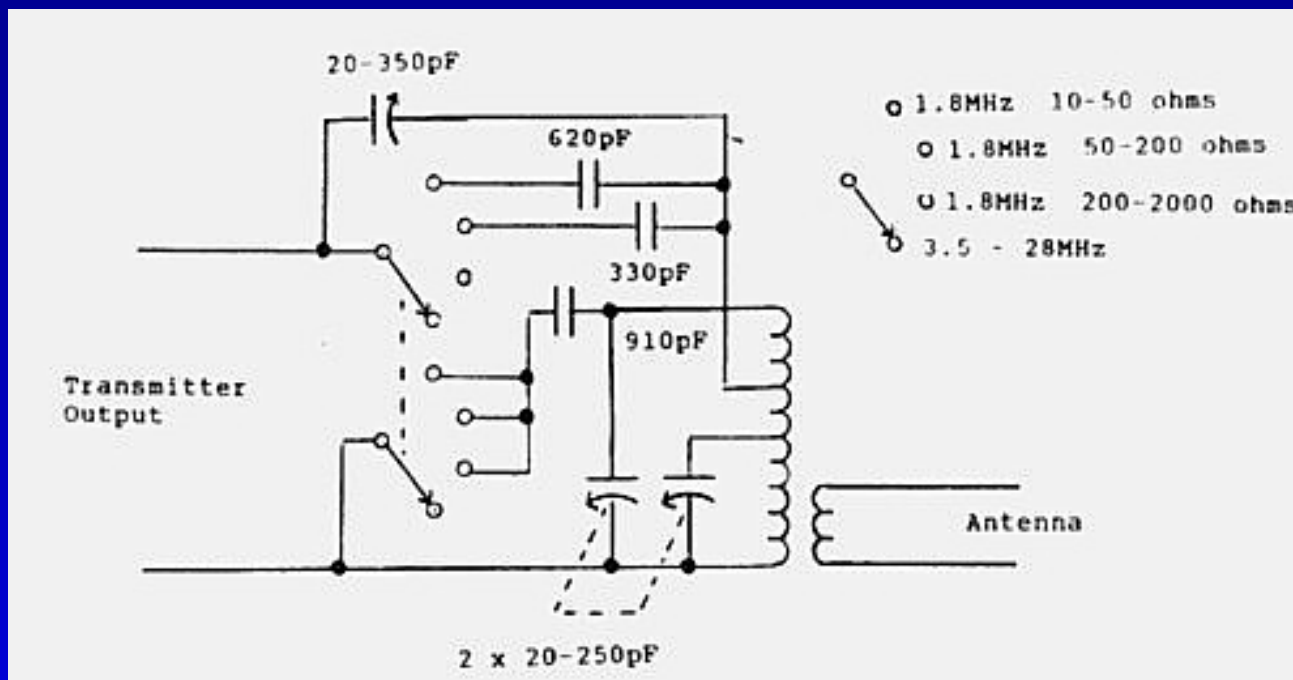
Lloyd Butler VK5BR

<http://www4.tpgi.com.au/users/lbutler/SingleCoilZMatch.htm>

# Z Match nach VK5BR

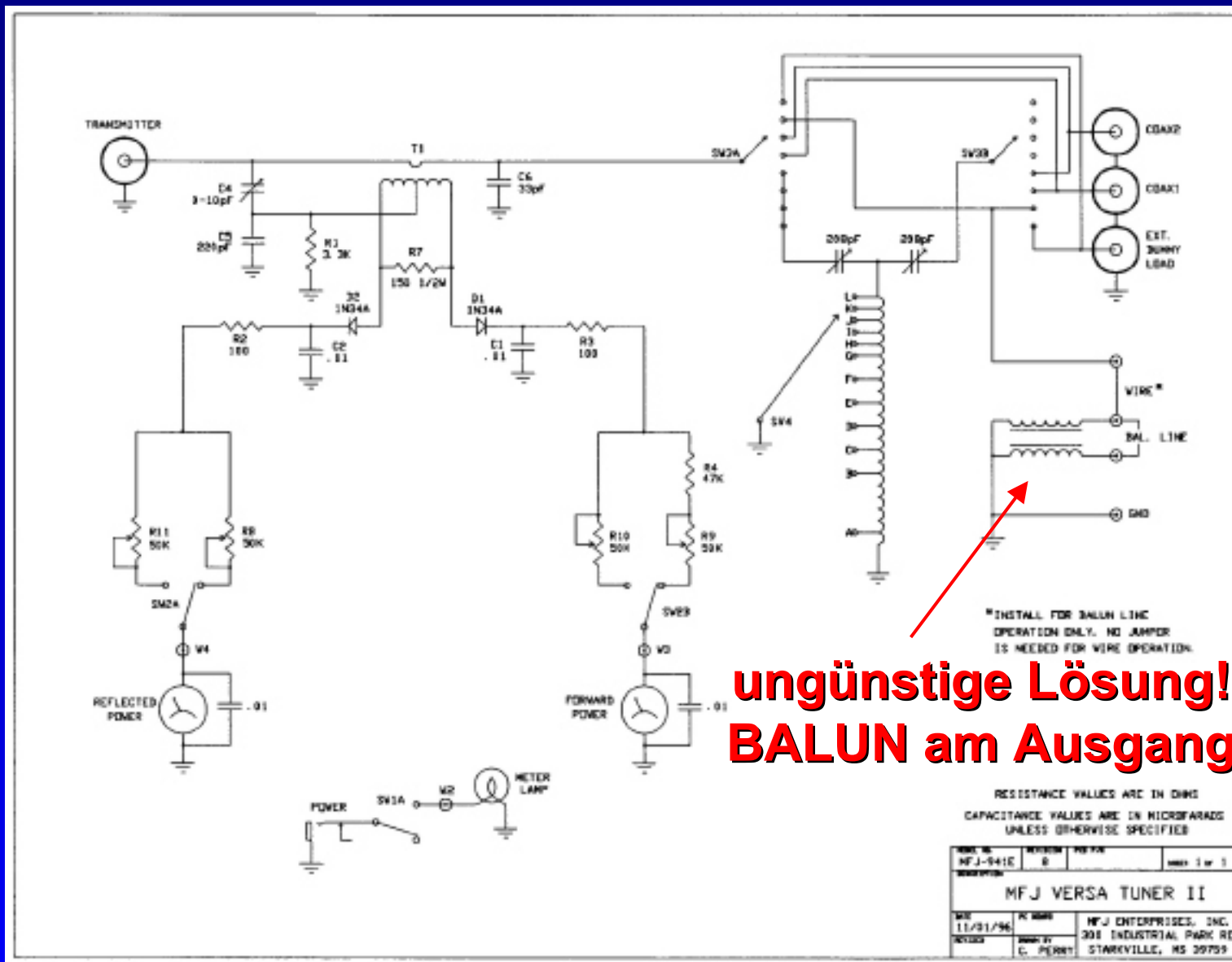


# Z Match Erweiterung für 160m



<http://www4.tpgi.com.au/users/lbutler/SingleCoilZ1.8MHz.htm>

# Typischer Antennentuner von MFJ

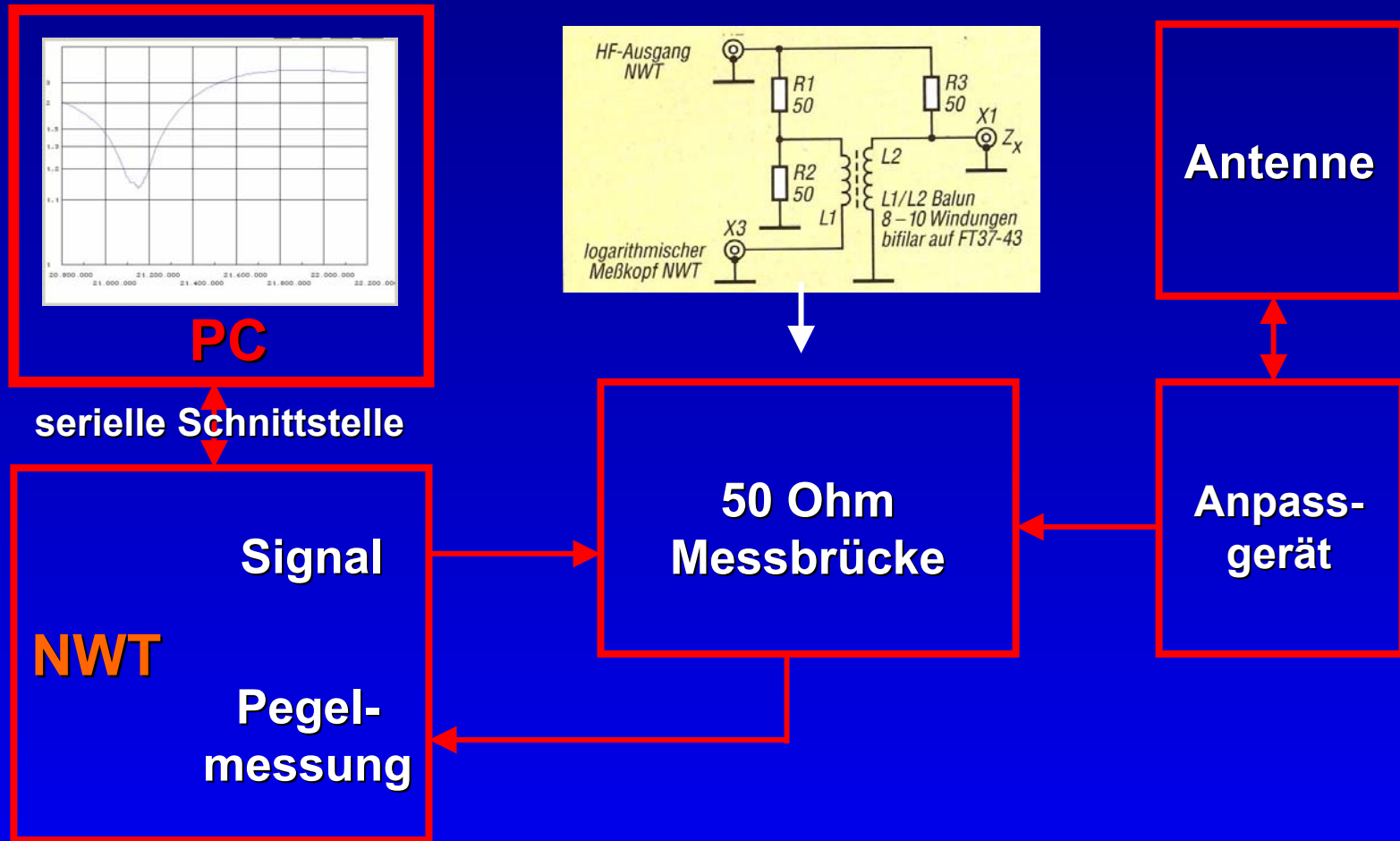


**ungünstige Lösung!  
BALUN am Ausgang**

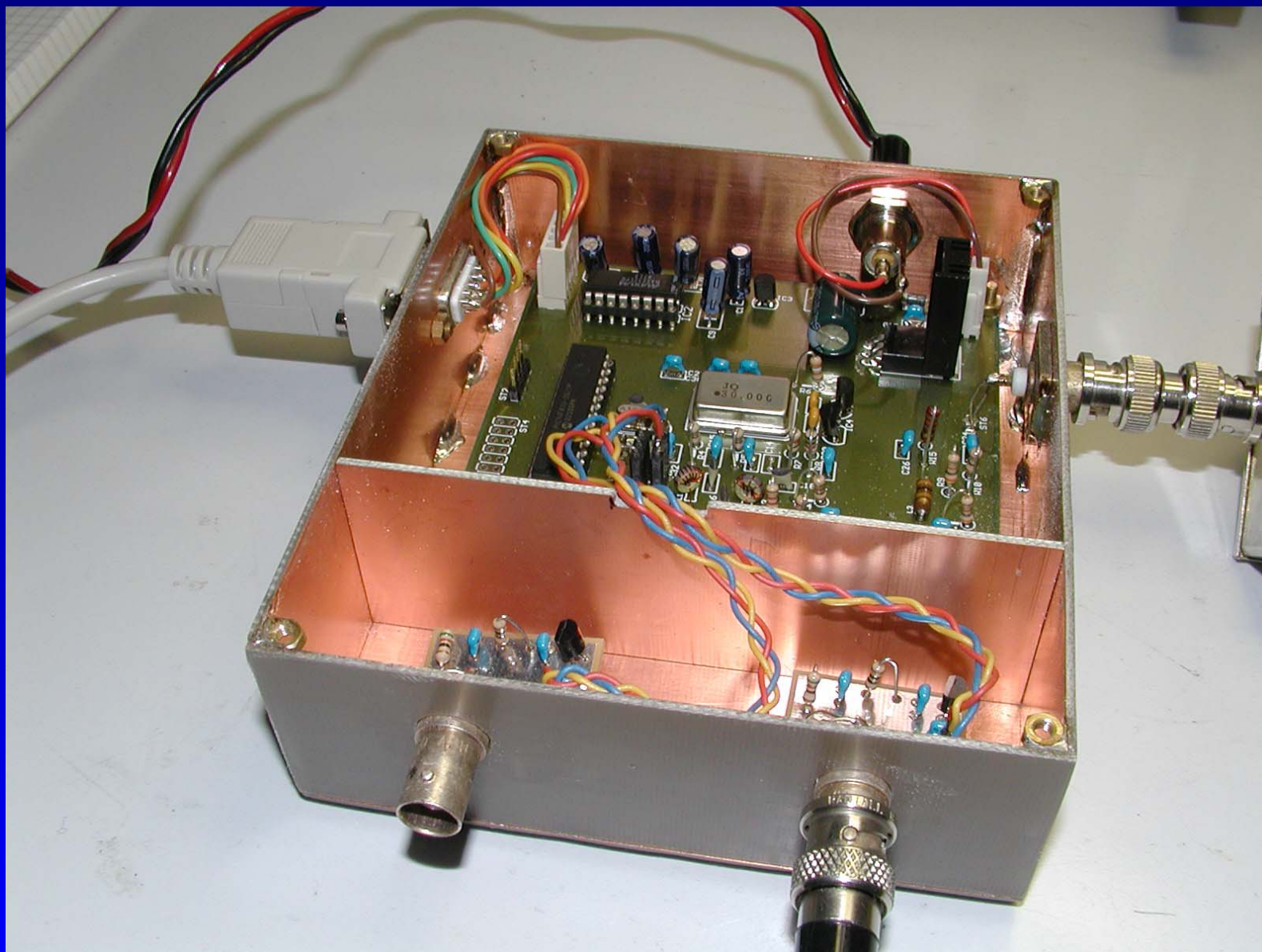
## Messbeispiele

- Z-Match Tuner für QRP-Betrieb (DJ9CS)
- Johnson Tuner (DH7LF)

# Messaufbau



# Netzwerktester NWT7 nach DK3WX

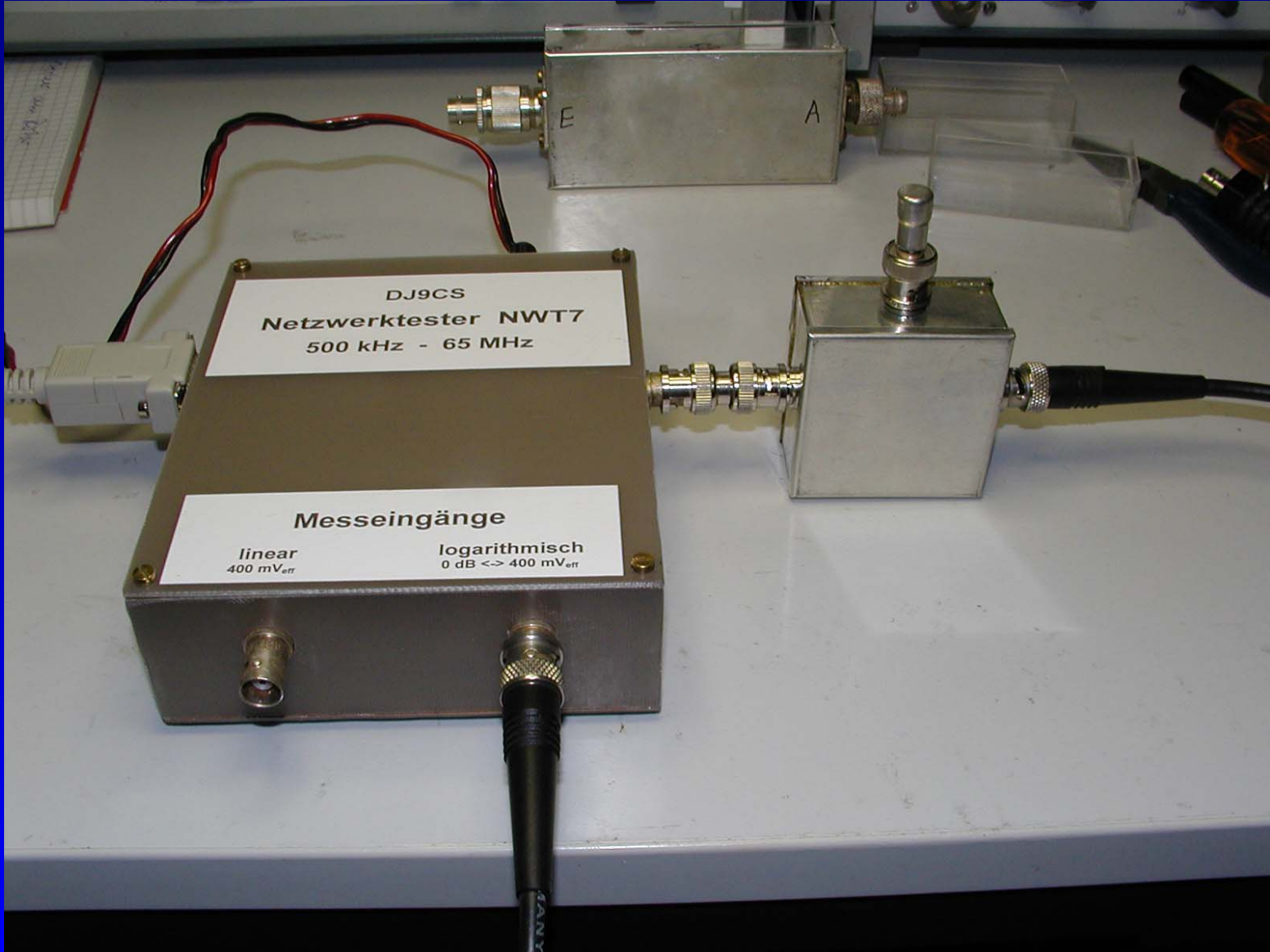


# 50 Ohm Messbrücke

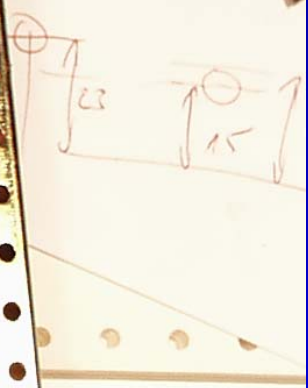
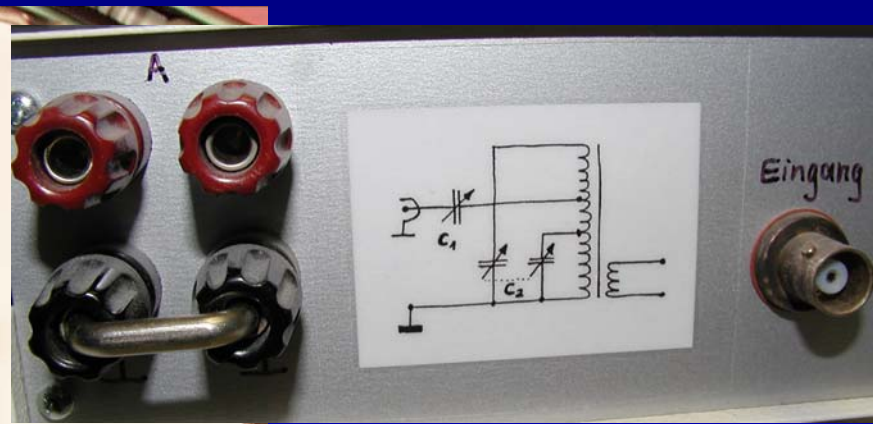
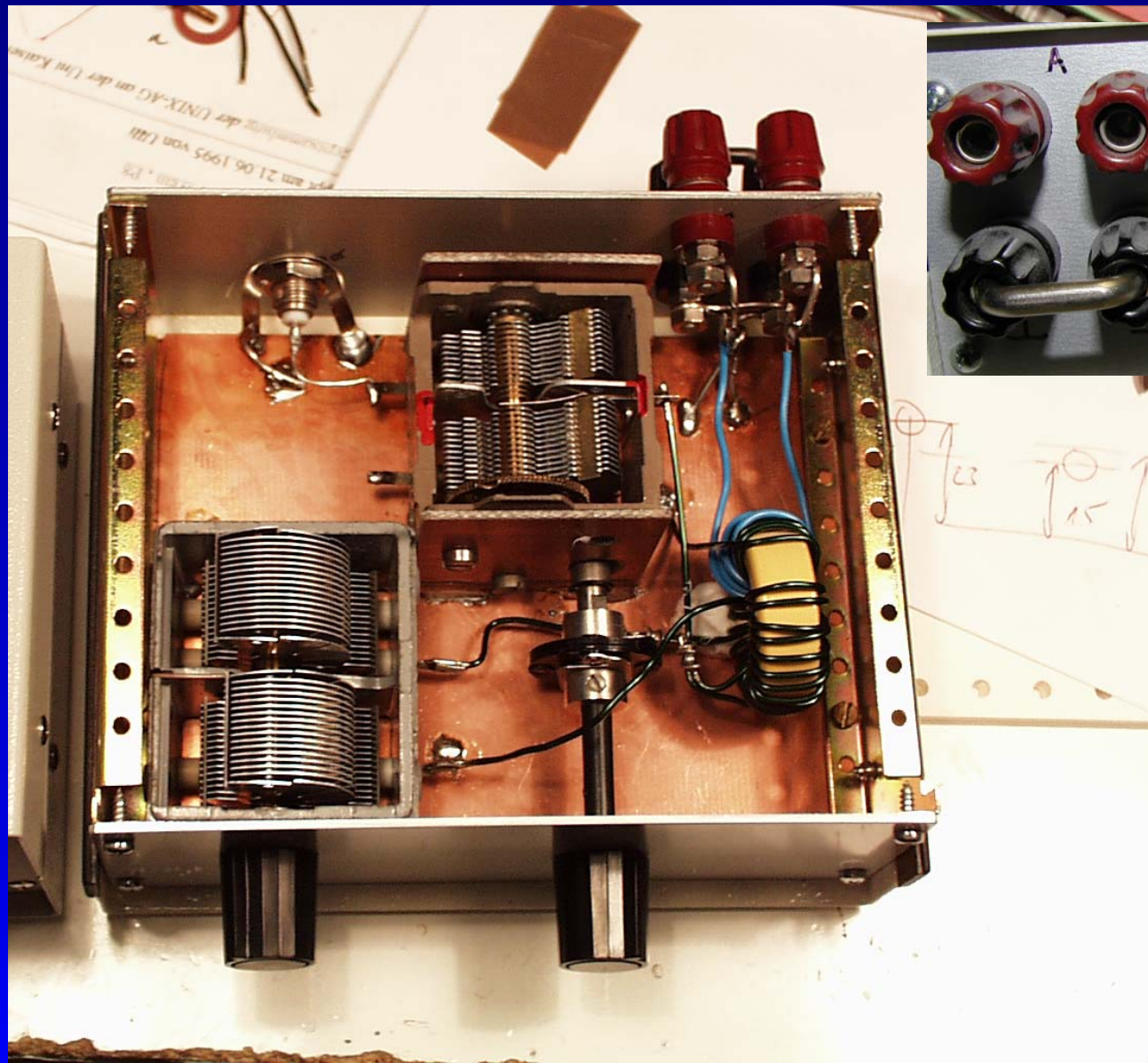




# Netzwerktester NWT7 nach DK3WX



# QRP Antennenanpassgerät



Z Match

# Antenne für den Test

## Speisung mit 240 Ohm Flachbandkabel





# Stegspulen

Annecke lieferte bis vor einigen Jahren Stegspulen....



<http://www.winklerantennenbau.de/>

möglicher Lieferant für Stegspulen