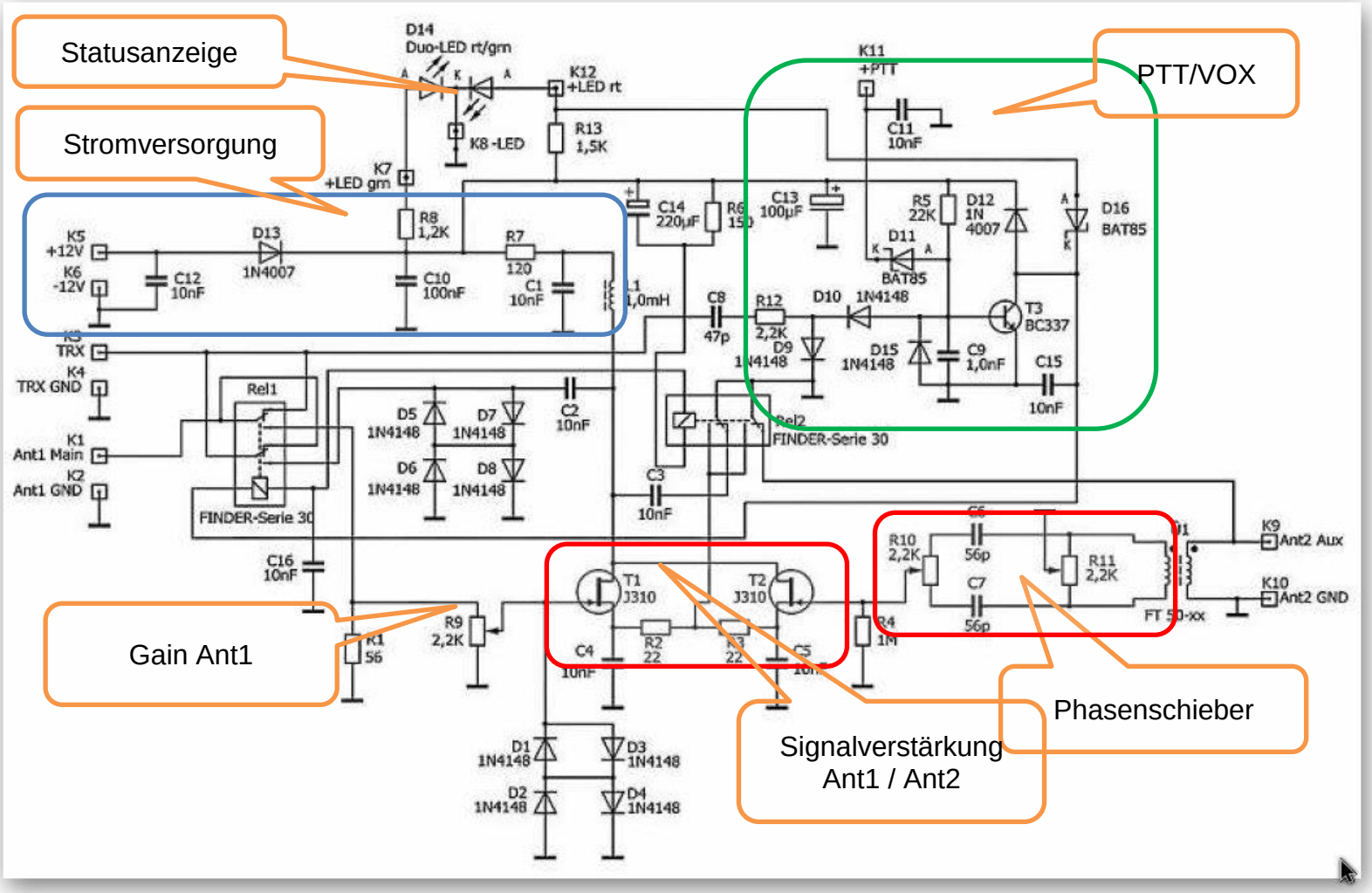
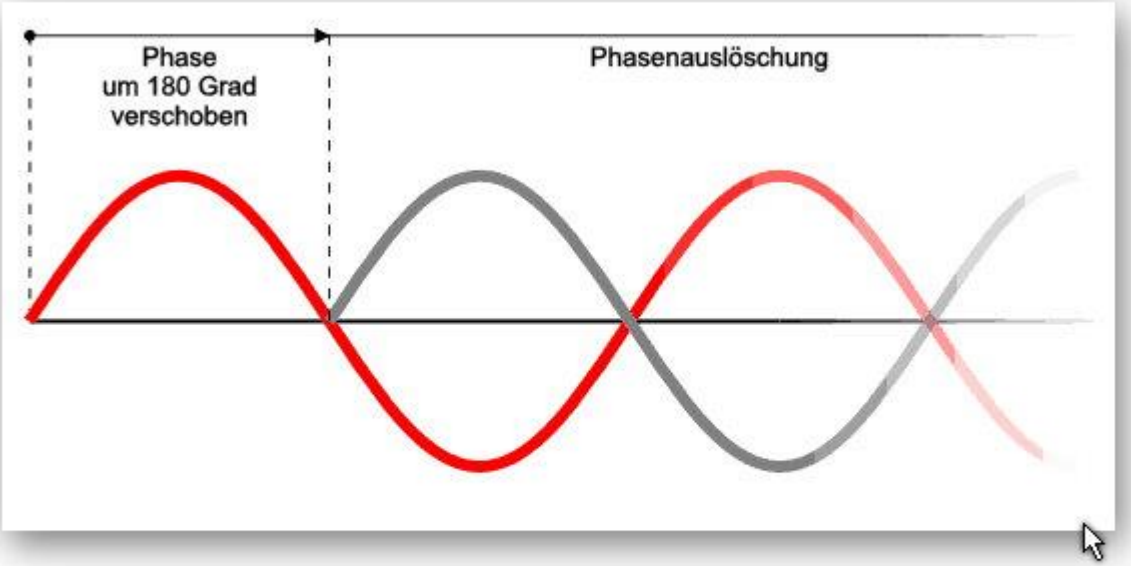
Funktionsweise des QRM-Eliminators / Schaltungsbeschreibung

Zusammengefasst von DL6OAA



Beim QRM-Eliminator wird die Tatsache ausgenutzt, dass wenn zwei um 180° phasenverschobene Signale in einem Punkt zusammentreffen, diese sich gegenseitig auslöschen.



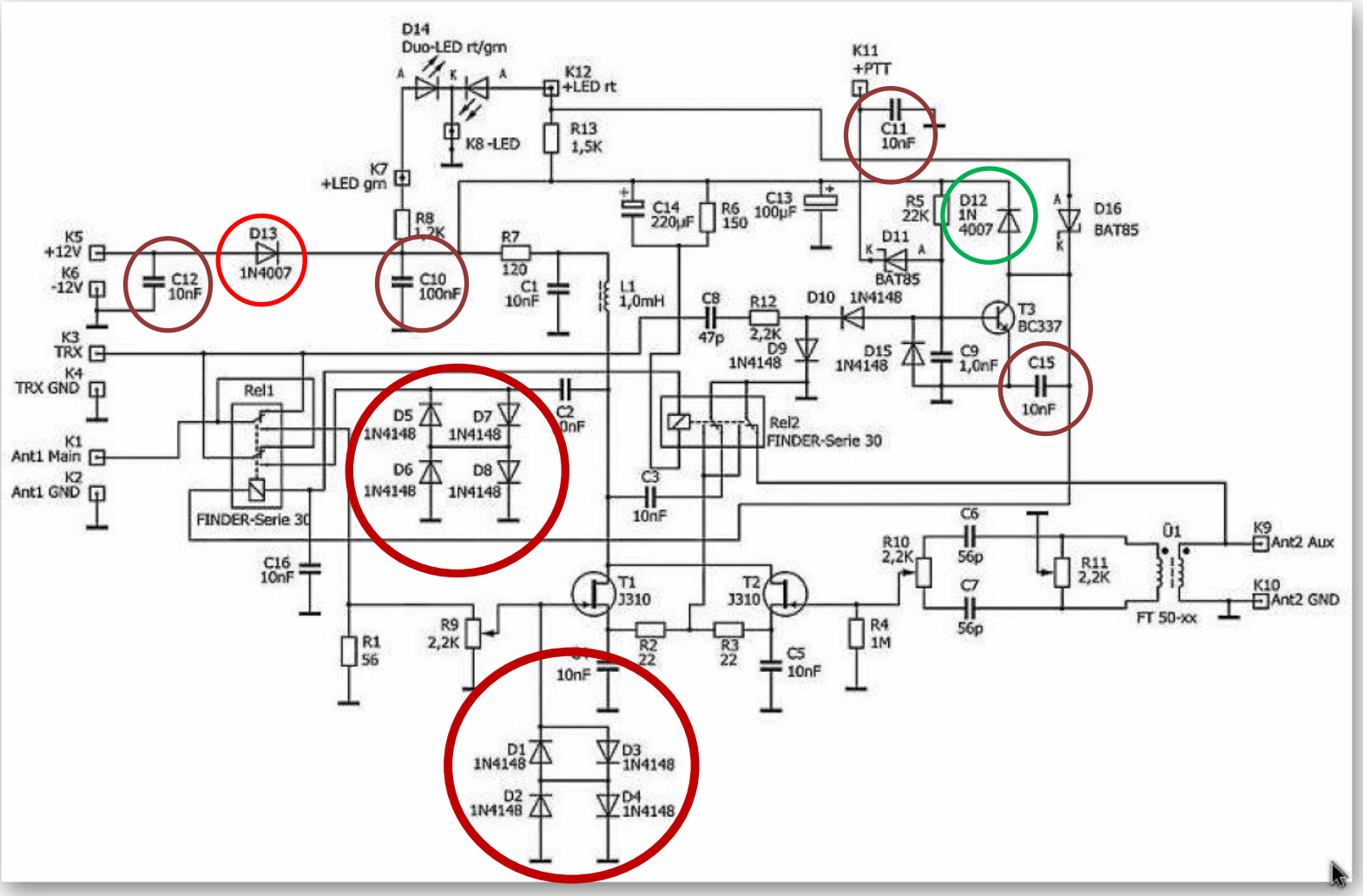
https://www.delamar.de/faq/phasenverschiebung-17344/

Der Übertrager Ü1 versorgt den Phasenschieber R10, R11, C6 und C7 mit einem symmetrischen Signal der Hilfsantenne.

In der Elektronik wird zur Phasenverschiebung meistens ein RC-Glied (oder ein Netzwerk aus RC-Gliedern) verwendet. Hierbei wird der am Kondensator zur Spannung zeitlich versetzte Stromfluss ausgenutzt. Der Strom eilt der Spannung um 90° voraus und bewirkt somit bei einer Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand eine Phasenverschiebung der beiden an den Bauteilen anliegenden Spannungen zueinander.

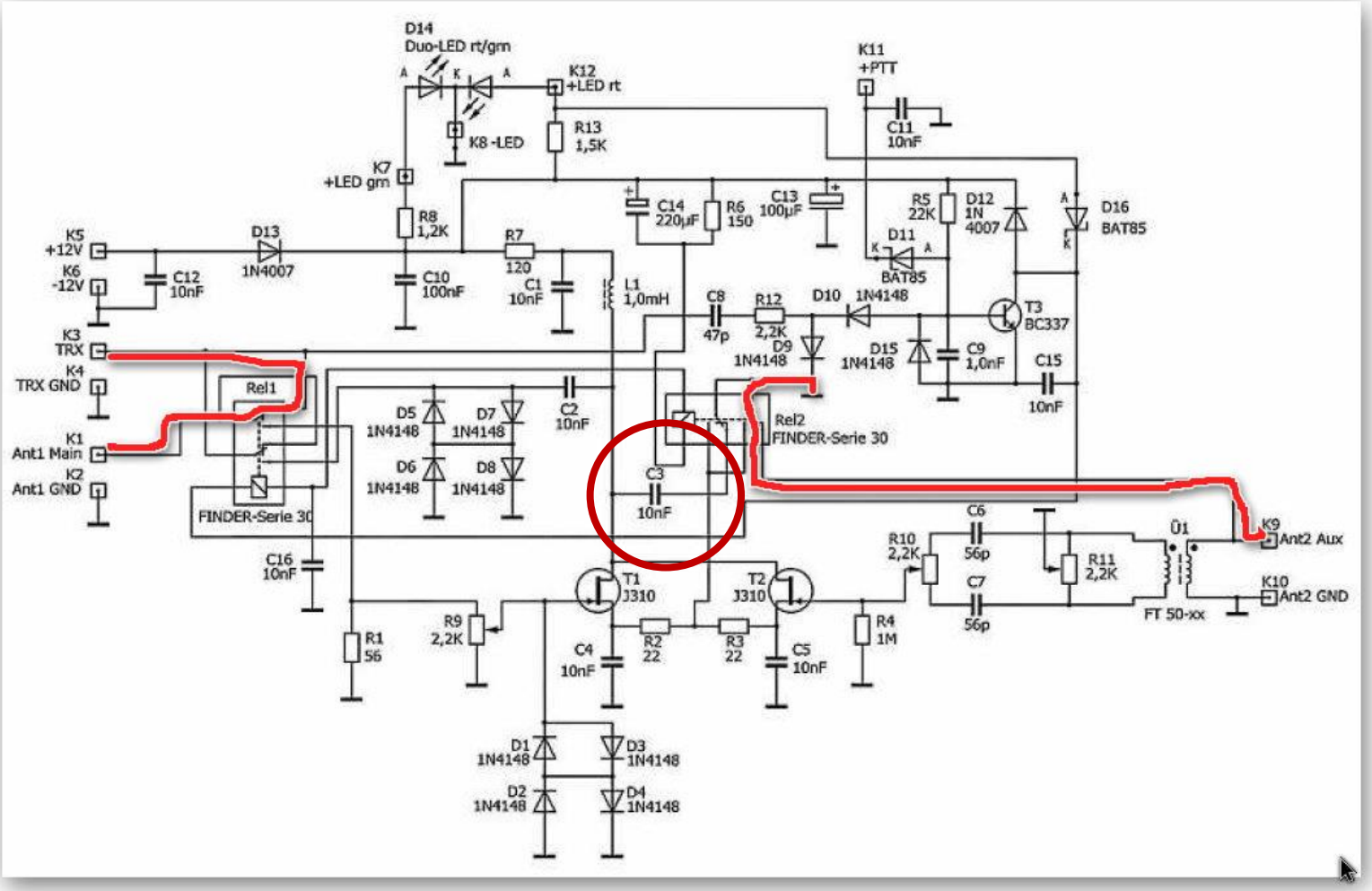
…Weil der Blindwiderstand des Kondensators frequenzabhängig ist, ist auch die Phasenverschiebung des RC-Gliedes frequenzabhängig.

Die Kondensatoren C10 bis C12 und C15 verhindern HF-Einstreuung auf die Halbleiterbauelemente über die Anschlusskabel und Ähnliches.
D12 schützt die Schaltung vor der Induktionsspannung der Relaisspulen und D13 dient als Verpolungsschutz in der Betriebsspannungs-Zuführung.

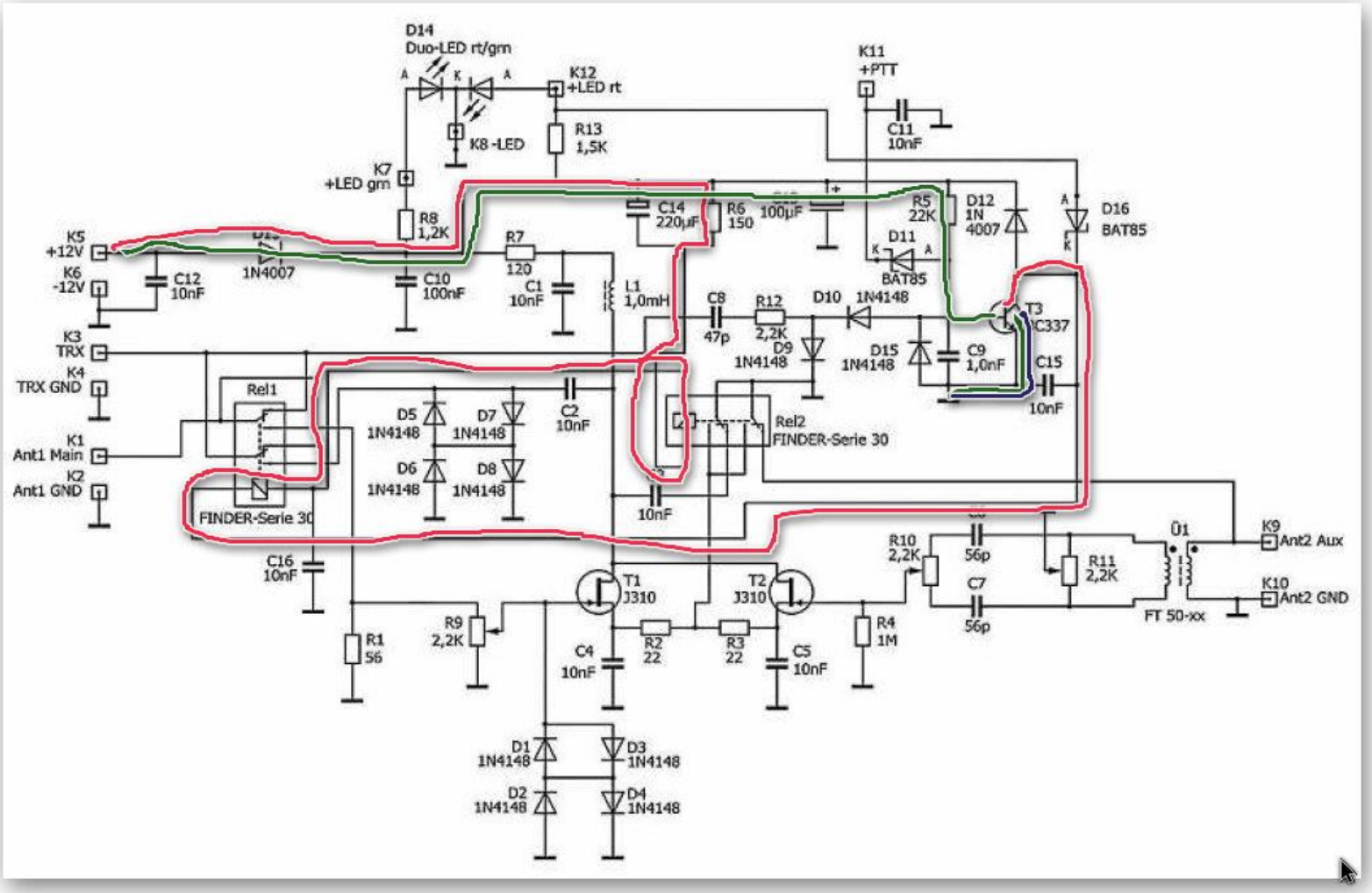


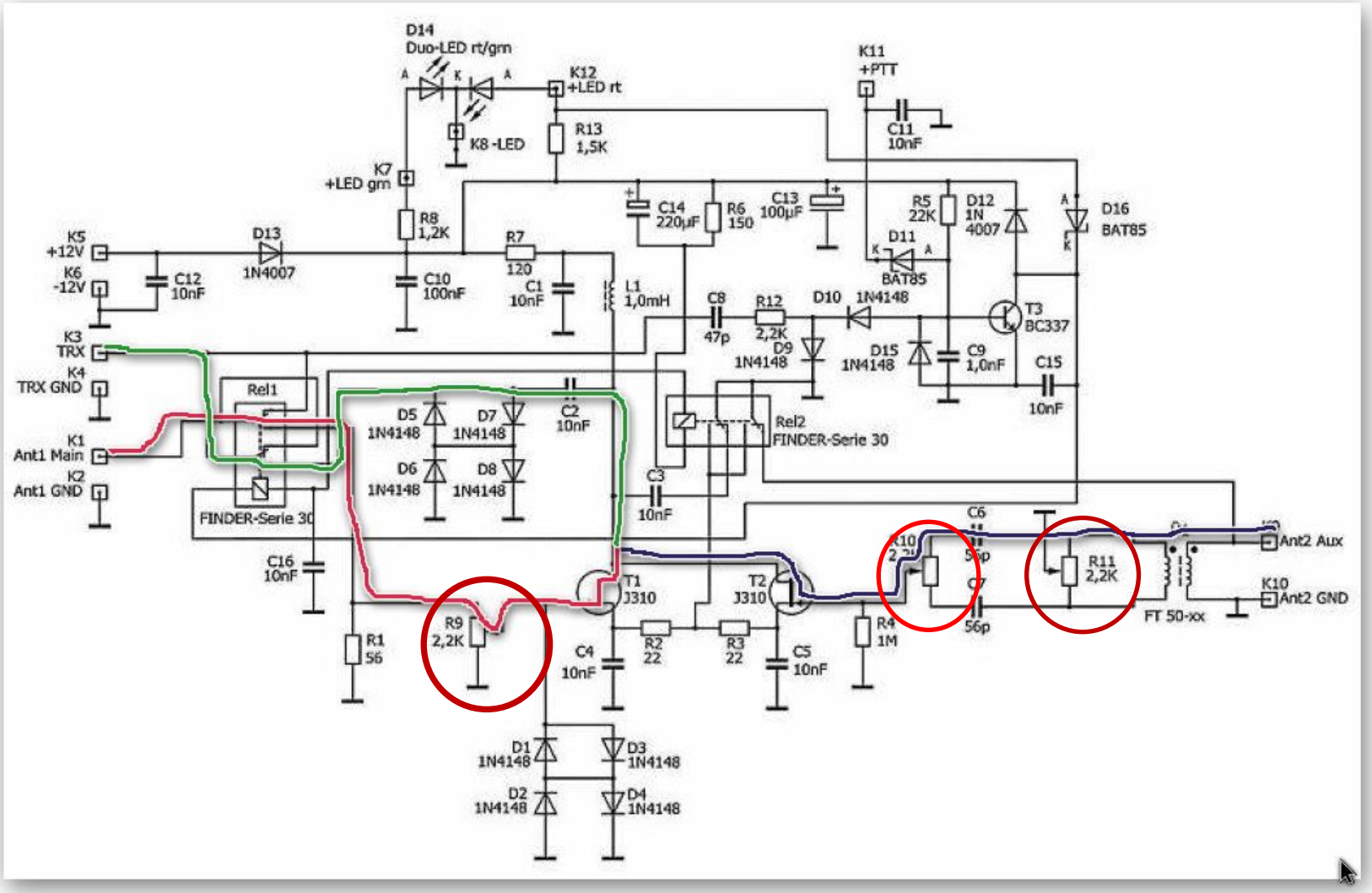
Die Dioden D1 bis D8 dienen der Begrenzung der HF im Sendebetrieb. Obwohl dabei die Sendeleistung nur von einer Buchse zur anderen Buchse durchgeschleift wird, kann HF durch das Überkoppeln in den Relais und auf der Platine in die Schaltung eindringen. Außerdem schützen die Dioden die Schaltung vor Gewitterimpulsen. Bei Empfang an großen Antennen können aber, speziell in den Abendstunden, schon Signalpegel auftreten bei welchen die Dioden durchschalten (ca. 0,6V bei 1N4148). Dadurch entsteht künstliches QRM (Kreuzmodulation) welches eigentlich gar nicht vorhanden ist. Dieser Effekt, er trat bei dem Originalgerät auf, ließ sich beseitigen bzw. stark abschwächen, indem 2 Dioden 1N4148 in Reihe (Serie) geschaltet wurden. Als weitere Maßnahme gegen diesen Effekt wurden die Dioden D1 bis D4, sie lagen im Original parallel zum Antennenabschlusswiderstand R1, an den Schleifer des Potenziometer (Poti) R9 gelegt. Dadurch liegt an den Dioden, je nach Stellung des Poti, eine kleinere HF-Spannung an.

Im Rel1 sind zwei Relaiskontakte parallelgeschaltet. Im Aus-Zustand wird die ANT1 zum TRX direkt durchgeschaltet, gleichzeitig legt Rel2 das gemeinsame Signal über C3 an Masse (GND) und schließt die Hilfsantenne kurz.



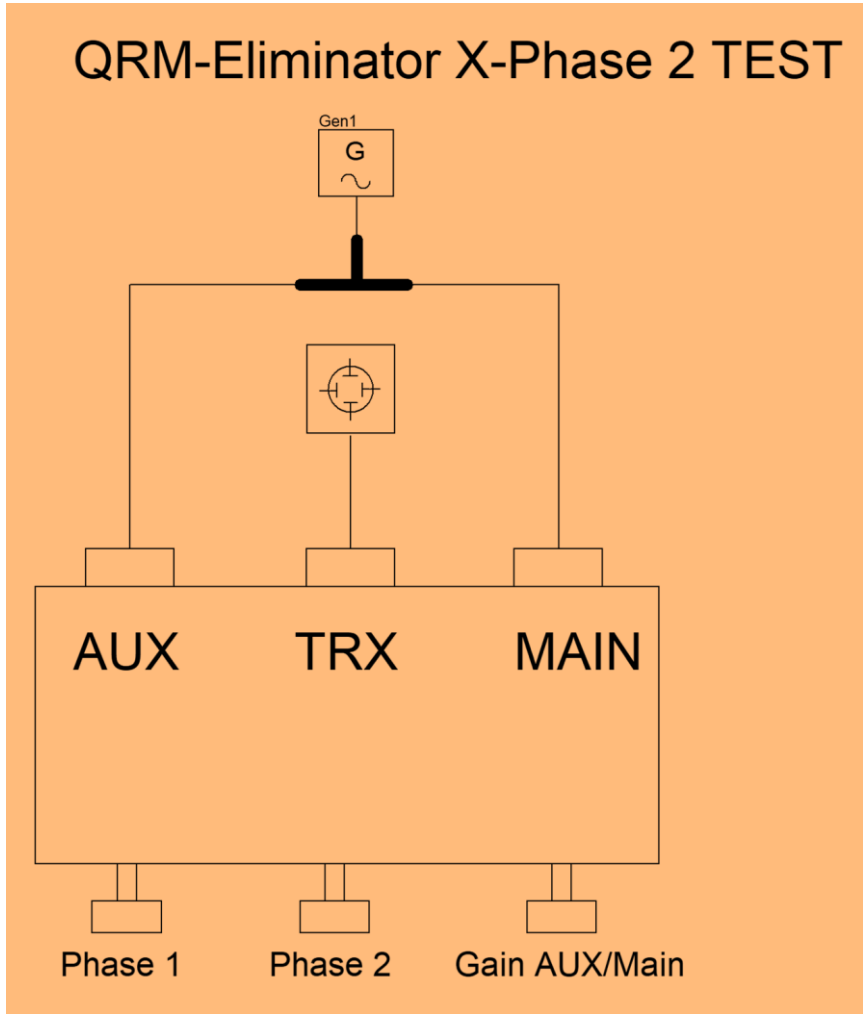
Wird das Gerät eingeschaltet, wird der Transistor T3 über R5 durchgesteuert, es ziehen die
beiden
Relais an.



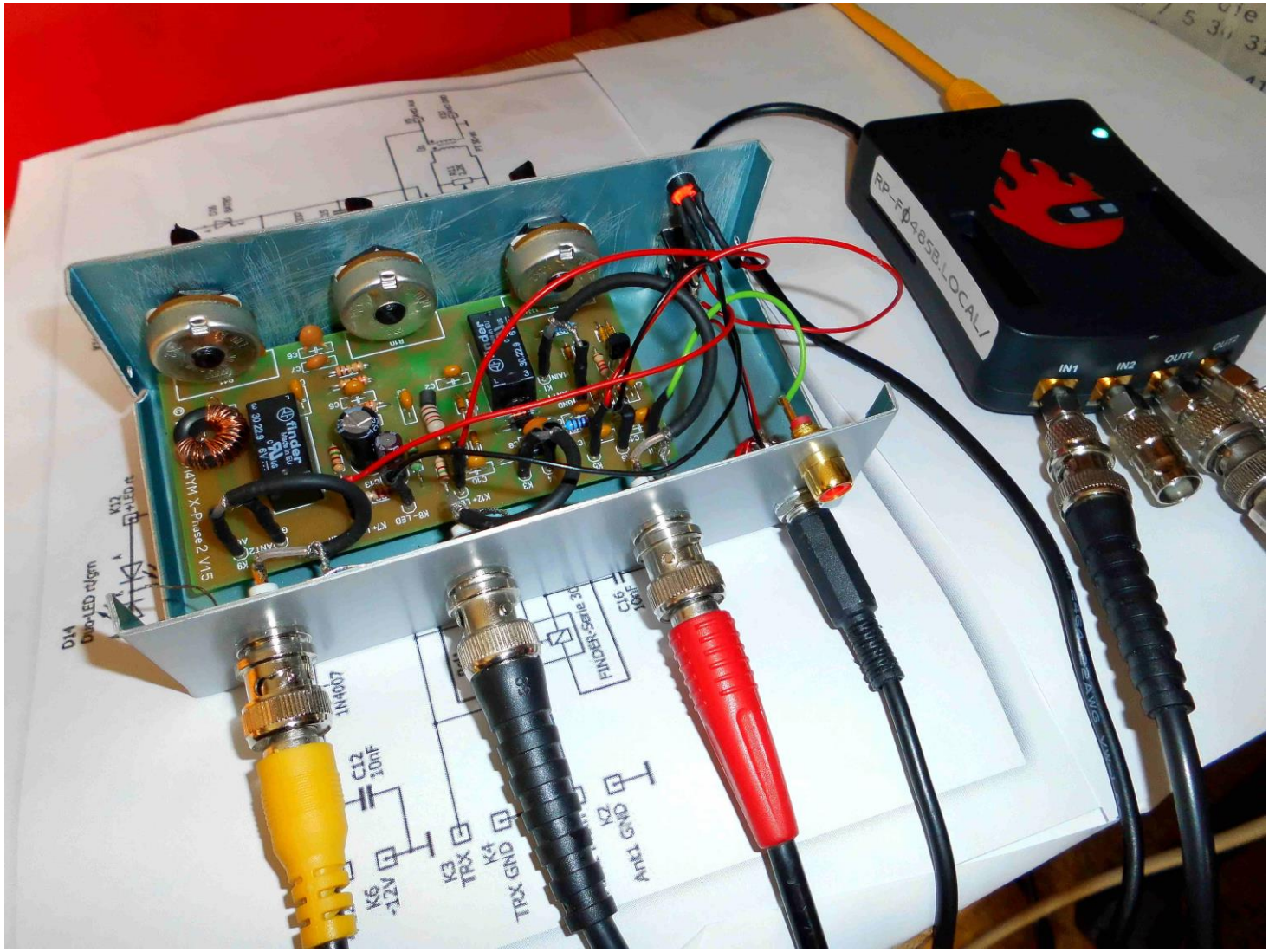

D14
Duo-LED rt/grn
K12
+LED rt
K11
+PTT
C11
10nF
R13
1,5K
K8 -LED
K7
+LED grn
R8
1,2K
C14
220µF
R6
150
C13
100µF
R5
22K
D12
1N
4007
D16
BAT85
D11
BAT85
K5
+12V
K6
-12V
C12
10nF
D13
1N4007
C10
100nF
R7
120
C1
10nF
L1
1,0mH
C8
47p
R12
2,2K
D10
1N4148
T3
BC337
K3
TRX
K4
TRX GND
D9
1N4148
D15
1N4148
C9
1,0nF
C15
10nF
Rel1
D5
1N4148
D7
1N4148
C2
10nF
Rel2
FINDER-Serie 30
K1
Ant1 Main
K2
Ant1 GND
D6
1N4148
D8
1N4148
C3
10nF
FINDER-Serie 30
C6
56p
C7
56p
K10
Ant2 Aux
K10
Ant2 GND
R11
2,2K
FT 50-xx
C16
10nF
T1
J310
T2
J310
R9
2,2K
R1
56
C4
10nF
R2
22
R3
22
C5
10nF
R4
1M
D1
1N4148
D3
1N4148
D2
1N4148
D4
1N4148

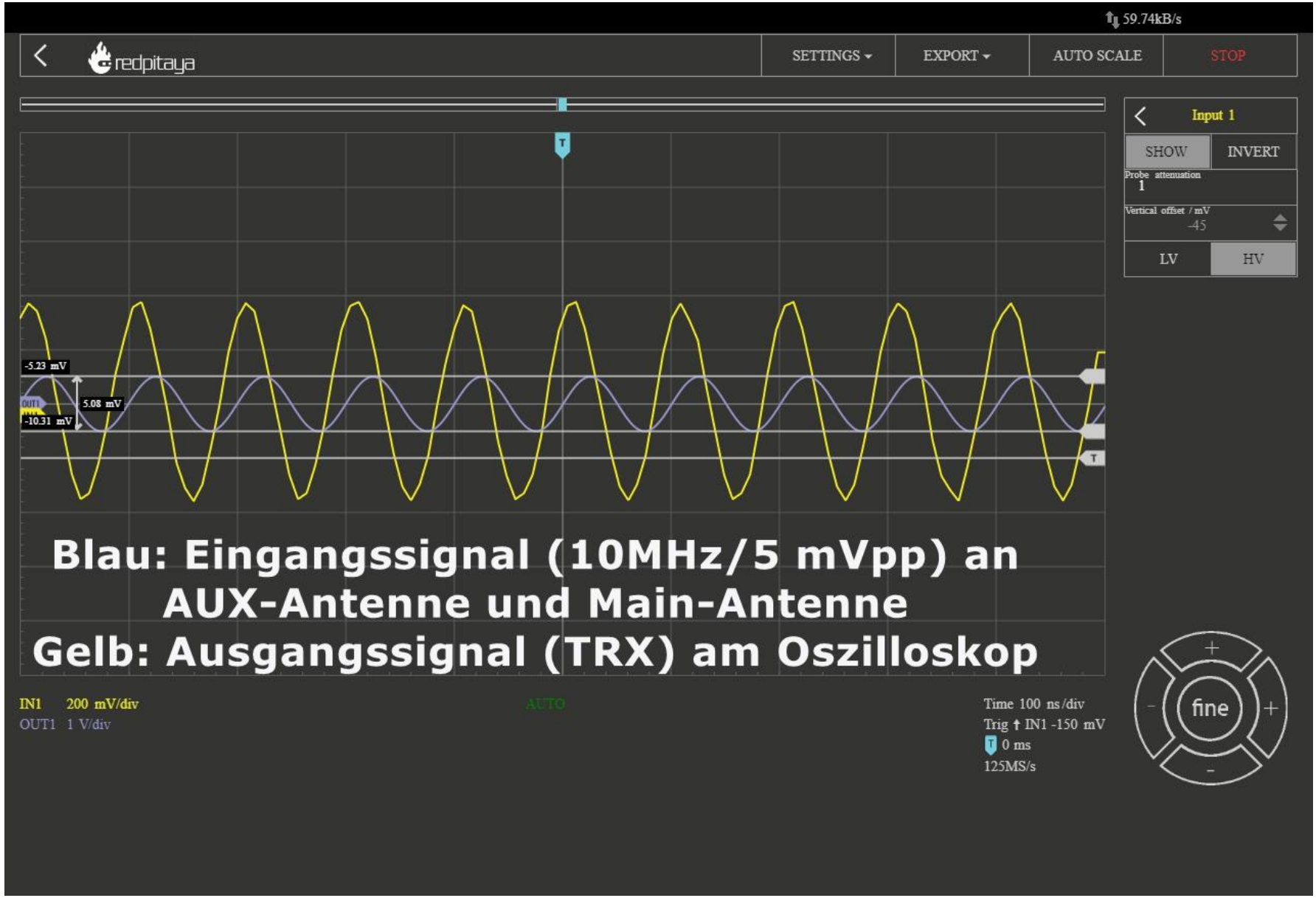
Das eine Signal kommt von der Hauptantenne (Ant1 Main, Stations-Antenne) und das andere Signal (lokales Störsignal) stellt eine Hilfsantenne (Ant2 Aux) bereit. Mit den Potenziometern R10 und R11 wird die Phasenlage des Hilfsantennen-Signals eingestellt und mit R9 der Pegel der Hauptantenne an das Hilfsantennen-Signal angepasst. Beide Signale werden jeweils durch den SFet T1 oder T2 leicht verstärkt und am Drain-Anschluss zusammengeführt. Im Idealfall löscht sich hier das Störsignal aus und das übrigbleibende Nutzsignal wird über C2 und der TRX-Buchse zum TRX (Empfänger, Sender) weitergeleitet

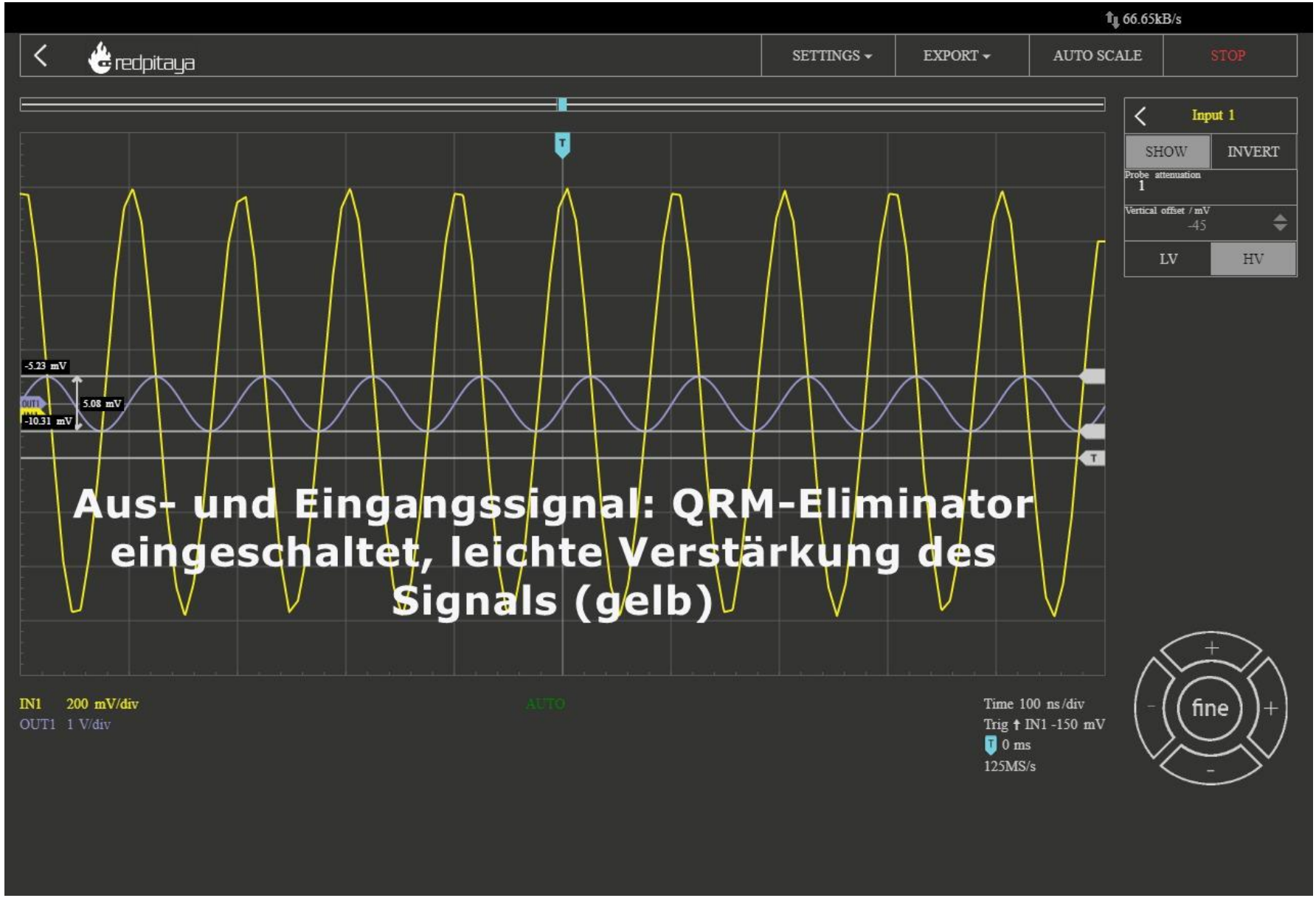
Ob nun die aufgebaute Schaltung auch wirklich funktioniert, lässt sich mit einer einfachen Testschaltung prüfen. Anstatt eines **TRX** wird ein **Oszilloskop** angeschlossen, die beiden Antenneneingänge werden über ein Adapter-T-Stück mit einem **HF-Generator** verbunden. Die beiden Phase-Regler stehen auf Rechtsanschlag (keine Phasenverschiebung; Gain auf mittlere Verstärkung einstellen). Das Oszilloskop zeigt einen Sinus mit einem bestimmten Spannungspegel.
Hauptantenne und Hilfsantenne erhalten über das T-Verbindungsstück einen gleichen HF-Pegel. Werden nun die beiden Phase-Regler betätigt (jeweils um die Mittelstellung) kann das Sinussignal auf einen minimalen Pegel bzw. auf Null eingeregelt werden sofern der Aufbau fehlerfrei erfolgte.

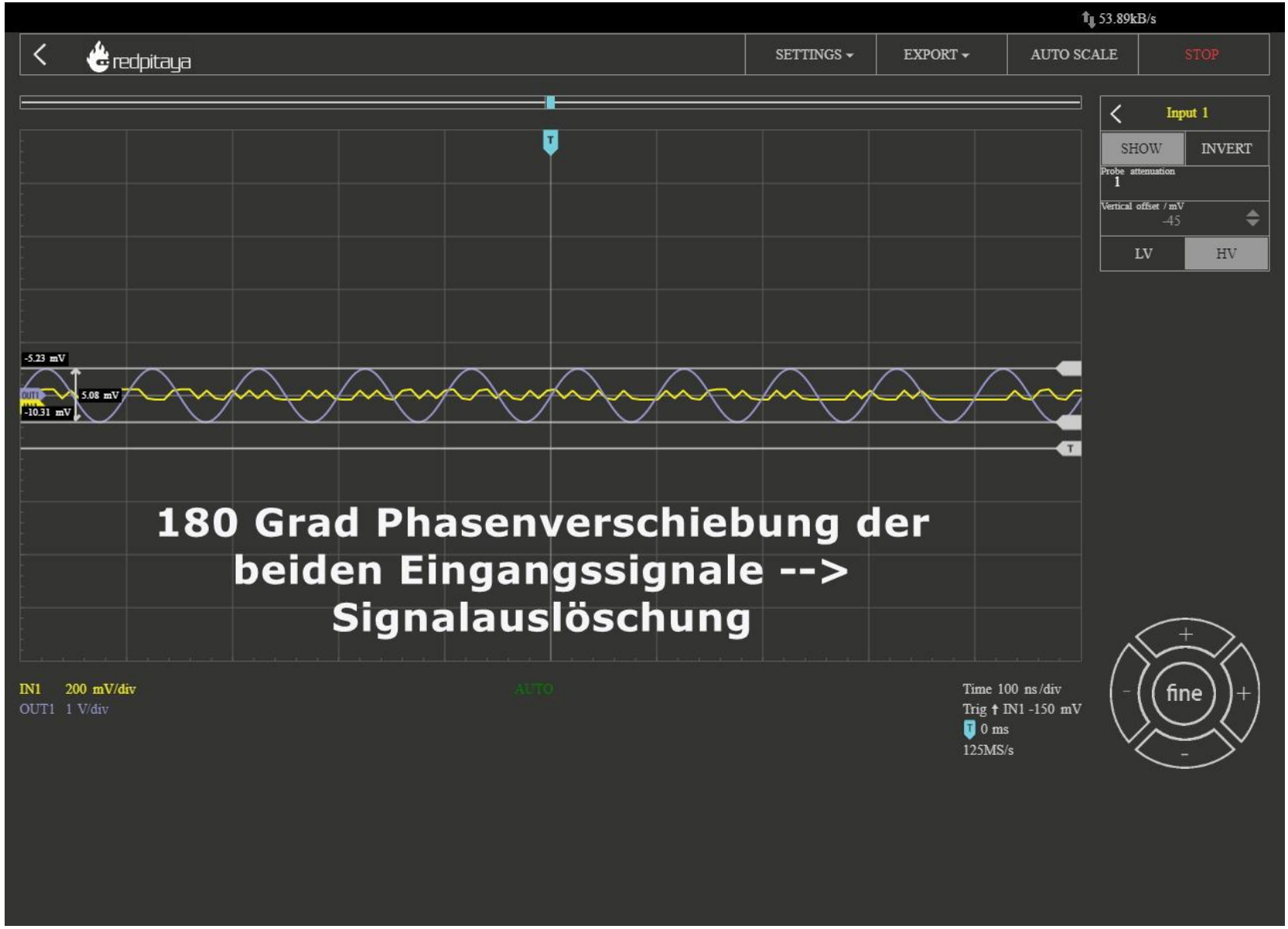


Testaufbau mit dem RedPitaya als HF-Generator und Oszilloskop




59.74kB/s
redpitaya
SETTINGS
EXPORT
AUTO SCALE
STOP
Input 1
SHOW
INVERT
Probe attenuation
1
Vertical offset / mV
-45
LV
HV
-5.23 mV
5.08 mV
-10.31 mV
Blau: Eingangssignal (10MHz/5 mVpp) an
AUX-Antenne und Main-Antenne
Gelb: Ausgangssignal (TRX) am Oszilloskop
IN1 200 mV/div
OUT1 1 V/div
AUTO
Time 100 ns/div
Trig IN1 -150 mV
0 ms
125MS/s
fine


66.65kB/s
redpitaya
SETTINGS
EXPORT
AUTO SCALE
STOP
Input 1
SHOW
INVERT
Probe attenuation
1
Vertical offset / mV
-45
LV
HV
-5.23 mV
5.08 mV
-10.31 mV
Aus- und Eingangssignal: QRM-Eliminator eingeschaltet, leichte Verstärkung des Signals (gelb)
IN1 200 mV/div
OUT1 1 V/div
AUTO
Time 100 ns/div
Trig IN1 -150 mV
0 ms
125MS/s
fine

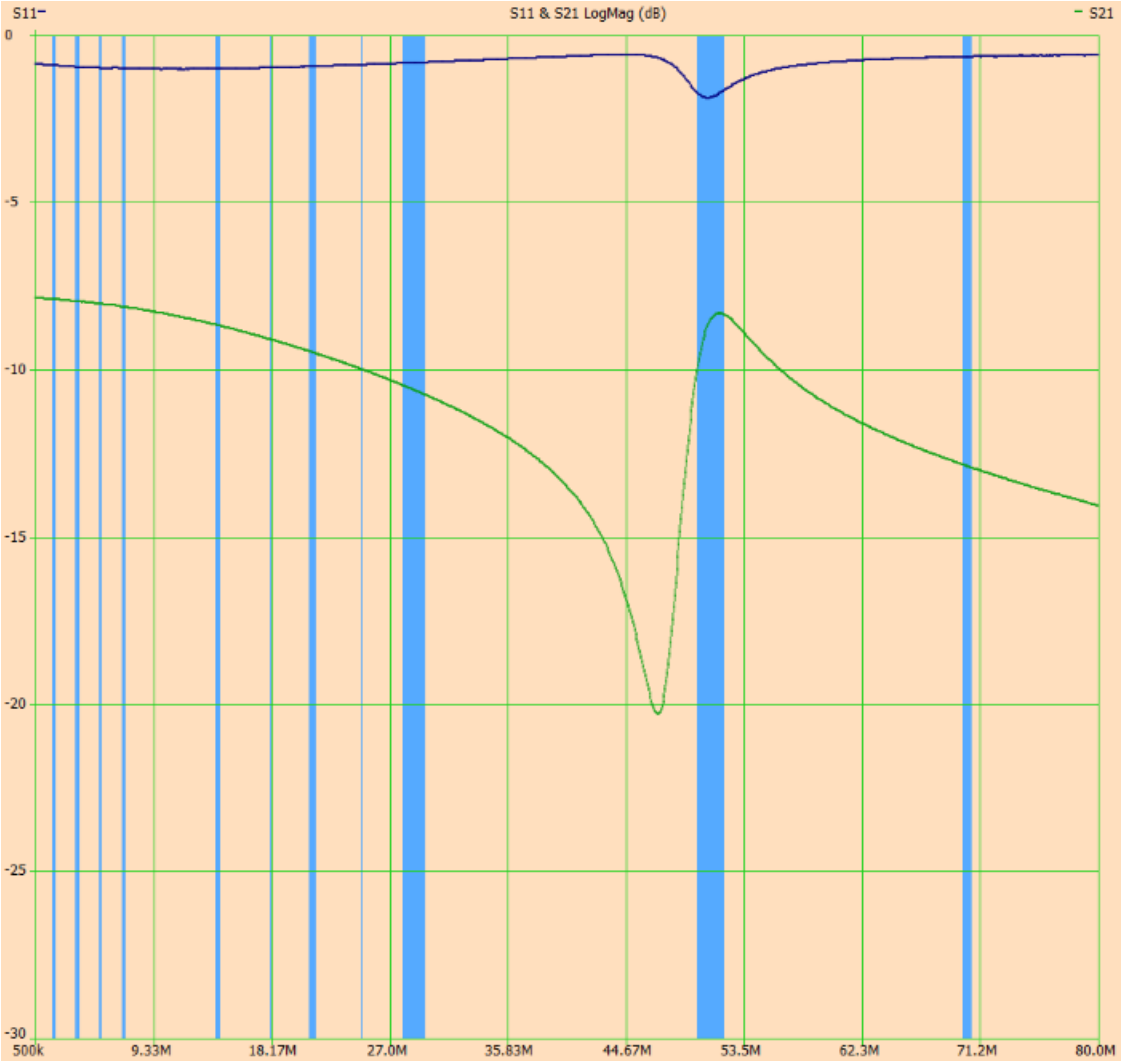

53.89kB/s
redpitaya
SETTINGS
EXPORT
AUTO SCALE
STOP
Input 1
SHOW
INVERT
Probe attenuation
1
Vertical offset / mV
-45
LV
HV
-5.23 mV
5.08 mV
-10.31 mV
180 Grad Phasenverschiebung der beiden Eingangssignale --> Signalauslöschung
IN1 200 mV/div
OUT1 1 V/div
AUTO
Time 100 ns/div
Trig IN1 -150 mV
0 ms
125MS/s
fine

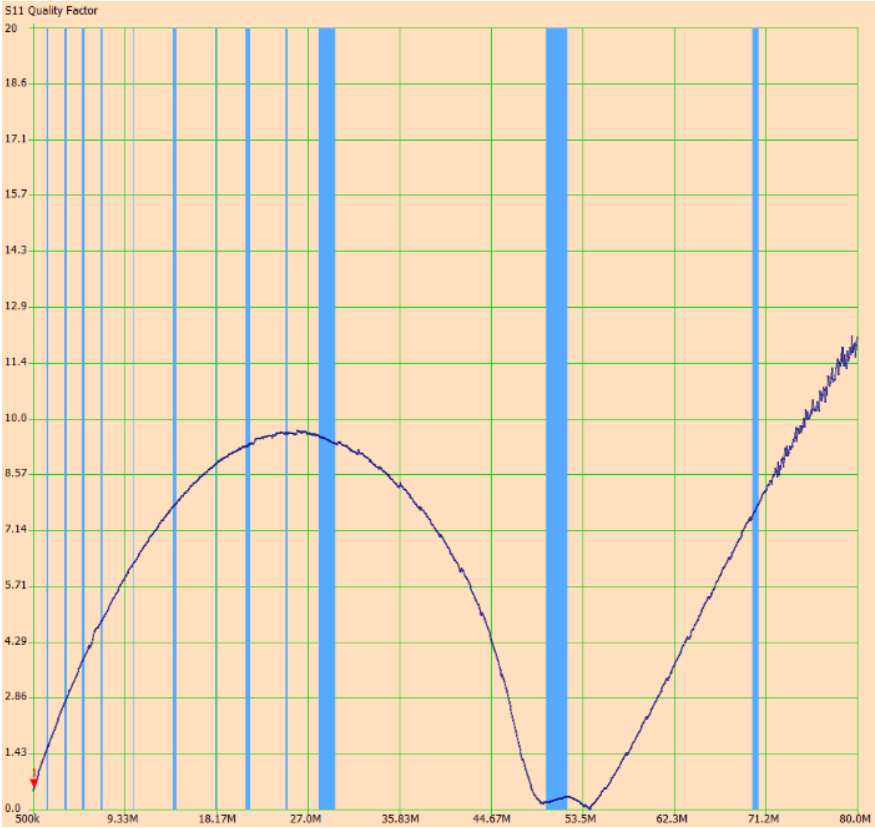
Anhang

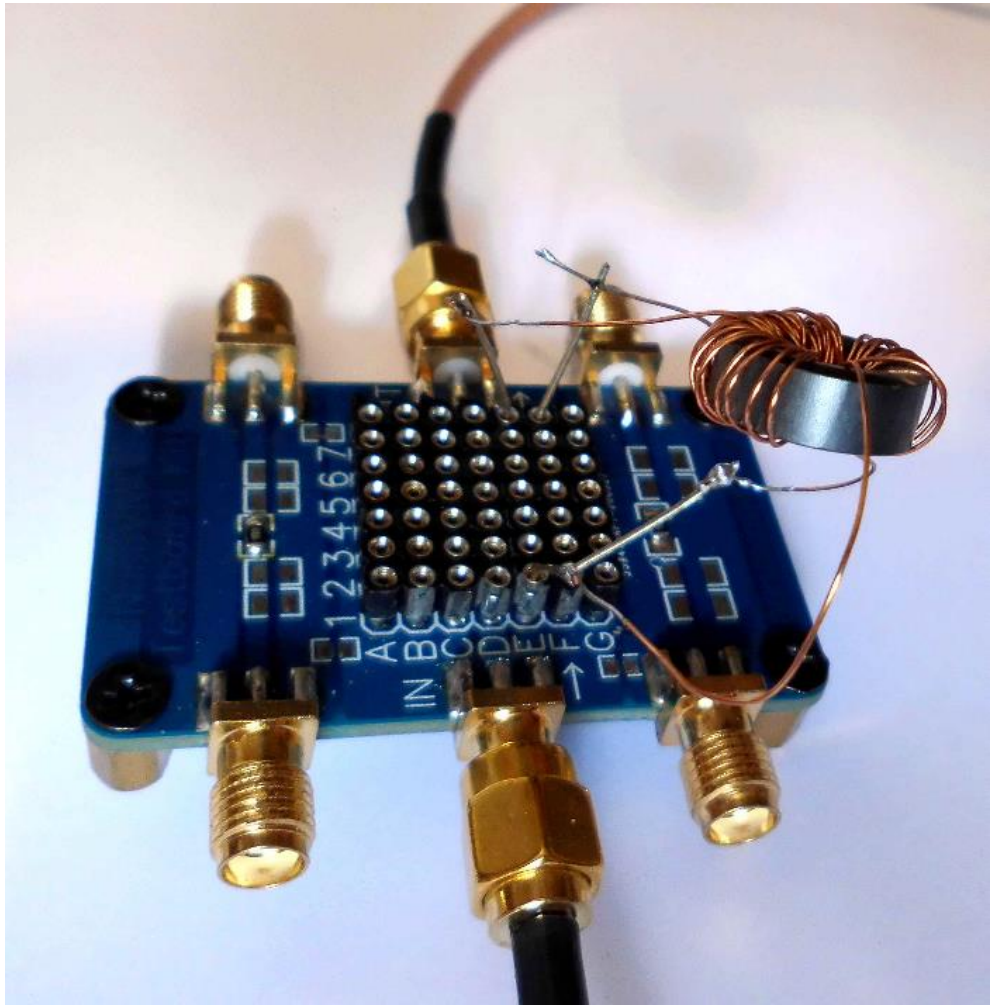
Aufbau des

Ringkernübetragers

Mit dem NanoVNA geprüft ergibt sich folgendes Übertragungsverhalten - dass die 54 MHz nicht erreicht wurden, mag dem fliegenden Aufbau geschuldet sein...Windungen enger straffen...







Quellen:

Die Erklärungen basieren auf der hervorragenden Funktions- und Baubeschreibung von DK0KW:
http://www.dl0hst.de/dateien/technik/DG0KW_X-Phase_2_v14.pdf

https://de.wikipedia.org/wiki/Phasenschieber