



Antennenmessung

23. Oktober 2025



Antenneneigenschaften

- Mechanische Größen
 - Abmessungen
 - Gewicht, Montierbarkeit
 - Material, Oberflächenbeschaffenheit
 - Korrosionsbeständigkeit
 - Temperatur- und Strahlungsfestigkeit
 - zul. Windgeschwindigkeit
 - Max. Schock- und Vibrationsfestigkeit
 - Festigkeit (Besteigbarkeit!), Verhalten bei Bruch

Antenneneigenschaften

- Elektrische Größen
 - Impedanz
 - Richtcharakteristik
 - Halbwertsbreite
 - Polarisationsseigenschaften
 - Gewinn
 - Wirkungsgrad
 - Spannungs- und Leistungsbelastbarkeit



Impedanz Reflexionsfaktor

Es wird auf eine Nennimpedanz normiert
(bei Amateurfunk $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$)

Damit kann man den Reflexionsfaktor berechnen

$$r = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0}$$



Impedanz Stehwellenverhältnis

Das Stehwellenverhältnis errechnet sich als

$$SWR = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

Impedanz

Stehwellenverhältnis

Die Antenne muss ungehindert abstrahlen können

Antenne um $\frac{1}{4}$ Wellenlänge in jede Richtung bewegen und prüfen, ob die Messung sich um mehr als 5% ändert.

Sonst Standort ändern!

Gibt es Störungen von anderen (fremden) Signalen?

Messung in einem reflexionsarmen Raum (haben nur die Profis)

Mantelwellen verhindern!



Impedanz

Eingangsreflexionsfaktor

Der für uns interessante Wert ist der Eingangsreflexionsfaktor einer Antenne. Er zeigt wie viel des Eingangssignals aufgrund einer Impedanz-Fehlanpassung reflektiert wird. Was reflektiert wird, kann von unserer Antenne nicht mehr abgestrahlt werden.

$$S_{11} = r = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0}$$

Impedanz

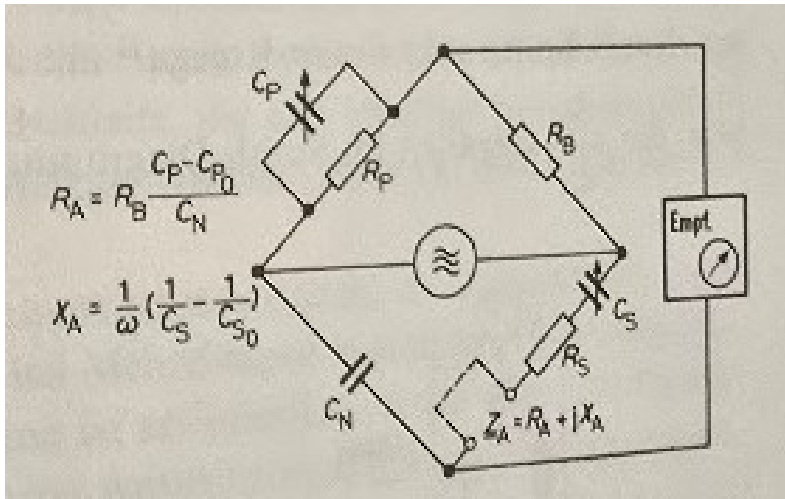
Impedanzmessung

Es gibt drei Methoden die Impedanz zu messen:

- Impedanzmessbrückenmethode (meistens Wheatstone-Brücke)
- Schlitzlinienmethode (Stehwellenmethode)
- Vektornetzwerkanalysator

Impedanz Impedanzmessbrücke

Scheringbrücke, bis ca. 30 MHz



Mit der Scheringbrücke wird bei kurzgeschlossenem Z Nullabgleich hergestellt (Spannungsmessung im Empfänger ergibt Null). Dann wird in die Z-Klemmen die Antenne eingefügt und der Abgleich wiederholt.

Aus den Formeln kann man Wirk- und Blindwiderstand errechnen



Impedanz

Schlitzlinienmethode

Stehwellenmethode

Die Impedanz der Antenne wird über das Stehwellenverhältnis gemessen und „zurückgerechnet“

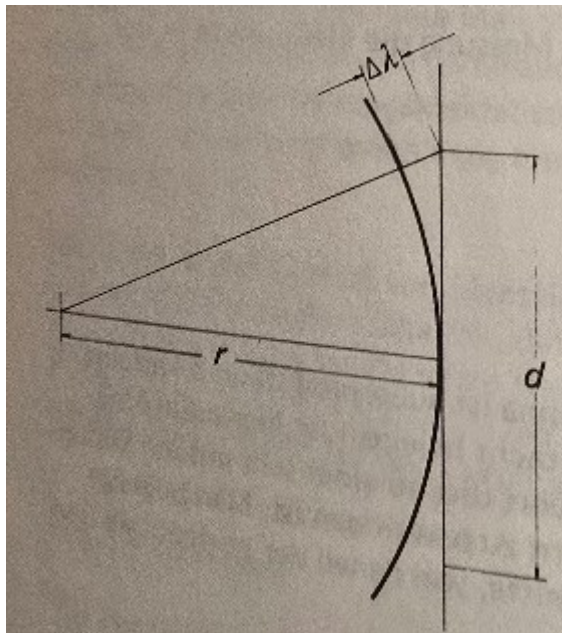


Impedanz Messung mittels VNA

Der VNA wird kalibriert und die Antenne automatisch vermessen

Richtdiagramm Abstandskriterium

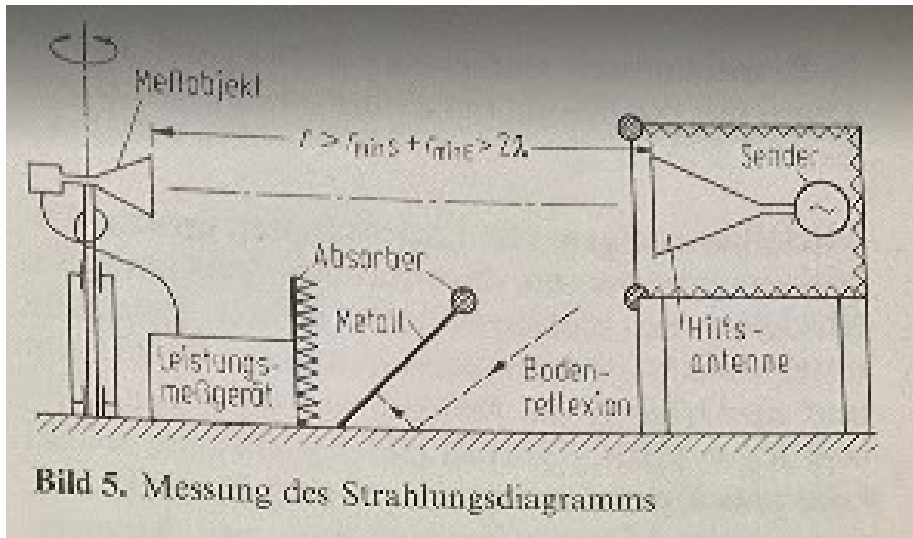
Vermessung sehr aufwendig, wenn sie in allen Raumwinkeln durchgeführt wird



Eine Welle breitet sich kugelförmig aus, wir wollen aber möglichst nur einen „geraden“ Abschnitt des abgestrahlten Signals vermessen, sonst stimmt die Phase der empfangenen Signale nicht!.



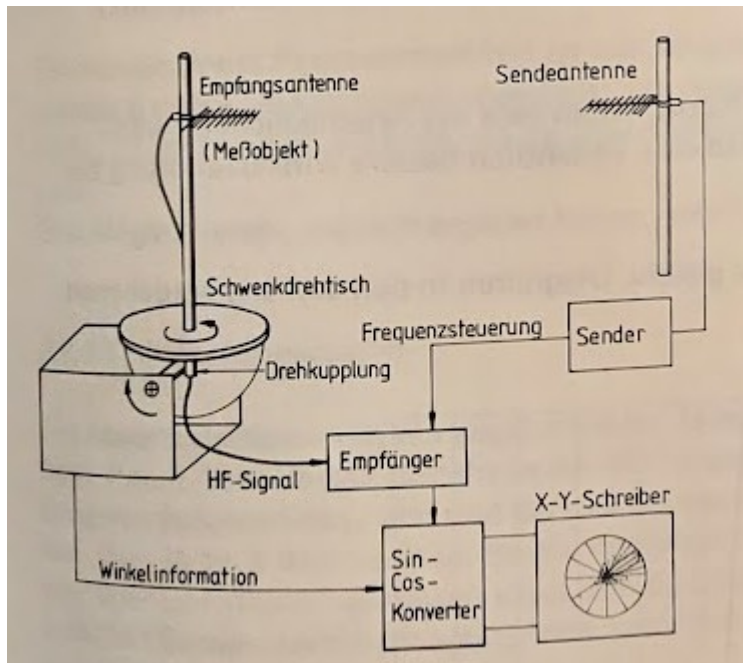
Richtdiagramm Bodenreflexion



Wenn ein Teil der Welle über den Boden an die Messanordnung reflektiert wird, ist die Phase ebenfalls eine Fehlerquelle.

Richtdiagramm Messanordnung

Es ist also eine genügende Entfernung einzuhalten



Messanordnung zur Messung des Strahlungsdiagramms.

Messungen müssen im Fernfeld durchgeführt werden. Auf jeden Fall weiter als vier Wellenlängen.



Messgeräte

- SWR-Meter
- Hilfsantenne und HF-Millivoltmeter
- Vector Network Analyzer

SWR-Meter

- Kein direktes Antennenmessgerät, aber das wichtigste Messgerät im Funkbetrieb
- Gibt einen klaren Hinweis auf Unstimmigkeiten der Impedanz (hohe Abweichung von 50 Ohm)
- Sollte in keinem Shack fehlen

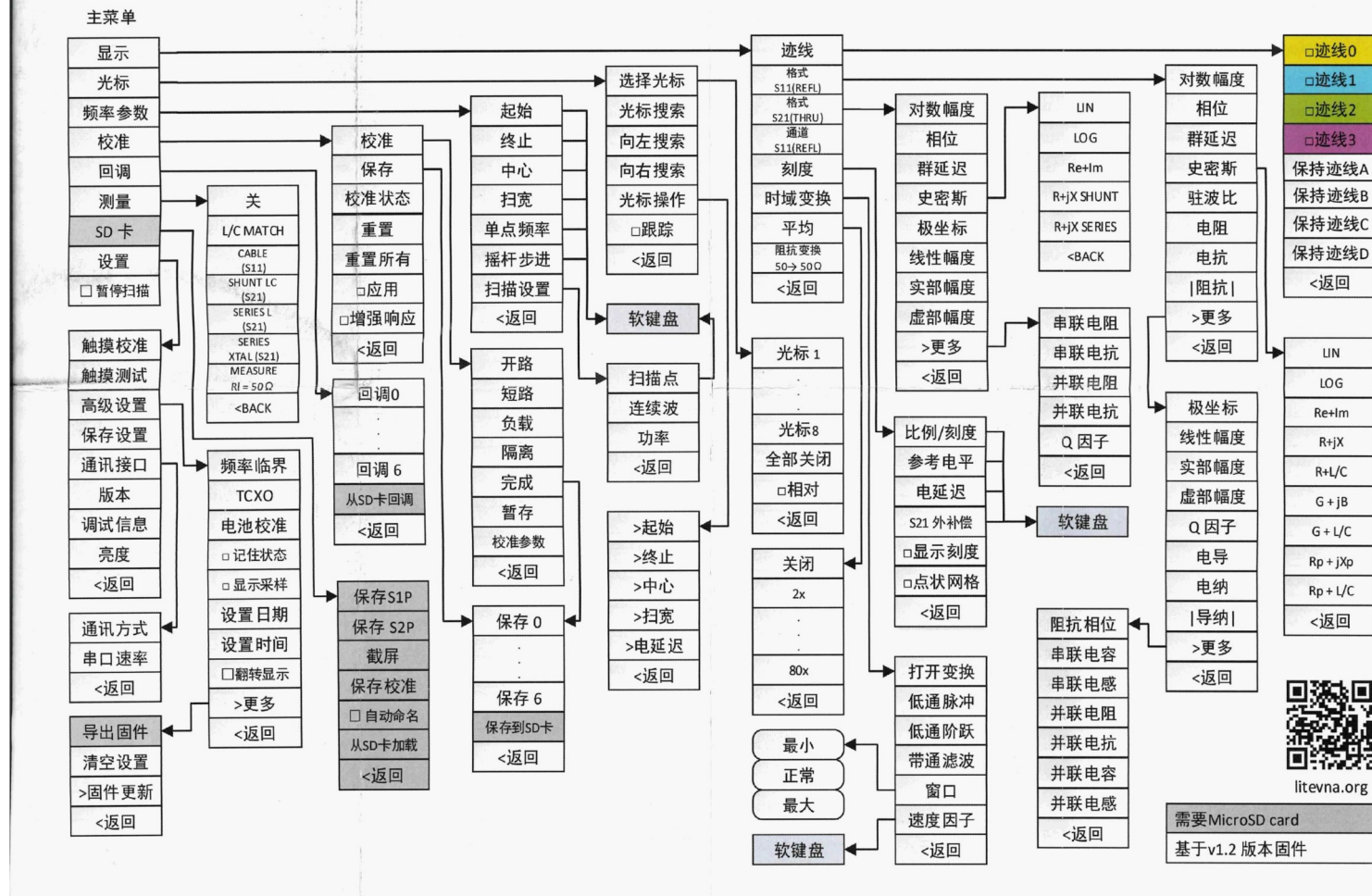
- SWR 1 → super
- SWR bis 2 → grenzwertig
- SWR >3 → no go



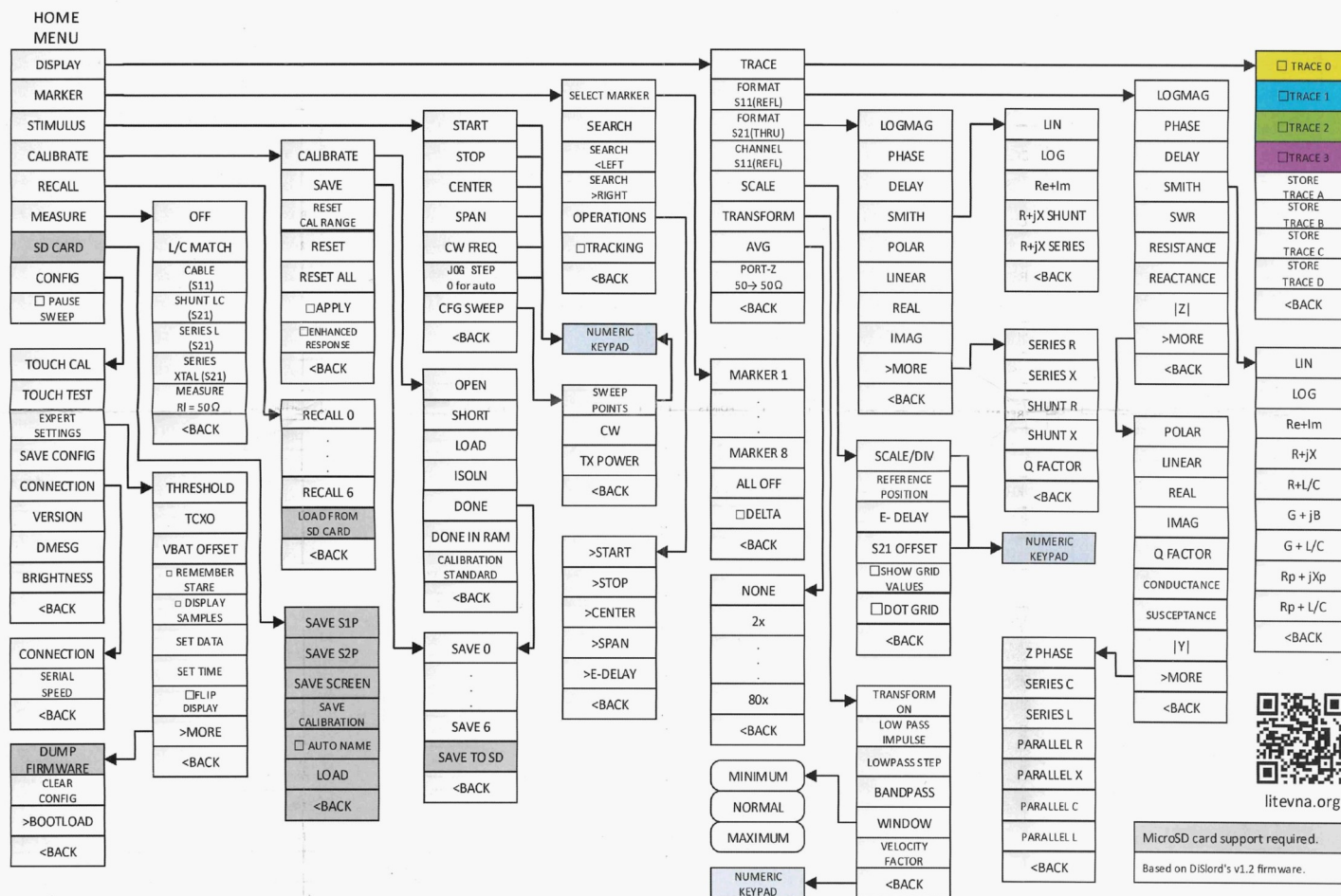
Antennendiagramm-Messung mit Hilfsantenne

Wie beschrieben im Theorieteil

LiteVNA 菜单结构图



LifeVNA Menu Structure Map



SWR Messung mit VNA Abgleich

Wie beschrieben im Theorieteil

Impedanzmessung mit VNA Abgleich

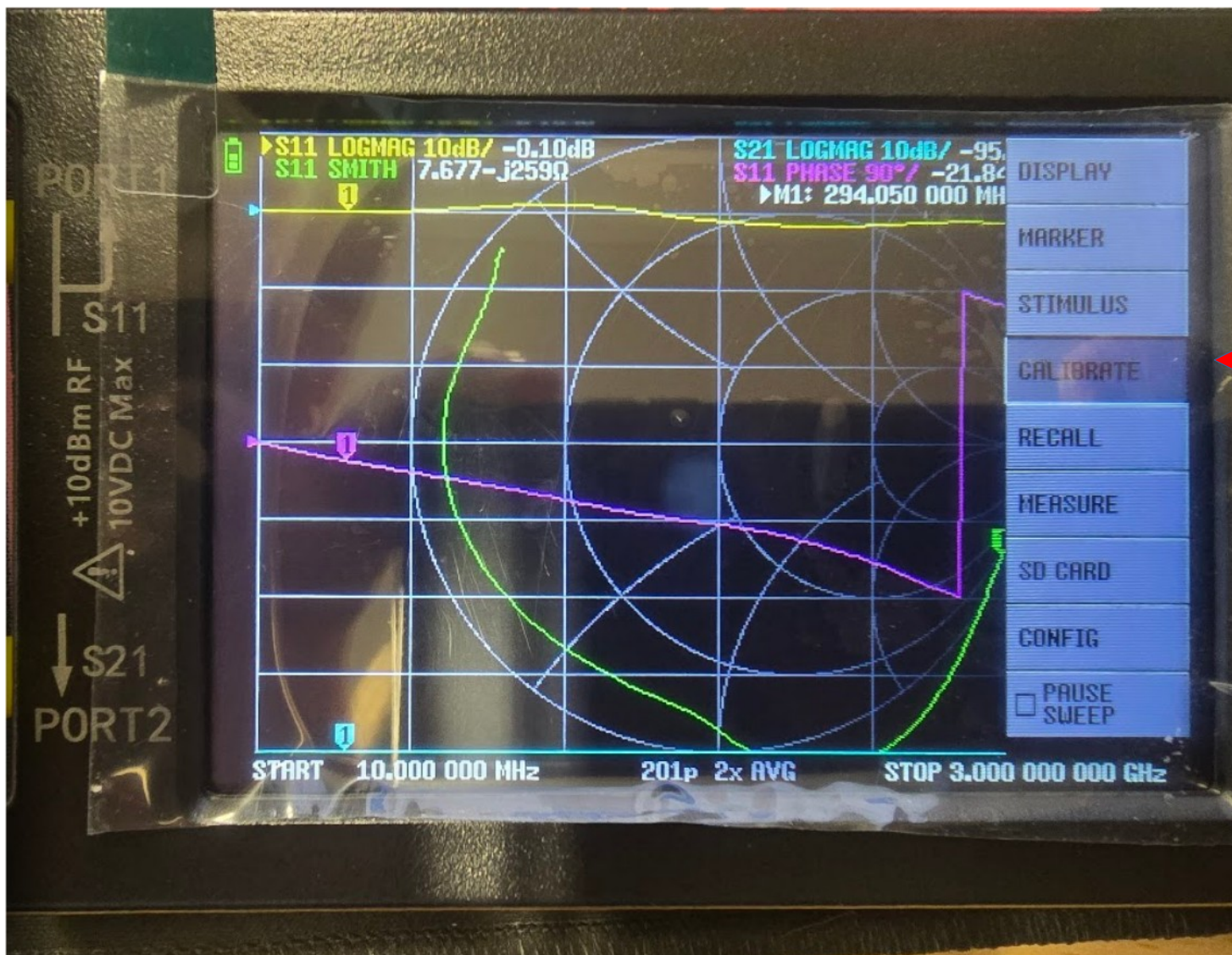


Open

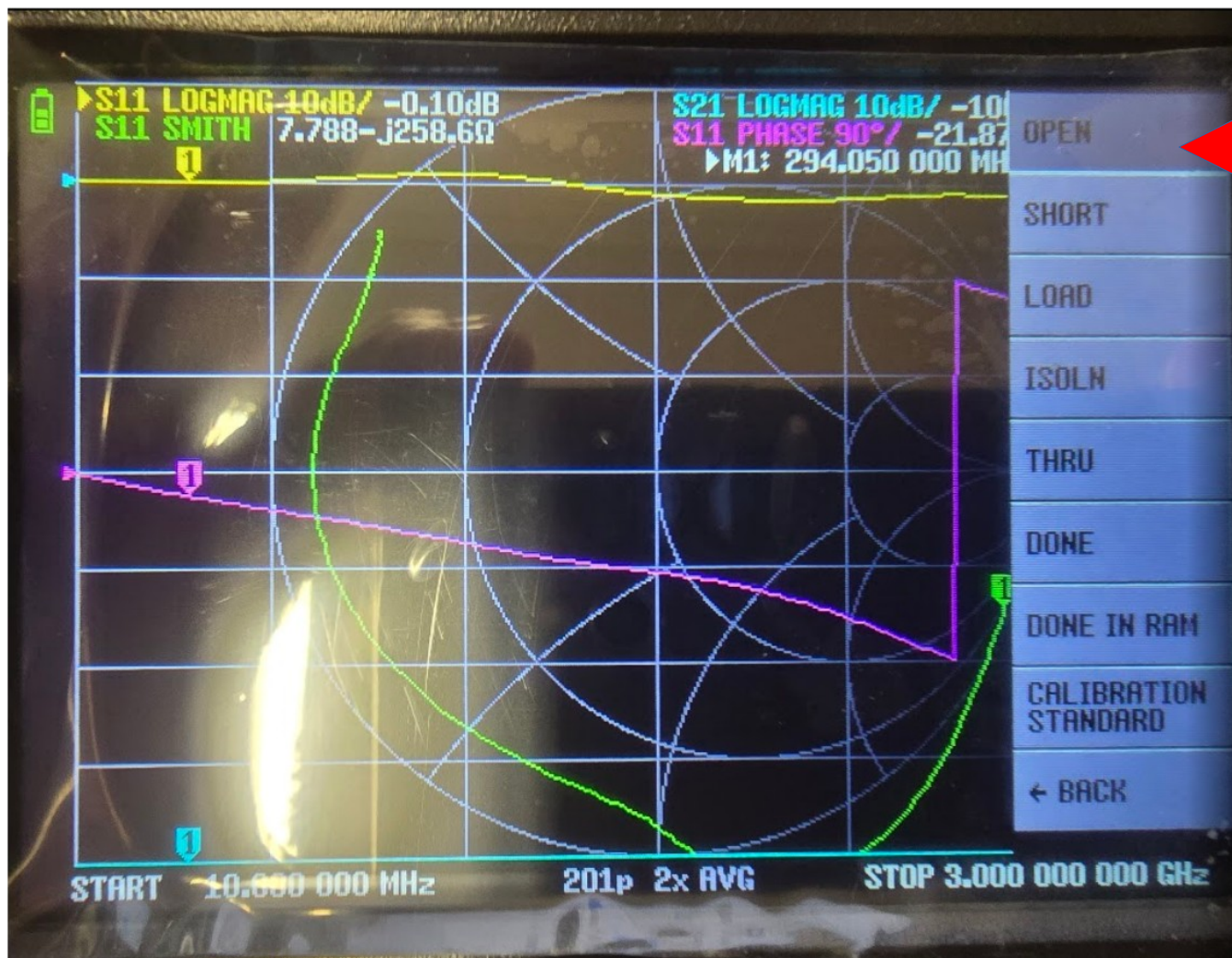
Short

50 Ohm

F/F Adapter







SWR Messung mit VNA Abgleich

Display → Trace → Traces ein/ausschalten → Back

Für jeden Trace → Format

Stimulus (z.B.)

- Start 400 M
- Stop 600 M
- Sweep Points xxx



SWR Messung mit VNA Abgleich

Kalibrieren wie in der Bilderstrecke gezeigt

Aktivieren mit

Done

Das kann man dann speichern

VNA Software

Solver64

von „Joe Smith“

https://www.dropbox.com/scl/fo/t4m8ws3oxmy31b84duiqp/ACDdAhRudlB8HQtl_11ne-4?rlkey=1brzha3r8l7itnt9s7qhmp0ey&st=moūo3wyt&dl=0

<https://github.com/fiveangle/NanoVNA-Solver64->
(veraltet)