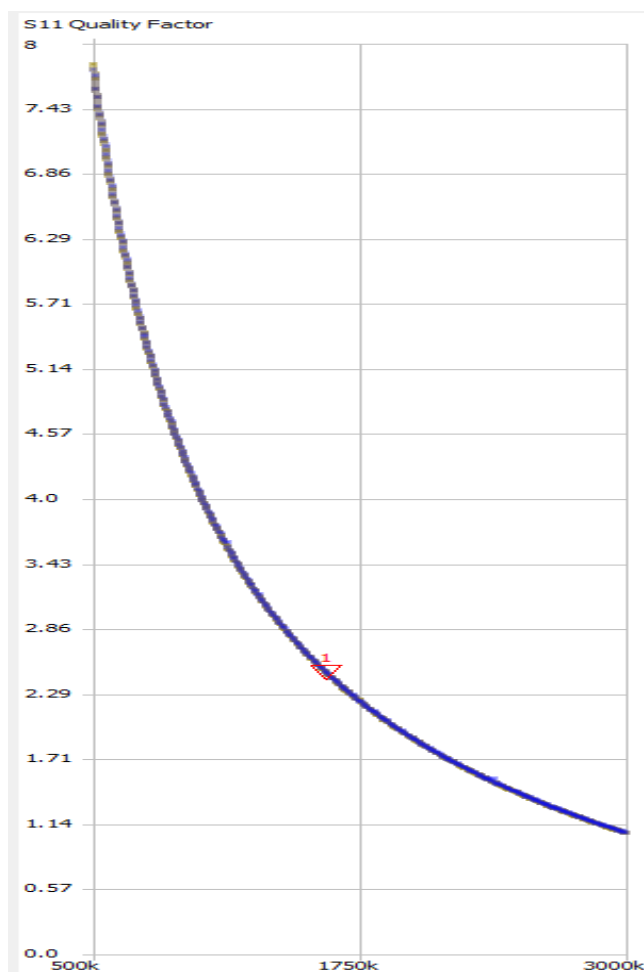
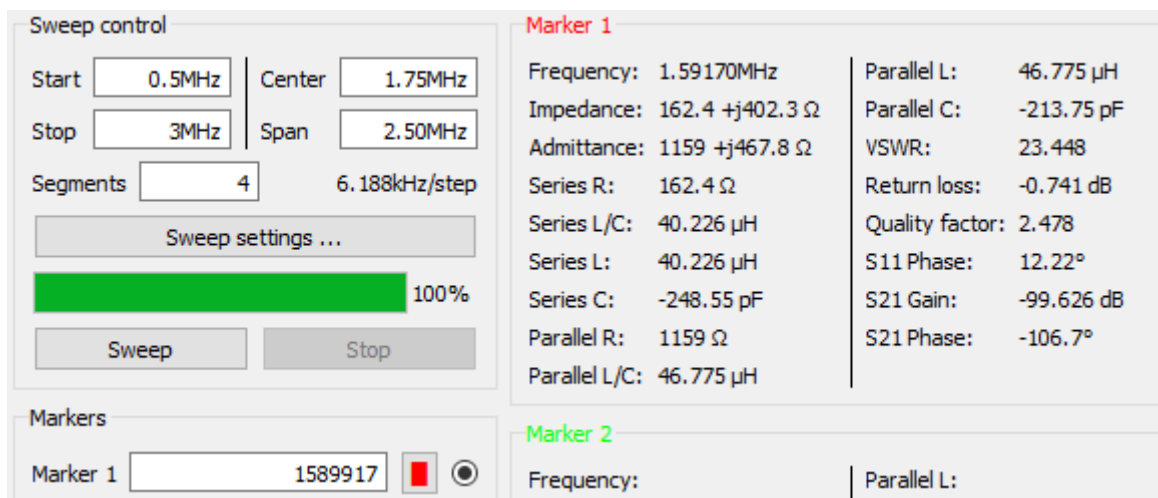


Nachtrag: Probleme mit NANO-VNA

Es wurde eine Flachspule an den NAN=-VNA-F angeschlossen:

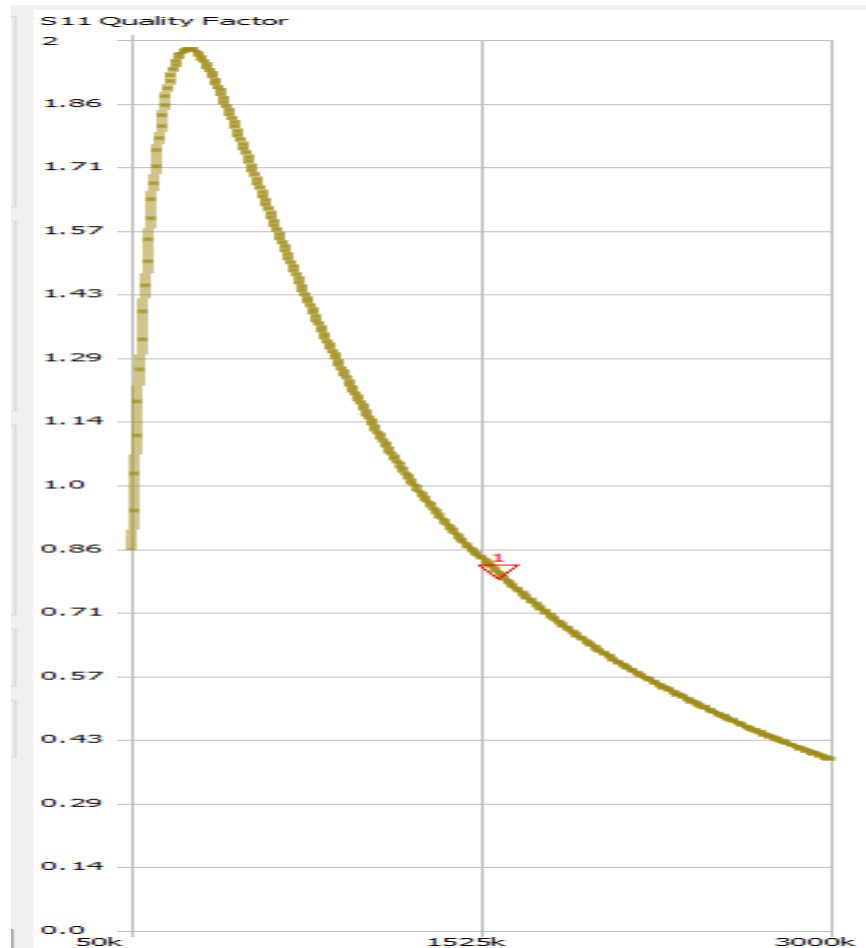


$$Q = 2,48$$

Ergebnis am VNA: Bei 1.59 MHz $Q=2,48$
Die Induktivität wurde annähernd richtig ermittelt.

Nun am NanoVNA:

Sweep control		Marker 1	
Start	50.00kHz	Center	1.525MHz
Stop	3.00MHz	Span	2.95MHz
Segments	4		7.302kHz/step
Sweep settings ...			
100%		Frequency: 1.59452MHz	
Sweep	Stop	Impedance: 214.0 +j145.1 Ω	
		Admittance: 312.4 +j460.7 Ω	
		Series R: 214.0 Ω	
		Series L/C: 14.483 μ H	
		Series L: 14.483 μ H	
		Series C: -687.90 pF	
		Parallel R: 312.4 Ω	
		Parallel L/C: 45.984 μ H	
		Parallel L: 45.984 μ H	
		Parallel C: -216.66 pF	
		VSWR: 6.324	
		Return loss: -2.77 dB	
		Quality factor: 0.678	
		S11 Phase: 12.71°	
		S21 Gain: -93.404 dB	
		S21 Phase: 75.55°	
Markers			
Marker 1	1595779		
		Marker 2	
		Frequency:	
		Parallel L:	



Q= 0,86

Nichtmal die Induktivität stimmt! Mit einem LC-Meter hat die Spule 37 uH. Und beide VNAs waren kalibriert! NANO-Saver 2.0.

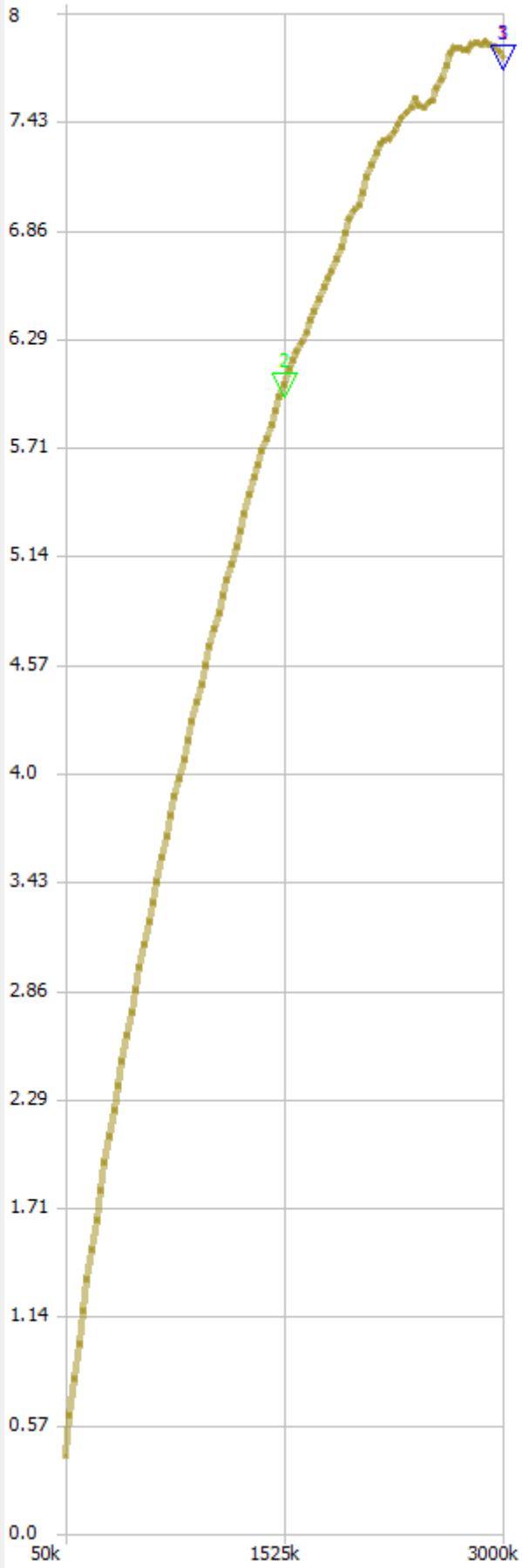
Und jetzt mit der Software-Version 0.3.7 nach sorgfältiger Kalibrierung im Frequenzbereich von 0,05MHz bis 3 MHz:

The screenshot displays the VNA software interface with the following sections:

- Sweep control:** Start: 50kHz, Center: 1.525MHz, Stop: 3MHz, Span: 2.95MHz, Segments: 1, 29.50kHz/step. A green progress bar is at 100%. Buttons: Sweep, Stop.
- Markers:** Marker 1: 50kHz (red), Marker 2: 1.525MHz (green), Marker 3: 3MHz (blue). Includes 'Enable Delta Marker' checkbox, 'Show data' button, and 'Locked' radio button.
- TDR:** Estimated cable length: 4.503 m. Button: Time Domain Reflectometry ...
- Marker 1 Data:**
 - Frequency: 50.0000 kHz
 - Impedance: 25.6+j10.6 Ω
 - Admittance: 30+j72.2 Ω
 - Series R: 25.587 Ω
 - Series X: 33.822 μH
 - Series L: 33.822 μH
 - Series C: -299.57 nF
 - Parallel R: 29.999 Ω
 - Parallel X: 229.95 μH
 - Parallel L: 229.95 μH
 - Parallel C: -44.063 nF
 - VSWR: 2.071
 - Return loss: -9.148 dB
 - Quality factor: 0.415
 - S11 Phase: 148.48°
 - S21 Gain: -78.013 dB
 - S21 Phase: 99.69°
- Marker 2 Data:**
 - Frequency: 1.52500 MHz
 - Impedance: 45.7+j277 Ω
 - Admittance: 1.72k+j284 Ω
 - Series R: 45.702 Ω
 - Series X: 28.857 μH
 - Series L: 28.857 μH
 - Series C: -377.44 pF
 - Parallel R: 1.7186 kΩ
 - Parallel X: 29.645 μH
 - Parallel L: 29.645 μH
 - Parallel C: -367.41 pF
 - VSWR: 35.437
 - Return loss: -0.490 dB
 - Quality factor: 6.05
 - S11 Phase: 19.98°
 - S21 Gain: -81.221 dB
 - S21 Phase: 63.79°

Q = 6 bei 1,5 MHz

S11 Quality Factor



Nun eine weitere Messung nach einer Kalibrierung bis 10MHz:

Sweep control

Start: 50kHz | Center: 5.022352MHz

Stop: 9.994704MHz | Span: 9.944704MHz

Segments: 20 | 4.928kHz/step

Sweep settings ...

100%

Sweep | Stop

Marker 1

Frequency:	9.99559 MHz	Parallel L:	-20.198 μ H
Impedance:	39.1-j1.27k Ω	Parallel C:	12.552 pF
Admittance:	41.1k-j1.27k Ω	VSWR:	822.894
Series R:	39.133 Ω	Return loss:	-0.021 dB
Series X:	12.564 pF	Quality factor:	32.38
Series L:	-20.179 μ H	S11 Phase:	-4.51 $^\circ$
Series C:	12.564 pF	S21 Gain:	-89.104 dB
Parallel R:	41.081 k Ω	S21 Phase:	-128.09 $^\circ$
Parallel X:	12.552 pF		

Markers

Marker 1: 9.995594MHz ■

Marker 2: 5.020334MHz ■

Marker 3: 50kHz ■

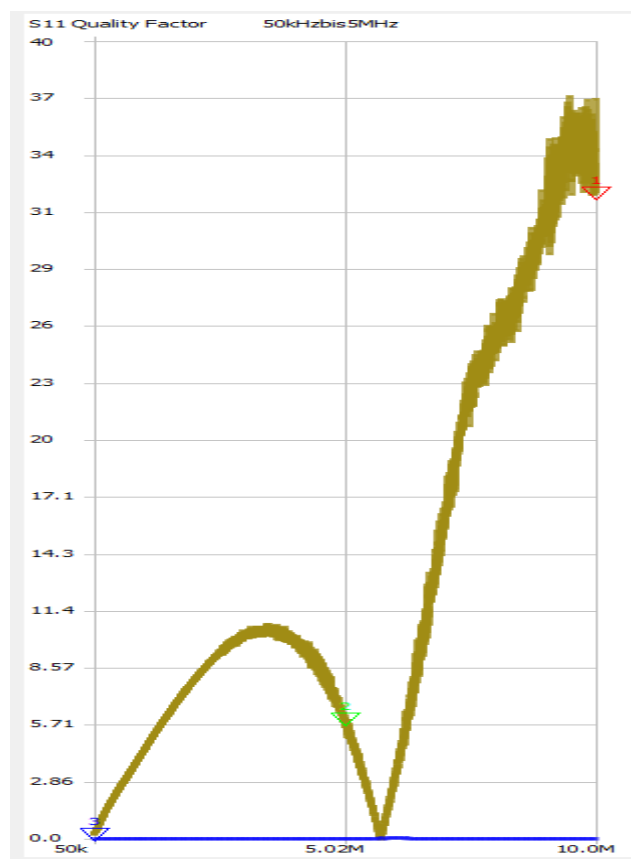
Enable Delta Marker

Show data | Locked

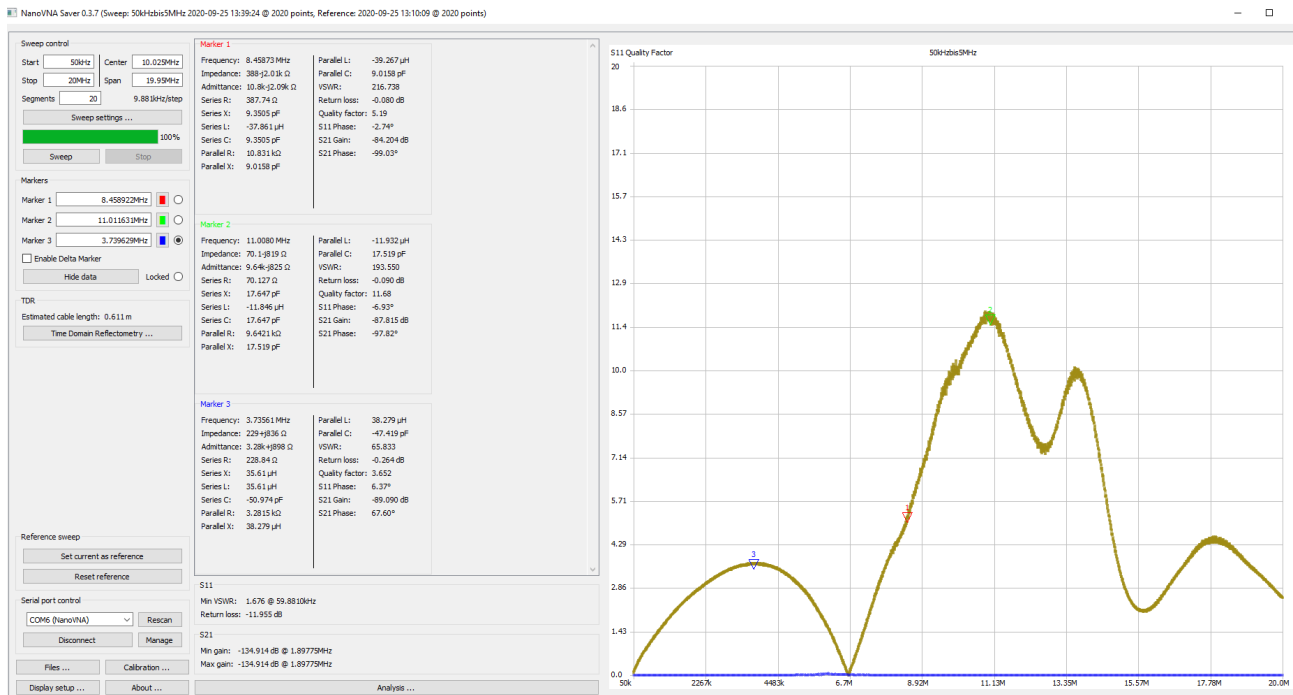
TDR

Estimated cable length: 0.0 m

Time Domain Reflectometry ...



Und was soll man davon halten? Sweep 50kHz bis 20 MHz:



Langsam kommen wir der Sache näher. Aber es ist nicht leicht, reproduzierbare Werte zu messen. Und es macht viel Arbeit. Da bleibt mir zu viel Unsicherheit. Deshalb werde ich zukünftig doch die Methode mit der -3dB-Bandbreite bevorzugen. Die kann ich am Spektrum-Analyzer machen. Lose Ein- und Auskopplungen sind kein Problem. Und bei ordentlicher Dehnung des Span sind auch die Frequenzen genau abzulesen.

Und abschließend die Messung am Analysator mit der -3dB-Methode:

Mittenfrequenz: 1,5900 MHz; Bandbreite -3dB: 30,66 kHz
Daraus die Güte $Q = 52$!?

Was ist nun richtig?

Fazit

Es gibt immer noch Probleme. Der -3dB-Methode vertraue ich mehr als dem VNA. Eine Flachspule sollte diese Güte um 50 haben, zumal es sich um HF-Litze handelt(30 x 0,07mm Cu-Lack, Seide umsponnen!). Beim VNA bleiben Fehler durch falsche Einstellungen bzw. Kalibrierungsfiles oder defekte Verbindungen leicht unentdeckt.

Nachtrag:

30.Sept. 2020:

am R&S gemessen:

440 p, 33k 1,21 MHz

mit LC-Meter gemessen: 44,4 uH

laut **Netzrechner**: $X = 299 \text{ jOhm}$ für das C

<https://www.electronicdeveloper.de/KondensatorXC.aspx>

und für das gemessene L 44,4uH : $337,5 \text{ jOhm}$

<https://www.electronicdeveloper.de/InduktivitaetXR.aspx>

$$Q = \cotan d = 1/\tan d = 1/(\omega \times L_p / R_p)$$

$$7,53 \times 10^{-6} \times 10^6 \times 44,4 / R_p$$

= $343,6 / 33k = 96 \Rightarrow \cotan d = Q$ Güte; wäre plausibel für eine Spule solcher Bauart. Korbspule mit CuL- Seide 30 x 0,07

$$\tan \delta_P = \frac{1}{\omega C_2 R_2}$$

Verlustfaktor (Parallelersatzschaltbild)

$$Q = 1 / \tan \delta$$

wenn $R_2 = R_n$ und $C_2 = \Delta C$ des Leitwertmessers
= $\omega \times C \times R$

$$110 \quad 110^6 \quad 10^{-12} \quad 10^3 = 1 / 110 \quad 10^{-3} = 91$$

$$Q = 91$$

Bemerkung

Das ist dann mal der richtige Ansatz. Die Differenzen zu den mit dem Analysator(Siglent) gemessenen Güte über die -3 dB-Methode und die Werte, die mit dem NANO-VNA ermittelt wurden, kann ich mir nur so erklären, dass da andere „Belastungen“ des Schwingkreises (Dämpfung) im Spiel waren. Das Admittanzmessgerät von R&S arbeitet mit einer sehr losen Kopplung!

$Q = 91$ ist ein Wert der Güte, den man bei der HF-gerechten Ausführung als flache Korbspule mit guter HF-Litze erwarten kann.

DF8ZR; 11. Oktober 2020