



Gunthard Kraus, DG 8 GB

Ansoft Designer-SV Projekt: Umgang mit Streifenleitungs- Interdigitalkondensatoren, Teil 2

Fortsetzung aus UKW-Berichte 4 / 2008

3.4. Messergebnisse des Musteraufbaus

Hier geht es gleich mit unangenehmen Überraschungen weiter, denn die nach dem korrekten Abgleich ermittelte S_{21} -Durchlaßkurve zeigt **Bild 16** zusammen mit der Simulation nach Bild 13. Besonders die bei der Mittenfrequenz von 5,5 auf 7 dB angestiegene Dämpfung ist unangenehm und gibt zunächst Rätsel auf.

Also regen sich leise Zweifel an der ausgetüftelten Messmethode für die Koppelkapazität, auf die man doch so stolz war. Deshalb fahndet man nach Jemandem mit einer APLAC-Vollversion, denn mit dieser Kommando- und Textzeilenorientierten Simulationssoftware lassen sich die Einzelkapazitäten des Interdigitalkondensator-Ersatzbildes problemlos direkt berechnen und ausgeben.

Also tippt man die mechanischen Daten

des eigenen Entwurfes in APLAC ein und wartet gespannt auf das Ergebnis. Die Erleichterung ist groß, wenn APLAC damit zu einer Koppelkapazität von 0,29 pF kommt, und das liegt nun wirklich nahe an dem mit dem ANSOFT-Designer angestrebten Wert von 0,3 pF. Der Interdigitalkondensator dürfte deshalb als Ursache für die Abweichung ausscheiden. Als misstrauischer Entwickler lässt man sich weiterhin zeigen, wie sich z.B. Änderungen der Fingerlänge um 0,2 mm (und damit der Koppelkapazität) auf die Filterkurve auswirken. **Bild 17** zeigt, dass man beruhigt Entwarnung geben kann: die Durchlasskurve ändert zwar geringfügig ihre Bandbreite, aber die Dämpfung ist davon nicht betroffen.

Also bleibt (wieder einmal...) die Kreisspule als „Bösewicht“ übrig, denn die SMD-Kondensatoren aus NP0-Material sind bei dieser Frequenz über jeden Verdacht erhaben. Folglich muss die Spulengüte deutlich schlechter sein, als im Datenblatt angegeben (dort steht $Q = 130$)

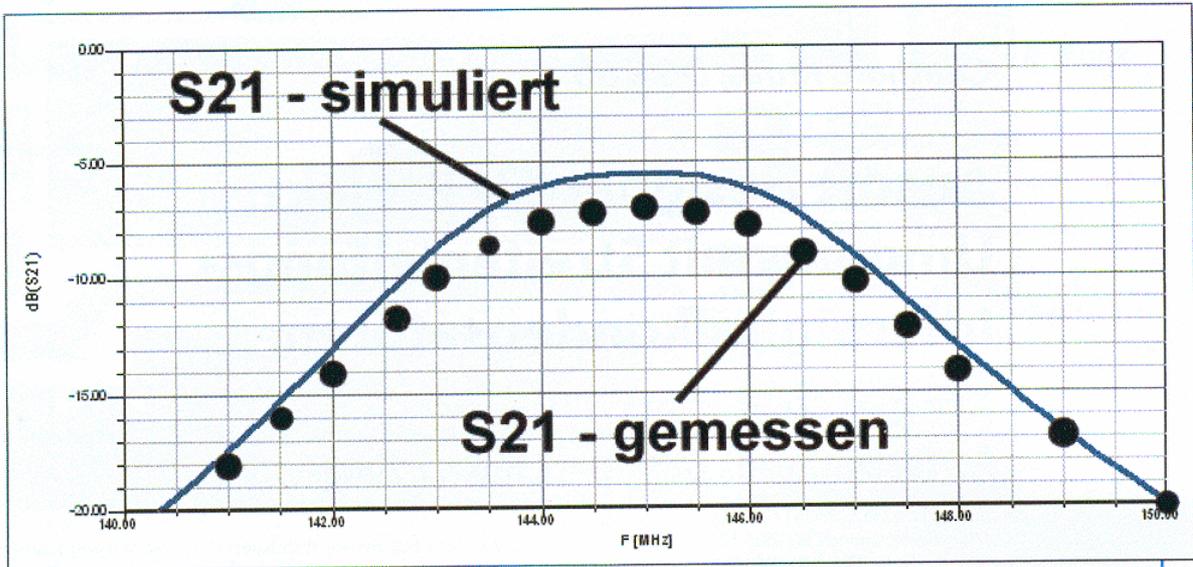


Bild 16: Ganz so groß hat man sich den Unterschied doch nicht vorgestellt...

und den Grund hätte man sich denken können: die Induktivität lässt sich über einen Schraubkern fein abgleichen, aber dieser besteht aus Messing! Darin wer-

den Wirbelströme induziert und deren Gegen-Magnetfeld reduziert die Gesamtinduktivität - aber damit sinkt leider auch die Güte. Der angegebene Gütewert von

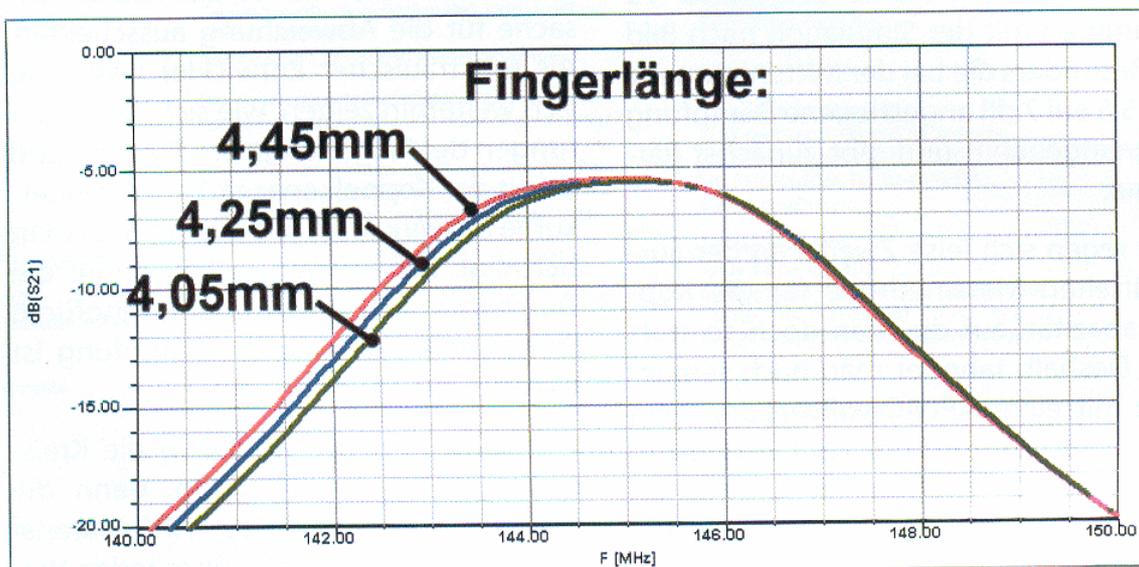
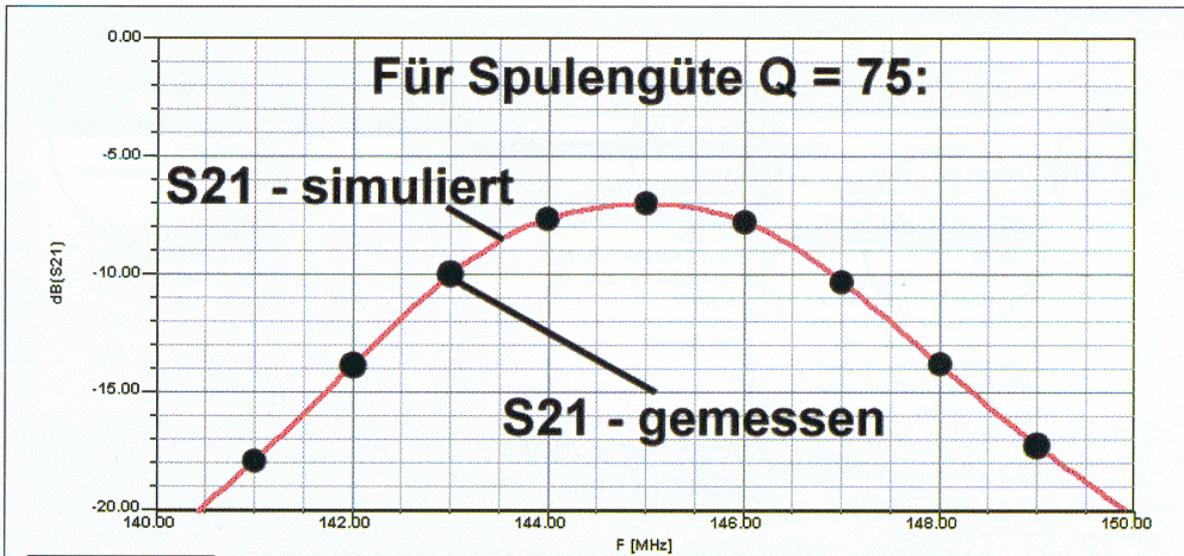


Bild 17: Unterschiedliche Fingerlängen und damit unterschiedliche Koppelkapazitäten verformen nur leicht die Durchlasskurve, haben aber keinen Einfluss auf die Dämpfung bei der Mittenfrequenz



*Bild 18: Hier kann man es sehen - die Spulen sind das Problem!
Das Bild spricht für sich (... siehe Text!)*

$Q = 130$ gilt also nur für den voll herausgedrehten und damit nahezu wirkungslosen Kern bei maximalem Induktivitätswert, aber davon steht kein Wort im Datenblatt.

Damit ist alles klar und man lässt gleich die Simulation „drüberlaufen“, um ganz sicher zu gehen. Den Beweis liefert vollends **Bild 18**, denn mit $Q = 75$ erhält man ganz exakt und Punkt für die Punkt die gemessene S21-Kurve. Die Wiedergabe der Weitabsektion nach Bild 14 (für 100 bis 200 MHz) ist vollkommen überflüssig, denn auch hier stimmen die Ergebnisse exakt mit der Simulation überein.

3.5. Zusammenfassung

Schon eine faszinierende Sache, so ein Interdigitalkondensator - vorausgesetzt, dass der Platinenhersteller mit der Genauigkeitsforderung von 0,01

mm klarkommt. Dann ist der Einsatz eines Interdigitalkondensators eine sehr gutmütige und pflegeleichte Angelegenheit, die auch in Großserie problemlos funktioniert. Nur das Problem mit den Spulen bleibt: da heißt es wieder suchen, wickeln und testen, um eine bessere Lösung zu finden.

Aber - haben Sie etwas gemerkt? Nachdem das Muster entsprechend der Simulationsvorgaben aufgebaut wurde, hat man fast unbemerkt den Spieß umgedreht: die Simulation diente nun als Analysewerkzeug zur Ermittlung der Abweichungen bzw. Fehlerursachen. Und das zum Nulltarif, mit Spass an der Sache. Den wünscht Ihnen der Autor bei Ihren eigenen ANSOFT-Projekten.

Als Ansporn oder damit der Einstieg leichter fällt, folgen nun zwei Anhänge mit Einführungen.

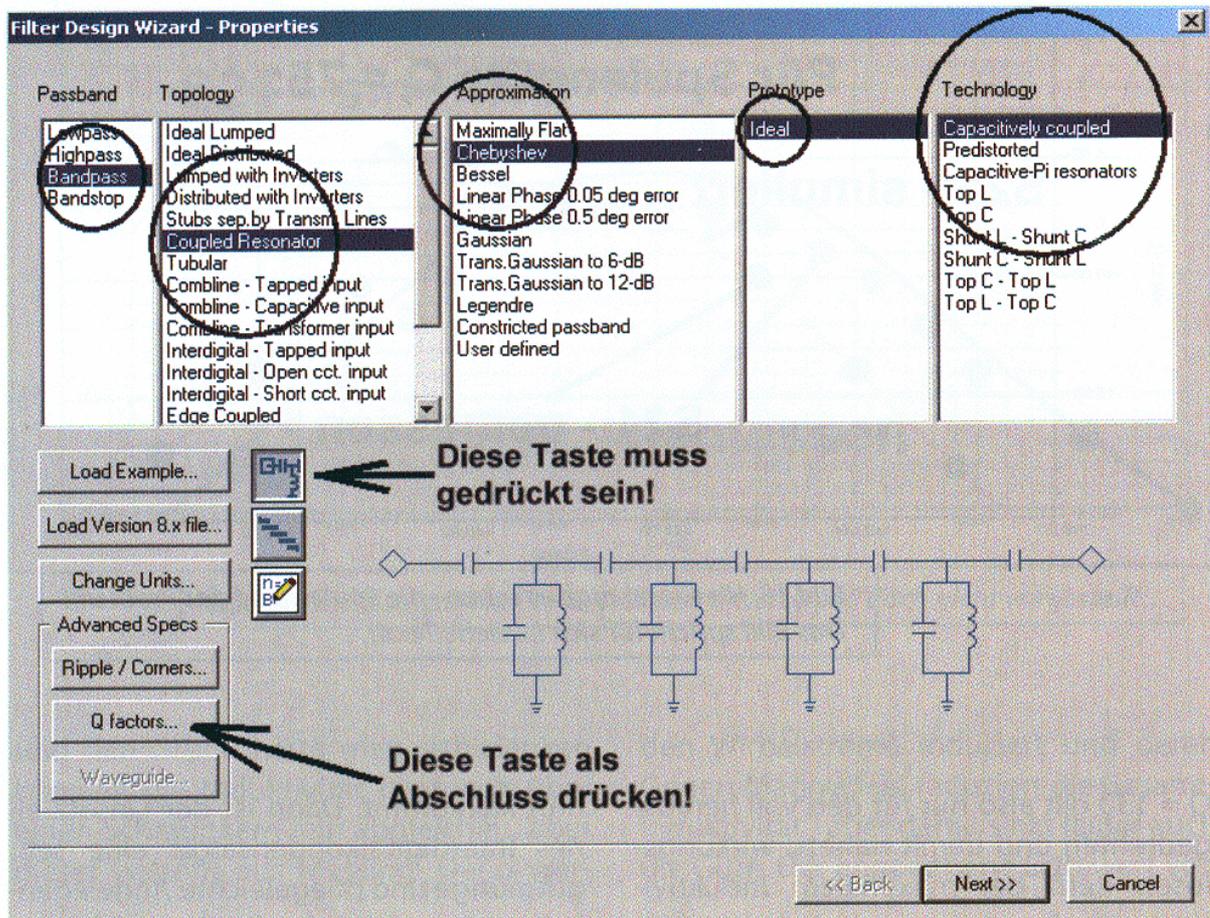


Bild 19: So sieht das Startmenü nach dem Aufruf des FilterTools aus; die Einstellungen bitte ganz genau übernehmen!

4. Literatur

Hier finden Sie weiterführende Links und Literaturhinweise zum Artikel:

- [1] www.elektronikschule.de/~krausg
- [2] www.ansoft.com

5. Anhang 1

Anleitung zur Bedienung des Filterprogramms im ANSOFT-Designer SV.

Man braucht gar nicht mehr lange im

Internet nach passender Filter-CAD-Software zu suchen, denn im ANSOFT-Designer findet man nahezu alles an Filterstrukturen, was in der Technik üblich und möglich ist. Das Problem ist hier eher der Durchblick und die richtige Auswahl ...

Deshalb startet man den Designer-SV, öffnet ein neues File und geht in das Menü „Project“. Dort klickt man auf „Insert Filter Design“ - und dann geht es los:

1. Schritt (Siehe Bild 19):

In den fünf Menüs wird (von links nach rechts) nacheinander eingestellt:

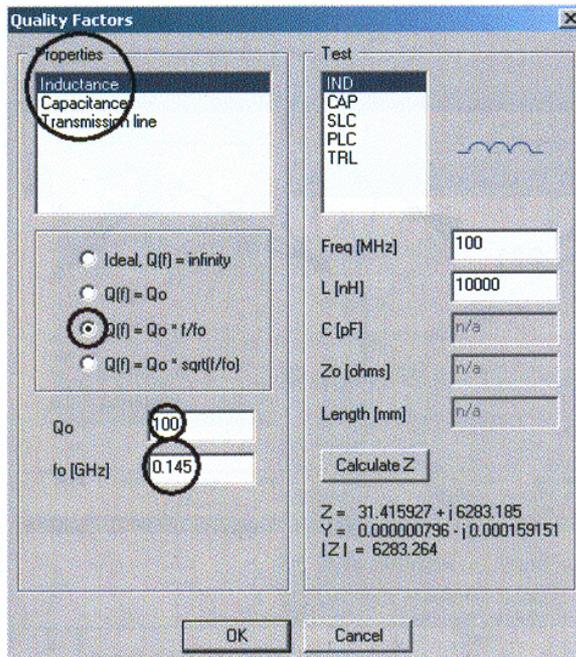


Bild 20:
Die Spulen brauchen - wie immer - besondere Aufmerksamkeit; so wird die Güte programmiert

„Bandpass / Coupled Resonators / Chebyshev / Ideal / Capacitively coupled“.

Außerdem wird kontrolliert, ob der Button für „lumped design“ (... der mit der LC-Filterstruktur darauf ...) gedrückt ist. Wenn alles erledigt ist, klickt man auf „Q Factors“.

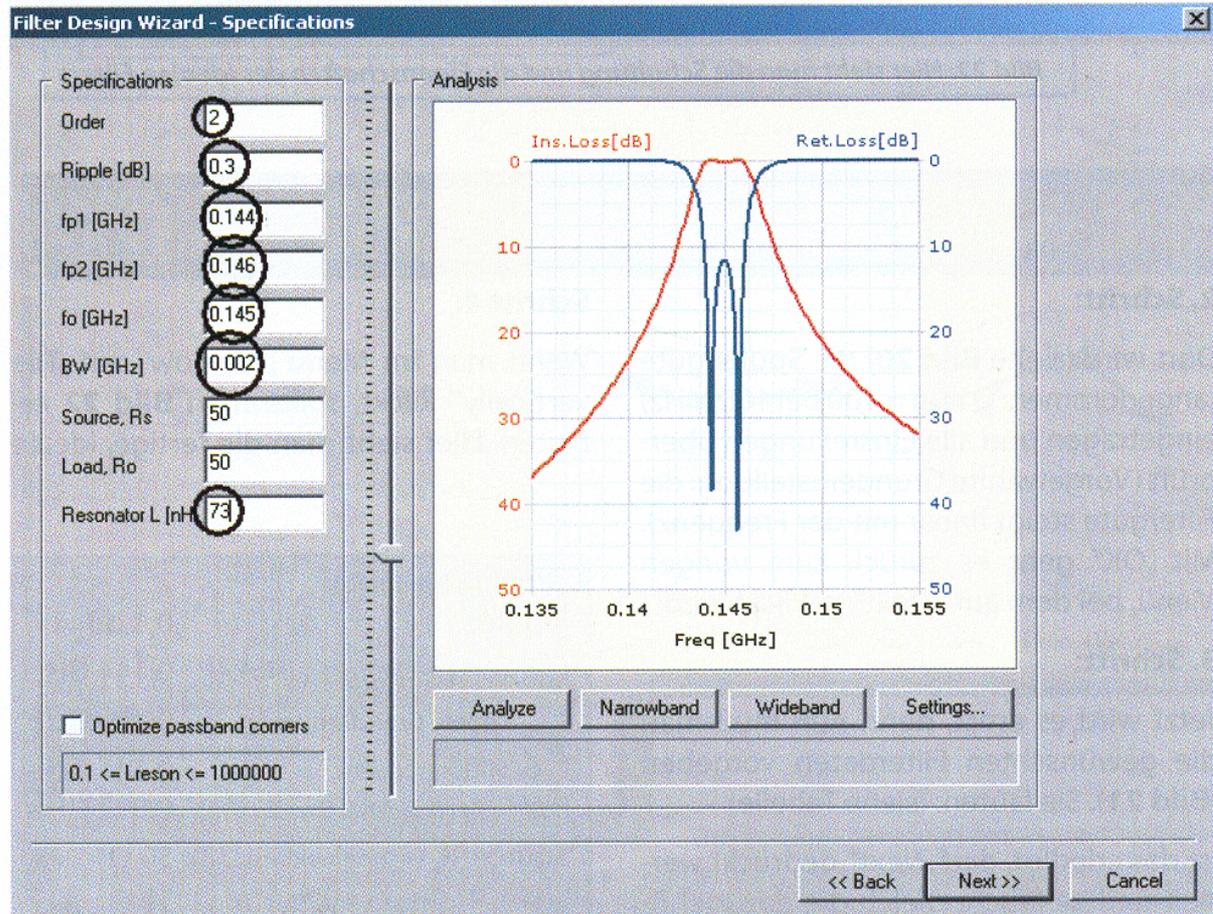


Bild 21: Nun gibt es wieder Arbeit - diese Eingaben müssen exakt so übernommen werden (... siehe Text)

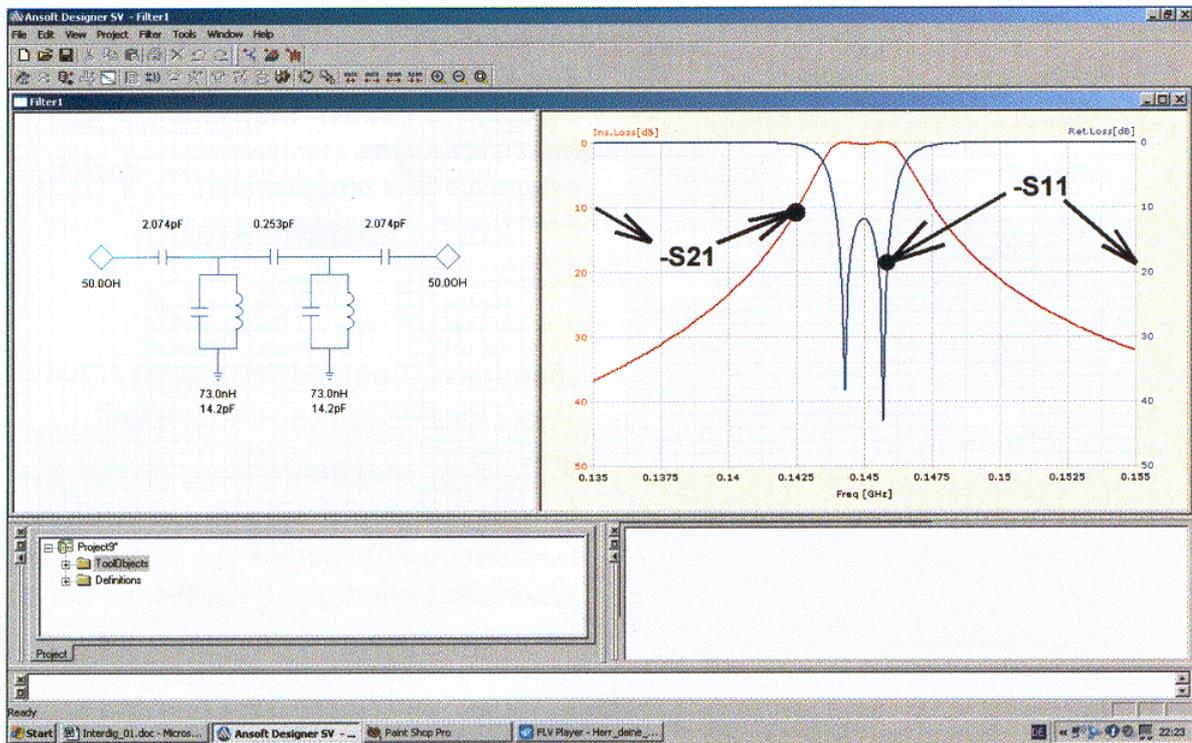


Bild 22: Hier sieht man die Schaltung und die Eigenschaften des idealen Filters

2. Schritt:

Dort wird (siehe **Bild 20**) die Spulengüte (angenommen: $Q_{\min} = 100$ bei 100 MHz) eingetragen und alle Einstellungen überprüft (Vorgewählte Grundeinstellung: die Filtergüte steigt linear mit der Frequenz). Mit „OK“ geht es zurück zum vorigen Menü, bei dem auf „Next“ geklickt wird.

3. Schritt:

Jetzt wird es ernst, denn nun muß man die gewünschten Filterdaten vorgeben (**Bild 21**). Sie lauten: (siehe Tabelle)

Ist das erledigt, darf „Next“ gedrückt werden und es taucht gleich die dazugehörige Schaltung auf. Weiter geht es mit „Fertig stellen“.

Schritt 4:

Wenn man im Menü „Window“ auf „Tile vertically“ klickt, sollte man **Bild 22** erhalten. Hier sieht man die fertige, ideale

Order (= Filtergrad):	2
Ripple:	0,3 dB
f_{p1} (= untere Grenzfrequenz):	0,144 GHz
f_{p2} (= obere Grenzfrequenz):	0,146 GHz
f_o (= Mittenfrequenz):	0,145 GHz
BW (= Bandwidth = Bandbreite)	0,002 GHz
Source, R_s (= Innenwiderstand):	50 Ω
Load, R_o (= Lastwiderstand):	50 Ω
Inductor L (= gewählte Kreisinduktivität, identisch in allen Kreisen):	73 nH

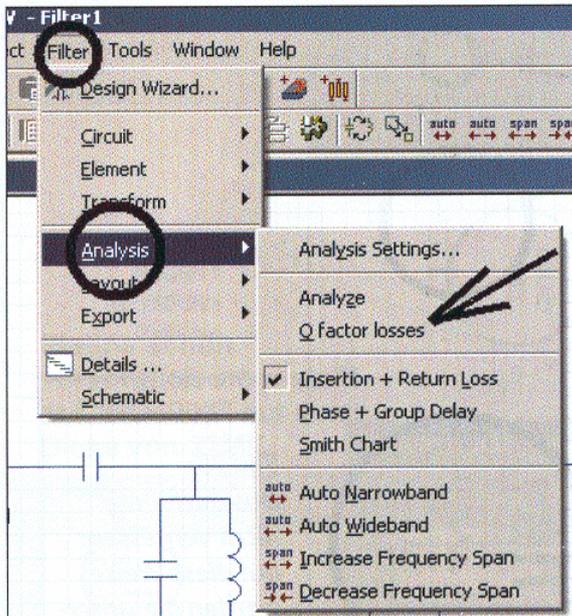


Bild 23: Etwas verzwick ist die Einbeziehung der vorgesehenen Filtergüte in den Entwurf

Schaltung sowie die zugehörige Simulation von S11 und S22.

Bitte genau hinsehen: die vertikalen Achsen des Ergebnis-Diagrammes sind mit „Insertion Loss (dB)“ und „Return Loss (dB)“ beschriftet. S11 und S22 erhält man, wenn man das Vorzeichen dieser Ergebnisse umkehrt.

Schritt 5:

Nun fragt man sich, wo denn die gewählte Spulengüte $Q = 100$ und ihr Einfluss geblieben ist. Da muss man einen Blick auf **Bild 23** werfen und sich in der Menüleiste von „Filter“ über „Analysis“ bis zu „Q factor losses“ durchhangeln. Wird dort ein Häkchen gesetzt, zeigt **Bild 24** den Verlauf der Filtereigenschaften für die

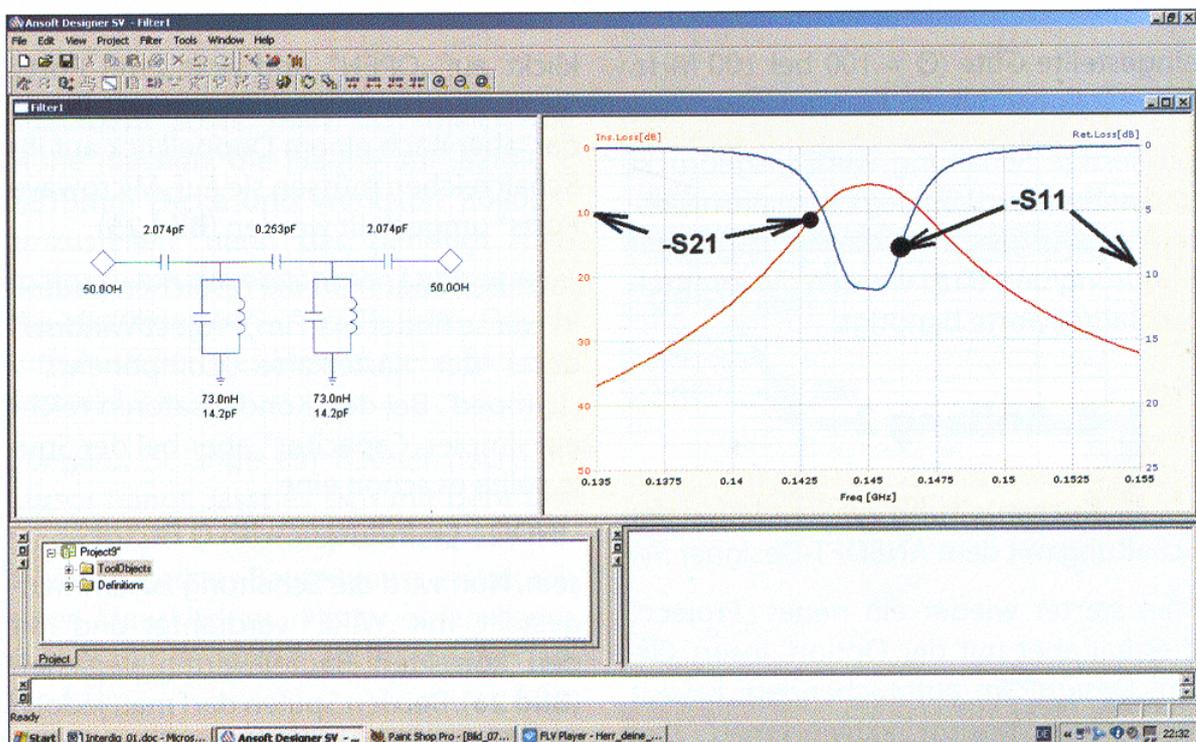
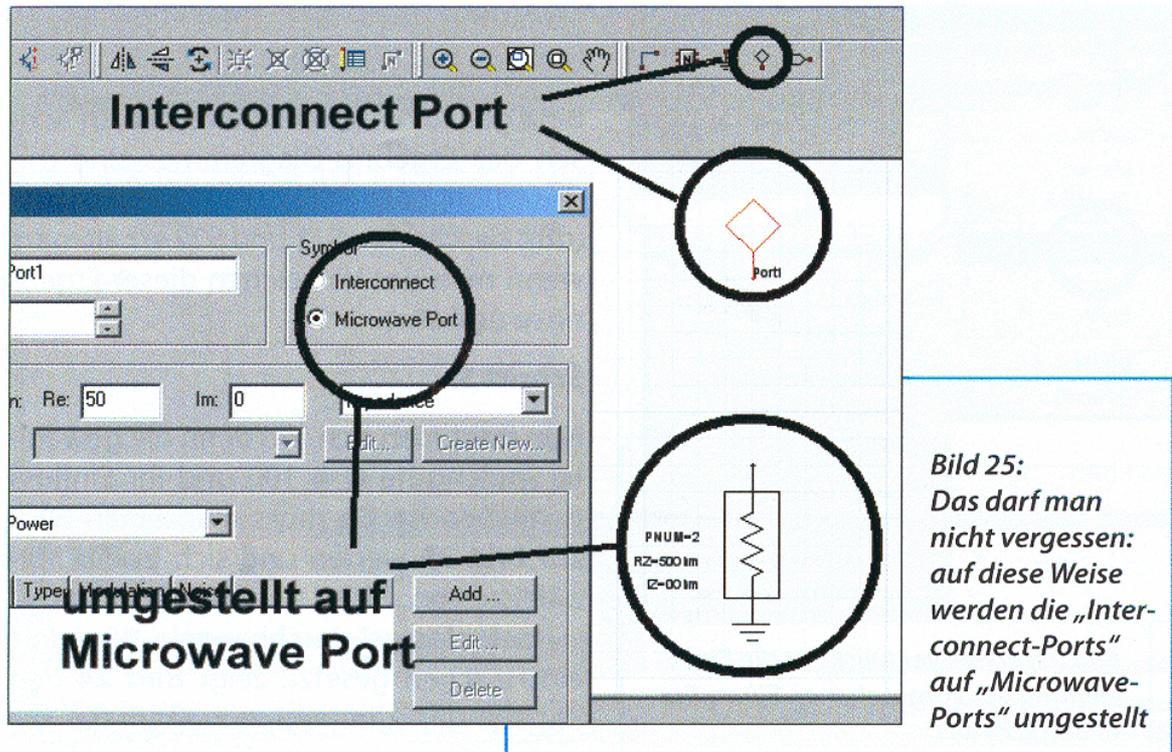


Bild 24: ... jetzt hat man das Ziel erreicht! So soll die Filterschaltung mit einer Spulengüte von $Q = 100$ aussehen!



eingestellte Güte ($Q = 100$ bei 100 MHz, Q steigt linear mit der Frequenz).

Die fertige Schaltung wird ausgedruckt und neben den PC gelegt, denn im nächsten Anhang geht es an die Simulation der Schaltung und dazu werden die ermittelten Bauteilwerte benötigt.

6. Anhang 2

Kurzanleitung zur Simulation der Schaltung mit dem ANSOFT-Designer SV.

Man startet wieder ein neues „Project“, diesmal aber mit der Option „Insert Circuit Design“. Im auftauchenden „Layout Technology Window“ aktiviert man

MS-FR4 ($\epsilon_r=4.4$), 0.060 inch, 0.5oz.copper,

klickt auf „OPEN“ und holt zwei Ports. Sie stellen zunächst „Interconnect Ports“ dar, aber nach einem Doppelklick auf ihr Schaltzeichen müssen sie auf „Microwave Ports“ umgestellt werden (**Bild 25**).

Jetzt benötigt man die restlichen Bauteile - diese findet man im „Project Window“ unter der Karteikarte „Components / „Lumped“. Bei den Kondensatoren reicht ein simpler „Capacitor“, aber bei der Spule sollte es schon eine

INDQ (= Inductor with Q Factor)

sein. Nun wird die Schaltung zusammengestellt, mit „WIRE“ verdrahtet und mit den korrekten Bauteilwerten versehen (**Bild 26**). Bei den Spulen darf man jedoch nicht vergessen, nach einem Doppelklick auf ihr Symbol eine Güte von „ $Q = 100$ bei $f = 0,1\text{GHz}$ “ einzutragen.

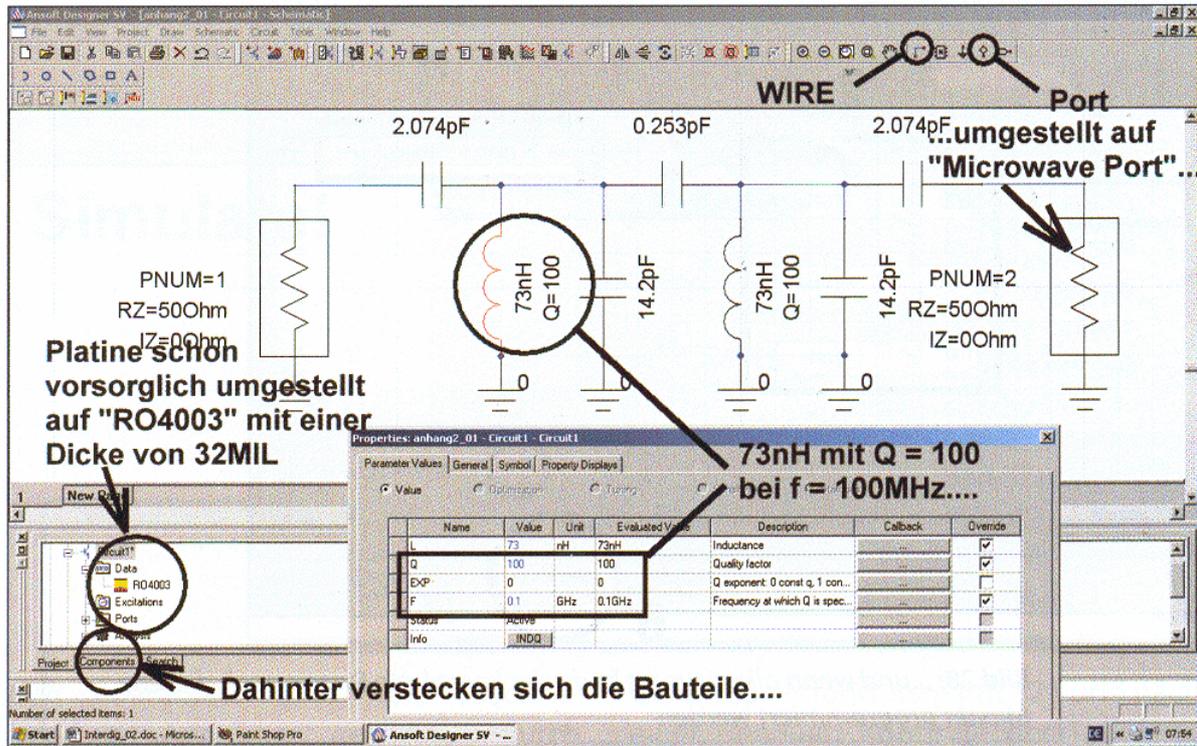


Bild 26: Aus diesem Bild können alle Details für die korrekte Zusammenstellung der Simulationsschaltung entnommen werden

Außerdem sollte man sich gleich die Mühe machen, die Platine auf „32MIL = 0,813mm Dicke und Werkstoff R04003“ umzustellen, denn das benötigt man später, wenn die erwähnten Leitungstücke dazukommen (Ausführliche Details zum Ausfüllen des Menüs: siehe Bild 6 in Kapitel 3.2.).

Übrigens: Solange ein Bauteil noch am Cursor hängt, lässt es sich mit dem Tastendruck „R“ (= Rotate) drehen. Ein bereits abgesetztes Bauteil muss erst durch einen Mausklick markiert werden damit man es mit <Control> + <R> rotieren lassen kann.

Die Schaltung wird schließlich unter einem zutreffenden Namen gespeichert

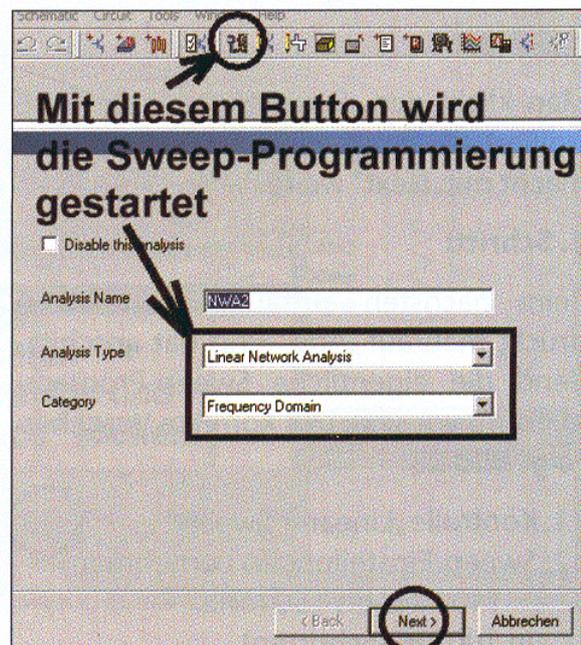


Bild 27: Diese Sweep-Voreinstellungen werden kontrolliert ...

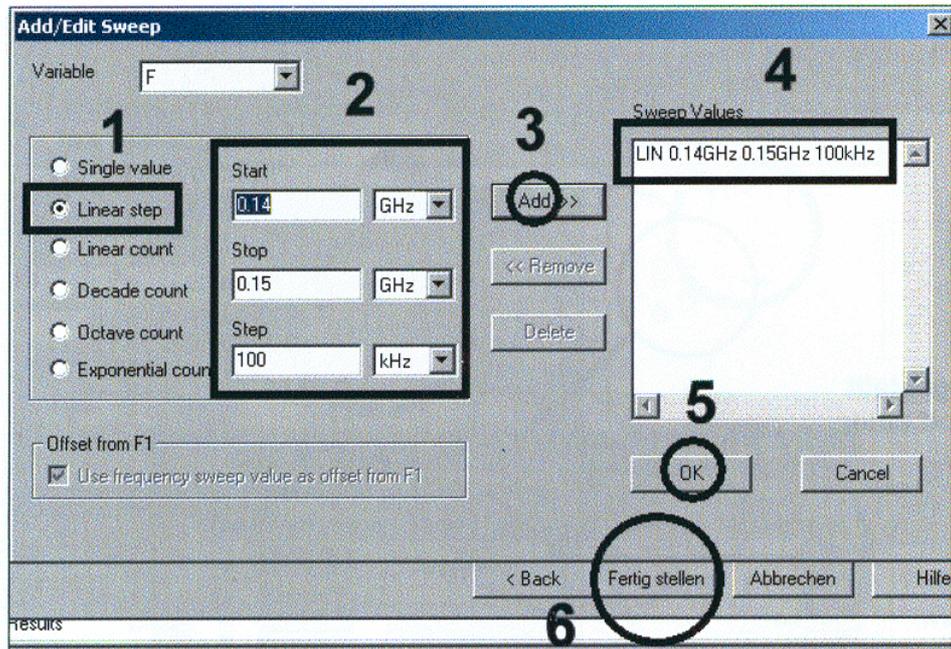


Bild 28: ...und wenn alles stimmt kann der komplette Sweep nach diesem Muster programmiert werden

und ein Sweep für 140 bis 150 MHz in 100 kHz-Schritten vorgesehen. Das geht so:

1. Schritt:

Man klickt den „Setup-Button“ an, kontrolliert die Einstellungen (**Bild 27**) und macht mit „Next“ weiter.

2. Schritt:

Beim nächsten auftauchenden Menü drückt man auf „Add“ und hat anschließend die eigentliche Sweep-Programmierung vor sich. Das korrekte Vorgehen zeigt **Bild 28**:

- 1: Kontrolle „Linearer Sweep“
- 2: Sweep-Einstellungen vornehmen
(= 140 MHz bis 150 MHz
in 100 kHz-Schritten)
- 3: „Add“ drücken
4. Die übernommenen „Sweep Values“

genau prüfen

5: „OK“ drücken

6. Mit „Fertigstellen“ die Sweep-Programmierung abschließen.

3. Schritt:

Ein Druck auf den „Simulations-Button“ startet die Untersuchung der Schaltung. Allerdings sieht man nach erfolgreicher Analyse noch nichts auf dem Bildschirm. Man muss zuerst einen „Report“ programmieren und dazu den Button „Create Report“ drücken (**Bild 29**). Bitte prüfen, ob auch „Rectangular Plot“ eingestellt ist (... mit diesem Pulldown-Menu „Display Type“ kann man beispielsweise auch auf die Smithchart-Darstellung wechseln).

4. Schritt:

Jetzt wird in der Liste nach **Bild 30** auf

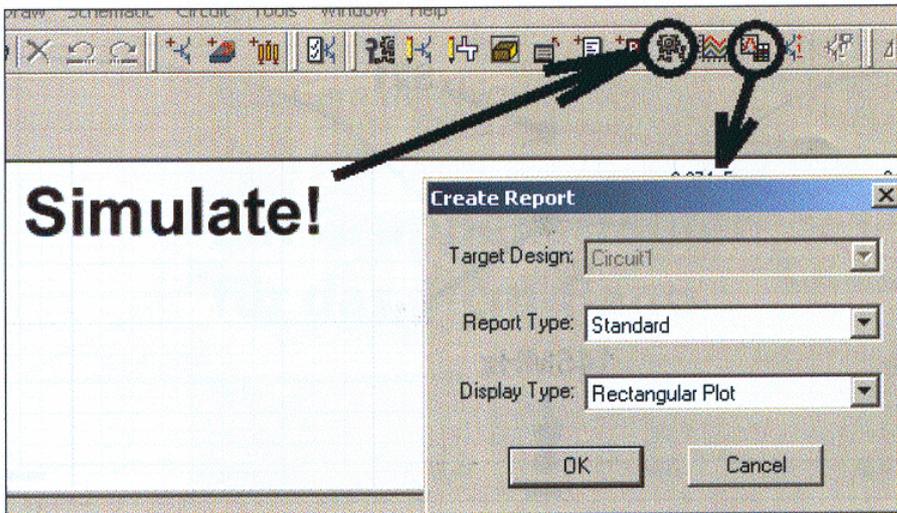


Bild 29:
In der zweiten Eingabezeile („Display Type“) ginge es auch zum Smithchart. Andere Möglichkeiten und Formen der Darstellung können hier bei Bedarf angewählt werden

den S-Parameter „S11“ und anschließend auf „Add Trace“ geklickt. Dadurch erscheint dieser Auftrag in der Task-Liste.

Genau so verfährt man mit S21 und nach einer genauen Kontrolle der Task-Liste drückt man auf „Done“. Und den folgen-

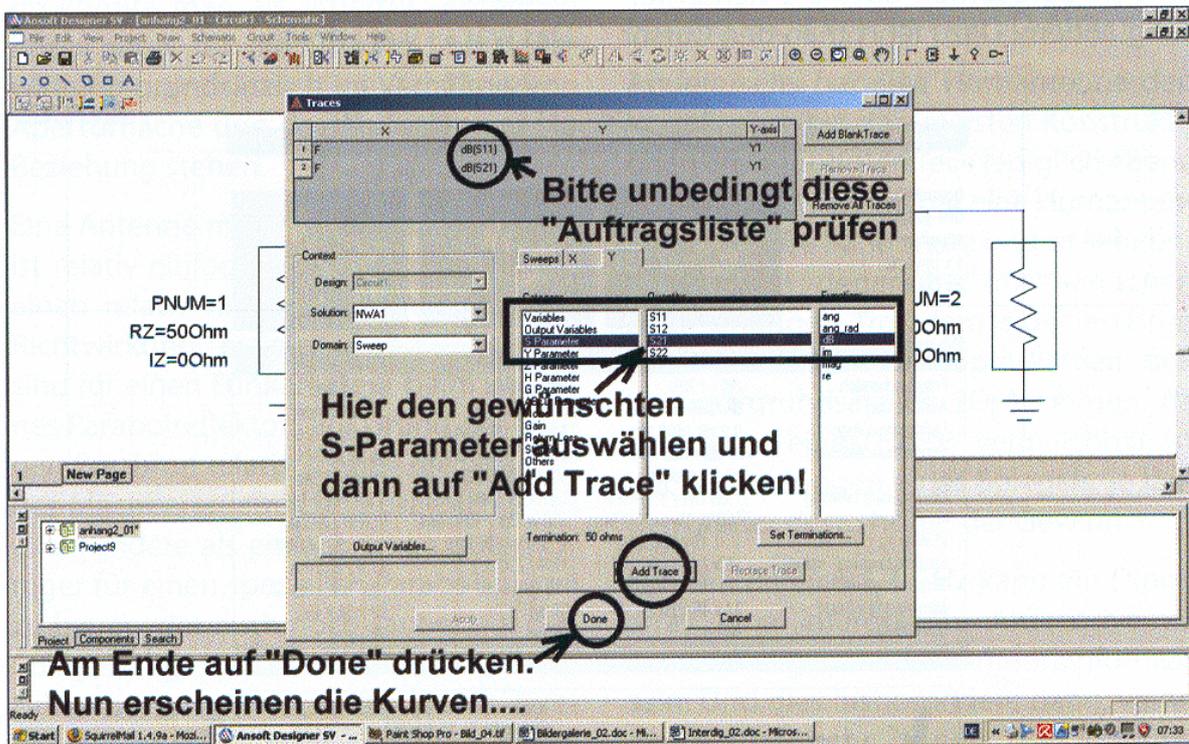


Bild 30: So werden S11 und S21 für die Präsentation ausgewählt

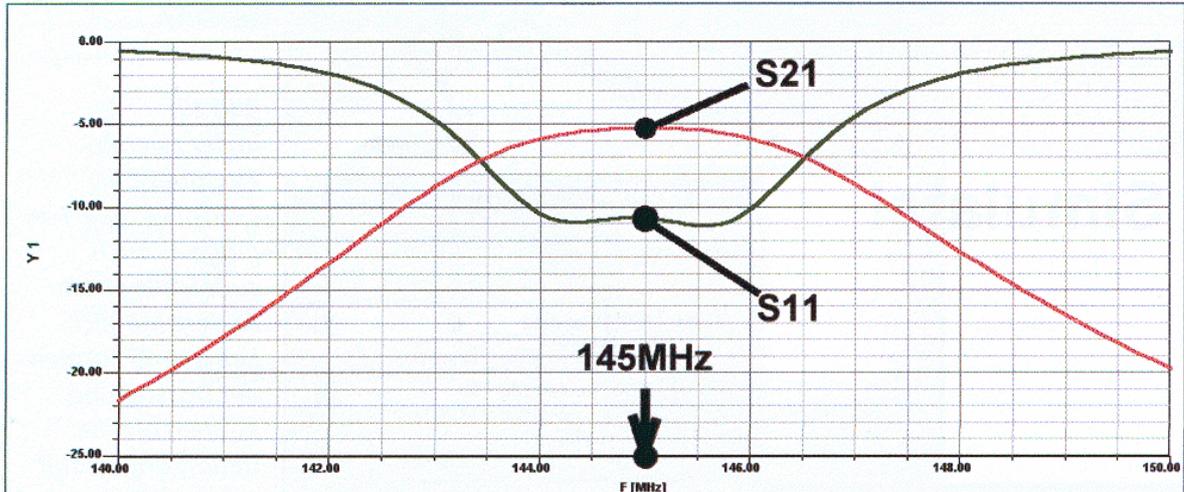


Bild 31: Das ist das gewünschte Simulationsergebnis - und die Kurvenform ist nicht ganz unbekannt...

den Anblick (Bild 31) kennt man schon als Bild 8 in Kapitel 3.3.

Wer möchte, kann sich nun entweder Details herauszoomen oder die Achsenteilung ändern. Dazu fährt man den Cursor

auf die entsprechende Achse und klickt doppelt. Sofort erscheint ein Menü und die Teilungen verstecken sich darin hinter „Scaling“.

Das wär's - viel Erfolg!

ANZEIGE

KOAXIALRELAIS - EIN KLEINER AUSZUG!

Doppelrelais, bzw.
GHz-Relais <
Impedanz: 50 ;
1 x Um bzw.
2 x Um



Technische Daten:	CX-800M	CX-800N	CZX-3500
Frequenzbereich	DC - 1 GHz	DC - 2 GHz	DC - 4 GHz
Anschlüsse	6 x UHF-Buchsen	6 x N-Buchsen	3 x N-Buchsen
Einfügedämpfung	0,2 dB / 500 MHz	0,2 dB / 1500 MHz	0,3 dB / 3 GHz
Übersprechdämpfung	37 dB / 500 MHz	37 dB / 500 MHz	55 dB / 4 GHz
	50 dB / 50 MHz	50 dB / 50 MHz	65 dB / 2 GHz
Übertragbare Leistung	1 kW CW / 150 MHz	1 kW CW / 150 MHz	1 kW PEP / 150 MHz
	500 W CW / 1000 MHz	500 W CW / 1000 MHz	250 W / 2 GHz
VSWR	1 : 1,15 / 500 MHz	1 : 1,15 / 500 MHz	1 : 1,15 / 4 GHz
Spulenspannung/-strom	12 V / 230 mA	12 V / 230 mA	12 V / 230 mA
Temperaturbereich	-25 C bis +50 C	-25 bis +50 C	-25 bis +50 C
Abmessungen(mm)	93 x 45 x 70	93 x 45 x 71	68 x 61 x 43
Gewicht ca.	365 g	365 g	320 g
Art.Nr.:	00511	00512	S5046



Fachversand für Funkzubehör
Jahnstr. 7, D-91083 Baiersdorf
Tel. 09133-77980, Fax 09133-779833
Email: info@ukwberichte.com
www.ukw-berichte.de