

# Vortrag zur Diplomarbeit



## X-Band-Verstärker in Microstrip Technik

### T-Verzweigungseffekte

# Gliederung

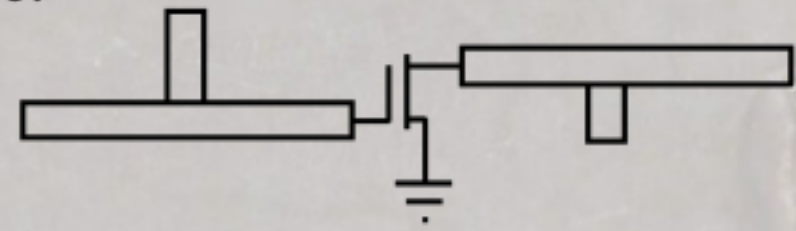


- Motivation
- Untersuchung der T-Verzweigung
- Optimierung der Ausgangsanpass-Schaltung
- Messergebnisse
- Zusammenfassung

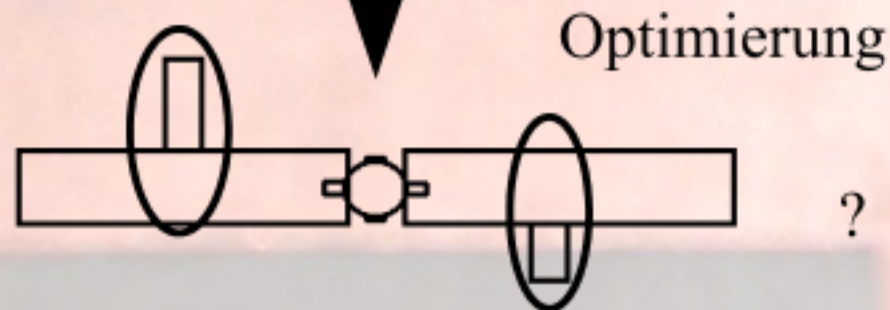
# Motivation

- Designaufgabe: X-Band Verstärker mit T-Verzweigunganpassnetzwerk

Vorgegebene  
Schaltungs—Topologie:



ADS — Aplac



Messung

≠

Simulation

3

# Gliederung



- Motivation
- Untersuchung der T-Verzweigung
  - Simulationen
  - Feldanimation
  - T-Effekt
  - Referenzebenen
- Optimierung der Ausgangsanpass-Schaltung
- Messergebnisse
- Zusammenfassung

# Simulationen der T-Verzweigung



- Zur Untersuchung der T-Verzweigung sind folgende Programme verwendet worden
  - ADS                      Schaltungssimulator
  - Aplac
  - Empire FDTD
  - ADS Momentum                      Feldsimulation
  - HFSS FEM

# Die untersuchten Substrate



Typ	Höhe/mm	$\epsilon_r$ @10GHz
RT Duroid 5870	0.508	2.2
	0.787	
	1.575	
RT Duroid 5880	0.508	2.33
	0.787	
	1.575	
RT Duroid 6010	0.635	10.2
	1.270	

Dimensioniert wurden  
T—Verzweigungen  
mit  
50  $\Omega$  Wellenwiderstand

$$l = \frac{c_0}{4 f \epsilon_{r,eff}^{0.5}}$$



Die Metalldicke beträgt 35  $\mu\text{m}$   
 $f = 10 \text{ GHz}$

# Feldanimation der T-Verzweigung



$|E|$  über der Massefläche

- T in Resonanz
- T bei Transmission

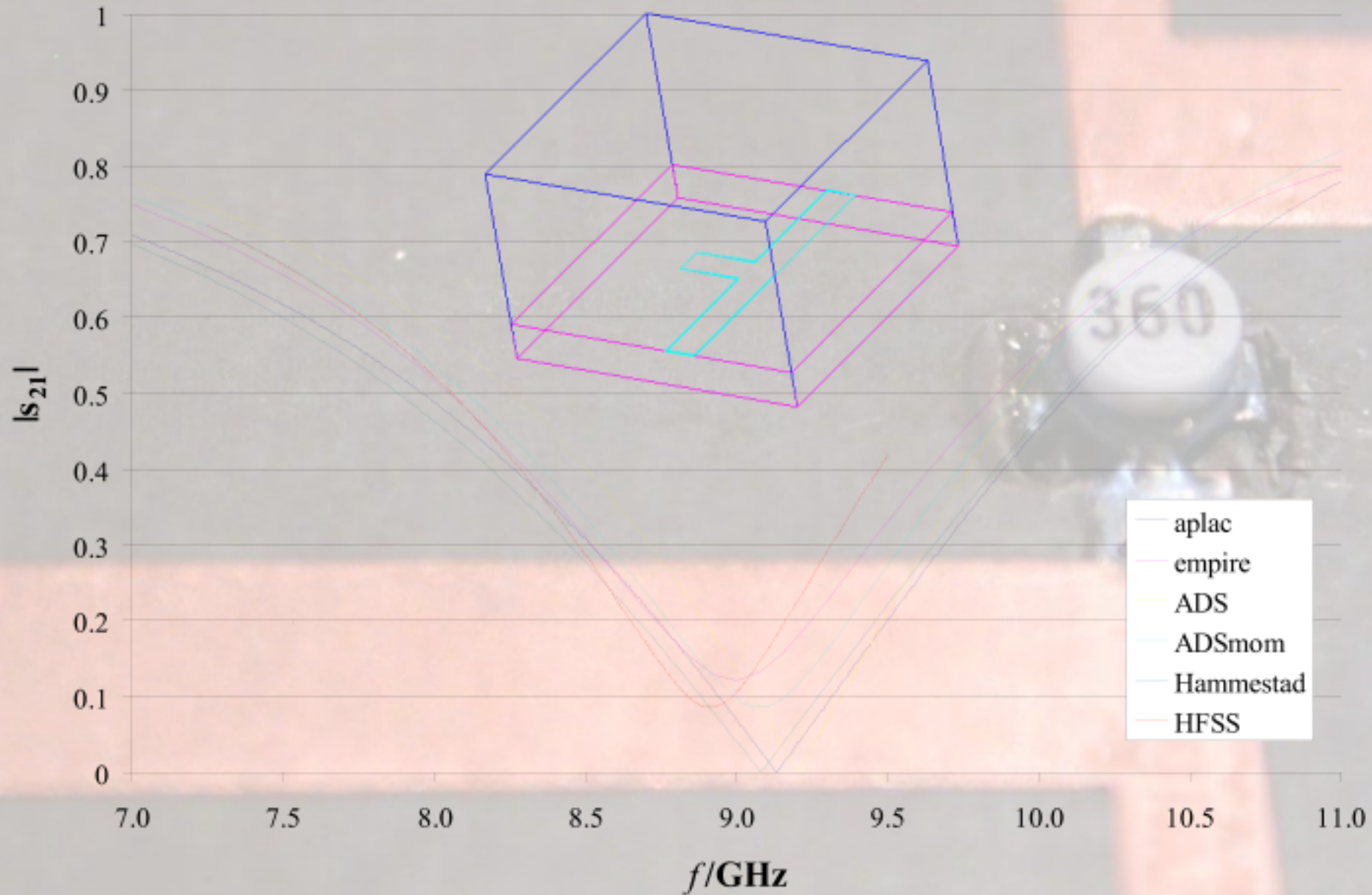


T-Verzweigung in Resonanz



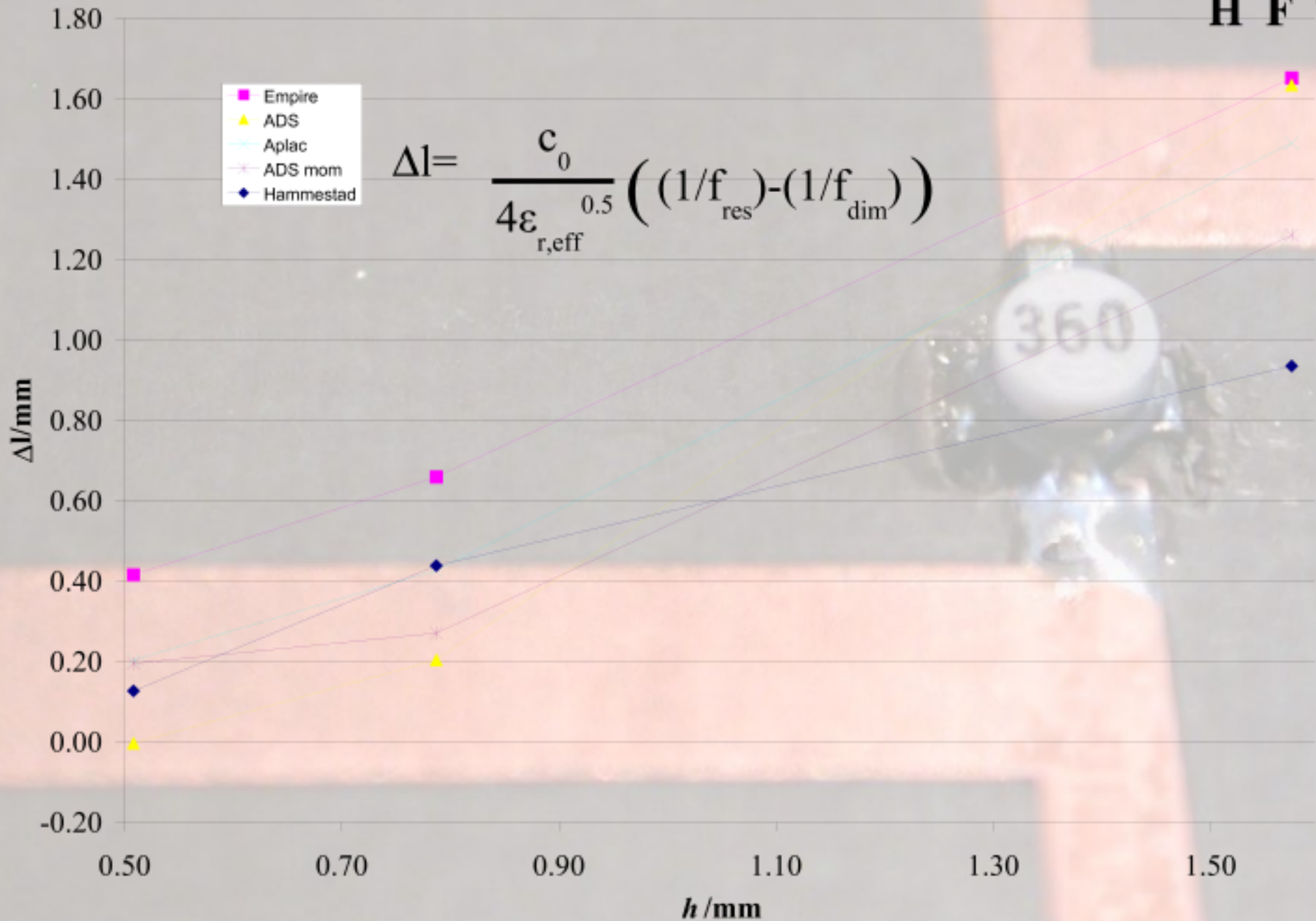
T-Verzweigung bei 12GHz

$H=1.27$  mm  $\epsilon_r=10.2$   $l=2.7$  mm  $w=1.31$  mm





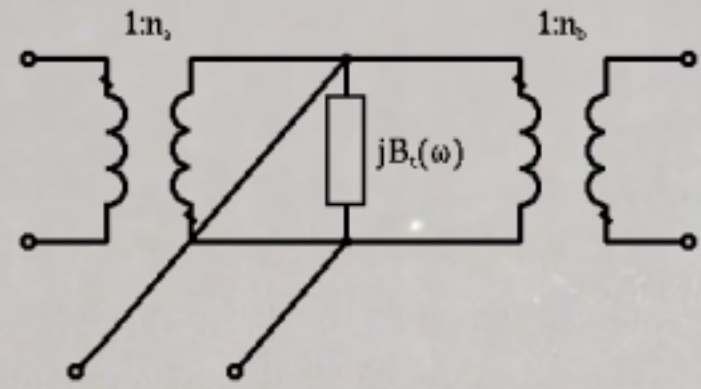
# Referenzebenenversatz



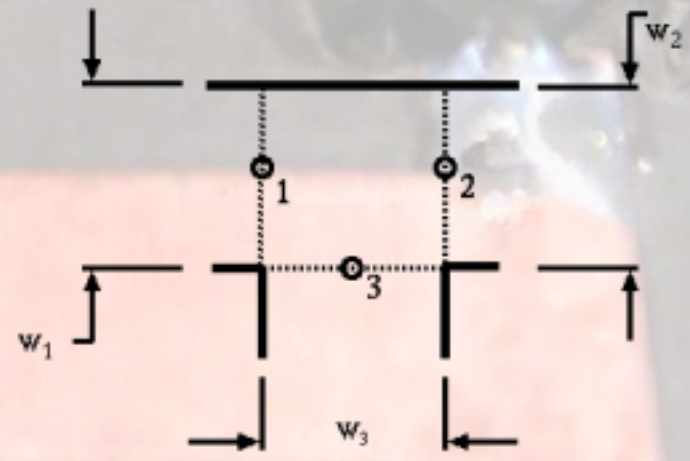
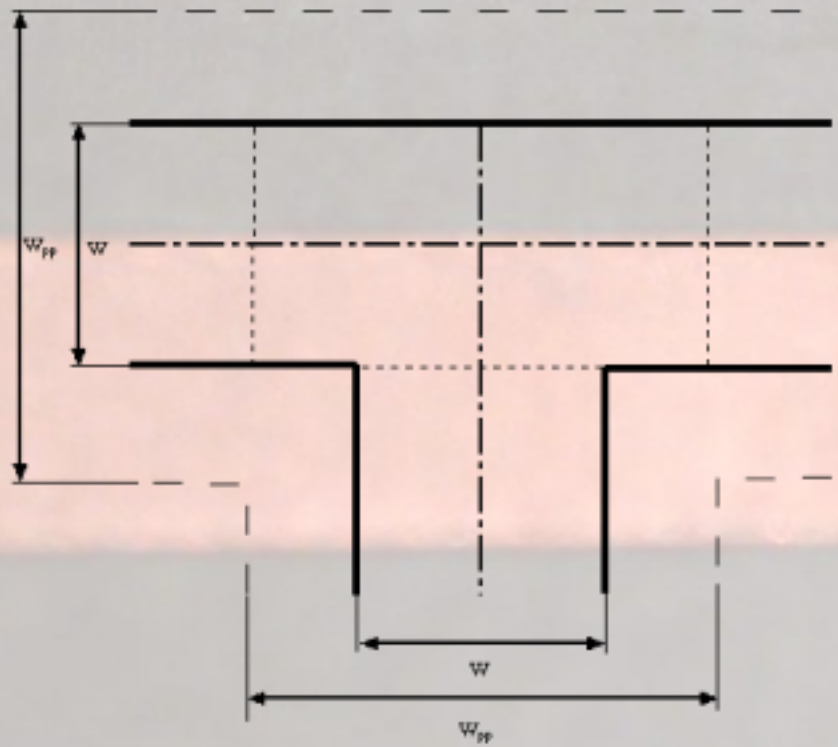
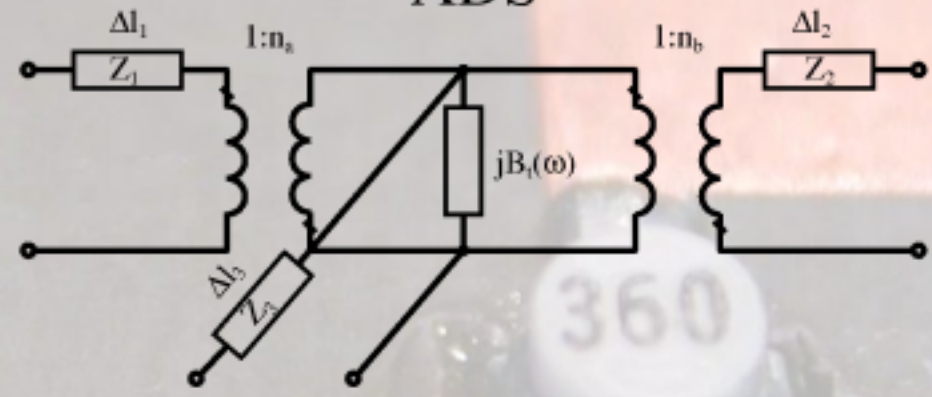
# Die Referenzebenen Längenversatz



Hammerstad

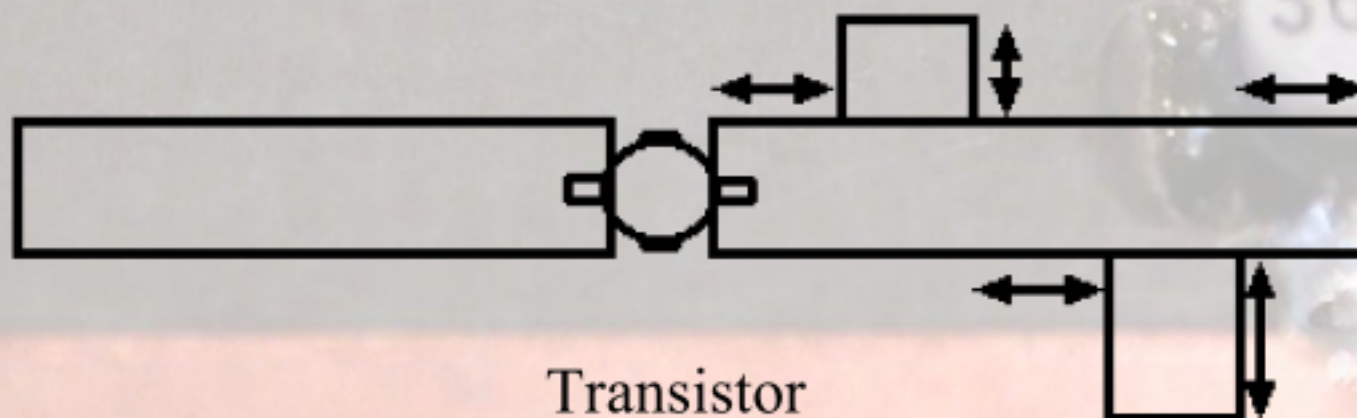


ADS



- Motivation
- Untersuchung der T-Verzweigung
- Optimierung der Ausgangsanpass Schaltung
  - Optimierung
  - Ergebnisse der Optimierung
  - Transformationsweg
  - Sie tatsächlich durchgeführte Optimierung
- Messergebnisse
- Zusammenfassung

# Beispielhafte Optimierung



# Optimierung



**S-PARAMETERS**

S\_Param  
SP1  
CalcS=yes  
CalcNoise=yes  
Freq=10 GHz

**S-PARAMETERS**

S\_Param  
SP2  
Start=8 GHz  
Stop=12 GHz  
CalcNoise=yes

**VAR**

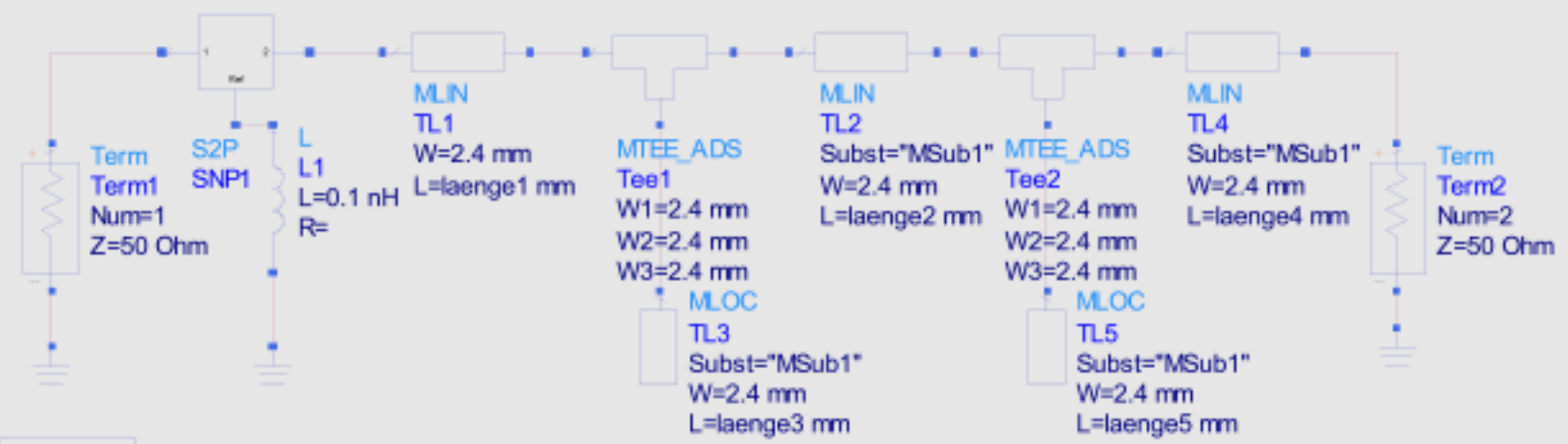
laenge1=2 opt{ 2 to 7 }  
laenge2=2 opt{ .5 to 7 }  
laenge3=2 opt{ 0.5 to 7 }  
laenge4=2 opt{ 2 to 7 }  
laenge5=2 opt{ 0.5 to 7 }

**PwrGain**

PwrGain1  
PwrGain1=pwr\_gain(S,PortZ1,PortZ2)

**MeasEqn**

Meas1  
Meas1=PwrGain1  
Meas2=mag(S(2,2))



**OPTIM**

Optim  
Optim1  
OptimType=Random  
ErrorForm=L2  
MaxIters=100  
FinalAnalysis="SP2"  
NormalizeGoals=yes  
SetBestValues=yes  
SaveOptimVars=no  
UpdateDataset=yes  
SaveNominal=yes  
UseAllOptVars=yes  
UseAllGoals=yes

**MSub**

MSUB  
MSub1  
H=0.787 mm  
Er=2.2  
Mur=1  
Cond=1.0E+50  
Hu=1.0e+033 mm  
T=35 um  
TanD=0.0009  
Rough=2.4 um

**OPTIONS**

Options  
Options1  
Temp=16.85  
Tnom=25  
TopologyCheck=yes  
V\_RelTol=1e-6  
V\_AbsTol=1e-6 V  
I\_RelTol=1e-6  
I\_AbsTol=1e-12 A  
GiveAllWarnings=yes  
MaxWarnings=10

**GOAL**

Goal  
OptimGoal1  
Expr="Meas1"  
SimInstanceName="SP1"  
Min=10  
Max=14  
Weight=  
RangeVar[1]=  
RangeMin[1]=

**GOAL**

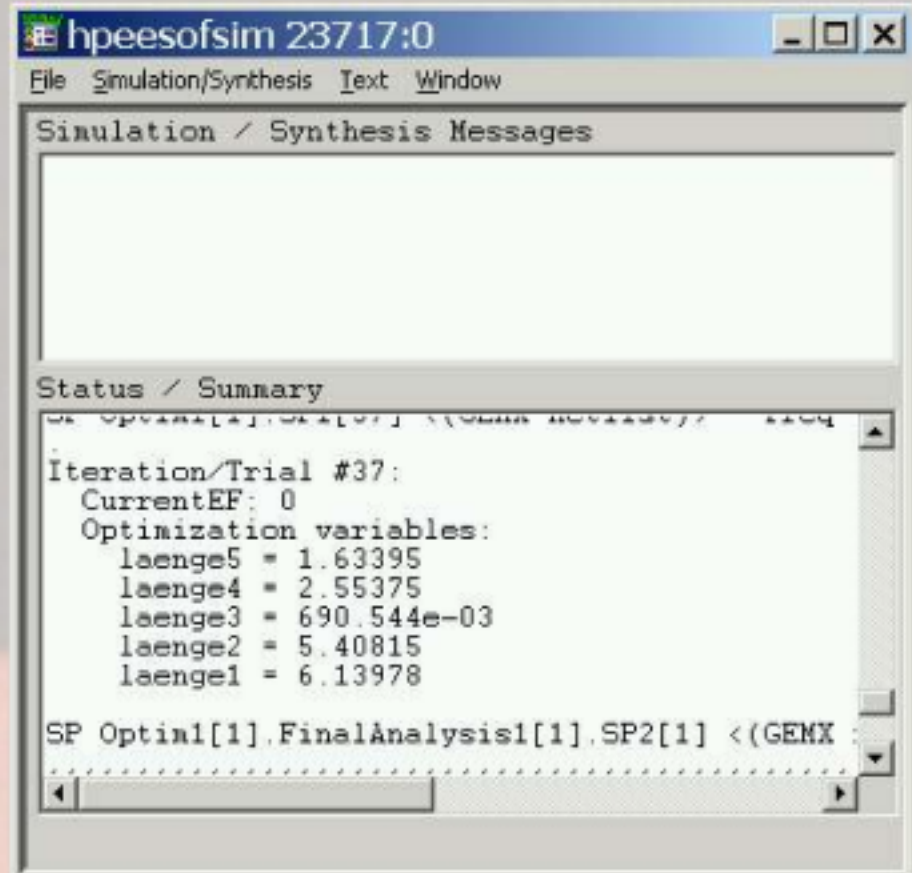
Goal  
OptimGoal2  
Expr="Meas2"  
SimInstanceName="SP1"  
Min=0  
Max=0.03  
Weight=  
RangeVar[1]=  
RangeMin[1]=

# Ergebnis der Optimierung 1

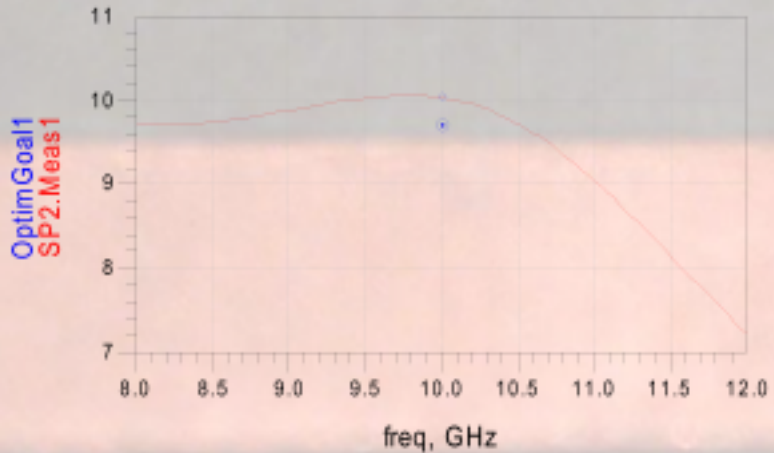
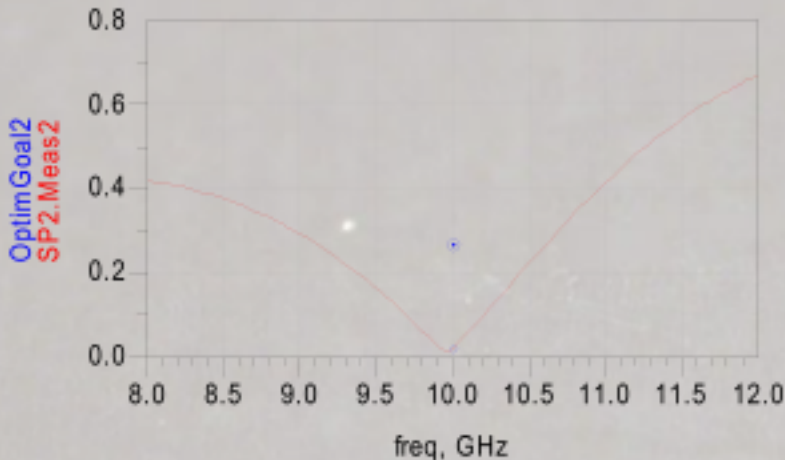


Laenge1~100.8°  
laenge2~90°  
laenge4~42°

Stubleitungen:  
laenge3~11°  
laenge5~27°

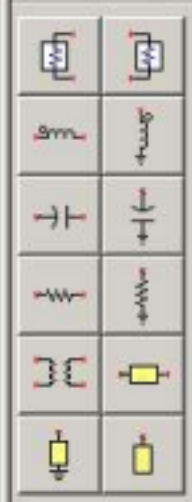
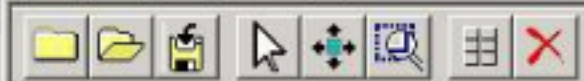


# Ergebnis der Optimierung 2



S(2,2)

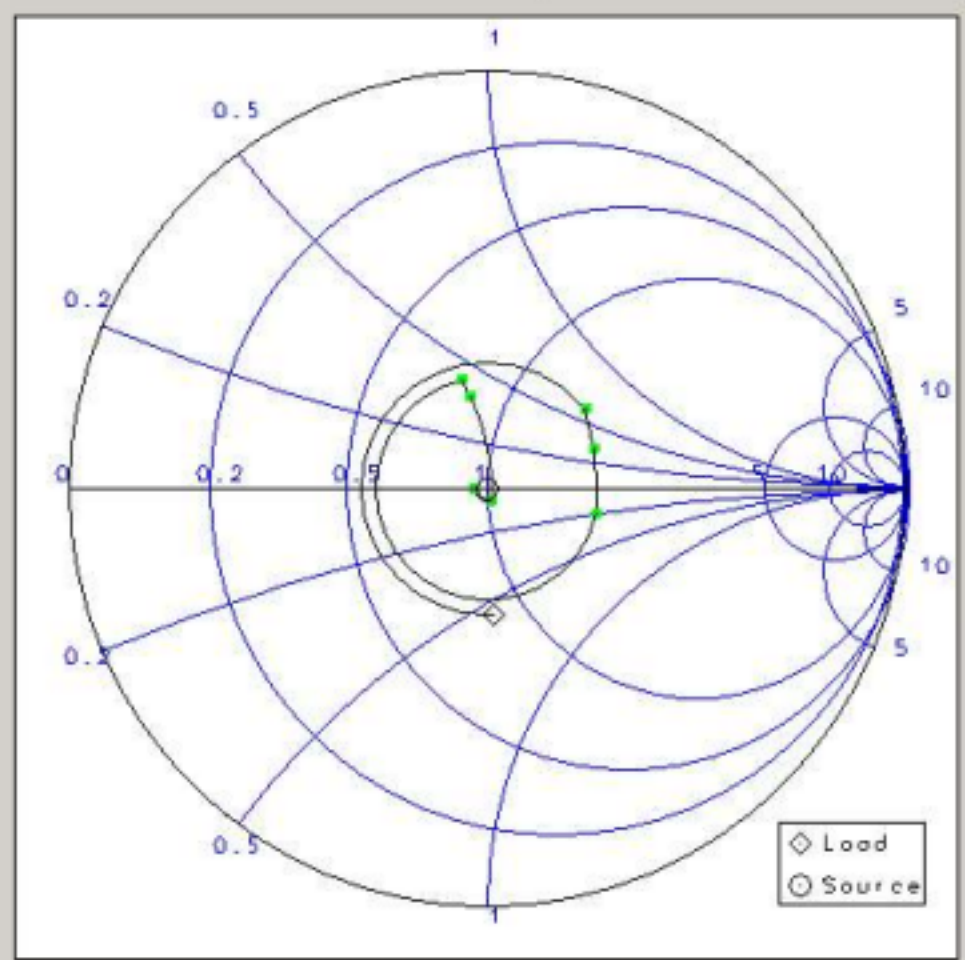
freq (8.000GHz to 12.00GHz)



Set Frequency/Impedance

Current Schematic  
[ RAUSCHANPASSUNG\_PRJ ] 2

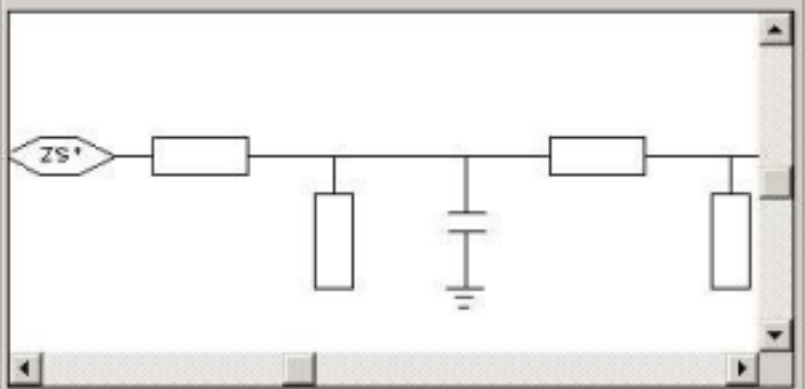
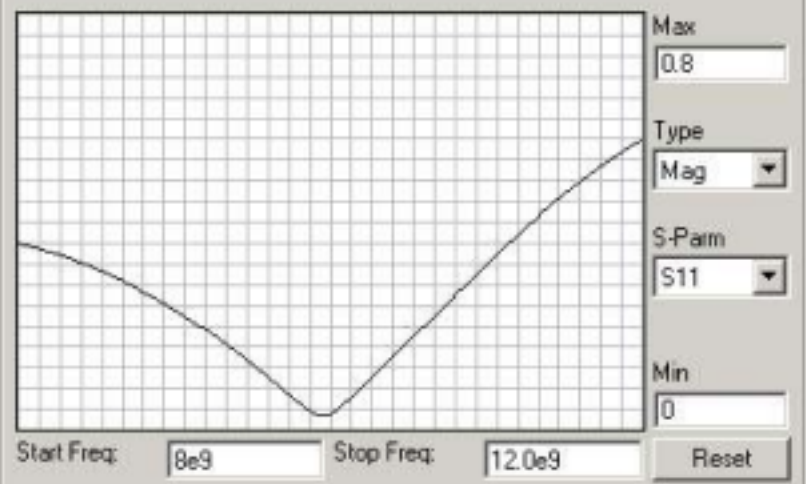
SmartComponent



Gamma: 0.0000 < 0.0000    Z: 1.0000 +i 0.0000

VSWR: 1.0000    Y: 1.0000 +i 0.0000

Circuit Data

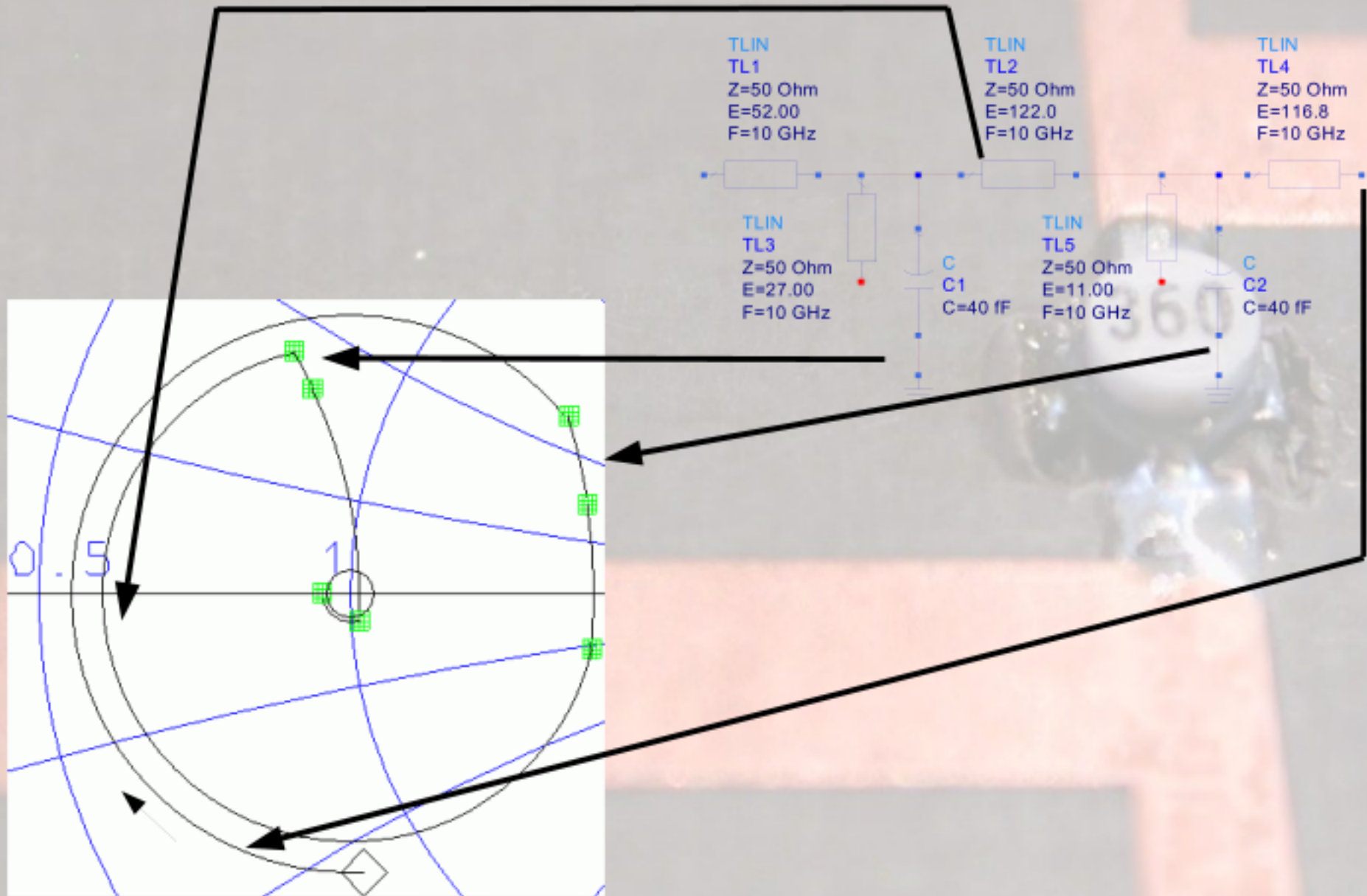


Delete Selected Component

Zo:    Value:    Loss:

Build ADS Circuit    Auto 2-Element Match    Reset    Close





# Die reale Optimierung

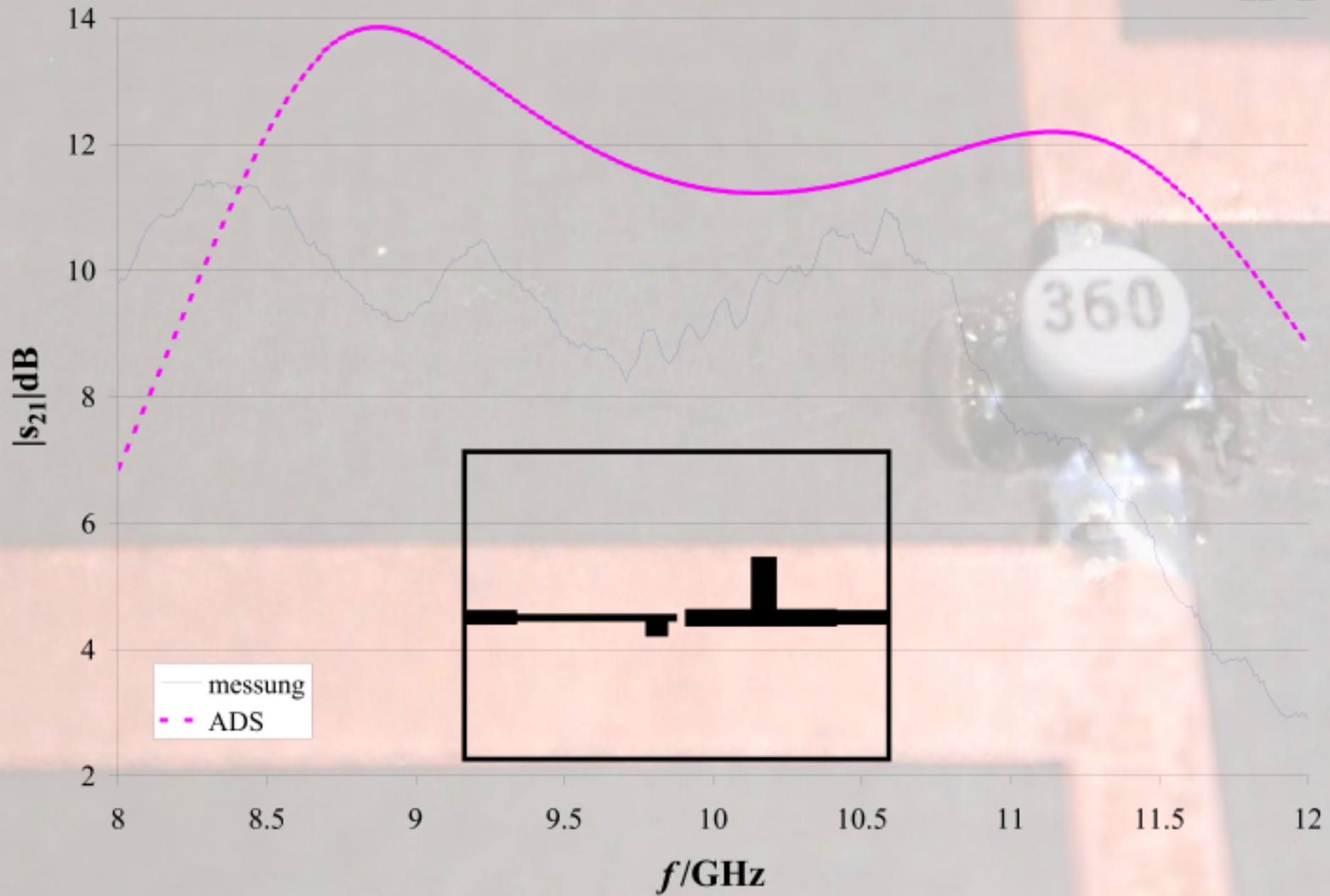
- Transistor: ATF 36077
- Optimiert wurde auf:
  - minimales  $M = \frac{F-1}{1-1/G}$
  - kleines  $|s_{11}|$
  - kleines  $|s_{22}|$
- variiert wurden :
  - 6 Leitungslängen und 4 Leitungsweiten
- Bis zu 8 verschiedene Zielfunktionen
- diverse Optimierungsalgorithmen

Bei einer Frequenz

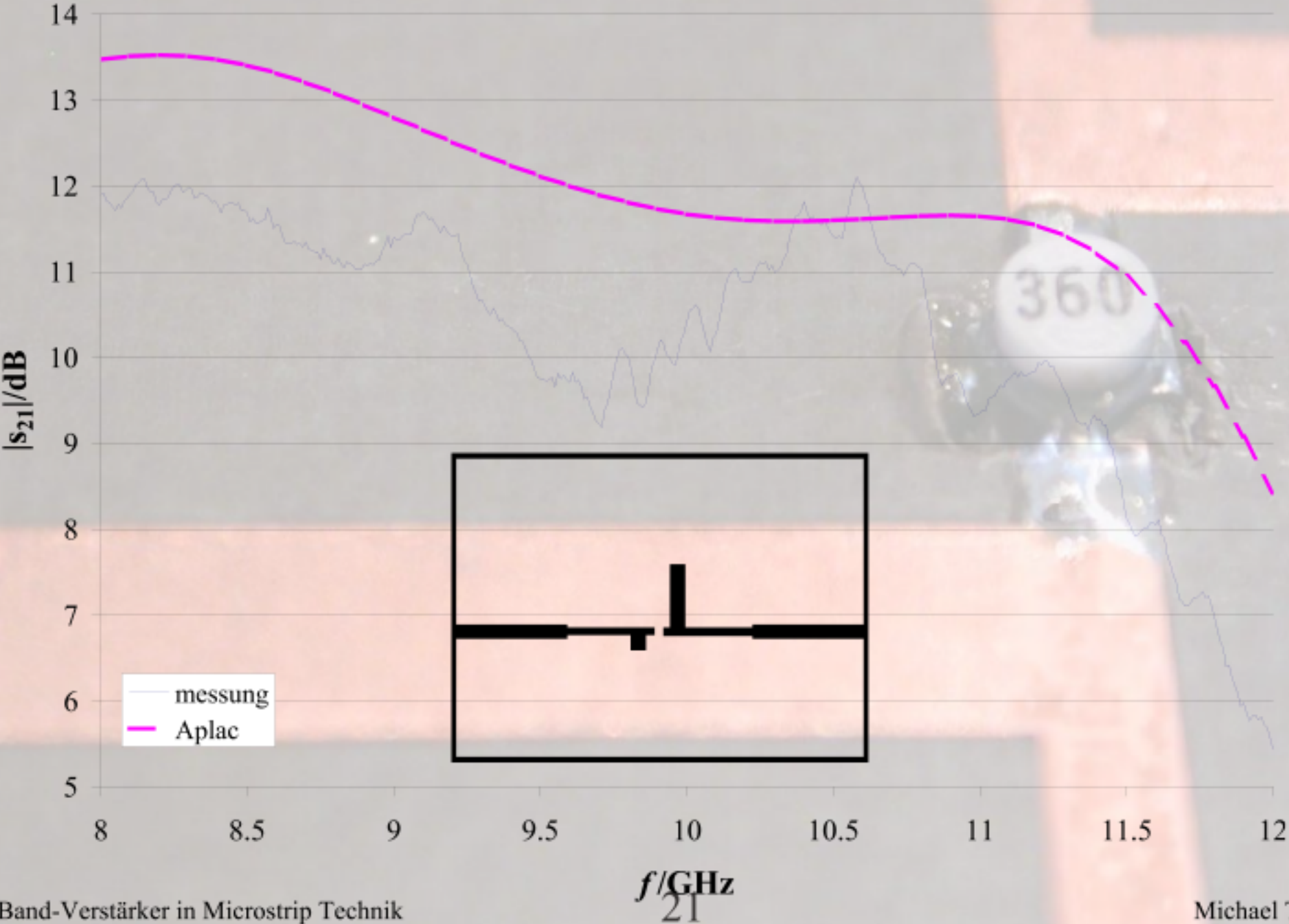
von 9 GHz - 11 GHz

- Motivation
- Untersuchung der T-Verzweigung
- Optimierung der Ausgangsanpass Schaltung
- Ergebnisse
  - Aplan Design
  - ADS Design
- Zusammenfassung

# Realisierung mit ADS



# Realisierung mit Aplac



# Zusammenfassung



- T—Verzweigungen wurden mit verschiedenen Simulationstools untersucht
- Nicht Tollerierbare Abweichungen im ADS Schaltungssimulator wurden auf einen nicht korrekten Referenzebenensicht zurückgeführt
- Beispielhafte Optimierung eines Ausgangsanpassnetzwerkes in ADS wurde durchgeführt
- Reale Optimierung mit ADS und Aplaac
  - Design der Optimierten Verstärker
- Auswertung/Ergebnisse der Verstärkerschaltungen
  - Frequenzshift im ADS Design um 500 MHz



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit