



# Bachelor-Arbeit

Thema: **Entwicklung eines Reaktanz-Netzwerks zur Steigerung der Anpassungsbandbreite einer rechteckigen Planarantenne**

Verfasser: Kristina Katzschke

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Klaus Werner Kark (HS Ravensburg-Weingarten)  
Prof. Dr.-Ing. Siegfried Osterrieder (HS Ravensburg-Weingarten)

Zum Verfasser

Kristina Katzschke  
geb. 18. April 1988  
in Leutkirch im Allgäu

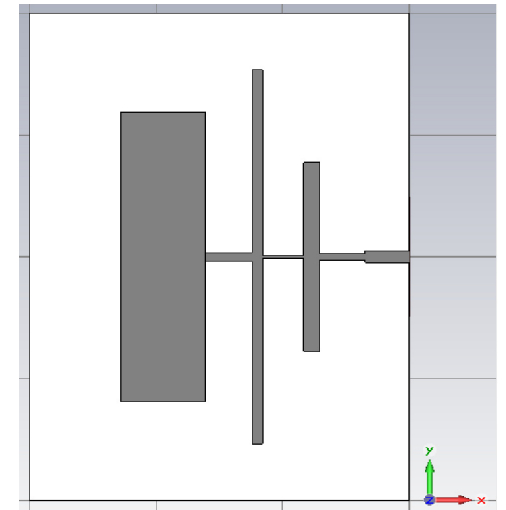


2004 – 2007 Technisches Gymnasium an der GWS Leutkirch  
2008 – 2012 Studium der Elektrotechnik und Kommunikationstechnik an der Hochschule Ravensburg-Weingarten

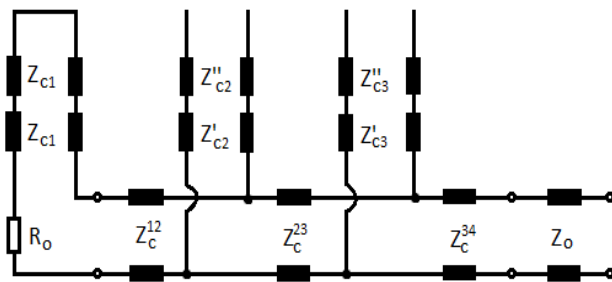
## Aufgabenstellung

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, durch ein Anpassungs-Netzwerk die Bandbreite einer rechteckigen Patch- oder Streifenleiterantenne zu verbessern. Die Eingangsimpedanz soll mithilfe eines Vorschaltnetzwerks an die Antenne angepasst werden um geringe Reflexionen und eine hohe Anpassung zu erhalten und so eine verbesserte Übertragung zu gewährleisten. Als Anpassungs-Netzwerk soll eine Streifenleiterbahn dienen, die abwechselnd schmalere und breitere Abschnitte besitzt. Zu Beginn werden fünf Abschnitte gewählt, je nach Verbesserung sind auch höhere oder niedrigere Ordnungen zu testen. Es wird eine Steigerung der Bandbreite um den Faktor drei bis vier erwartet. Numerische Ergebnisse aus [Pues] sollen überprüft und nachoptimiert werden.

[Pues] H. F. Pues und A.R. Van de Capelle: „An Impedance-Matching Technique for Increasing the Bandwidth of Microstrip Antennas“, in: IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 37, No. 11, November 1989, S. 1345-1354)



Patch mit Anpassungsnetzwerk



Übertragungsreihe des Anpassungsnetzwerks

	Breite / mm	Länge / mm
1. Leitungsabschnitt	2,56396	17,7701
2. Leitungsabschnitt	77,5053	6,60117
3. Leitungsabschnitt	0,969757	16,0762
4. Leitungsabschnitt	153,229	4,07576
5. Leitungsabschnitt	3,66092	18,6586

Werte des Anpassungsnetzwerks

## Ergebnisse

Mit der direkten Zuführung erhält man eine Bandbreite von 2,9%. Mit dem 5-teiligen Anpassungsnetzwerk aus [Pues] kann diese Bandbreite nur um den Faktor 1,1 auf 3,2% gesteigert werden. Nach der Fano-Formel sollte aber eine Steigerung um den Faktor

$$F = \frac{\pi \sqrt{s}}{s-1} \left( \ln \frac{s+1}{s-1} \right)^{-1} \quad \text{mit } s = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|}$$

möglich sein. Die -8,8dB-Bandbreite mit  $s=2,14$  sollte sich also (bei optimaler Anpassung) um  $F=4$  auf ca. 11,6% steigern lassen. Dabei werden Kantenbeugung und Verlusteffekte nicht berücksichtigt. Ein 3- bzw. 7-teiliges Anpassungsnetzwerk führt zur Verringerung der Bandbreite. Auch das 5-teilige Anpassungsnetzwerk, das mit den [Pues] angegebenen Werten berechnet wurde, bringt keine Verbesserung. Im Gegenteil, hier findet eine totale Fehlanpassung statt.

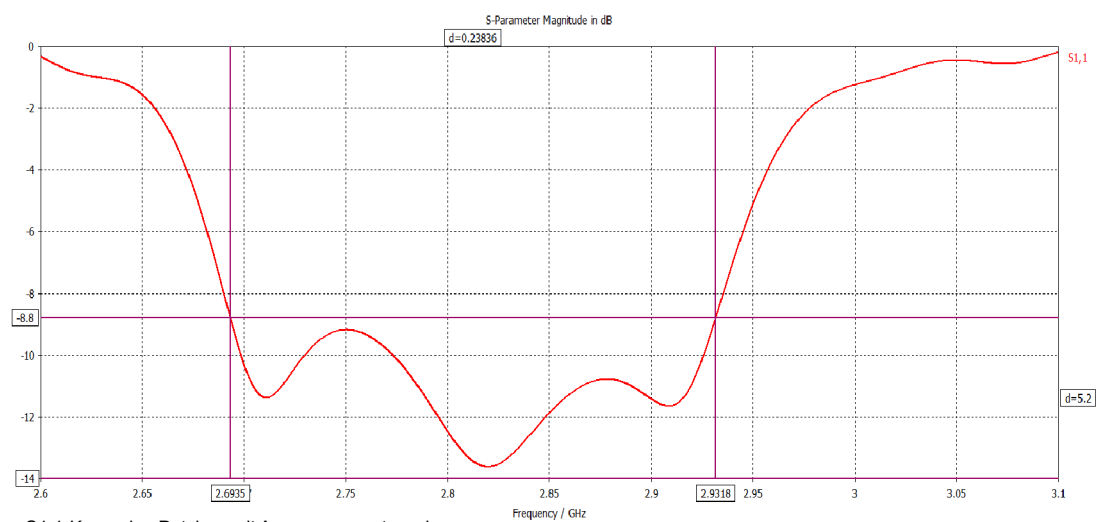
Nach der Optimierung des 5-teiligen Anpassungsnetzwerks konnte hier aber eine Bandbreite von 8,453% erreicht. Somit wurde eine Steigerung um den Faktor 2,9 erzielt. Damit hat sich eine deutliche Verbesserung der Bandbreite und eine Steigerung der Anpassung ergeben. Der realized Gain der Struktur beträgt 9,554 dB.

## Durchführung

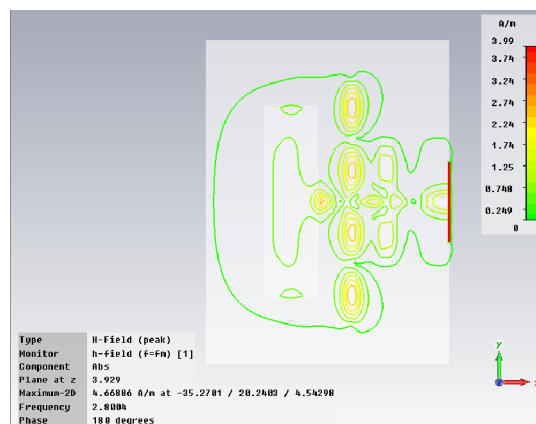
Als Methode zur Verbesserung der Bandbreite der Patch-Antenne wird ein Anpassungsnetzwerk entworfen. Dazu stehen zwei Methoden zur Auswahl. Bei der ersten wurden die Werte aus H. F. Pues's Skizze heraus gemessen und mit Hilfe der Angaben zum Substrat angepasst. Die Breite der Speiseleitung wurde so eingestellt, dass die Eingangsimpedanz 50  $\Omega$  beträgt. Die Länge des Patches wurde abhängig von der Resonanzfrequenz bestimmt. Die resultierenden Abmessungen wurden auf Netzwerke mit 1, 2 und 3 Stubs übertragen. 2 Stubs erzielten das beste Ergebnis.

Bei der zweiten Methode werden die Längen und Breiten des Anpassungsnetzwerks mit den von H. F. Pues angegebenen Widerständen ( $Z_0 = 50 \Omega$ ;  $Z_{C34} = 72,28 \Omega$ ;  $Z'_{C3} = Z''_{C3} = 25,33 \Omega$ ;  $Z_{C23} = 130 \Omega$ ;  $Z'_{C2} = Z''_{C2} = 25,78 \Omega$ ;  $Z_{C12} = 65,72 \Omega$ ;  $Z_{C1} = 3,39 \Omega$ ) berechnet.

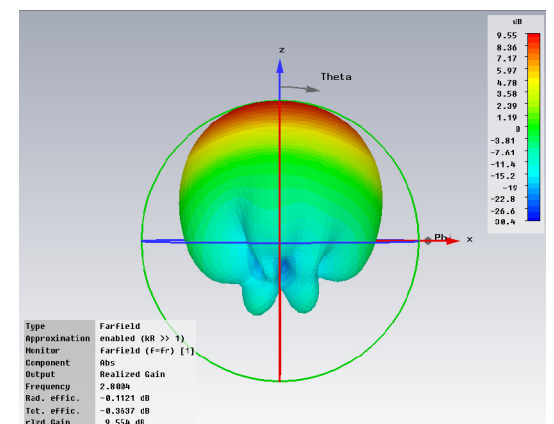
Die erste Methode weist deutlich bessere Ergebnisse auf. Die Abmessungen dieses Netzwerks wurden mittels ParameterSweep und Optimizer noch weiter verbessert.



S1,1-Kurve des Patches mit Anpassungsnetzwerk



Isoline-Darstellung des Patches mit Anpassungsnetzwerk



Farfield des Patches mit Anpassungsnetzwerk