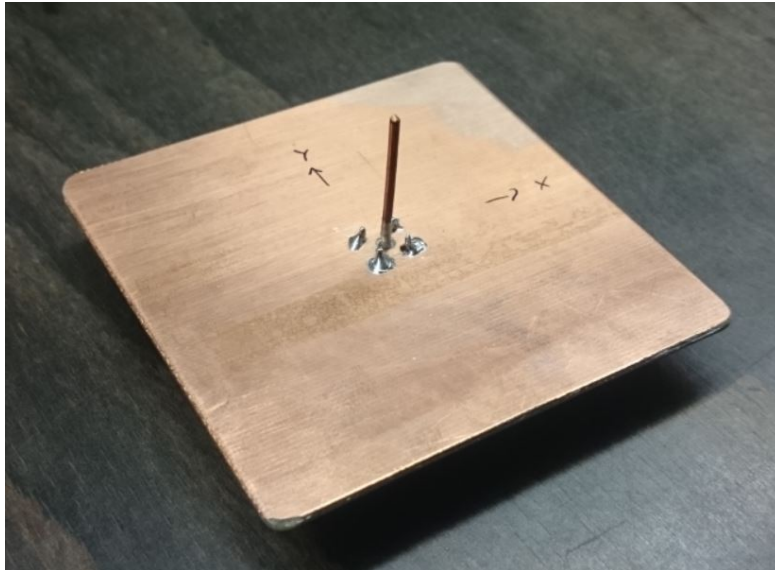


HOCHSCHULE LUZERN

EMANT LABORBERICHT 1

# Monopol Antenne

*Markus Birrer*



*Datum Messungen: 4. Mai 2017*

## Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche verwendeten Textauschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Horw, 14. Mai 2017

Unterschrift:

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einführung</b>	<b>2</b>
2.1	Designfrequenz . . . . .	2
2.2	Berechnungen . . . . .	2
2.3	Koordinatensystem . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Experimentelles</b>	<b>2</b>
3.1	Verwendete Messgeräte . . . . .	2
3.2	Simulation . . . . .	3
3.3	Simulationsergebnisse . . . . .	3
3.4	Versuchsablauf . . . . .	3
3.4.1	Netzwerkanalyser . . . . .	4
3.4.2	Linear Scanner . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Resultate</b>	<b>6</b>
4.1	Messung mit dem Netzwerkanalyser . . . . .	6
4.2	Messung mit dem Linearscanner . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Diskussion/Analyse</b>	<b>8</b>

## 1 Zusammenfassung

Dieser Bericht behandelt das Entwickeln, Simulieren und Ausmessen einer Monopolantenne. Zweck der Aufgabenstellung war Erfahrungen in der Handhabung der verschiedenen Tools zu gewinnen. Dazu gehört die Simulationssoftware EMPIRE, das Kalibrieren und Messen mit dem Netzwerkanalyser und das Ausmessen mit dem Linear Scanner.

Die Designfrequenz der Monopolantenne beträgt 2.75 GHz. Mittels der Simulationsoftware EMPIRE wurde das mechanische Design so verändert, dass die Parameter die gewünschten Anforderungen erfüllen. Insbesondere der Reflexionskoeffizient S11 sollte einen möglichst tiefen Wert erreichen bei der Designfrequenz.

Nach der Produktion wurde die Antenne als erstes mit dem Netzwerkanalyser ausgemessen. Die Antenne zeigte im Ansatz das gewünschte Verhalten. Die effektive Resonanzfrequenz lag leicht höher und der Reflexionskoeffizient S11 war nicht ganz so gut, wie simuliert.

Anschliessend wurde noch eine Messung durchgeführt betreffend Abstrahlcharakteristik. Dabei zeigte die Antenne das erwartete Verhalten in der Form eines Apfels.

## 2 Einführung

### 2.1 Designfrequenz

Als erstes wurde die Designfrequenz gewählt. Gewählt wurde: 2.75GHz

### 2.2 Berechnungen

Danach erfolgten Berechnungen zur Länge der Monopolantenne und zur Grösse der Platine. Diese Werte wurden Mithilfe von Excel berechnet:

Wellenlänge:

$$\lambda = \frac{c}{f} = 109 \text{ mm}$$

$$\frac{\lambda}{4} = 27.2 \text{ mm}$$

Aussenmasse der Platine: Bei den Aussenmassen der Platine ist ein Fehler unterlaufen. Gemäss Aufgabenstellung sollte die Diagonale der GND-Plane  $\frac{\lambda}{\sqrt{2}}$  betragen. Dies entspricht bei der gewählten Designfrequenz 77 mm. Aus Versehen wurde eine Kantenlänge von 77 mm gewählt.

### 2.3 Koordinatensystem

Um sich besser zurechtzufinden, ist hier nochmals das Koordinatensystem mit den Winkel abgebildet. [Joss.M, 2017, Elektromagnetische Felder und Antennen, Seite 8]

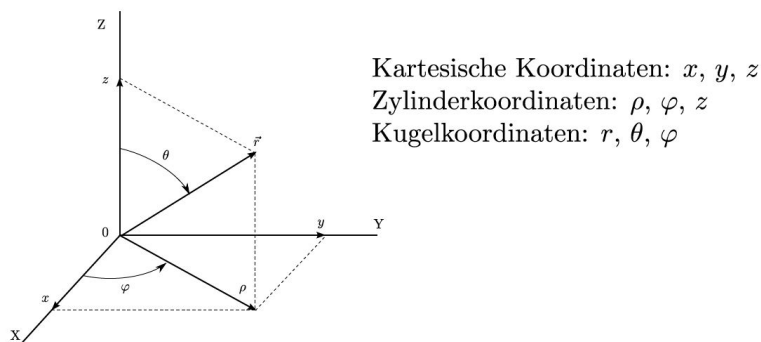


Abbildung 1: Koordinatensysteme

## 3 Experimentelles

### 3.1 Verwendete Messgeräte

Messgerät	Inventarnr.
Netzwerkanalyzer	342
Starlab	??

Tabelle 1: Liste mit den verwendeten Messgeräten

### 3.2 Simulation

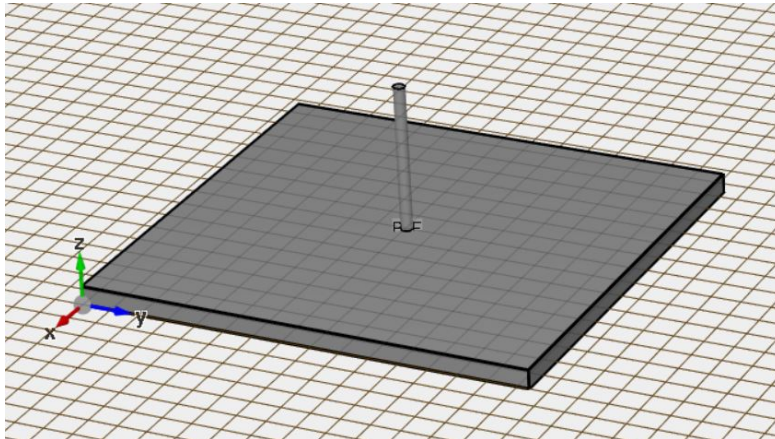


Abbildung 2: 3D-Darstellung der Platine

### 3.3 Simulationsergebnisse

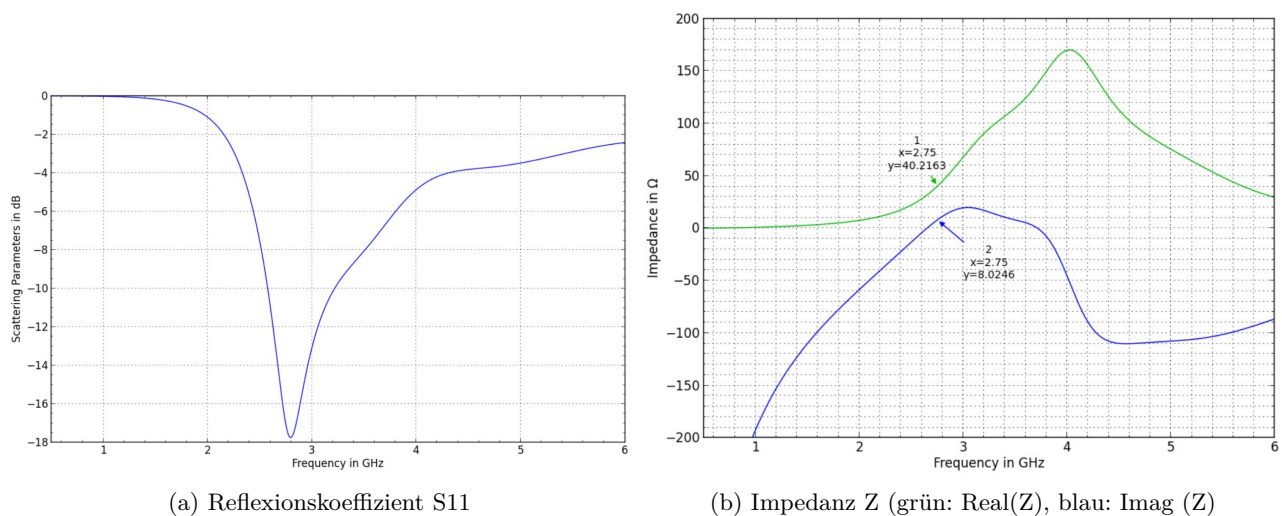
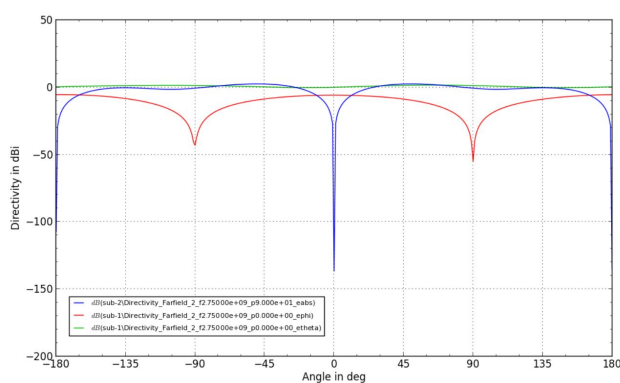


Abbildung 3: Simulation der Parameter

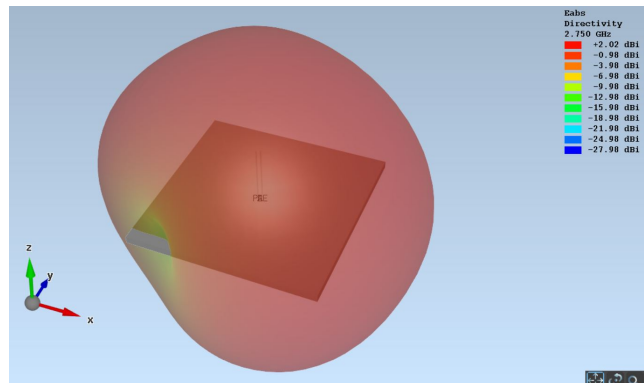
Die graphische Simulation des Fernfeldes ist misslungen. Die Punkte mit schwachem Feld sollten oberhalb und unterhalb des Monopols liegen. Stattdessen liegen sie in der horizontalen Ebene. Der Fehler für die fehlerhafte Darstellung konnte nicht gefunden werden. Sehr wahrscheinlich liegt es an einer falschen Einstellung im Simulationsprogramm.

### 3.4 Versuchsablauf

Nachfolgend ist beschrieben wie die Messungen durchgeführt werden.



(a) Fernfeld im Diagramm



(b) Fernfeld graphisch

Abbildung 4: Fernfeld-Simulationen

### 3.4.1 Netzwerkanalyser

**Kalibrierung** Vor der eigentlichen Messung gilt es den Netzwerkanalyser zu kalibrieren. Dafür gibt es spezielle Messwiderstände. Im Umgang mit den Koaxialkabeln gilt es zu beachten, dass diese möglichst wenig gebogen werden. Auch müssen die Kabel mit einem bestimmten Drehmoment angeschlossen werden. Dazu steht ein spezifischer Drehmomentschlüssel zur Verfügung. Das Kabel und die Widerstände sollen so platziert werden, dass sie eine gewisse Distanz zu anderen Gegenständen aufweisen.

Der Netzwerkanalyser verfügt über ein Menü (Taste CAL), welches den Anwender durch den Kalibrierungsprozess führt.

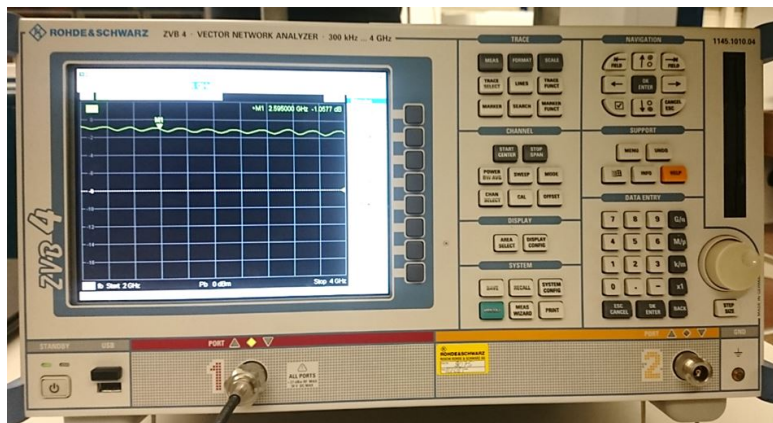


Abbildung 5: Netzwerkanalyser

### Return-Loss-Messung

Nach dem Kalibrieren geht es darum die eigentliche Messung durchzuführen. Dazu wird die Monopolantenne ans Kabel angeschlossen. Über die Tasten PRES, MEAS gelangt man in das richtige Menü. Es handelt sich um eine Return-Loss Messung (S11). Bevor das/die Bilder der Messung exportiert werden, empfiehlt es sich einen oder mehrere Marker zu setzen.

### 3.4.2 Linear Scanner

Mit dem Linear Scanner von StarLab kann die Richtstrahlcharakteristik von Antennen bestimmt werden. Es ist wärmstens empfohlen vor dem Montieren des DUT's diesen zu markieren betreffend Achsen (Beispiel; siehe Titelbild). Wenn man vor dem Starlab steht, zeigt die x-Achse nach rechts und die y-Achse nach hinten (ins Gerät hinein). Nach dem Montieren des DUT's kann die Messöffnung mit den beiden mobilen Stellwänden verschlossen werden.

Auf dem BedienPC werden zwei Programme benötigt. Zum einen das Programm SPM, mit welchem die eigentliche Messung durchgeführt wird. Zum anderen das Programm SatEnv, welches die Datenauswertung vornimmt. Nach der Messung können die Daten vom SPM in ein neues Projekt des SatEnv exportiert werden. Betreffend dem Vorgehen der Datenauswertung im SatEnv liegt eine detaillierte Bedienungsanleitung vor.

## 4 Resultate

### 4.1 Messung mit dem Netzwerkanalyser

Bei der ersten Messung des Reflexionskoeffizienten (S11) wurde der tiefste Wert bei einer Frequenz unterhalb von der Designfrequenz 2.75 GHz erreicht. Durch manuelles Verkürzen des Monopols in mehreren Schritten konnte die Frequenz erhöht werden. Es wurde schlussendlich ein bisschen zu viel abgeschnitten, die Antenne ist ein bisschen zu kurz geraten. Die geringste Reflexion wird bei ca. 2.875 GHz erreicht.

Der S11-Wert von -13.8dB ist nicht enorm gut, aber doch respektabel für einen ersten Entwurf.

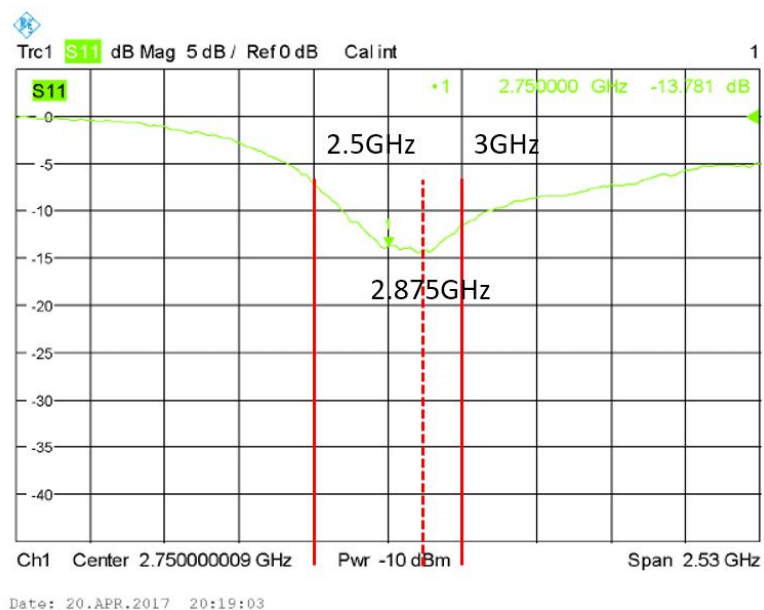
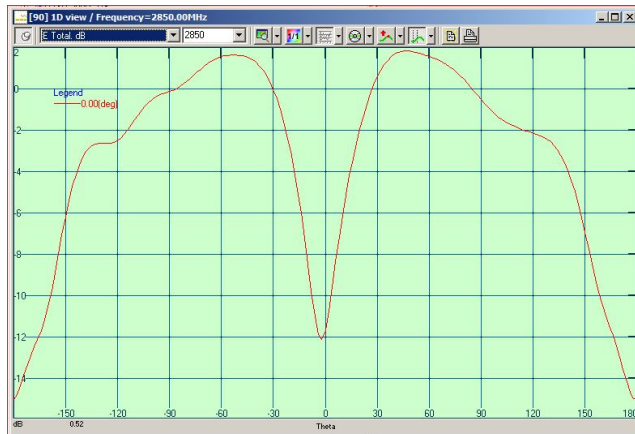


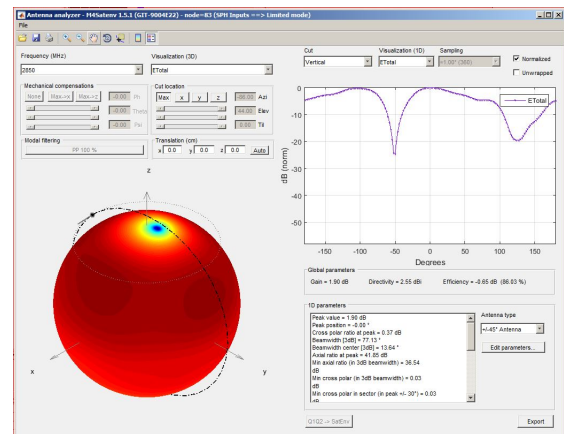
Abbildung 6: Messung des Reflexionskoeffizienten S11

## 4.2 Messung mit dem Linearscanner

Es wurde die Messung bei der Frequenz von 2.85 GHz ausgewertet. Dies weil die Messung mit dem Netzwerkanalyzer bei dieser Frequenz den geringsten Reflektionsfaktor zeigte. Das Resultat entspricht den Erwartungen. Die 3D-Grafik zeigt eine "apfelförmige" Abstrahlcharakteristik.



(a) Fernfeld geschnitten in der xz-Ebene ( $\phi = 0^\circ$ )



(b) Fernfeld graphisch

Abbildung 7: Fernfeld Messungen

Der maximale Antennengewinn beträgt 1.9dB beim Punkt mit den Winkeln  $\phi = 0^\circ$  und  $\theta$  ca.  $45^\circ$



## 5 Diskussion/Analyse

Es konnte eine Monopol-Antenne produziert werden, welche das Verhalten einer Monopol-Antenne zeigt. Die Performance der Antenne ist nicht sonderlich gut, aber liegt in der Toleranz für einen ersten Entwurf.