



Thema: Analyse und Aufbau zweidimensionaler Patchantennen mit geschwenkter Hauptkeule

Verfasser: Stefan Dennig

Studiengang: Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachrichtung: Kommunikationstechnik

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Klaus Werner Kark  
Prof. Dr.-Ing. Siegfried Osterrieder

Stefan Dennig  
geb. am 23.03.1993

2012 Abitur an der  
Claude-Dornier-Schule  
Friedrichshafen

2012-2016 Bachelor  
of Engineering (Elektrotechnik und  
Informationstechnik) an der Hochschule  
Ravensburg-Weingarten



**Aufgabenstellung:** In dieser Arbeit wird die Analyse von Antennengruppen betrachtet. Hierbei liegt das Hauptaugenmerk auf sogenannten Patchantennen. Im weiteren wurde die Möglichkeit der Strahlschwenkung untersucht. Im Zuge dieser Thesis entstand ein Antennensystem zur Messung eben dieser Strahlschwenkung.

**Patchantenne:** Die dem Aufbau zugrundeliegende Antenne ist ein Inset gespeistes Patch. Ihre Betriebsfrequenz liegt bei 9.7GHz. Der Entwurf wurde mit Hilfe von CST Microwave Studio optimiert. Die Maße der Patchantenne können Abbildung 1 entnommen werden. Das verwendete Substrat ist R04350B ( $\epsilon_r = 3.48$ ) mit einer Substrathöhe von 1.524mm.

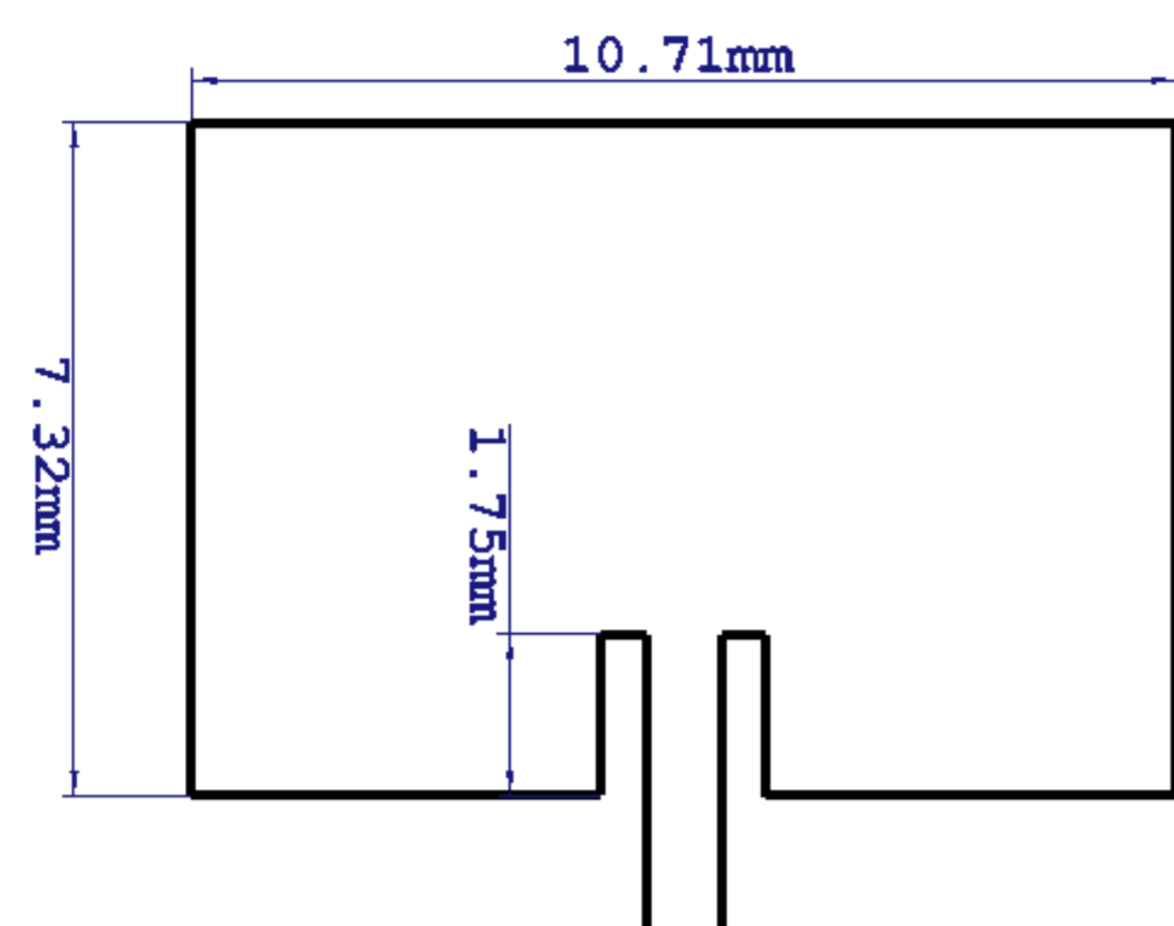


Abbildung 1: Verwendete Patchantenne

**Patch-Array:** Das parallel gespeiste Array bildet die Grundlage für das Antennensystem. Dieses Array besteht aus acht Inset gespeisten Patchantennen. Diese Antennengruppe bildet das Element, welches zur Strahlschwenkung eingesetzt wird. Zur Anpassung der Impedanzen wurden mehrere  $\lambda/4$  Transformatoren zwischen den Strahlern eingefügt.

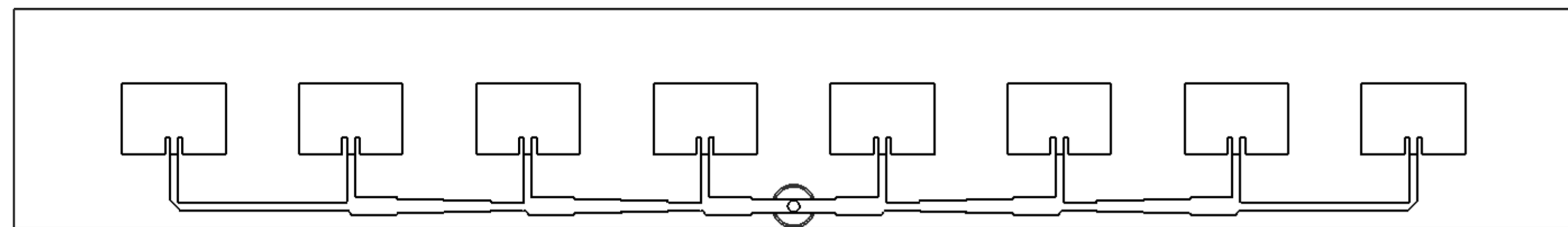


Abbildung 2: Parallel gespeistes Patchantennen Array

**Der Aufbau:** Das hier entstandene Antennensystem besteht aus einer Antennenapertur und einem Speisetzwerk. Dazwischen sind digitale Phasenschieber angebracht. Mit deren Hilfe wird die elementweise Phase  $\delta_n$  geändert. Die Apertur selbst besteht aus 6 aneinander gereihten Patch-Arrays.

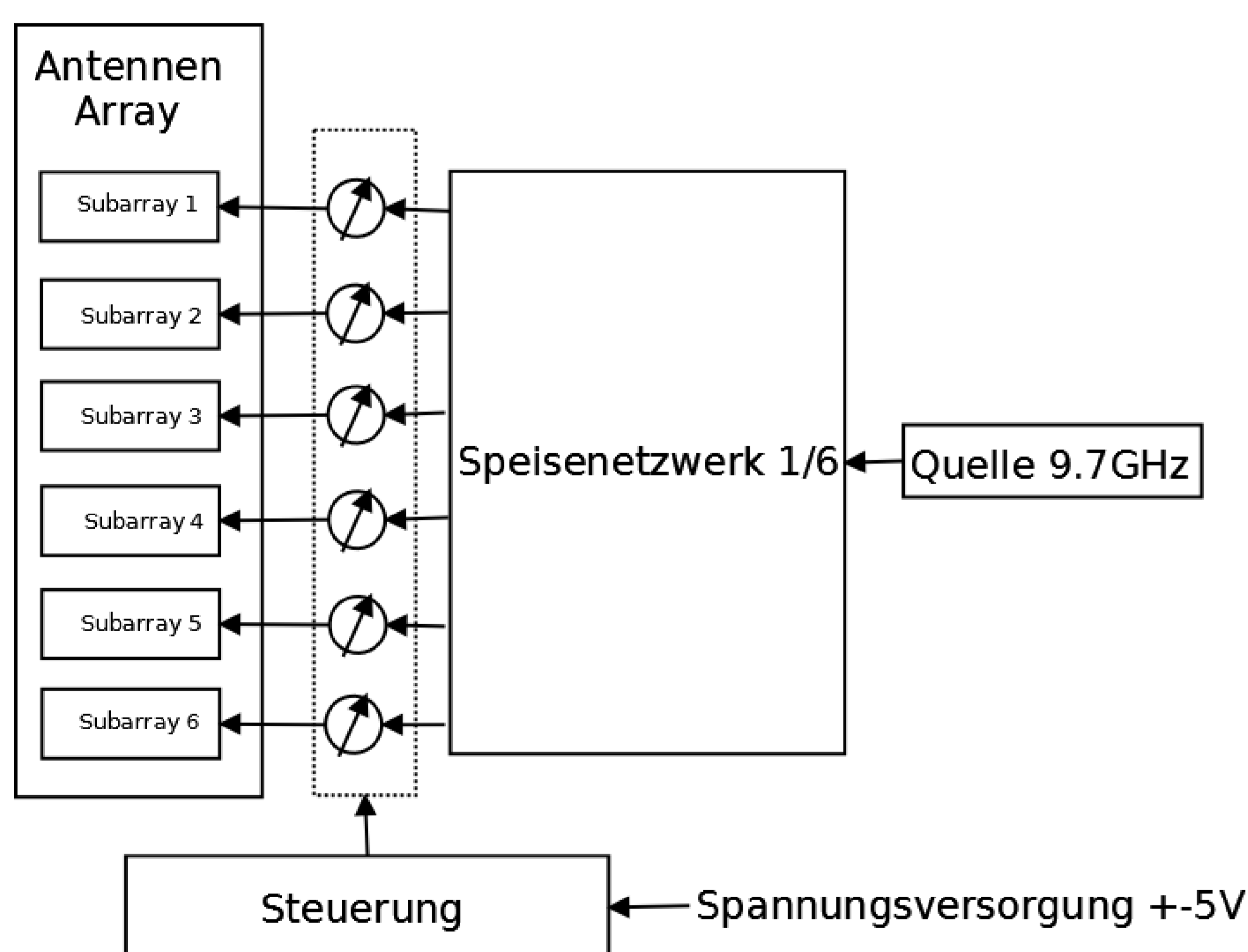


Abbildung 3: Systemdesign

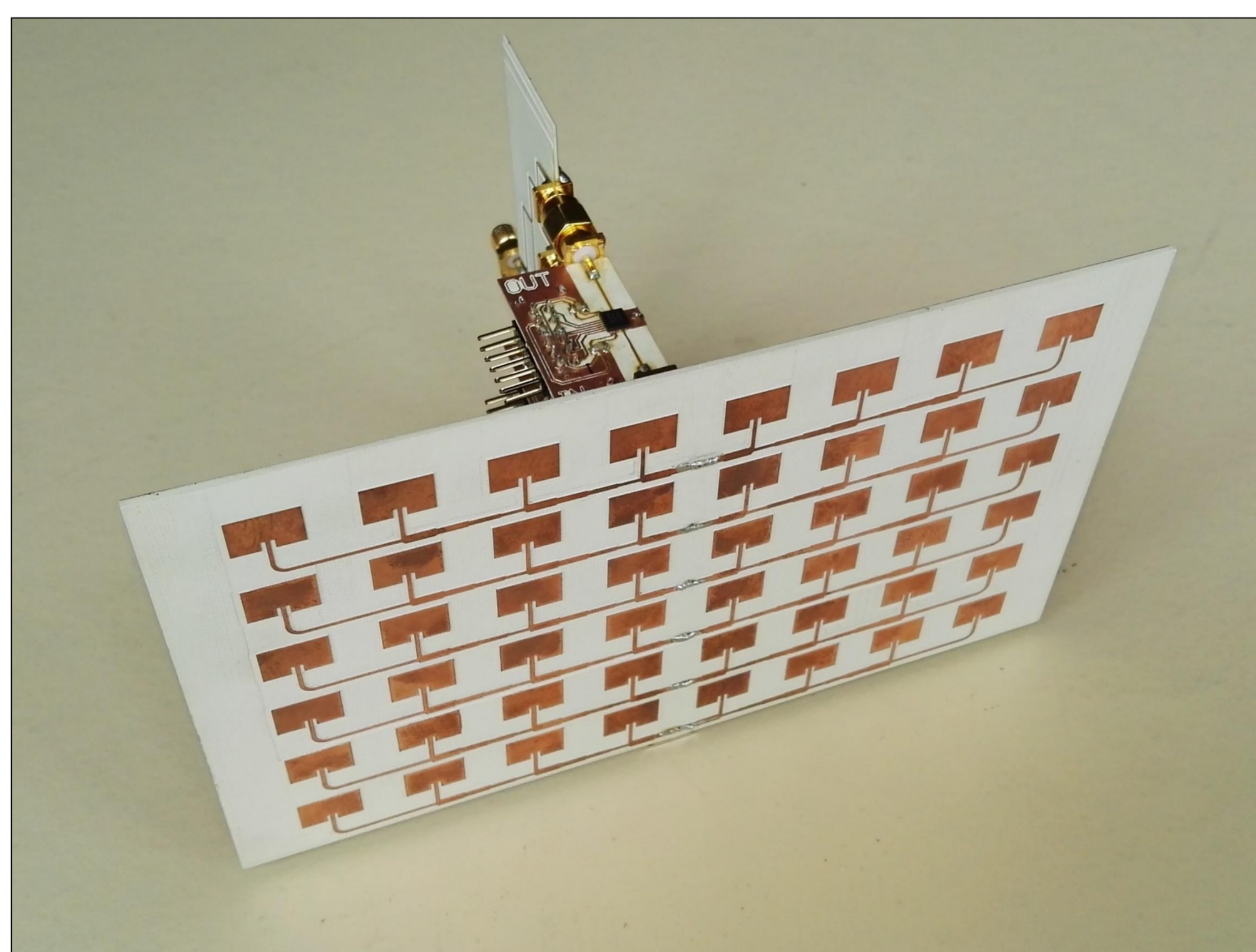


Abbildung 4: Das entstandene Antennensystem

**Strahlschwenkung:** Eine Strahlschwenkung entspricht einer Kippung der Hauptkeule. Diese kann mechanisch, durch drehen der Antenne, oder auch elektrisch erreicht werden. Elektrisch wird diese Strahlschwenkung mit Hilfe eines gleichen Phasenunterschieds  $\delta$  zwischen den einzelnen Elementen einer Gruppe durchgeführt. Der erreichte Winkelunterschied  $\varphi$  ist außerdem abhängig von der Freiraumwellenzahl, sowie dem Elementabstand  $a$ . Nachteil einer elektrischen Strahlschwenkung ist, dass sich hierbei auch die 3dB-Breite der Hauptkeule ändert.

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\delta}{k_0 a}\right)$$

**Ergebnisse:** Nach einer Simulation mit CST Microwave Studio erhält man für das entworfene Antennensystem, die Fernfelder für gewisse Phasenunterschiede  $\delta$ .

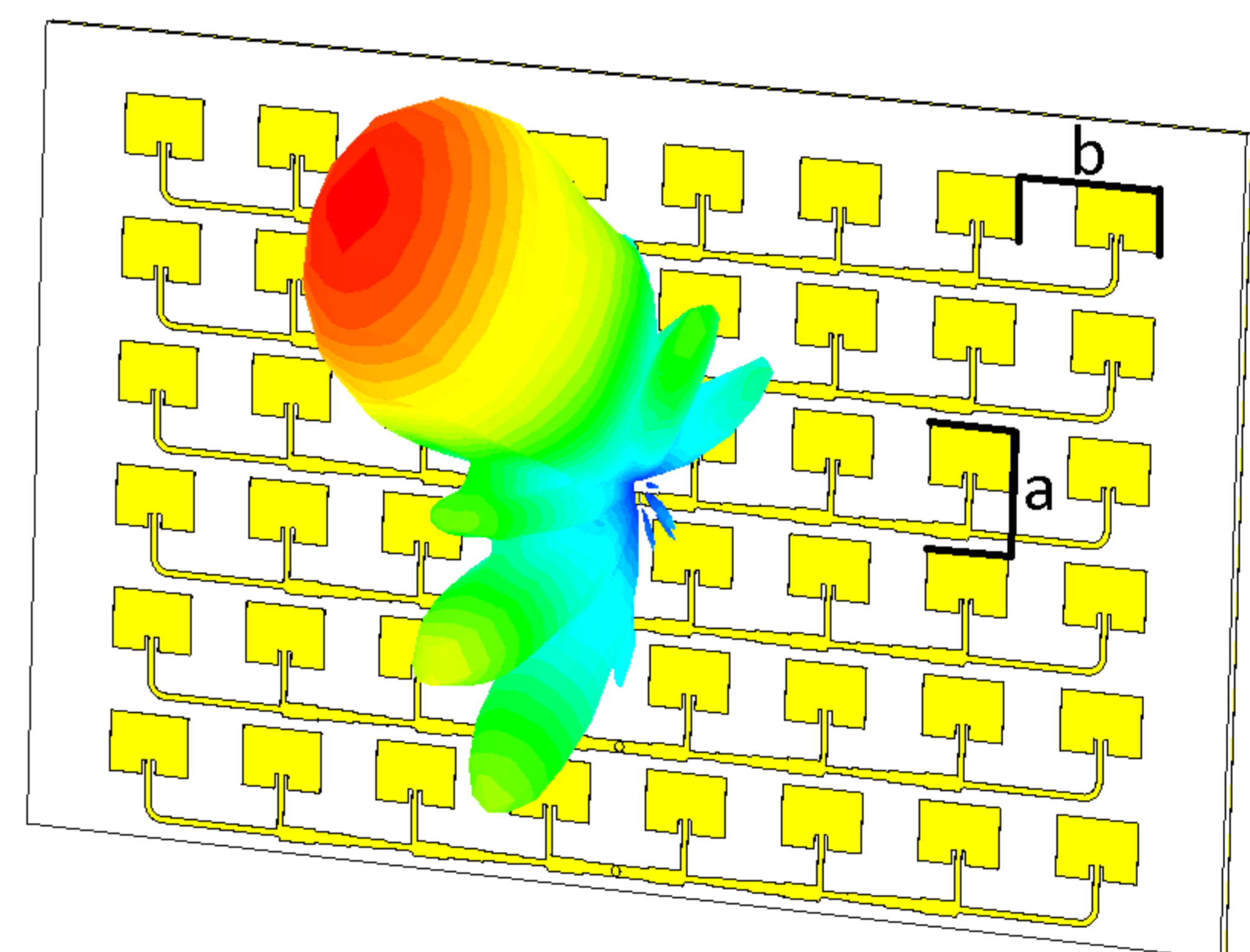


Abbildung 5: Fernfeld des Antennensystems, mit  $a = 15\text{mm}$  und  $b = 18.3\text{mm}$ , für  $\delta = \pi/2$ , und damit  $\varphi = 31^\circ$

Es ist festzustellen, dass bei Betrachtung der Schwenkwinkel die Simulation von der Rechnung abweicht. Dies rührt vom Einfluss der Einzelcharakteristik  $C_E$  auf den Gruppenfaktor  $C_G$ , da gilt:

$$C_{ges} = C_E \cdot C_G$$

Der Gruppenfaktor ist hierbei zuständig für die Strahlschwenkung.

**Messung:** Zur Messung wurde das Antennensystem auf ein Stativ montiert. Am Fuße des Stativs wurde schließlich der Drehwinkel, und somit der Kippwinkel, abgelesen. Hierbei traten Fehler aufgrund der Parallaxe und der mechanischen Stabilität des Aufbaus auf. Eine weitere Fehlerquelle war der Drehpunkt, da dieser nicht an der Aperturkante, sondern hinter der Aperturkante lag. Aufgrund dessen drehte sich das Antennensystem aus der Hauptkeule der Sendeantenne. Dies führte zu einem Abfall in der Empfangsleistung.

**Fazit:** In dieser Arbeit wurde die elektrische Strahlschwenkung in Verbindung mit planaren Patchantennen untersucht. Es ist festzustellen, dass diese, in räumlich begrenzten Strukturen, wie sie zum Beispiel im Automobilbereich vorliegen, deutliche Vorteile gegenüber der mechanischen Strahlschwenkung besitzt.

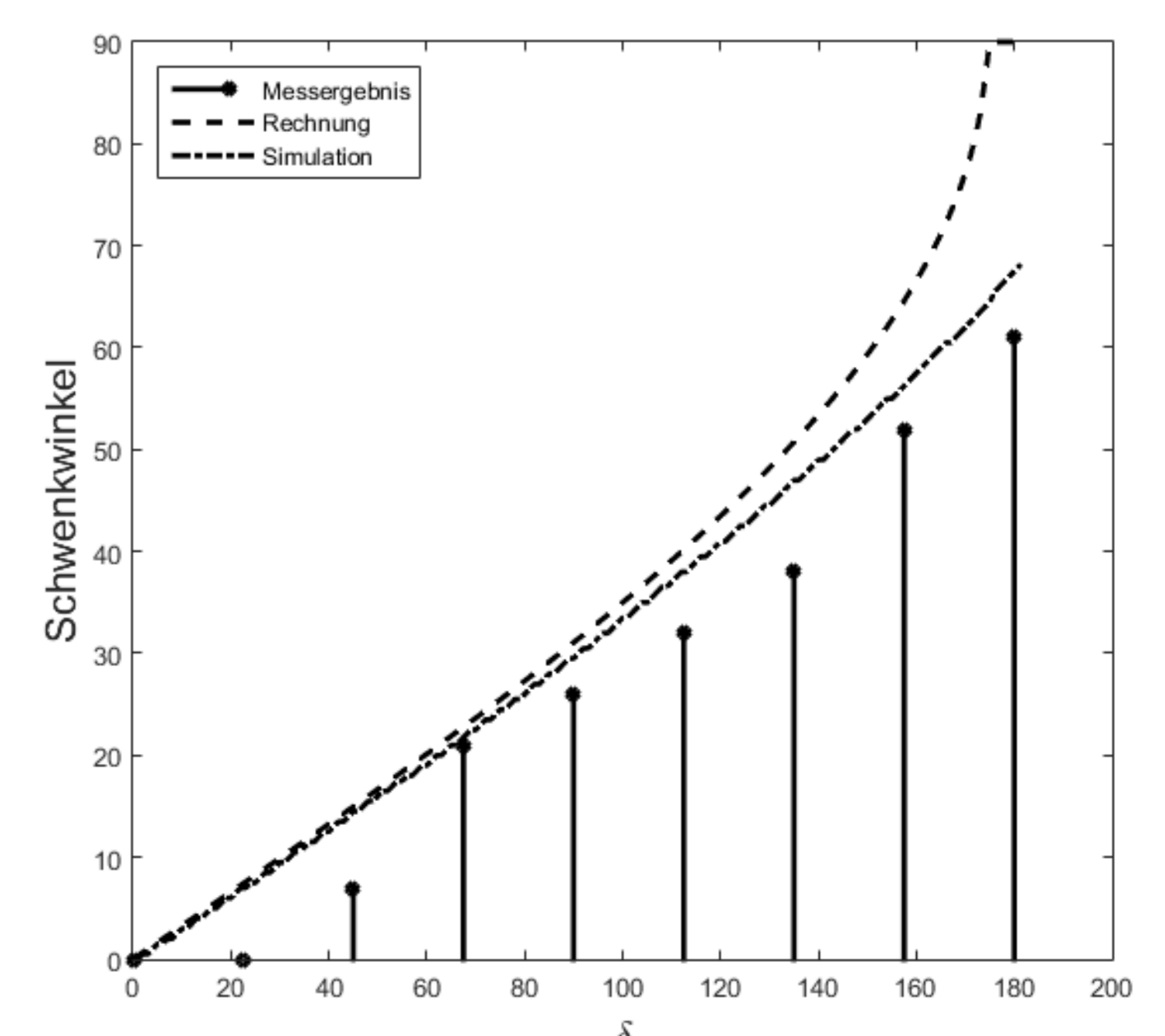


Abbildung 6: Darstellung des Schwenkwinkels des erstellten Antennensystems