

# Projekt-Detektion mit einem 120GHz-Radar

Student



Daniel Efrem

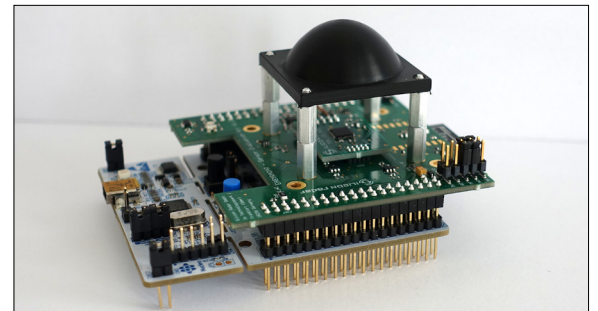
**Ausgangslage:** Im Schützensport werden digitale Trefferanzeigen verwendet, um die exakte Position des Projektils auf der Zielscheibe zu erfassen. Zur Positionsbestimmung wird dazu üblicherweise eine hohe Anzahl Lichtschranken eingesetzt, deren Auswertung entsprechend aufwändig ist. In dieser Projektarbeit soll untersucht werden, ob die Bestimmung der Projektilposition auch mit erst seit kurzem erhältlichen Radarsensoren im Millimeterwellen-Bereich möglich ist.

**Vorgehen:** Verschiedene Hersteller bieten mittlerweile Radarchips bzw. -systeme im Millimeterwellen-Bereich (30-300GHz) an. Das ausgewählte FMCW-Radarmodul von Silicon Radar verwendet eine Trägerfrequenz von 120GHz, was einer Wellenlänge von ca. 2.5mm entspricht. Mittels Simulation wurde die sogenannte Radar-Cross-Section (RCS) des zu detektierenden 9mm Gosskaliber-Projektils untersucht. Es zeigt sich wie abgebildet eine starke Winkelabhängigkeit: Von vorne ist das Projektil beinahe "unsichtbar", aber zumindest von der Seite ergibt sich eine vielversprechende RCS. Dies konnte in verschiedenen Messreihen bestätigt werden; verstärkt durch eine aufgesetzte Linse kann das Projektil bis zu einer Distanz von ca. 90cm detektiert und dessen Distanz zum Radarsensor bestimmt werden.

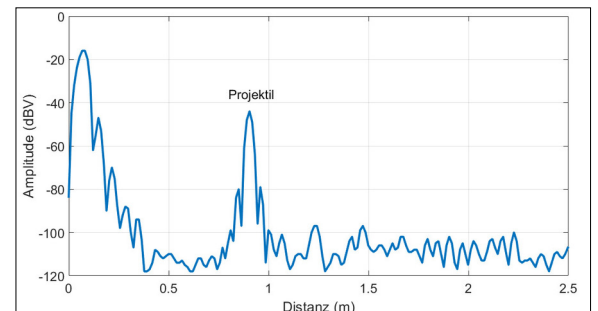
**Fazit:** Aufgrund der kleinen Wellenlänge können mit Radar im Millimeterwellen-Bereich auch sehr kleine Objekte oder Nichtleiter detektiert werden. Wie Simulation und Messungen aufzeigten, könnte ein 9mm Gosskaliber-Projektil auf einer Zielscheibe mittels (mehreren) solcher 120GHz-Radarsensoren geortet werden. Jedoch ist für diesen Verwendungszweck die zur Verfügung stehende

Messrate noch deutlich zu niedrig. Verschiedene weitere Messungen zeigen unter anderem, dass sich auch nichtmetallische Objekte wie zum Beispiel eine Hand mit diesem Radar detektieren lassen, was völlig neue Möglichkeiten eröffnet.

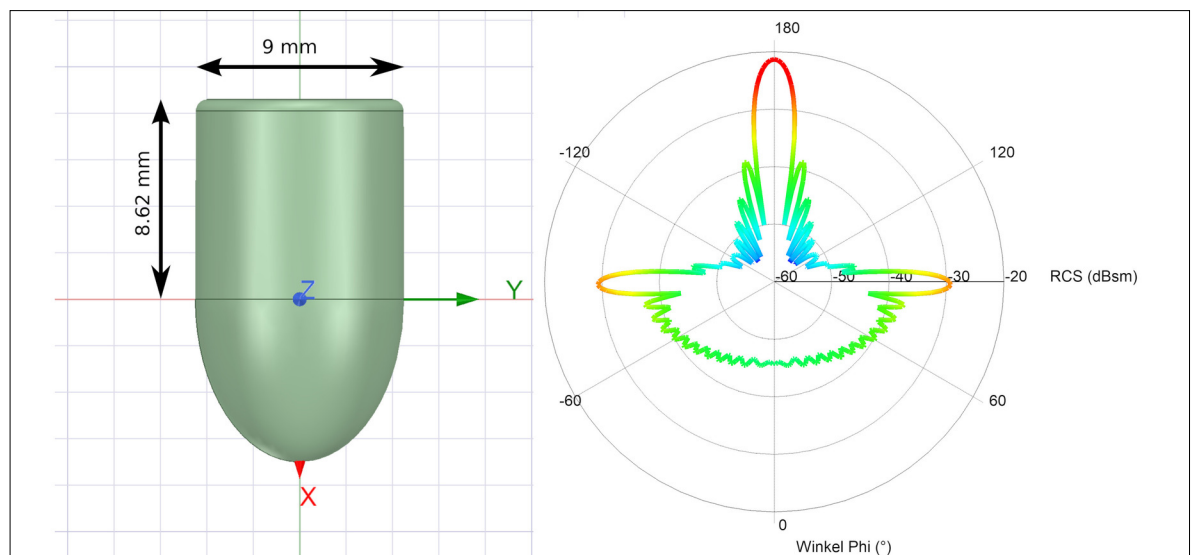
**Evaluation-Kit von Silicon Radar mit dem 120GHz-Radarchip und aufgesetzter Linse**  
Eigene Darstellung



**Gemessenes Radar-Amplitudenprofil des Projektils in 90cm Distanz mit aufgesetzter Linse**  
Eigene Darstellung



**Nachgebildetes Modell eines Projektils und simulierte Radar-Cross-Section (RCS)**  
Eigene Darstellung



Examinator  
Dr. Hans-Dieter Lang

Themengebiet  
Sensor, Actuator and  
Communication  
Systems