

## Design, Implementation und Felderprobung eines Long Distance FMCW-Radar

Für den Schutz von Zugvögeln und die ornithologische Forschung werden Radarsysteme eingesetzt. Das zuvor an der ZHAW entwickelte Produkt (MR1) beruht auf einem Puls-Radar-Verfahren. Dieses weist jedoch Optimierungsbedarf im Bereich Distanzauflösung, Baugrösse und Wirtschaftlichkeit auf.

Diese Nachteile sollten mit dem FMCW-Radar-Verfahren verbessert werden. Die Neuentwicklung umfasst eine bereits abgeschlossene Machbarkeitsstudie sowie die vorliegende Masterarbeit im Fachgebiet Information and Communication Technologies (ICT) an der ZHAW Winterthur. Die Master Thesis widmet sich dem Design, der Implementation und der Felderprobung eines Long Distance FMCW-Radar-Prototyps, welcher im X-Band arbeitet und es ermöglichen soll, selbst kleine Vögel bis auf 600 m Höhe zu detektieren.

Der Schwerpunkt der ersten Phase lag auf der Entwicklung und Implementation der benötigten Hardware. Die maximale Transmitter-Ausgangsleistung beträgt 38 dBm und es wurde eine Empfängerempfindlichkeit am Eingang des RF-Receivers von -133 dBm bei einem SNR von 3.8 dB erreicht.

In der zweiten Phase wurden die einzelnen Baugruppen in ein robustes, für Feldeinsätze taugliches Gesamtsystem integriert. Dieses ermöglicht die Aufzeichnung von Rohdaten sowie eine Real-Time-Visualisierung der ausgewerteten Echosignale. Die aufgezeichneten Rohdaten können offline mit der Auswertungs-Software analysiert werden.

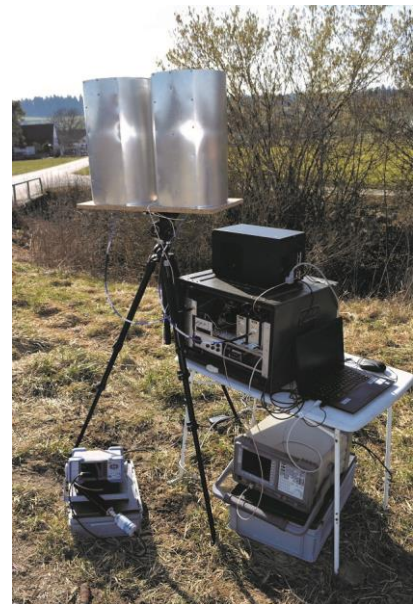
Das FMCW-Radar wurde abschliessend mittels Feldmessungen verifiziert. Zusammenfassend konnten folgende Messerkennnisse gewonnen werden:

- Das Radar-System arbeitet zuverlässig und stabil
- Radar-Parameter wie Distanzauflösung und Dopplergeschwindigkeit konnten verifiziert werden
- Bestätigung des geforderten Linkbudgets, d.h. ein kleiner Vogel (Radarquerschnitt (RCS) von ca.  $0.001 \text{ m}^2$ ) in 600 Metern Höhe ist detektierbar
- Eine massiv verbesserte Trennung von nahe beieinander fliegenden Vögeln wurde erzielt. Folglich kann die Aussage gemacht werden, dass das entwickelte FMCW-Radar die gestellten Anforderungen vollumfänglich erfüllt.



Diplomand/in  
Michael Siegenthaler

Dozent/in  
Roland Küng



FMCW-Radar