



Dipl.-Ing. Timo Kempf  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme, Oberpfaffenhofen  
timo.kempf@dlr.de



Prof. Dr. Helmut Süß  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme, Oberpfaffenhofen  
helmut.suess@dlr.de

## Signaturgewinnung mit hoch auflösendem Mikrowellenradar

**Zuverlässige, globale Aufklärung durch Fernfeld-erkundung erfordert die Fähigkeit zur Detektion, Erkennung und Identifikation interessierender Objekte unabhängig von Wetter und Tageszeit. Ein allgestütztes hochauflösendes Synthetisches Apertur Radar (SAR) System im Spotlight-Modus kann hierfür ein hilfreiches Instrument darstellen. Bei der Planung einer solchen Mission ist die Verfügbarkeit von vergleichbaren Radardaten wichtig. Diese sollten bei Messungen am Boden gewonnen werden können. Sie dienen z.B. der Analyse komplexer Objektsignaturen und dem Gewinn von Referenzsignaturen bspw. für die Simulation oder als Datenbank für Objekterkennungsaufgaben. Die Abteilung Aufklärung und Sicherheit des Instituts für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) unternahm Inverse SAR Messungen an einem Turmdrehstand um zwei- und dreidimensionale Signaturen zu erstellen.**

Inverses SAR (ISAR) erlaubt die Aufnahme sehr präziser hochaufgelöster Radarsignaturen. Für ein raumgestütztes Radarsystem ist die Abbildungsgeometrie ähnlich und unterscheidet sich nur durch eine geometrische Transformation und Rotation (vgl. Abb. 1). Bei der ISAR Methode wird eine hohe räumliche Auflösung im Dezimeterbereich durch Rotieren eines Objektes auf einem Drehteller bezüglich eines räumlich fixierten Breitbandradars und der Aufnahme einer Sequenz der entsprechenden Radarechos innerhalb eines spezifischen Azimutwinkels erreicht.

Die genutzte Turmdrehstandsanlage aus Abb. 2 ermöglicht Messungen bei einer Distanz von 60 m in Sichtlinie. Typische Einfallswinkel reichen von 24° bis 50°, äquivalent den Einfallswinkeln im raumgestützten Fall. Der kippbare Drehtisch ist üblicherweise mit Erde und Gras bedeckt, um einen natürlichen Hintergrund zu bieten. In Abb. 3 sind resultierende Radarbilder eines militärischen Fahrzeuges für vier Azimutpositionen gezeigt.

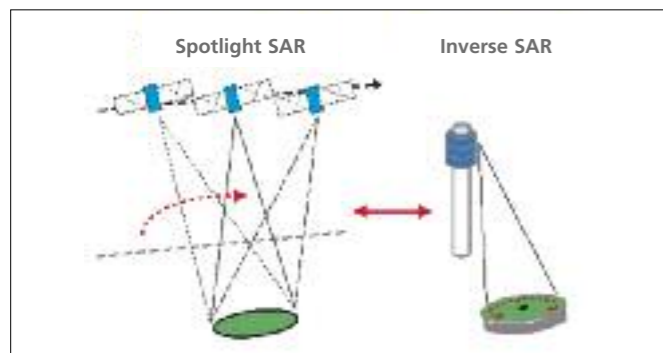


Abb. 1: Geometrie bei Spotlight SAR und Inversem SAR



Abb. 2: Turmdrehstand

Eine visuelle Erkennung des Objektes gestaltet sich trotz der hohen Auflösung im Allgemeinen schwierig. Mithin ist zur automatischen Zielerkennung ein Werkzeug notwendig, welches der speziellen Radarphänomenologie gerecht wird. Bei Radarwellenlängen und monostatischer Beleuchtung kann ein künstliches Objekt physikalisch durch dominante rückstreuende Strukturen aus idealen oder angenäherten Winkелеlementen repräsentiert werden. Ein detailliertes Radar-Bild wird dann von der hohen Intensität einiger Objektelemente geprägt, während die schwachen, rauschförmigen Streusignale der Objektoberfläche vernachlässigbar sind.

Aus diesen Gründen erscheint die Extraktion persistenter Streuzentren in hoch aufgelösten Radarbildern als probater Ansatz zur Erkennung militärischer Fahrzeuge. Diese Methode ist relativ robust gegen begrenzte Modifikationen des Zieles in Form von Turmausrichtung, Klappenstellung oder Zubehörladung, es bleibt aber eine hohe Empfindlichkeit gegenüber dem Aspektwinkel.

Der Aufwand einer Datenbankerstellung ist bei gegenwärtiger Technologie noch gewaltig, sowohl per Messung als auch per Simulation. Mit der Identifizierung der Streuzentren können die Teile des Zieles bestimmt werden, die einen höheren Aufwand in der Simulation lohnen. Andere Objektteile lassen sich dann vernachlässigen und der Gesamtaufwand kann begrenzt werden. Um die Identifizierung durchführen zu können, wird eine dreidimensionale Radarsignatur benötigt. Am Turmdrehstand werden die 3D-Radardaten durch Aufspannen der Apertur sowohl in Azimut (durch Drehen des Drehtellers) als auch in Elevation

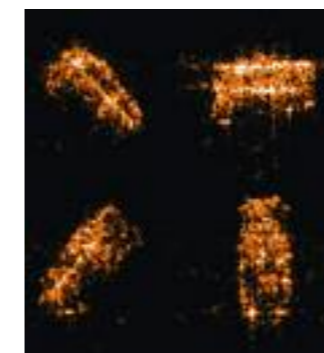


Abb. 3: Radarbilder eines Fahrzeuges für verschiedene Azimut-Positionen

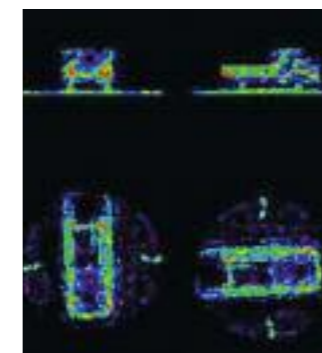


Abb. 4: Front-, Seiten- und Draufsicht eines 3D-Radarbildes



Abb. 5: Videobild und entsprechende Perspektive auf das 3D-Radarbild

(durch Kippen des Drehtellers) ermittelt. Resultate erster derartiger Versuche sind in Abb. 4 vorgestellt. Es handelt sich dabei um drei Ansichten des gewonnenen 3D-Bildes, die Front-, Seiten- und Draufsicht.

Dreidimensionale Bilder erlauben den Wechsel der Perspektive auf das abgebildete Objekt, was dem visuellen Betrachter die Interpretation des Bildes wesentlich erleichtert. Einzelne Streuzentren können eindeutig einer Stelle am Testobjekt zugeordnet werden. Das 3D-Bild ermöglicht den direkten Vergleich mit einem optischen Bild, da sich die entsprechende Perspektive darstellen lässt wie in Abb. 5.