

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische
Militärzeitschrift

Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft

Band: 174 (2008)

Heft: 12

Artikel: Elektronische Aufklärung von Radar für Selbstschutzsysteme

Autor: Weber, Peter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-71523>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Elektronische Aufklärung von Radar für Selbstschutzsysteme

Peter Weber

Dr. phys., Chef EKF Luftwaffe, VZ VBS 20, 3003 Bern

Elektronische Aufklärung (ELINT: Electronic Intelligence) dient der Luftwaffe für die Programmierung von Selbstschutzsystemen, für das identifizierte Luft- und Bodenlagebild sowie für nachrichtendienstliche Zwecke.

Die Erfindung von RADAR (RADio Detection and Ranging) hat die Luftkriegführung entscheidend verändert. Zuerst am Boden für die Luftraumüberwachung wurde RADAR später auch als Bordradar in Kampfflugzeugen, für bodengestützte Luftverteidigung, sowie für Lenkwaffen (aktiv oder halb-aktiv) eingesetzt. Durch lückenlose Luftraumüberwachung ist ein Überraschungsangriff, wie ihn die amerikanischen Streitkräfte 1941 in Pearl Harbor erlebten, kaum mehr denkbar. Mit jeder Generation neuer Kampfflugzeuge wurden verbesserte Bordradar eingebaut und Lenkwaffen mit höherer Leistungsfähigkeit (grössere Reichweite, höhere Treffsicherheit) entwickelt. Bei den bodengestützten Luftverteidigungssystemen war die Entwicklung ganz ähnlich. Auf der Gegenseite wurden Störer (Jammer) eingesetzt, um die Wirkung des gegnerischen Radars einzuschränken (ECM: Electronic Counter Measures). Der Logik entsprechend wurden bei den Radars Massnahmen getroffen, um die Wirkung der Störung/Täuschung zu unterdrücken (ECCM: Electronic Counter Counter Measures). Das Resultat ist der elektronische Kampf (EW). Der elektronische Kampf ist nebst Taktik, Manövrierbarkeit des Kampfflugzeugs, Einsatzdistanz und Treffsicherheit der Lenkwaffen ein wichtiger Faktor, wenn es darum geht, wer aus einem Luftkampf als Sieger hervorgeht.

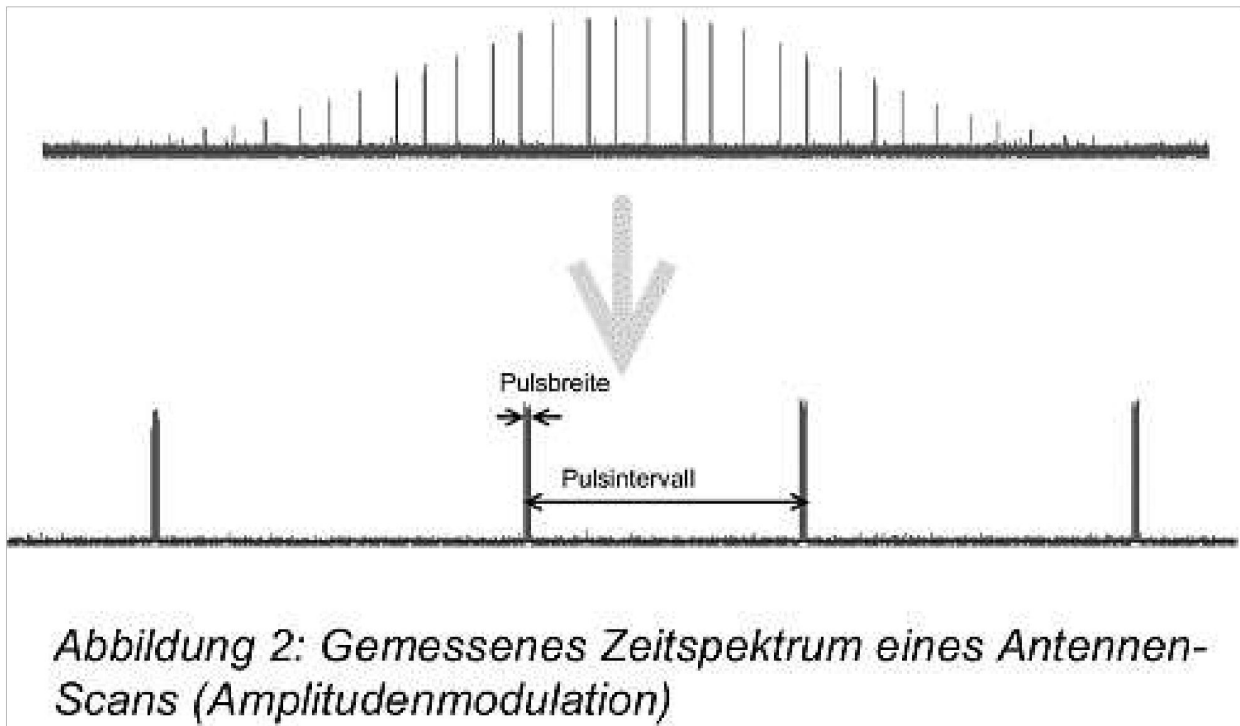
Im Einsatz ist der Pilot eines Kampffjets (oder Helikopters) einer Vielzahl von Bedrohungen ausgesetzt. Lenkwaffen stellen dabei die grösste Bedrohung dar. Die Kenntnis über die Luft- und Bodenlage (gegnerische und eigene Systeme) gestatten dem Piloten, das Risiko des Einsatzes zu reduzieren. Die Lageinformation kann dabei über Datenlink dem Kampfflugzeug übermittelt werden, oder wird im Flugzeug selber ermittelt, u.a. durch das Radar, FLIR und Selbstschutzsysteme. Zu einem Selbstschutzsystem gehören pas-



[1]

sive Sensoren wie Radarwarner und Laserwarner, passive/aktive Lenkwaffenwarner (IR oder UV, Radar), sowie die aktiven Gegenmassnahmen wie Chaff- und Flare-Dispenser sowie Jammer (gegen Radar). Im Falle einer Bedrohung durch Lenkwaffen können diese Gegenmassnahmen die letzte Chance zum Überleben des Piloten bedeuten. Selbstschutzsysteme kommen bei Kampfflugzeugen, Helikoptern, Transportflugzeugen etc. zur Anwendung. Der Einsatz einer Plattform bestimmt, welche Komponenten integriert werden. Seit einigen Jahren gibt es als Folge von terroristischen Bedrohungen durch Manpads auch Überlegungen, z.B. Lenkwaffenwarner auf Zivillflugzeugen anzubringen.

Beim Einsatz von Radarwarnern hat die Schweizer Luftwaffe viel Erfahrung: Diese wurden schon auf dem Hunter und der Mirage



[2]

eingesetzt. Zurzeit stehen Radarwarner auf dem F/A-18, dem Tiger F-5 E/F und im Transporthelikopter COUGAR zur Verfügung. Ein Radarwarner detektiert ein Radarsignal (Puls oder CW), identifiziert das Signal an Hand einer benutzerdefinierten Bibliothek und bringt ein Symbol auf einem Display mit Azimut und Distanz zur Anzeige (Abb. 1), woraus der Pilot über die Gefährdung informiert wird (Warnung). Dies erlaubt dem Piloten, der Bedrohung auszuweichen, die Mission abzubrechen, oder geeignete Gegenmassnahmen einzuleiten. Das Prinzip ist also ganz einfach. Die Kunst liegt allerdings in der Herstellung der benutzerdefinierten Bibliothek, welche im allgemeinen für ein Einsatzgebiet erstellt wird. Dabei gibt es im wesentlichen zwei Probleme: 1) die Kenntnis der Radaremitter und 2) die Abbildung der Emitterparameter auf das von den Fähigkeiten des jeweiligen Radarwarners abhängige Format für die Eingabe der Parameter.

Um den Piloten warnen zu können, muss man Emittter mit Waffensystemen unterscheiden können von Radar ohne Waffenanbindung (z. B. Überwachungsradar etc). Dass von einem Radarwarner auch zivile Emittter (Wetterradar, Air Traffic Control, etc) registriert werden, versteht sich von selbst. Bei den Waffensystemen mit mehreren Emitttern muss man im Allgemeinen verschiedene Radar-Modes (Search, Track, Guidance) unterscheiden können. Während die Detektion eines Search-Modes noch keine Gefahr darstellt, ist die Gefahr bei einem Guidance Signal sehr hoch. Bei Bordradars moderner Kampfflugzeuge kommen sogar eine Vielzahl von Radarmodi zur Anwendung.

Die Radarparameter von Emitttern gehören zu den gut gehüteten Geheimnissen. Um Radarparameter aufklären zu können, eignen sich stationäre Sensoren am Boden wie luftgestützte Sensoren. Die Tätigkeit der Vermessung von Radarparametern nennt man ELINT. Dabei werden das Frequenzverhalten (RF), das Zeitverhalten (Waveform: Pulsabstand, Pulsbreite, Pulsmodulation etc., siehe Abbildung 2) sowie Leistung und Antennenparameter mit Scanverhalten vermessen. Dies ist eine anspruchsvolle Tätigkeit,

erschwert durch die meistens zeitlich begrenzten Erfassungen von Emissionen, durch topographische Abdeckungen und Limiten gegeben durch den Radiohorizont resp. die Sensitivität des Sensors. Die Messungen und Erkenntnisse müssen laufend ergänzt und verbessert werden, um zu gesicherten Erkenntnissen zu kommen.

Aus den bekannten (vermessenen) Emitttern lässt sich eine benutzerdefinierte Bibliothek erstellen, sowohl für den ELINT-Sensor selber wie für den Radarwarner. Im Einsatz kann überprüft werden, ob der Emittter richtig identifiziert wird und entsprechend eine korrekte Anzeige/Warnung liefert. Dies ist im Allgemeinen ein iterativer Prozess, in dem sowohl die Vermessung selber, die Programmierung für die Bibliothek sowie die Darstellung für den Piloten verbessert werden. De facto geht es um eine permanente Aufgabe, Messungen zu wiederholen, um die Parameter bekannter Emittter zu überprüfen, nicht zuletzt deshalb, weil Radarsysteme gelegentlich Modifikationen erfahren und dabei die Waveform verändert werden kann.

[1] Radarwarner (Azimut-Anzeige), welcher Piloten vor feindlichen Luftabwehrsystemen oder herannahenden radargelenkten Flugkörpern warnt.
[2] Gemessenes Zeitspektrum eines Antennen-Scans (Amplitudenmodulation)

Für die Nützlichkeit der Radarwarnung sei an dieser Stelle an zwei historische Gegebenheiten erinnert.

1) Während dem Vietnamkrieg haben die amerikanischen Luftstreitkräfte sowohl gegen die MiGs wie gegen die SA-2 der Nordvietnamesischen Luftwaffe resp. Luftabwehr empfindliche Verluste erlitten: *«A frequent criticism of the early fighters of the Vietnam era was their lack of any Radar Warning Receiver (RWR) for either Surface-to-Air-Missiles (SAMs) or other aircraft as well as no onboard Electronic Counter-Measures (ECM) gear»*; Zitat aus Rediscovering Air Superiority: Vietnam, the F-X, and the 'Fighter Mafia'.

2) Die Israelischen Luftstreitkräfte wurden im Yom Kippur Krieg durch CW Radar der SA-6 überrascht. Diese Emission konnte durch ihre RWR nicht detektiert werden, und grosse Verluste auf Israelischer Seite waren die Folge, vor allem mit der SA-6 Gainful hatte man schwer zu kämpfen. Die Jammer der IAF erwiesen sich als wirkungslos, nicht einmal die Warnempfänger reagierten auf das «Straight Flush» CW-Radar. Und einmal in der Luft, flog die kleine Rakete mit ihrem Ramjet fast rauchlos und war so nicht einmal optisch zu entdecken; Zitat aus Der Krieg im Äther, Elektronische Kriegsführung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Die mit ELINT-Sensoren vermessenen Radarparameter werden auch für die Programmierung der User-definierten Library für Jammer verwendet. Die Aufgabe des Jammers unterteilt sich in Identifikation, die bei einem integrierten System vom Radarwarner stammt und sonst in analoger Weise separat erfolgt, und ECM (der eigentlichen Störung), dem wesentlich anspruchsvolleren Teil. Über ECM gibt es zahlreiche Bücher, welche sich mit Störtechniken beschäftigen, die je nach Plattform anwendbar und je nach Störer verfügbar sind. Die Schwierigkeit liegt jedoch in der Wirksamkeit von Störtechniken gegen Radar und deren ECCM.

Eine andere Form der elektronischen Gegenmassnahmen ist der Einsatz von Chaff (Düppel), faktisch Hertz'sche $\lambda/2$ Antennen, welche die vom gegnerischen Radar emittierten Radarwellen reflektieren. Es geht darum, das gegnerische Folgeradar vom eigenen Kampfflugzeug zur Chaffwolke wegzulocken. Um den Einsatz von Chaff in seiner Wirkung optimal einsetzen zu können, benötigt man Radarparameter aus der elektronischen Aufklärung, den RCS der eigenen Plattform sowie der verwendeten Chaffmunition, unter Berücksichtigung verschiedener Effekte wie Flugdynamik etc. Ähnlich wie beim Einsatz des Jammers ist die Beurteilung der Wirkung auf gegnerische Radar schwierig und im Einsatz gegen moderne Radar oft ohne grosse Wirkung.

Die Schweizer Transporthelikopter kommen seit einigen Jahren im Rahmen von Peace Support Operations (PSO) auch im Ausland zum Einsatz (z.B. im Balkan). Das Selbstschutzsystem, welches auf dem COUGAR integriert ist, bietet dabei den Piloten im Falle von Bedrohungen den notwendigen Schutz.

Begriffe

ELINT	Electronic Intelligence
RADAR	RADio Detection and Ranging
ECM	Electronic Counter Measures
ECCM	Electronic Counter Counter Measures
EW	Electronic Warfare
FLIR	Forward Looking Infrared
CW	Continuous Wave
RF	Radio Frequency
RCS	Radar Cross Section