

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische
Militärzeitschrift

Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft

Band: 161 (1995)

Heft: 12

Artikel: Elektronische Kriegführung : eingesetzt bei modernen Jagdflugzeugen

Autor: Egli, Peter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-63881>

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.](#)

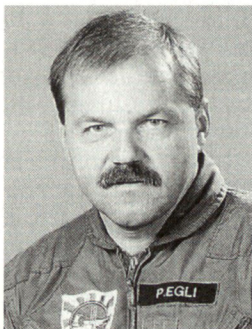
Download PDF: 18.03.2025

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

Elektronische Kriegführung – eingesetzt bei modernen Jagdflugzeugen

Peter Egli

Die Wirksamkeit heutiger Waffensysteme ist aufgrund einer stürmischen Entwicklung auf dem Gebiet der Sensortechnologie enorm gestiegen. Die Vorstellung von der perfekten Waffe, die ihr Ziel selbst sucht und mit der jeder Schuss zum Treffer wird, ist beinahe Realität. Radar- und optronische Sensoren, gepaart mit leistungsfähigen Rechnern, ermöglichen diese tödliche Perfektion. Es sind indes wiederum die Elektronik und die Optronik¹, die in Form von «Elektronischen Unterstützungs-, Schutz- und Gegenmassnahmen» den Einsatz solcher Waffensysteme erschweren oder sogar verhindern.



Peter Egli,
Major,
Chef Fachdienst EKF
im Überwachungsgeschwader,
Militärflugplatz,
8600 Dübendorf.

Bedrohung

Jagdflugzeuge sind vielfältigen Bedrohungen ausgesetzt. Im untersten Luftraum bis etwa 2000 m über Grund lauern die Infanteriewaffen und die Kanonenflak, darüber sind es jegliche Arten von Lenkwaffen. Ein Gegner wird zudem immer versuchen, unsere Bordsensoren, wie zum Beispiel den Radar, so zu stören, dass sie für den eigenen Waffeneinsatz nicht mehr brauchbar sind.

Der Bedrohungsradius radargesteuerter Kanonen reicht nur wenige Kilometer. Mit Infrarot (IR-) und Ultraviolett (UV-) Sensoren ausgerüstete Waffensysteme «sehen» ihre Flugziele auf Distanzen von einigen Kilometern. Von Flugzeugen abgefeuerte Radarlenkwaffen bringen es auf Schussdistanzen von einigen Dutzend Kilometern, und radarunterstützte Boden-Luft-Lenkwaffen werden auf Distanzen bis zu 100 km eingesetzt.

Waffensysteme, welche mit Radarunterstützung arbeiten, strahlen ihre Ziele an, man bezeichnet sie deshalb auch als Emitter. IR- und UV-Sensoren arbeiten passiv und werten die IR-Abstrahlung bzw. die UV-Abschattung eines Flugzeuges aus. Der kombinierte Einsatz verschiedener Sensoren ist heute üblich. Zur Distanzvermessung verwenden moderne Systeme den hochpräzisen Laser.

Der Waffeneinsatz

Bevor der Hund der Katze nachjagen kann, muss er sie zuerst entdecken, als Katze erkennen und darf sie anschliessend nicht mehr aus den Augen verlieren.

Analoges gilt für die Bekämpfung eines Gegners in der Luft. Im Luftraum wird ein Flugzeug mit einem Weitbereichsradar entdeckt. In einem weiteren Schritt erfolgt dessen Identifikation. Dies geschieht in der Regel mit einem elektronischen Abfragesystem. Erhält es keine positiven Antworten, wird das

Flugzeug als Gegner behandelt und die Zielverfolgung aufgenommen. Dabei wird das gegnerische Ziel im optimalen Fall dauernd in der Distanz, im Winkel und in der Geschwindigkeit vermessen.

Diese Zielvermessung oder -verfolgung wird vielfach mit unterschiedlichen Sensoren durchgeführt. So kann beispielsweise die Distanz mit einem Laser vermessen und der Winkel mit einem Radar- oder IR-Sensor verfolgt werden. Radarsysteme der heutigen Generation verfolgen mehrere Ziele und vermessen deren Geschwindigkeiten gleichzeitig. Lenkwaffen «hängen» sich an ihr Ziel, indem sie entweder die vom Zielverfolgungsradar ausgestrahlten und vom Ziel reflektierten Emissionen detektieren (halbaktive Lenkung), selbst einen Radar mitführen (aktive Lenkung), mittels Funkkommandos gelenkt werden (Kommandolenkung) oder die vom Ziel verursachten Abstrahlungen ausnützen (passive Lenkung). Wo Annäherungszünder eingesetzt werden, basieren diese auf optronischen oder radartechnischen Verfahren.

Aufgabe der EKF im Jagdflugzeug ist es, die gegnerischen Emissionen zu entdecken, um sie zu stören oder zu täuschen.

EKF im Jagdflugzeug

Der Pilot eines Jagdflugzeuges hat mit erster Priorität sein Waffensystem möglichst wirkungsvoll einzusetzen. Die eigenen Mittel für die Elektronische Kriegführung sollen ihn nicht zusätzlich belasten, sondern vor gegnerischen Waffensystemen warnen und den eigenen Bedrohungsgrad vermindern (Abb. 1).

Radar-Warn-System (RWS)

Das RWS detektiert die Radar- und Lenkwaffen signale im Bedrohungsreich des Flugzeuges. Durch die sektoriell orientierte Anordnung der RWS-Antennen kann die Einfallsrichtung eines Signals ermittelt werden. Über die empfangene Signalstärke lässt sich grob die Distanz zum Emitter bestimmen. Das RWS analysiert das empfangene Signal und vergleicht es mit den

¹ **Optronik:** Bei der EKF geht es um die Nutzung des gesamten elektromagnetischen Spektrums. Der optoelektronische Kampf spielt sich innerhalb folgender atmosphärischer Fenster ab: Zwischen 8 bis 12 m für Wärmebildgeräte und 3 bis 5 µm für IR-Zielsuchköpfe. Der Einsatz von Lasern ist zwischen 0,3 bis 2 µm, 3 bis 5,5 µm sowie 8 bis 14 µm möglich.

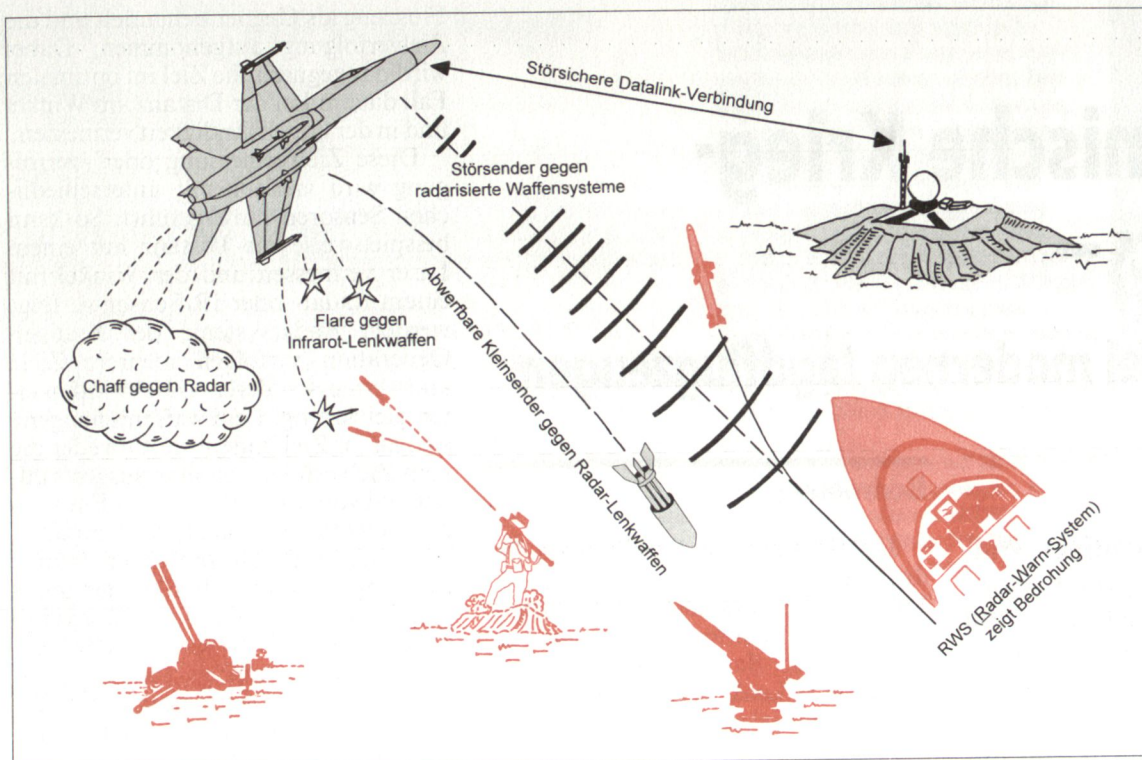


Abb. 1:
Jagdflugzeuge
im EKF-Szenario.
(Skizze: Fachd EKF)

Daten einer integrierten Emittler-Bedrohungs-Bibliothek. In dieser Bibliothek sind die Signaldaten von Radar- und Lenkwaffensystemen gespeichert. Die Qualität dieser Daten ist entscheidend für die Identifikation eines Emittlers. Jedem erkannten Emittler wird ein Symbol zugeordnet, unbekannte Emittler können ein «U» erhalten. Die Emittersymbole werden dem Piloten auf einem speziellen Bildschirm dargestellt. Die Position des entsprechenden Symbols auf dem Bildschirm gibt einen Anhaltspunkt über den Standort des Emittlers. Mit zusätzlichen Attributen wie Diamant oder Kreis um ein Symbol kann der Bedrohungsgrad und ein Lenkwaffenabschuss signalisiert werden (Abb. 2).

Ist ein Emittler einmal erkannt, kann sich der Pilot auf spezifische taktische Angriffs- oder Ausweichmanöver konzentrieren und einen allfälligen Waffeneinsatz vorbereiten. Die RWS-Daten werden über einen gemeinsamen Datenbus der Chaff- und Flareabwurf-einheit und dem Störsender zur Verfügung gestellt.

Chaff

Chaff (Düppel) für den Selbstschutz sind kurze, metallbeschichtete Kunststofffasern. Sie werden in grosser Zahl in Hülsen gepackt, welche in Magazinen im Flugzeug mitgeführt werden (Chaff-Dispenser). Der Ausstoss aus den Hülsen erfolgt pyrotechnisch. Er kann manuell oder automatisch aufgrund der RWS-Daten ausgelöst werden. Nach dem Abwurf verteilen sich die einzel-

nen Fasern und bilden eine Wolke, welche elektromagnetische Energie reflektiert. Auf einem gegnerischen Suchradar kann sich Chaff als bewusst gesetztes Falschziel darstellen und so einen Bediener täuschen. Im weiteren kann eine Radarverfolgung unterbrochen und somit der gegnerische Waffeneinsatz stark erschwert werden. Bei Radarsystemen, welche in der Lage sind, bewegte von stehenden Zielen zu unterscheiden, wird die Wirkung des Chaffs deutlich vermindert.

Flare

Ein Flare (Fackel) besteht aus einer pyrotechnischen Masse, welche ebenfalls in Hülsen und Magazinen im Flugzeug mitgeführt werden (Flare-Dispenser). Die Masse wird beim Ab-

wurf gezündet und produziert für einige Sekunden eine IR-Quelle, welche intensiver strahlt als diejenige des eigenen Triebwerkes (Abb. 3). Der IR-Sensor einer Lenkwaffe verfolgt die «heissere» Quelle, also den sich vom Flugzeug lösenden Flare und verliert somit das ursprünglich anvisierte Ziel. Der Flare-Einsatz kann manuell oder automatisch ausgelöst werden. Moderne Lenkwaffensensoren sind zum Teil in der Lage, einen Flare-Abwurf zu erkennen und damit unwirksam zu machen.

Selbstschutz-Störsender (Self Protection Jammer SPJ)

Ein SPJ soll die gegnerischen Emittler im Bedrohungsbereich des Flugzeuges entdecken und so stören oder täuschen, dass deren Waffeneinsatz erschwert oder sogar verhindert wird. Eigene Sensoren am Boden, in der Luft oder im gleichen Flugzeug dürfen jedoch nicht beeinflusst werden. Der SPJ soll die Flugeigenschaften des Flugzeuges nur unwesentlich beeinflussen und zudem automatisch arbeiten.

Ein SPJ besteht aus einem Empfangs- und Analyseteil – analog dem RWS – sowie einem Störteil. Die Identifikation eines Emittlers läuft gleich ab wie beim RWS. Die Daten der erkannten Emittler werden aber nicht auf einem Bildschirm dargestellt, sondern dem Störteil übermittelt. Dort wird die für einen bestimmten Emittler effizienteste Stör- oder Täuschtechnik generiert und über Antennen gerichtet abgestrahlt. Die Auswahl der Stör- oder

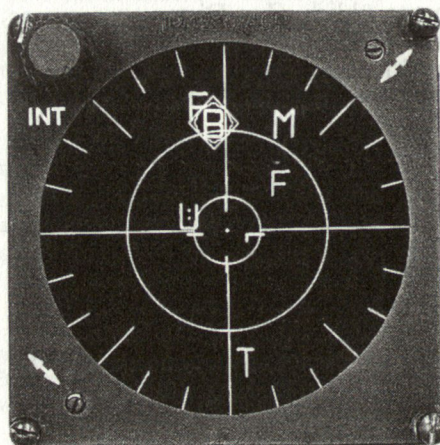


Abb. 2: Emittersymbole werden dem Piloten auf einem speziellen Bildschirm dargestellt.



Abb. 3: Tiger F5 bei einem Flare-Einsatz vor dem Matterhorn. (Aufnahme: Militärflugdienst Dübendorf)

Täuschtechnik hängt unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- Kenntnis der Signalparameter und der Arbeitsweise des gegnerischen Emitters.
- Betriebszustand des Emitters: Such- oder Verfolgungsphase, Abschuss einer Lenkwaffe.
- Elektronisches Gesamtklima.

Störungen werden von einem gegnerischen Emitter in der Regel erkannt und Gegen-Gegenmassnahmen könnten sofort eingeleitet werden. Täuschungen zielen darauf ab, die Distanz-, Winkel- oder Geschwindigkeitsvermessung des gegnerischen Emitters zu verfälschen oder zusätzliche elektronische Falschziele zu produzieren. Im Gegensatz zu den Störungen können Täuschungen nicht ohne weiteres erkannt werden. Für erfolgreiche Täuschungen sind detaillierte Informationen über das zu täuschende System erforderlich.

Schutzmassnahmen

Ein Jagdflugzeug soll sich gegnerischen Störeinflüssen möglichst entziehen können und trotz EKF eine Luft-Luft-Lenkwanne in ihr Ziel leiten. Um den Betrieb der eigenen Sensoren im EKF-Klima sicherzustellen, sind in modernen Jagdflugzeugen eine Reihe von technischen Schutzmassnahmen vorgesehen. Zwei der wichtigsten werden nachfolgend kurz beschrieben.

■ Ein Jagdflugzeug wird in der Regel von einem Jägerleitoffizier, welcher am Radarschirm eines Weitbereichsradars den Luftraum überwacht, solange über Funk geführt, bis der Pilot das Ziel mit seinem eigenen Bordradar identifiziert hat.

Werden die Funksprüche gestört, kann die Entdeckung eines Zieles erschwert oder verunmöglicht werden. Abhilfe schafft dabei die Funkübermittlung mit einem «Frequenz-Hüpf-Verfahren» und/oder via Data-Link. Ein «Hüpfer» sendet nicht nur auf einer bestimmten Frequenz, sondern wechselt diese sehr rasch nach einem pseudo-zufälligen Muster. Der Empfänger kennt dieses Muster und kann so dem Hüpfer folgen und die Funkmeldungen klar empfangen. Ein Störer wird gezwungen, seine Energie breitbandig über den gesamten Hüpf-Bereich zu verteilen. Dabei wird das Leistungsverhältnis des eigenen (Nutz-)Senders zu demjenigen des Störers verbessert. Das Nutz-Störsignal-Verhältnis ist ausschlaggebend für die Verständlichkeit einer Meldung. Diese Verständlichkeit kann auch deutlich verbessert werden, wenn die Information des Jägerleitoffiziers nicht als Sprachsignal übertragen wird, sondern digitalisiert und via Data-Link dem Piloten mitgeteilt wird.

■ Beim «Home-On-Jam» geht es darum, ein Ziel, welches den eigenen Bordradar stört, trotzdem noch zu vermessen. Dabei wird die Abstrahlung des Zieles für eigene Zwecke ausgenutzt. Analog einer Sirene im Nebel besteht im Radarbereich die Möglichkeit, einen Störer in der Richtung zu orten. Meistens kann aber die Distanz zur Sirene oder zum Störer nicht bestimmt werden. Hier hilft ein weiterer Sensor wie beispielsweise ein Laser-Distanzmesser – welcher in einem nichtgestörten Bereich arbeitet – oder ein trigonometrisches Messverfahren. Ein Flugzeug, welches mit Hilfe seiner Navigations-

mittel die eigene Position genau kennt, kann aus verschiedenen Richtungen eine Ortung zum Störer vornehmen. Über den Schnittpunkt der einzelnen Ortungen lässt sich die fehlende Distanz ermitteln.

F/A-18

Mit dem im Flugzeug integrierten Selbstschutzstörsender AN/ALQ-165 (Advanced Self Protection Jammer ASPJ), dem Radar-Warnsystem AN/ALQ-67, dem programmierbaren Chaff-Flare-Dispenser AN/ALE-47 und weiteren Geräten besitzt der F/A-18 eine ausgezeichnete EKF-Ausrüstung. Das Radar AN/APG-73 und die Luft-Luft-Lenkwanne AMRAAM (Advanced Medium Range Air to Air Missile) sind auch bezüglich elektronischen Schutzmassnahmen auf dem neuesten Stand der Technik.

Zukunft

Die vielfältigen Anwendungen aktiver und passiver elektro-optischer Sensoren haben dazu geführt, dass zunehmend Verfahren entwickelt werden, derartige Sensoren mit Laser-Warnempfängern zu entdecken und durch Laserstrahlen zu blenden oder zu zerstören. Mit Laboreinrichtungen wurden diesbezüglich bereits beachtliche Erfolge erzielt.

Eine «Home-On-Jam»-Gegen-Gegenmassnahme besteht darin, eine relativ starke IR- oder Radar-Quelle an einer Leine dem Flugzeug nachzuschleppen. Ein gegnerischer Sensor soll dabei nicht das eigene Flugzeug, sondern das weiter hinten befindliche Täuschziel anvisieren. In eine ähnliche Kategorie fallen abwerfbare Täuschsender. Diese werden auf die bedrohliche Lenkwaffenfrequenz abgestimmt und in der Hoffnung abgeworfen, eine sich nähernde Lenkwaffe treffe den Täuschsender und nicht das Flugzeug.

Zwischen dem Erscheinen einer neuen Bedrohung in Form eines technologisch verbesserten Radarsystems oder Sensors und der Anpassung und Entwicklung eines neuen Stör- oder Täuschverfahrens vergeht immer eine gewisse Zeit, in denen der Schutz gegen diese neue Bedrohung fehlt oder zumindest eingeschränkt ist. Immer aber wird nach Wegen oder Mitteln gesucht, um der neuen Bedrohungsform gerecht zu werden.

Elektronische Kriegführung spielt nicht nur während der Austragung von Konflikten eine entscheidende Rolle, sondern findet dauernd und überall statt. ■