

**Zeitschrift:** ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift  
**Herausgeber:** Schweizerische Offiziersgesellschaft  
**Band:** 166 (2000)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Simulation der bodengestützten Luftverteidigung  
**Autor:** Hubmann, Max / De Marchi, Fausto / Mast, Markus  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-66538>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

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



# Simulation der bodengestützten Luftverteidigung

An Luftabwehrgefechten beteiligen sich in der Regel eine grössere Anzahl von unabhängigen Akteuren, die autonom entscheiden. Das Simulationsprogramm DEGEN der Gruppe Rüstung ist umfangreich und komplex genug, um diese Gefechte realistisch abzubilden. Dieser Beitrag beschreibt die Anwendung im Falle des Flab-Schutzes eines Flugplatzes oder einer Radarstation.

## Die abzubildenden Systeme

Die **angreifenden Objekte** sind Flugzeuge, Helikopter, Drohnen und Abstandswaffen. Letztere werden, wie z.B. die Anti-Radar Missile, aus grossen Distanzen gegen Radarstellungen eingesetzt. Abstandswaffen fliegen die Ziele autonom, eventuell durch einen Lasermarkierer gesteuert, direkt an.

Bemannte Flugzeuge fliegen im Bereich der Abwehr oft sog. Antiflab-Profilen. Diese bestehen aus einer raschen Folge von kleinen Richtungsänderungen, damit eine Treffpunktbestimmung erschwert wird. Zudem sind elektronische Stör- und Täuschgeräte (Jammer) im Einsatz.

In unserem Programm wird die **Abwehr** mit radargesteuerten Flab-Feuereinheiten oder mit Infrarot zielsuchenden oder radargelenkten Flugkörpern simuliert.

Die Einsatzeinheit der Mittelkaliber-Flab besteht aus einem Feuerleitgerät, an dem 2 bis 3 Geschütze angeschlossen sind. Das Feuerleitgerät verfügt über ein Radar-Rundsuchgerät, ein Radar-Zielverfolgungsgerät, unterstützt von einer TV-Verfolgung, und einen Feuerleitrechner. Ein Flab-Abwehrdispositiv besteht in der Regel aus 4 bis 12 Feuereinheiten und einer Anzahl Lenkwaffensysteme.

Zum **Zerstören des Ziels** muss die im Mittelkaliberbereich (Kaliber 20...40 mm) eingesetzte Munition, mit wenigen Ausnahmen, die Hülle der Ziele durchschlagen.

## Die Simulation der Angreifer

Die **Flugwege** werden in der Regel zusammen mit einem Experten der Luftwaffe auf Karten eingezeichnet und die jeweilige Flughöhe und die Geschwindigkeit festgelegt (siehe Grafik). Sie werden mit Stützpunkten grob erfasst, und daraus werden in einer Vorverarbeitung flugdynamisch korrekte Bahnen berechnet. Zudem werden, in einem wählbaren zeitlichen Abstand für die jeweiligen Bahnpunkte die Sichtverbindungen zu den Radars am Boden und den Bodenzielen mittels eines digitalen Geländemodells bestimmt.

Die **Antiflab-Profilen** werden auf den Bahnen mit Beginn und Ende markiert. Befindet sich ein Ziel in einem Teil der Bahn, wo Antiflab geflogen wird, wendet

das Programm eine erniedrigte Treffwahrscheinlichkeit an. Die Reduktion hängt vom innerhalb des Profils auftretenden Lastvielfachen ab.

Ähnlich wird mit den **Jammern** verfahren. Befindet sich das Störflugzeug in einem Abschnitt, wo der Jammer eingeschaltet ist, berechnet der Radarsimulator eine Störleistung, die den Empfang der Radarechos beeinträchtigt.

## Die Nachbildung der Abwehr

Die angreifenden Objekte verhalten sich in dem Sinne passiv, als ihr Verhalten vorausberechnet wurde. Die Zeitabläufe am Boden müssen explizit nachgebildet werden. Sie werden ausschliesslich auf **Zeitereignisse** abgebildet. Zustandsereignisse, d.h. solche, die nicht zu einer vorausrechenbaren Zeit stattfinden, werden mit einem Abtastverfahren mit einer geeigneten Häufigkeit abgefragt.

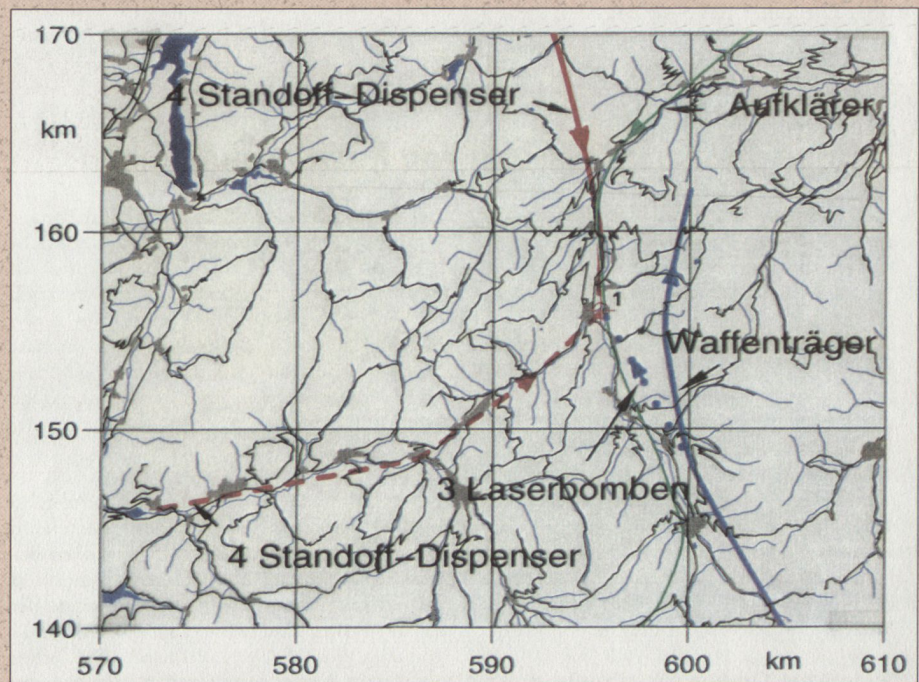
Zu Beginn der Simulation werden alle Ereignisse, die schon zu Beginn der Simulation bekannt sind, und die Zeitpunkte, bei denen sie eintreffen, in eine **Ereignis-**

liste eingetragen. Diese Liste wird im Laufe der Simulation mit neuen Ereignissen erweitert.

Das **Suchradar** fragt mit einer Periode von 1s bei allen Flugwegen ab, ob das Flugzeug bereits auf seinem Kurs ist und ob eine Sichtverbindung besteht. Sind diese Bedingungen erfüllt, wird aus der Distanz Ziel-Feuerleitgerät, dem Zielerückstreuquerschnitt und der Antennencharakteristik die Echosignalstärke berechnet. Diese wird mit dem Eigenrauschen und dem eventuell vorhandenen Störpegel verglichen und daraus eine Entdeckungswahrscheinlichkeit bestimmt. Ein Zufallsgenerator bestimmt, ob das Echo erkannt wurde oder ob weitere abgewartet werden müssen. Das simulierte Suchradar liefert die Grössen Azimut und Distanz.

An dieser Stelle wird auch der Einfluss der **Störsender** modelliert. Ist ein solcher vorhanden und eingeschaltet, wird, unter Berücksichtigung der Antennencharakteristik von Störer und gestörtem Radar, der im Empfänger auftretende Störpegel bestimmt.

Die Radarechos werden, wie in der Realität, erst als Ziele auf dem Radarbildschirm angezeigt, wenn gesichert ist, dass es sich nicht um ein Störsignal oder Bodenecho handelt. Erscheint ein Ziel auf dem Schirm, wird der Operateur entscheiden, ob er die Bekämpfung aufnehmen will und seinen **Tracker** losschicken. Falls mehrere Ziele vorhanden sind, wird er sich für das bedrohlichste entscheiden. In der Simulation wird ein Bedrohungsmass aus



Typisches Szenario für einen Angriff auf einen fiktiven Gebirgsflugplatz. Die Pisten werden von Norden und Westen mit je einer Formation von vier Standoff-Dispensern mit pistenbrechender Submunition angegriffen. Auf ein Punktziel auf dem Flpl-Gelände werden drei lasergelenkte Bomben eingesetzt.



Distanz und Annäherungsrate bestimmt, so wie es neuerdings auch in den schweizerischen Feuerleitgeräten zur Anwendung gelangt. Der **Operateur**, der im stark automatisierten Bekämpfungsablauf hauptsächlich Überwachungsaufgaben übernimmt, wird als ideal modelliert, d.h., er macht keine Fehler und bewirkt lediglich eine gewisse Reaktionsverzögerung. Der Tracker muss in Azimut auf das Ziel einschwenken und dessen Lagewinkel suchen. Ist es erfasst, beginnt das Vermessen. Die Vorhaltrechnung kann beginnen, und die **Geschütze** können einschwenken. Sind die Geschütze auf den endgültig gerechneten Treffpunkt eingeschwenkt und einige zusätzliche Bedingungen wie z.B. hinreichend kurze Distanz usw. erfüllt, so erfolgt der erste **Feuerstoss**. Nachdem die Projektile nach Ablauf der Geschossflugzeit beim Ziel eingetroffen sind, wird entschieden, ob das Ziel getroffen wurde. Ist dies nicht der Fall, folgt eine weitere Salve. Ist das Ziel zerstört und ein weiteres vorhan-

den, führt der Operateur einen Zielwechsel durch. Im anderen Fall geht die ganze Feuereinheit in den Bereitschaftszustand.

## Das Treffen und Zerstören des Zieles

Der Vorgang des Zerstörens wird wie das Entdecken beim Radar modelliert. In Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit (vom Feuerleitgerät aus gesehen), der Grösse des Zieles und dessen Distanz und je nach dem, ob ein Antiflab-Manöver geflogen wird, wird eine Treffwahrscheinlichkeit und aus Auftreffrichtung und Auftreffgeschwindigkeit eine Zerstörwahrscheinlichkeit bestimmt. Daraus resultiert die Absturzwahrscheinlichkeit. Mit einem Zufallsgenerator wird schliesslich entschieden, ob das Ziel abstürzt.

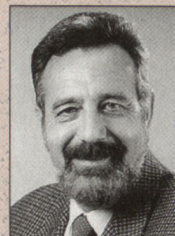
## Schlussbemerkung

Die Technik der Zeitereignisse erlaubt die Nachbildung einer **grossen Anzahl unabhängiger paralleler Systeme**. Im bestehenden Programm können 30 Ziele in der Luft und gegen 20 Abwehreinheiten am Boden dargestellt werden. Andere Waffen, wie Lenkwaffensysteme, werden in ähnlicher Weise wie beschrieben abgebildet. Sind die Teilsysteme geschickt programmiert, besteht eine grosse Flexibilität; Grenzen sind nur durch die Leistungsfähigkeit des Rechners gesetzt.

Mit dem vorgestellten Programm kann eine Reihe von taktischen Fragen behandelt werden. Dazu gehören Fragen nach der Wahrscheinlichkeit, mit der ein vorhan-



Max Hubmann,  
Dr. sc. nat., System-  
analyse Luftwaffe,  
Gruppe Rüstung,  
3003 Bern.



Fausto de Marchi,  
dipl. Masch.-Ing. ETH,  
Chef Systemanalyse  
Luftwaffe,  
Gruppe Rüstung,  
3003 Bern.



Markus Mast,  
dipl. Phys. ETH,  
Kdt M Flab Bttr III/54,  
APP Unternehmens-  
beratung AG,  
3001 Bern.

## Korrigendum

In der ASMZ 12/99 wurde in der Rubrik «Bericht aus dem Bundeshaus» bei der Auflistung der «Spitzen von Armee und VBS im Jahr 2000» eine kleine Unterlassung begangen. Es wurde nämlich vergessen, der am 4. Oktober 1999 vom Bundesrat beschlossene, auf 1. Januar 2000 dem Generalsekretariat VBS direkt unterstellte **Stab Bundesrat Abteilung Presse und Funk-spruch** (Stab BR APF) zu erwähnen. Die Redaktion entschuldigt sich bei **lic. iur. Rolet Loretan, Chef Stab BR APF**, dafür.

dener Flab-Schutz mit bestimmten Angriffsmitteln durchbrochen werden kann, Abklärungen über Geländeeinflüsse wie Sichtverbindungen und Radarschatten, Fragen nach Minimalaufwand an Abwehrmitteln zum Erreichen eines vorgegebenen Schutzgrades, Studium von Mengenproblemen wie Fragen der Sättigung der Abwehr bei einer grossen Anzahl von Angriffen, Vergleich der Abwehrleistung verschiedener Systeme, z.B. Kanonenflab gegenüber Lenkwaffen oder von Systemen unterschiedlicher Hersteller. ■

## Erfolge der Privatisierung von Rüstungsbetrieben

Private Kunden werden immer wichtiger, auch wenn der Anteil der Bundesaufträge immer noch 80 Prozent ausmacht: Die Schweizerische Unternehmung für Flugzeuge und Systeme (SF) richtet sich als einstiger Bundesbetrieb und jetzige Aktiengesellschaft nach privatem Recht im Markt neu aus. Die SF habe dabei «die Kurve genommen», erklärt der Vorsitzende der Geschäftsleitung der SF, die Auslastung sei gut und es sei gelungen, den Rückgang an Bundesaufträgen durch Arbeiten für Dritte zu kompensieren. Der Umsatz beträgt 60 Mio. Franken und hat sich in den letzten vier Jahren verdoppelt. In Zukunft, so schätzt Dr. Glanzmann, werden Dritaufträge 30 Prozent des Umsatzes ausmachen.

### Export der Drohne nach Finnland

Als aktuelle Erfolge nennt Glanzmann den **Verkauf des Aufklärungs-Drohnen-systems Ranger an Finnland** im Gesamt-

wert von 7 Mio. Franken. Hans Surber, Geschäftsfeldleiter Technik/Projekt, verspricht sich von diesem Export Signalwirkung auf weitere interessierte Kunden wie Österreich oder Norwegen: «Wir haben uns zum ersten Mal mit einem bei uns entwickelten Produkt gegen ausländische Konkurrenz durchgesetzt – ohne Dumpingpreis und ohne staatliche Unterstützung.»

### Airbus

Für die neuen Airbus-Passagierflugzeuge in Jumbogrösse kann die SF Komponenten im Gesamtwert von rund 22,5 Mio. Franken liefern. Als Unterlieferant der Contraves montiert die SF nach den Nutzlastverkleidungen der Ariane-Raketen auch diejenigen der US-Trägerrakete Atlas V. «Der Drittmarkt wird weiter ausgebaut», erklärt dazu Werner Glanzmann. In der Automobil-Aerodynamik sieht er zusätzliches Potential. Sauber-Petronas, Audi, Opel und Mercedes sind bereits Kunden der SF.

Spezialisten aus der ganzen Welt werden in Emmen einen sogenannten Ganzzellen-Ermüdungsversuch für den F/A-18 durchführen. Der Schweizer F/A-18 ist – nach Grundlagen der US Navy – nur für 2000 Stunden freigegeben. Nun wird die Struktur des Kampfflugzeugs über die von der Gruppe Rüstung geforderte Lebensdauer von 5000 Flugstunden getestet. Die Endmontage der Kampfflugzeuge F/A-18 selber steht vor dem Abschluss, nun folgt die Endmontage von weiteren Super-Puma-Helikoptern.

Kooperationen seien ein Thema und würden im Rahmen der Konzernstrategie der Ruag Suisse diskutiert, erklärt Werner Glanzmann. Pressesprecher Bruno Frangi bestätigt, man mache sich entsprechende Überlegungen. Konkretes gebe es zwar noch nicht zu vermelden: «Aber uns ist klar, dass wir uns international ausrichten müssen, wenn wir auch in Zukunft die Technologie für die Schweizer Armee sichern wollen.»

Christoph Neuhaus