

**Zeitschrift:** ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift

**Herausgeber:** Schweizerische Offiziersgesellschaft

**Band:** 165 (1999)

**Heft:** 7-8

**Artikel:** Warum verfehlten Präzisionswaffen aus der Luft ihr Ziel?

**Autor:** Läubli, Rudolf

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-65990>

### **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>**

# Warum verfehlten Präzisionswaffen aus der Luft ihr Ziel?

Rudolf Läubli

**Die moderne Kriegsführung mit äusserst präzisen, aber teuren Waffen und Waffenträgern erfordert eine sehr grosse, dosierte Wirkung. Die Demokratisierung und die Humanisierung des militärischen Einsatzes verlangt zudem, dass möglichst wenig unnötige Schäden ausserhalb des Ziels, d.h. Kollateralschäden, entstehen. Die Fortschritte in diesem Bereich sind vor allem im Luftkrieg erstaunlich hoch. Trotzdem gibt es immer noch Fehlschüsse und -würfe.**

**Primäre Gründe dafür sind:**

- die Probleme mit der visuellen oder technischen Erkennung der Zielobjekte**
- die Störung durch Wettereinflüsse am Ziel**
- gegnerische Täuschung und Abwehr, aber auch**
- technische Pannen der kleinen Wunderwerke.**

**Sie werden im Beitrag unseres fliegerischen und operationellen Experten erläutert.**

CR



Rudolf Läubli, Brigadier, ZHSO Kdt Luftwaffe, Projektleiter LW XXI, 3003 Bern.

## 3. Minimierung der Gefährdung des Waffenträgers

Dank Lenkung der Waffe nach dem Abschuss werden grössere Reichweiten ohne Verminderung der Trefferwahrscheinlichkeit ermöglicht. Dies gestattet dem Waffenträger, ausserhalb der Reichweite verschiedener Fliegerabwehrsysteme zu bleiben. Dies wiederum reduziert seine Verwundbarkeit und erhöht somit seine Überlebenschancen.

**\*) CEP, Circular Error Probable:**  
50% der abgeschossenen Waffen (Bomben oder Raketen) treffen innerhalb des angegebenen Radius (in Metern).

## 1. Einleitung

Im Luftkrieg gegen Jugoslawien wurden im Rahmen der Operation «Allied Force» eine beträchtliche Menge sogenannter «Präzisionswaffen», auch «Smart Weapons» genannt, eingesetzt.

Trotz dieser hochentwickelten Technologie ist es wiederholt zu ungewollten Fehlschüssen oder Fehlwürfen gekommen.

Wie ist diese unbefriedigende Situation zu erklären?

## 2. Wozu Präzisionswaffen?

**Drei Gründe:**

### 1. Steigerung der Effizienz

Ungelenkte Waffen erreichen einen CEP\*) von zirka 30 bis 1000 m (+), je nach Qualität des Zielrechners im Trägerflugzeug.

Im 2. Weltkrieg wurden Hunderte von Bomben auf ein einzelnes Punktziel abgeworfen. Manchmal brauchte es mehrere Angriffswellen bis zur Zerstörung des Ziels.

Auch im Vietnamkrieg war immer noch ein grosser Aufwand zur Auftragserfüllung notwendig. Gewisse Brücken in Nordvietnam konnten mit ungelenkten Bomben erst nach Wochenlangen Angriffen zerstört werden.

Die untenstehende Darstellung zeigt die enorme Steigerung der Effizienz im Luftkrieg von 1943 bis heute. Diese Steigerung wurde nur möglich dank dem Einsatz von Präzisionswaffen.

### 2. Vermeidung von Collateral Damage

Präzisionswaffen sollen die Bekämpfung von Punktzielen ermöglichen, ohne dass dabei unerwünschte Nebenschäden (Collateral Damage) verursacht werden.

Um diese Zielsetzung zu erreichen, muss je nach Zieldimension ein CEP von 2 bis 15 m erreicht werden.

## 3. Technische Gegebenheiten

### 3.1. Allgemeines

Um die gewünschte Präzision im Ziel zu erreichen, muss die Bombe oder Rakete nach dem Abwurf respektive Abschuss in ihrer Flugbahn beeinflusst werden können.

Man unterscheidet 5 verschiedene Lenkprinzipien:

1. TV-Lenkung
2. IIR-Lenkung
3. Laser-Lenkung
4. Passive Radar-Lenkung
5. GPS-Lenkung

### 3.2. TV-Lenkung

Beispiel: AGM-65B MAVERICK

Prinzip:

- Eine TV-Kamera im Kopf der Lenkwaffe sendet ein TV-Bild ins Cockpit des Trägerflugzeuges.
- Der Pilot «sieht» durch das Auge der Lenkwaffe. Eine Vergrösserung des Bildes ist möglich.
- Der Pilot steuert die Lenkwaffe in die Zielregion; er erfasst das Ziel und weist der Lenkwaffe den genauen Impakt-Punkt zu.
- In der Endphase wird die Lenkwaffe mittels Hell/Dunkel-Kontrast präzise, ohne Einwirkung des Piloten, ins Ziel gesteuert.

CEP: 2 bis 5 m

Reichweite: 2 bis 15 km

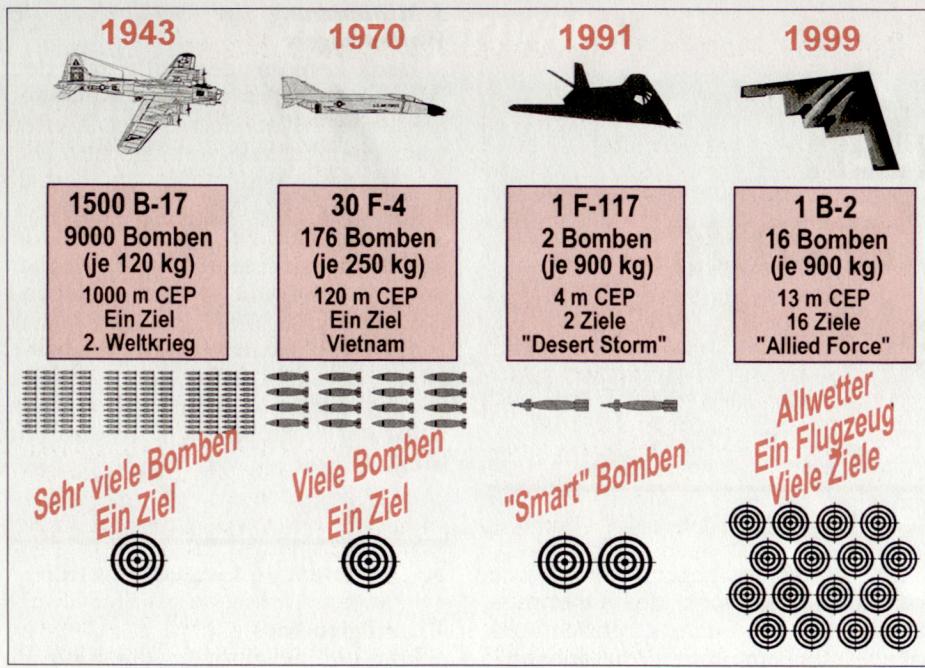
Umwelt: Transparente Atmosphäre im Zielgebiet ist Bedingung.

### 3.3. Imaging Infrared (IIR)-Lenkung

Beispiel: AGM-130A

Prinzip:

- Eine Infrarotkamera im Kopf der Lenkwaffe sendet ein IIR-Bild ins Cockpit des Trägerflugzeuges.
- Der Pilot «sieht» durch das Auge der Lenkwaffe. Eine Vergrösserung des Bildes ist möglich.
- Die Lenkwaffe fliegt anhand gespeicherter Navigationsdaten oder mittels



Steigerung der Effizienz von Luftangriffen 1943 bis 1999.

Datalink kontinuierlich aufdatierten Daten, ins Zielgebiet. In Zielnähe erfasst der Pilot das Ziel und weist der Lenkwaffe den genauen Impaktpunkt zu.

■ In der Endphase wird die Lenkwaffe (analog der TV-Waffe) mittels Ausnutzung vorhandener Kontraste präzise ins Ziel gesteuert.

CEP: 2 bis 5 m

Reichweite: 50 bis 75 km

Umwelt: Transparente Atmosphäre (ab zirka 20 km vor dem Ziel bis zum Ziel) ist Bedingung.

#### 3.4. Laser-Lenkung

Beispiel: AGM-114A, Hellfire

Prinzip:

Ein Laser-Strahl wird auf das Ziel gerichtet. Dieser «Laser-Pointer» kann ab dem Trägerflugzeug/Helikopter, einem mitfliegenden anderen Flugzeug/Helikopter oder von einem am Boden stationierten Spezialisten eingesetzt werden. Die Waffe (Bombe oder Rakete) folgt der vom Ziel reflektierten Laser-Energie und trifft somit an der vom Laser-Strahl «beleuchteten» Stelle am Boden auf.

CEP: 1 bis 3 m

Reichweite: 2 bis 8 km

Umwelt: Zwischen Flugzeug/Helikopter und Ziel muss transparente Atmosphäre herrschen. Die Tageszeit (Tag/Nacht) ist dabei nicht von Bedeutung.

#### 3.5. Passive Radar-Lenkung

Beispiel: AGM-88C, HARM (High Speed Anti Radiation Missile)

Prinzip: Die Lenkwaffe erfasst gesendete Impulse von Radars am Boden. Die Waffe «reitet» sozusagen auf dem

Radarstrahl zur Radarantenne und zerstört diese.

CEP: 1 bis 3 m

Reichweite: 20 bis 60 km

Umwelt: Völlig unabhängig von den atmosphärischen Verhältnissen im Zielgebiet (allwettertauglich) und von der Tageszeit.

#### 3.6. GPS-Lenkung

Beispiel: JDAM (Joint Direct Attack Munition).

Prinzip: Das Global Positioning System (GPS) ermöglicht der JDAM, mittels Angaben der GPS-Satelliten, jederzeit seine eigene Position zu kennen. Vor oder während des Fluges eingegebene Zielkoordinaten können präzise getroffen werden. Voraussetzung ist der Abwurf innerhalb der physikalisch genau definierbaren Abwurf-Enveloppe.

CEP: 13 m

Reichweite: 15 bis 25 km

Umwelt: Völlig unabhängig von den atmosphärischen Verhältnissen im Zielgebiet (allwettertauglich) und von der Tageszeit.

Besonderes: Der JDAM-Kit kann auf verschiedene, in grosser Zahl vorhandene konventionelle Bomben (zum Beispiel: Mk-83; Mk-84; BLU-109), montiert werden. Die Kosten dieses Kits sind bemerkenswert niedrig: \$ 40 000.

#### 4. Zuverlässigkeit

Seit 30 Jahren werden Präzisionswaffen eingesetzt. In dieser Zeit ist die Zuverlässigkeit wesentlich verbessert

worden. Diese wird aber nie 100% erreicht. Diverse Ursachen werden für Fehlschüsse oder Fehlwürfe genannt. Die wichtigsten sind:

■ **Falsche Zielkoordinate.** Der Pilot trifft gemäss Vorbereitung. Das zur Zerstörung vorgesehene Ziel ist jedoch woanders (Beispiel: Chinesische Botschaft in Belgrad).

■ **Fehlverhalten des Piloten.** Der Pilot ist eine nicht völlig auszuschliessende Fehlerquelle. Er ist unter enormem Zeitdruck, und sein Leben ist bedroht. Fehlmanipulationen, falsche Zielerfassung oder der Einsatz der Waffe ausserhalb der zulässigen Enveloppe sind mögliche Pilotenfehler.

■ **Technische Störung.** Diese kann am Flugzeug oder an der Waffe jederzeit auftreten. Es wird nie möglich sein, eine relativ kleine Waffe mit derart redundanten Systemen zu versehen, dass ein technisches Versagen völlig ausgeschlossen werden kann.

#### ■ Veränderung der Umwelt während des Fluges der Waffe.

– Bei TV- und IIR-gelenkten Waffen kann sich die transparente Atmosphäre während des Fluges der Waffe verändern. Dies kann zur Folge haben, dass die Waffe das Ziel «verliert». Sie steuert unpräzis Richtung Boden und kann deutlich neben dem gewollten Ziel detonieren.

– Laser-Signale können zu schwach sein. Resultat: die Waffe «verirrt» sich. Sie trifft ungenau irgendwo in Zielnähe auf den Boden. Die Beleuchtung, das «lasing», kann ebenfalls fehlerhaft sein (falsches Ziel usw.).

– Anti-Radar-Lenkaffen: Wenn das angegriffene Radar seinen Sender abschaltet, fliegt die Anti-Radar-Lenkaffe anhand eines «Memory» Richtung vermutetem Standort des Radars weiter. Je grösser die Distanz dieser «Memory-Phase» ist, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass etwas anderes als das angepeilte Radar getroffen wird.

– GPS-Lenkung: Das GPS-Signal kann gestört werden. Die Empfänger der GPS-Satelliten-Signale können technische Defekte aufweisen. Resultat in beiden Fällen: Grosse Ablenkung der Bombe kann nicht verhindert werden.

#### 5. Zusammenfassung

Dank dem Einsatz von Präzisionswaffen aus der Luft konnte in den letzten 30 Jahren die Zielgenauigkeit massiv erhöht werden. Dadurch konnten der Aufwand für die Zerstörung des Ziels sowie die unerwünschten Nebenschäden (Collateral Damage) drastisch reduziert werden.

Gleichzeitig wurde die Verwundbarkeit gegenüber der Fliegerabwehr deutlich vermindert. Die Kombination dieser Entwicklungen ergibt eine enorme Steigerung der Effizienz von Luftangriffen.

Der Einfluss der Tageszeit (Tag/Nacht) ist gering, jedoch ist das Wetter im Zielgebiet nach wie vor von Bedeutung. Nur die durch passive Radar- und GPS-Lenkung gesteuerten Waffen sind nicht auf transparente Atmosphäre im Zielgebiet angewiesen.

Aus verschiedenen Gründen muss weiterhin mit Fehlwürfen und möglichen ungewollten Zerstörungen unerwünschter Zielkategorien (zivile Ziele, historische Bauten usw.) gerechnet werden.

Durch den Einsatz von Präzisionswaffen, verbunden mit sehr strengen Einsatzregeln (Rules of Engagement) kann eine deutliche Reduktion der unerwünschten Nebenschäden erreicht werden.

Aus den erwähnten Gründen werden auch in Zukunft die Präzisionswaffen aus der Luft ihr Ziel immer präziser treffen und dabei immer weniger unerwünschte Nebenschäden anrichten. Die wünschbare Null-Fehler-Toleranz wird jedoch unerreichbar bleiben. ■

## Div Hans Bachofner: Kosovo und die schweiz. Sicherheitspolitik

### Kosovo und Europa

Der Jurist und frühere Berufsoffizier (letzte Verwendung: Stabschef Operative Schulung) beeindruckte am 19. Mai 1999 in Zürich über 200 Personen mit seiner strategischen Lagebeurteilung: «Der Krieg ist wieder da, aber wir haben den Respekt verloren.» Der erste Krieg der Nachkriegsgeneration, der 68er in Regierungsverantwortung, der Neuen Linken beidseits des Atlantiks, der NATO überhaupt sowie gemäss ihrer neuen Strategie, der erste NATO-Angriffskrieg nach 50 Jahren Verteidigungsbündnis, der erste grosse Krieg ohne UNO-Mandat gegen einen souveränen Staat, der erste Krieg der Deutschen seit dem Zweiten Weltkrieg und der erste reine Luftkrieg mit der Vorankündigung, dass am Boden nicht gekämpft werde. Selten sei soviel Erstmaligkeit, und sie sei gründlich misslungen. Hans Bachofner spannte den Bogen vom Krieg als Zuschauersport über die zahllosen Bürgerkriege bis hin zum «verpfuschten Krieg» um den Kosovo. In dessen Folgen werde Europa während Jahrzehnten verstrickt bleiben.

### Der Kosovo-Krieg und die schweizerische Sicherheitspolitik

Die schweizerische Sicherheitspolitik bewege sich auf einem Holzweg: Ein überholter Zeitgeist mit der Sprache der Idealisten füllte die Berichte und Reden. Im Kosovo-Krieg erlebten wir die Wirklichkeit der NATO, UNO, OSZE, EU und WEU, des Friedensschaffens, der Kooperation, der Krisenbewältigung, der Partnerschaft für den Frieden. Die Neutralität habe ihren hohen Wert bewiesen, dürfe aber nicht weiter ausgehöhlt werden. Sie schütze vor mediengetriebenem Aktivismus gefühlsgeschüttelter Politiker. Dem Wandel angepasst, habe die Strategie des hohen Eintrittspreises nichts von ihrer Wirkung verloren. Dazu brauche es Mut und Unabhängigkeit zu eigenen Lösungen – nicht eine geklonte Bündnisarmee. Ein gut ausgebildeter Zivilschutz müsse unsere Bevölkerung schützen. Lernfähigkeit, Wachsamkeit, Mut zum Risiko, unbändiger Wille zur Unabhängigkeit und Freiheit, Respekt vor den Folgen jedes Krieges müssten unsere Sicherheitspolitik kennzeichnen. «Selbstverantwortung und bewaffnete Neutralität sollen ihr Kern bleiben.»

Oberst Heinrich Wirz,  
Militärpublizist, 3047 Bremgarten

**Der gepanzerte Duro schützt wertvolles Leben**

**Das lebensrettende Duro Transportkonzept**

Der Duro mit Chassis-Kabine gepanzert wird flexibel kombiniert mit Aufbauten verschiedener Art. Dies ist eine sehr wirtschaftliche Lösung, insbesondere auch für Peace-Keeping-Operationen in Zusammenarbeit mit gemischten Verbänden.

Chassis-Kabine für Wechselfahrzeuge

Chassis-Kabine mit Ladebrücke

Chassis-Kabine mit gepanzertem Vielzweckaufbau

**BUCHER**

**Duro**

BUCHER-GUYER AG, Fahrzeuge  
CH-8166 Niederweningen, Schweiz  
Telefon +41-1-857 2211  
Telefax +41-1-857 2249  
e-mail [vehicles@bucherguyer.ch](mailto:vehicles@bucherguyer.ch)  
[www.bucherguyer.ch/vehicles](http://www.bucherguyer.ch/vehicles)

**O'GARA-HESS & EISENHARDT**  
Fairfield, Ohio, USA