

ZG15



Treffen!
Jägerfibel des ZG15

Jagdfliegerschule - 15

Inhalt

Einleitung	2
Trefferwirkung.....	2
Mindestabstand	2
Konvergenzdistanz	3
Effektive Reichweite.....	4
Distanzmessung mit dem ReVi	4
Schusswinkel – Prinzip.....	5
Vorhalt nach ReVi-Radien.....	6
Angriffsverfahren	7
Risiken bei der Anwendung	8
Psychologie im Luftkampf.....	9
Anhang 1: Ausführungen und Exkurse zu mathematischen Schwerpunkten	10
Anhang 2: Übungsaufgaben zur Entfernungsbestimmung via ReVi	12

Einleitung

Bevor wir mit dem Kapitel über das richtige Zielen und Treffen beginnen, möchte ich Sie an dieser Stelle darauf hinweisen, dass im Folgenden viele mathematische Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten aufgegriffen werden. Falls es Ihnen im Allgemeinen schwerfällt, manchen Ausführungen zu folgen, so müssen Sie weder verzweifeln, noch aufgeben. Sie werden hinter manchen mathematischen Zusammenhängen eine Kopfnote vorfinden. Diese verweist auf genauere Erläuterungen und Beispiele im Anhang, um Ihnen das Verständnis so bildhaft wie möglich zu machen. Und nun, viel Spaß und Erfolg im Kapitel „Treffen“.

Trefferwirkung

Fangen wir bei dem an, was Sie erreichen wollen: Treffer am gegnerischen Flugzeug. Wenn es uns gelingt, entsteht Schaden durch zweierlei Wirkung: Kinetische Energie und Explosionswirkung. Letzteres entsteht nur bei Brand- oder Explosivgeschossen großkalibriger Maschinenkanonen (MKs). Bei IL-2 sind das alle MKs ab 20mm und darüber. Kinetische Energie ist jedem Projektil zu eigen und somit sowohl bei MG- als auch bei MK-Munition wirksam. Sie ist ein Produkt aus der halben Projektilmasse und der Geschwindigkeit zum Quadrat. Das bedeutet, dass die Geschwindigkeit der signifikantere Einflussfaktor auf die kinetische Energie ist, weil er mit einer quadratischen Potenz einwirkt¹.

Sie können also Ihre Trefferwirkung maximieren, indem Sie für eine möglichst hohe Geschossgeschwindigkeit beim Einschlag sorgen. Dies erreichen Sie, indem Sie die Flugdauer verkürzen, denn die Geschwindigkeit der Geschosse wird durch Luftreibung bei größer werdender Flugstrecke zunehmend verringert. Das heißt also: Je kürzer die Feuerdistanz, desto stärker die Trefferwirkung. Damit sind wir bei der Schussdistanz.

Mindestabstand

Aus zwei Gefahrengründen müssen Sie jedoch eine Mindestdistanz zum Feindflugzeug einhalten, nämlich aufgrund der Kollisionsgefahr mit dem Flugzeug selbst und aufgrund möglicher Schäden durch Druckwellen oder Trümmerteile. Je höher Ihre Annäherungsgeschwindigkeit ist, desto größer ist die Kollisionsgefahr. Hier ist die Differenz der Eigengeschwindigkeit zwischen unserem Flugzeug und dem Zielflugzeug der entscheidende Faktor. Noch wichtiger ist aber der Unterschied zwischen den Flugpfaden:

Die Annäherungsgeschwindigkeit² ist

- gleich der Differenz der Eigengeschwindigkeiten, wenn Sie hinter dem Ziel herfliegen;
- gleich unserer Eigengeschwindigkeit, bei einem 90°-Winkel zwischen den Flugpfaden;
- gleich der Summe der Eigengeschwindigkeiten, wenn wir aufeinander zufliegen.

Um einer Kollision auszuweichen, müssen Sie den Kurs ändern. Man benötigt mindestens eine halbe Sekunde, um eine entsprechende Kurskorrektur durchführen zu können. In dieser Zeit legen Sie bei unterschiedlichen Annäherungsgeschwindigkeiten unterschiedliche Distanzen zurück. Als Daumenregel nehmen wir 120 m/s (entspricht 432 km/h.). Aus den drei obigen Fällen folgt also, dass Sie abdrehen müssen, bei:

- 120 Metern, wenn Sie aufeinander zufliegen und
 - 60 Metern, bei einem 90°-Winkel zwischen den Flugpfaden.
-

Fliegen Sie hinter dem Gegner her, müssen Sie natürlich nur abdrehen, wenn Sie Fahrtüberschuss haben. Generell gilt: Ist das Ziel manövrierfähig, sollten Sie früher abdrehen, denn das Ziel könnte ein Manöver in Ihre Ausweichrichtung machen.

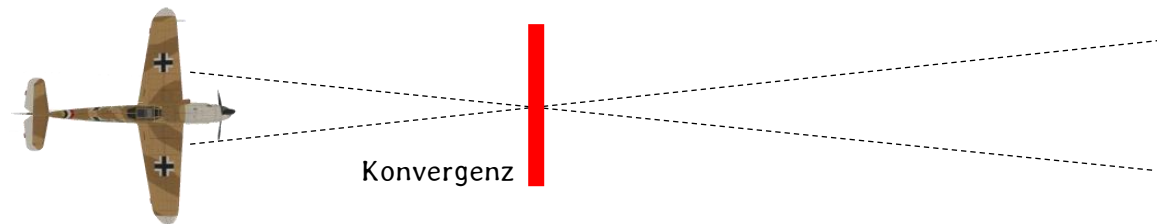
Wie bereits oben erläutert, müssen Sie sich vor der Druckwelle in Acht nehmen, wenn Sie das Feindflugzeug zur Explosion bringen sollten. Hier ist ein Mindestabstand von 60 Metern absolut notwendig, aber erst ab 100 Metern sind Sie definitiv sicher. Grosse Trümmerteile, wie abgelöste Klappen, Leitwerks-, Flügel- oder Rumpfteile können zu einer akuten Gefahr werden. Hier ist der Anflugwinkel entscheidend:

- Fliegen Sie von vorne an, können Sie die Gefahr durch Trümmerteile ignorieren;
- Fliegen Sie von der Seite an, müssen Sie beim Ausweichen den Bereich hinter und unter dem Ziel meiden;
- Fliegen Sie von hinten an, müssen Sie nach oben oder zur Seite ausweichen.

Soviel zum Mindestabstand.

Konvergenzdistanz

Zunächst muss der Begriff selbst erklärt werden: Da die Flugbahnen der Geschosse keinesfalls parallel zueinander sind, ist die Konvergenzdistanz die Entfernung von der feuernenden Maschine bis zum Schnittpunkt vor der Maschine, an dem sich die Geschossbahnen auf Höhe des Reflexvisiers (ReVi) kreuzen.



Dieser Wert ist in IL-2 einstellbar, sodass Sie den für Sie optimalen Wert nutzen können. Der Sinn der Konvergenz ist, punktuellen Schaden mit maximaler Wirkung zu erzeugen. 200 MG-Kugeln über das ganze Flugzeug verteilt, werden die Maschine nicht ernsthaft gefährden, falls nicht zufällig der Pilot getroffen wird. 100 Schuss in den Hauptholm der Tragfläche werden diese unweigerlich brechen lassen.

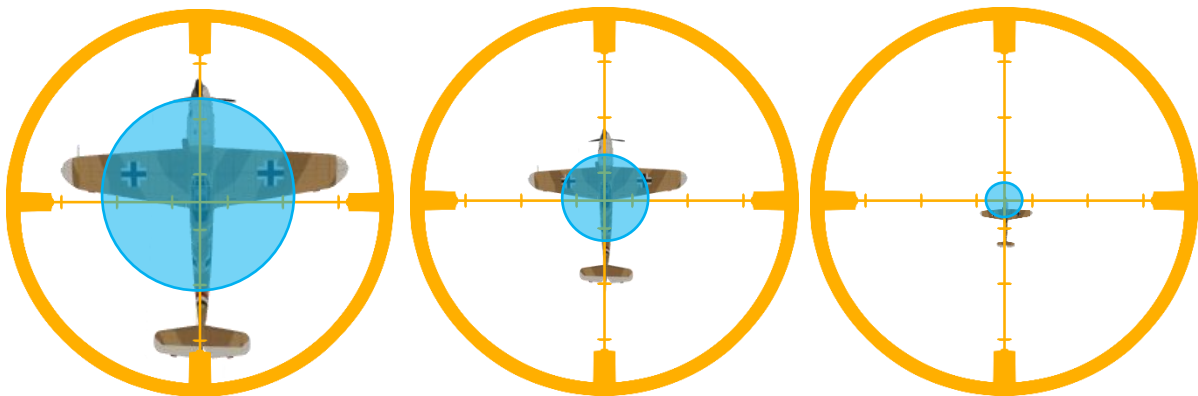
An diesem Punkt scheiden sich übrigens die Geister: Während die Luftwaffe und andere auf punktuelle Schadenswirkung setzten, entwickelte die US Air Force das Prinzip des „Bullet Pattern“ (Kugelteppich), bei dem jedes MG etwas anders eingestellt wurde, um so einen möglichst breiten Streukegel zu erhalten. Dies führte zu einer erhöhten Trefferquote, durch die selbst mittelmässige Schützen relativ schnell Abschüsse erzielen konnten. Den Bullet Pattern kann man in IL-2 simulieren, indem man als Konvergenz z.B. 250 Meter einstellt und bei 100 Metern feuert. Da die meisten amerikanischen Maschinen ihre Waffen in den Flügeln tragen, entsteht ein recht breiter Kugelstreifen. Man muss allerdings etwas mehr vorhalten, da die Kugeln erst 250 Meter vor dem Flugzeug auf Höhe des ReVis sind. Die Wirkung ist vor Allem bei Jägern gross, weil dort „God's own Caliber“ selbst mit wenigen Treffern grosse Schäden anrichtet.

Effektive Reichweite

Am anderen Ende der Distanzen-Skala steht die effektive Reichweite. Damit ist der Abstand gemeint, bei dem es noch Sinn macht, auf ein Ziel zu schießen. Hier spielt weniger die Energie der Geschosse eine Rolle, sondern eher die Chance, einen Treffer zu erzielen. Viele Piloten trauen sich nicht nahe genug an ihre Ziele heran oder unterschätzen die Distanzen. Meist wird aus 300 bis 500 Metern gefeuert. Dabei gibt es aber ein Problem: Die Trefferwahrscheinlichkeit nimmt im Quadrat zur steigenden Distanz ab (empirisches Verhältnis). Sie können sich die Ausmaße des Zielflugzeugs als einen Kreis vorstellen, dessen Fläche der des Flugzeugs entspricht. Verdoppelt Sie nun die Distanz, scheint das Flugzeug nur noch halb so groß. Die Fläche berechnet sich aber beim Kreis nach der Formel:

$$A_{\text{Kreis}} = \pi \cdot r^2$$

Wenn sich der Radius der schematischen Fläche halbiert, so ist das Quadrat dieses Radius nur noch ein Viertel so groß ($0,5^2 = 0,25$).



50% des ReVi kreises.

12.5% des ReVi kreises.

4.12% des ReVi kreises.

Deshalb ist es wichtig, so nah, wie möglich an den Gegner heran zu gelangen. Trotzdem gibt es manchmal Ziele, bei denen Sie lieber aus größerer Distanz feuern sollten. Hierzu sollten Sie frühestens aus 250 Metern das Feuer eröffnen. **Schüsse aus mehr als 250 Metern Abstand lohnen sich nicht.**

Distanzmessung mit dem ReDi

Sie haben jetzt viele wichtige Distanzen kennengelernt. Jedoch können Sie damit nur etwas anfangen, wenn Sie im Gefecht Ihre Distanz zum Ziel auch kennen. Hierfür gibt es ein sehr wichtiges Hilfsmittel: Das Reflexvisier.

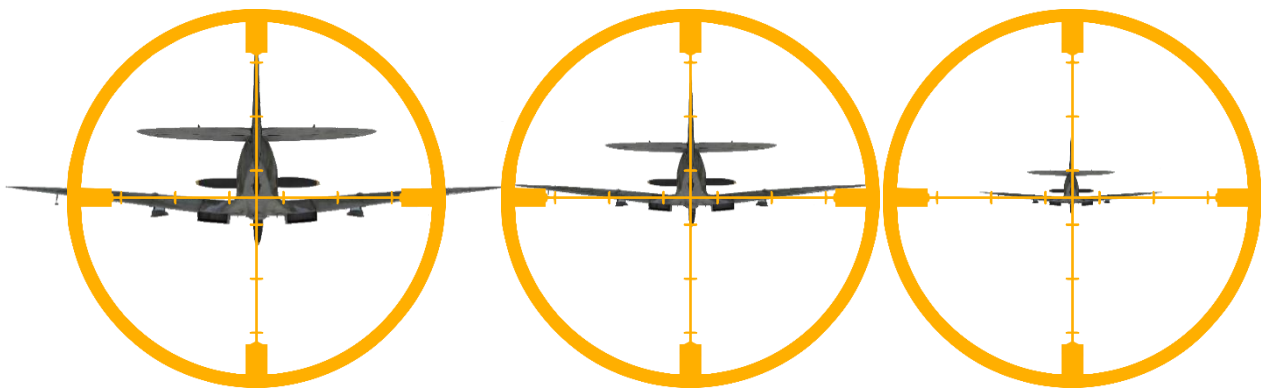
Das ReVi besteht aus einem Fadenkreuz mit Teilstrichen und dem sogenannten ReVi-Kreis. Der ReVi-Kreis umfasst **ein Zehntel** der Zielentfernung. Das bedeutet: Wenn Sie ein Ziel im ReVi-Kreis haben, das genauso groß ist, wie der Durchmesser des ReVi-Kreises, ist das Ziel 10mal so weit entfernt, wie es in Wirklichkeit groß ist. Zu kompliziert? Dann am Beispiel:

Ein Jagdflugzeug hat im Schnitt 10 Meter Spannweite. Wenn Sie hinter ihm herfliegen (also die Tragfläche in voller Breite sehen) und die Tragflächenspitzen links und rechts an den ReVi-Kreis stossen, dann passt es genau einmal ins ReVi. Nun ist die Entfernung 10mal so gross wie die tatsächliche Spannweite des Jagdflugzeugs, also $10 \cdot 10 \text{ Meter} = 100 \text{ Meter}$. Und bei anderen Distanzen? Wenn das Flugzeug zweihundert Meter entfernt ist, ist es

doppelt so weit entfernt und deshalb sieht es im ReVi nur halb so gross aus. Es passt also zweimal in den ReVi-Kreis. Und damit können Sie dann rechnen: $10 \cdot 2 \cdot 10 \text{ Meter} = 200 \text{ Meter}$.

Die Formel, mit der Sie arbeiten müssen, lautet also:

- *Distanz zum Ziel [in Meter] = Flügelspannweite des Ziels [in Meter] · Verhältnis (Kreis/Ziel) · 10*
- Dabei ist die 10 ein einheitenloser Faktor, der immer konstant bleibt. Er resultiert aus der ReVi-Beschaffenheit.



10m Spannweite, das Ziel passt genau ein halbes Mal in den Kreis

ReVi-Kreis 1/2 Spannweite = $10m \cdot 0,5 \cdot 10 = 50m$ Distanz

10m Spannweite, das Ziel passt genau einmal in den Kreis

ReVi-Kreis 1/1 Spannweite =

10m Spannweite, das Ziel passt genau zweimal in den Kreis

ReVi-Kreis 2/1 Spannweite =

Ganz wichtig: Im Luftkampf bleibt keine Zeit zum Rechnen! Das Distanzmessen mit dem ReVi muss geübt werden. Dafür brauchen Sie eigentlich nur Papier und Bleistift: Zeichnen Sie ReVi-Kreise und Flugzeuge in unterschiedlichen Grössen, überlegen Sie sich dann, wie weit das Flugzeug weg ist und prägen Sie sich das Bild ein. Wie gross ist der Kreis im Verhältnis zum Flugzeug?

Schusswinkel - Prinzip

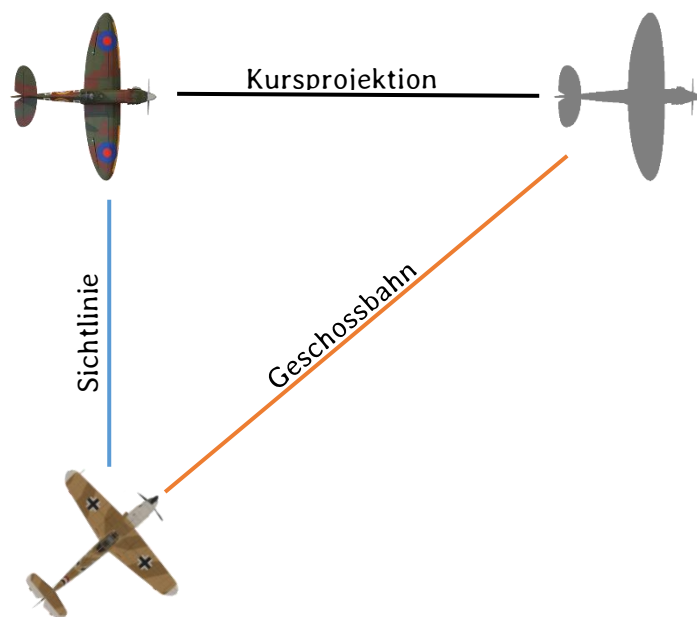
Bis zu diesem Punkt haben Sie es mit einem Ziel zu tun gehabt, dass sich idealerweise in gerader Linie von Ihnen fortbewegt. Zwar werden 90% der Flieger abgeschossen, ohne dass sie den Gegner gesehen hätten, aber dabei hat der Schütze in den seltensten Fällen aus der 6 Uhr-Position gefeuert. Schiessen Sie auf ein sich bewegendes Ziel, müssen Sie einen gewissen **Vorhalt** geben. Im Prinzip mache Sie einen „Fehlschuss“, in den das Ziel hineinfliegt. Sie feuern auf ein bewegliches Ziel, von einem sich bewegenden Flugzeug aus, mit Projektilen, die eine gewisse Flugzeit brauchen und einer Ballistik unterworfen sind. Dies alles mit unterschiedlichen Eigengeschwindigkeiten und Winkeln zwischen den Flugpfaden des Schützen und des Ziels.

Der wichtigste Punkt ist hier der Winkel zwischen den Flugpfaden. Durch ihn entsteht eine seitliche Drift des Ziels. Da die Projektile eine bestimmte Zeit brauchen, um zum Ziel zu gelangen, muss auf den Punkt gezielt werden, an dem sich das Ziel genau nach jener

Flugzeit befindet, die die Projektile bis zu diesem Punkt benötigen. Das klingt sehr kompliziert, ist aber in Wirklichkeit ganz einfach:

Entscheidend ist das Verhältnis von Projektilgeschwindigkeit zu Zieleigengeschwindigkeit. Warum? Weil sie zwei konstante Größen sind, die sich nicht ändern (die Geschwindigkeit nimmt auf der für uns interessanten Distanz bis 250 Meter vernachlässigbar ab). Ein Beispiel: Ihre Projektile benötigen für 250 Meter eine halbe Sekunde.

Sie schießen auf ein Ziel, das in dieser Zeit um 50 Meter zur Seite driftet. Angenommen, das Ziel sei 250 Meter entfernt. Dann müssen Sie auf den Punkt schießen, der in Driftrichtung 50 Meter vor dem Ziel liegt. Wenn das Ziel jetzt nur 125 Meter entfernt ist, benötigen die Kugeln nur etwa $\frac{1}{4}$ Sekunde. In dieser Zeit driftet das Ziel aber nur 25 Meter zur Seite, wir müssen also nur 25 Meter vor das Ziel halten. Wie sieht das Verhältnis der Distanzen aus?



250 Meter zu 50 Meter entspricht 1:5,
125 Meter zu 25 Meter ebenso 1:5.

Und das bedeutet:

Der Schusswinkel bleibt bei unterschiedlichen Entfernungen immer gleich. Dieser Punkt kann nie genug betont werden. Es ist völlig unerheblich, ob Sie aus 50 oder 500 Metern Distanz schießen. Der Winkel zwischen der Sichtlinie zum Ziel und der Geschossbahn wird immer derselbe sein!

Vorhalt nach ReVi-Radien

Hier kommen nun endlich alle vorigen Elemente zusammen. Sie erinnern sich:

Der ReVi-Kreisdurchmesser entspricht immer $\frac{1}{10}$ der Distanz zum Ziel. Ziehen wir unsere Beispiele nochmals heran:

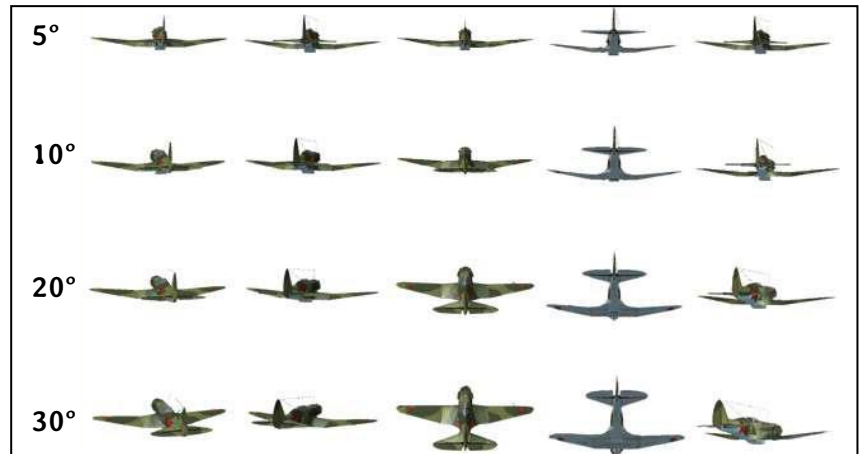
1. Distanz zum Ziel = 250 m; Drift = 50 m.
2. Distanz zum Ziel = 125 m; Drift = 25 m.

Auf 250 m entspricht ein ReVi-Kreisdurchmesser 25 m (= $\frac{1}{10}$ von 250 m). Sie müssen also zwei ReVi-Kreisdurchmesser (oder vier Radien) vorhalten. Und auf 125 m? Hier entspricht der ReVi-Kreisdurchmesser 12,5 m. Sie müssen 25 m vorhalten, das sind ebenso zwei Kreisdurchmesser (oder vier Radien). Für das Vorhalten nach ReVi-Radien gilt also:

Beim Vorhalten nach ReVi-Radien spielt die Entfernung keine Rolle, nur der Winkel ist wichtig!

Entscheidend ist nun, wie viele Radien Sie für welchen Winkel vorhalten müssen. Die untenstehenden Angaben sollten Sie verinnerlichen und wie Vokabeln auswendig lernen

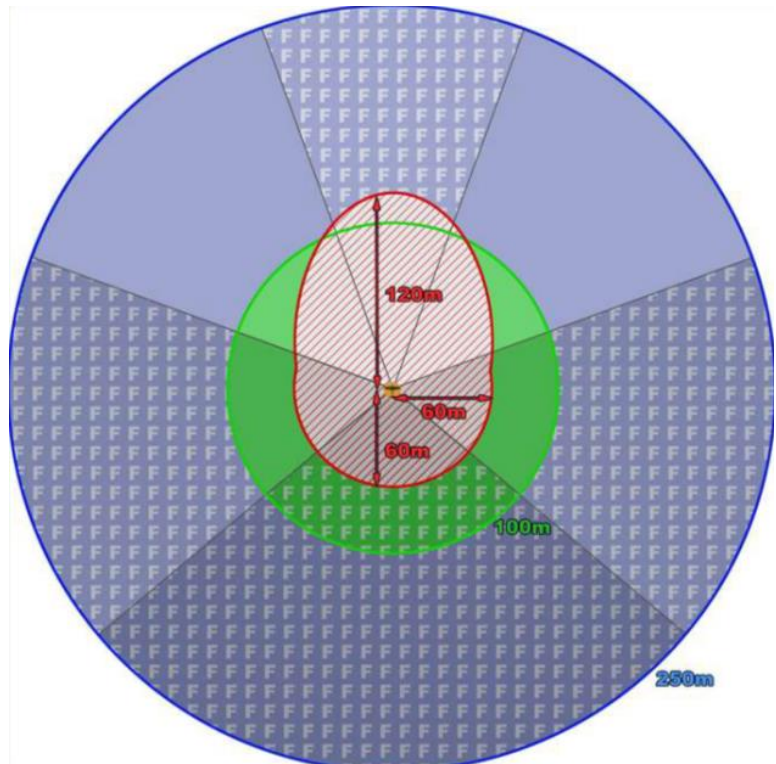
- $5^\circ = \frac{1}{2}$ Radius
- $10^\circ = 1$ Radius
- $20^\circ = 1\frac{1}{2}$ Radien
- $30^\circ = 2$ Radien
- $50^\circ = 3$ Radien



Angriffsverfahren

Bisher haben wir uns fast ausschliesslich mit den theoretischen Aspekten beschäftigt. Es bleibt die Frage der Anwendung. Grundsätzlich müssen zwei Arten von Angriffen unterschieden werden: **Folgeschüsse** und **Schnappschüsse**. Während Sie beim Folgeschuss in der Lage sind, dem Ziel zu folgen und dauerhaft den richtigen Vorhalt zu geben, ist dies beim Schnappschuss nur für einen Moment oder gar nicht möglich. Ob es möglich ist, hängt vom Angriffswinkel und der daraus resultierenden Drift des Ziels ab. Die Distanz spielt aber ebenfalls eine Rolle, genau wie die Eigengeschwindigkeit des eigenen

Flugzeugs und die des Ziels. Am besten lassen sich die Möglichkeiten an einer sog. „Firing Envelope“ (kurz FE, sinngemäß „Beschuss-Sphäre“) erklären: Diese FE (siehe Abbildung) ist stark vereinfacht, aber vor Allem massstabsgetreu, um die Notwendigkeit von Schüssen aus kurzer Distanz zu demonstrieren. Im Zentrum befindet sich das Ziel. Es ist umgeben von einer Markierung für den Mindestabstand (**rote Linie**). Annäherungen von hinten und von der Seite dürfen nicht näher als 60m an das Ziel herantreten, um die Gefährdung durch Druckwellen und Trümmer auszuschliessen. Nach vorn erweitert sich die „Min-Range“-Zone auf 120m, da Sie hier die summierten Geschwindigkeiten unseres und des Zielflugzeugs berücksichtigen müssen. Weiter aussen kommt die Konvergenzdistanz (**grüne Linie**). Aus dieser Distanz sind die wirksamsten Schüsse möglich. Zu beachten ist hier, dass Sie bei Angriffen von vorn beim Erreichen der Konvergenzdistanz bereits die Mindestdistanz unterschritten hätten. Schüsse aus der Konvergenzdistanz sind also bei Angriffen von vorn nicht möglich! Zuletzt kommt die Grenze der effektiven Reichweite (**blaue Linie**). Ausserhalb dieser Distanz sind Schüsse, die eine Zerstörung des Ziels bezwecken sollen,



nicht mehr sinnvoll. Entscheidend sind nun die Zonen, die mit „FFF“s gekennzeichnet sind. Innerhalb dieser Zonen sind Folgeschüsse möglich, da das Ziel langsam genug driftet. In den übrigen Zonen lassen sich nur Schnappschüsse anbringen, bei denen Sie entweder das Ziel durch das ReVi wandern lassen, oder für kurze Zeit mit vollem Ruderausschlag dem Ziel folgen. Besonders erwähnenswert, ist hier das vordere Achtel der FE. In diesem Bereich sind nicht nur Folgeschüsse möglich, es bieten sich auch sehr lohnende Trefferflächen, wie z.B. der Motor. Ausserdem ist die kinetische Energie der Geschosse wesentlich höher, da das Ziel nicht von den Kugeln weg-, sondern ihnen entgegenfliegt (Relativgeschwindigkeit, siehe Mindestabstand). Aufgrund der summierten Eigengeschwindigkeit müssen Sie allerdings einen etwas größeren Vorhalt geben.

Risiken bei der Anwendung

Viele Piloten trauen sich gerade die oben beschriebenen Schüsse aus dem vorderen Achtel aufgrund der hohen Schwierigkeiten und Risiken nicht zu. Tatsache ist, dass Sie beim Luftkampf gewisse Risiken in Kauf nehmen müssen. Andere sind jedoch vermeidbar, wenn Sie sich an ein paar Sicherheitsrichtlinien halten: Bei Angriffen aus der vorderen Hälfte des Ziels ist die Annäherungsgeschwindigkeit sehr hoch und damit die Gefahr der Kollision entsprechend groß! Wenn Sie sich nicht vom Jagdtrieb übermannen lassen, ist ein rechtzeitiges Ausweichen aber trotzdem möglich. **Disziplin** ist hier das Stichwort. Dies gilt aber generell für alle Angriffe: Sie sollten sich nicht zu nah ans Ziel heranwagen und die Manövrierfähigkeit des Zieles respektieren. Eine Kollision in der Luft kann einem die ganze Mission ruinieren und bringt einem bei den Mitspielern meist wenig Sympathie ein. Bei Angriffen von vorn sollten Sie außerdem den Gegner vorzugsweise nur dann angreifen, wenn er selbst keine Möglichkeit zum Schießen hat. „Head-Ons“ (frontal aufeinander zu) wirken zwar immer recht dramatisch, laufen aber häufig auf ein einfaches Glücksspiel hinaus, das Sie als guter Jagdpilot nicht nötig haben sollten. Gerade unerfahrene Piloten sollten deshalb nicht alles auf eine Karte setzen, sondern lieber an der Verbesserung ihrer Taktik arbeiten, denn einen Draufgänger kann man fast immer irgendwie austricksen. Schlussendlich muss vor dem „Tunnelblick“ gewarnt werden: Die gefährlichsten Momente einer Mission sind der Start, die Landung und der Moment kurz vor Eröffnen des Feuers. Sie sollten immer wieder zwei Sekunden Zeit in einen Rundumblick investieren und sich darüber im Klaren sein, welchen Bereich des Himmels Sie gerade nicht einsehen können. Auch lange Verfolgungsjagden stellen ein enormes Risiko dar, weil Sie damit schnell in einen Hinterhalt gelockt werden können.

Psychologie im Luftkampf

Die obigen Ausführungen sind natürlich in erster Linie technischer Natur. Als guter Schütze sollten Sie aber auch den psychologischen Aspekt des Schießens erkennen und nutzen: Schüsse aus grosser Distanz können, auch wenn sie wenig Trefferchancen und geringen Schadenswert haben, einen fliehenden Gegner zu Ausweichmanövern veranlassen, die es Ihnen möglicherweise erlauben, auf effektive Reichweite aufzuschließen. Gleichwohl sollten Sie sich eine Chance auf einen Schnappschuss möglichst nie entgehen lassen, solange für den Schnappschuss selbst keine extremen Manöver notwendig sind. Selbst wenn Treffer nicht wahrscheinlich sind - auf den Gegner zu feuern versetzt diesen augenblicklich in die Rolle des Verteidigers. Sein Denken wird sich für entscheidende Sekunden nicht mehr um den Angriff, sondern um die Verteidigung drehen. Ein derartiges kurzzeitiges Fehlverhalten des Gegners kann sich sehr schnell in einen echten Vorteil für Sie selbst wandeln. Solange Sie also noch ausreichend Munition haben, sollte Sie Ihre Chancen nutzen. Und selbst bei einem ungünstigen Schusswinkel gibt es die Wahrscheinlichkeit auf einen Treffer, der wiederum psychologische Momente oder auch einen brennenden Tank nach sich ziehen kann.

Anhang 1: Ausführungen und Exkurse zu mathematischen Schwerpunkten

Zu 1.: Die kinetische Energie und die Signifikanz der Geschwindigkeit auf deren Betrag

Zur Wiederholung hier die Formel zur Berechnung der kinetischen Energie:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

E_{kin} ...kinetische Energie; Einheit: J [Joule], wenn es interessiert: $1 J = 1 \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$

m ...Masse; Einheit: kg [Kilogramm]

v ...Geschwindigkeit; Einheit: $\frac{m}{s}$ [Meter pro Sekunde]

Wie Sie sehen können, wird die Geschwindigkeit v am Ende der Formel *quadriert*. Die Masse m dagegen nicht, was bedeutet, dass die Veränderung der Geschwindigkeit v einen sehr viel höheren Einfluss auf die kinetische Energie E_{kin} hat.

Zu 2.: Die relative Annäherungsgeschwindigkeit zwischen zwei sich bewegenden Flugzeugen

Im Wesentlichen verbirgt sich hinter dieser Gesetzmäßigkeit lediglich folgende Tatsache:

- Fliegen Sie und das Flugzeug in gleiche Richtung, so subtrahieren sich Ihre Geschwindigkeiten voneinander,
- Fliegen Sie und das Flugzeug in entgegengesetzte Richtung aufeinander zu, so addieren sich Ihre Geschwindigkeiten zueinander.
- Als Ergebnis erhalten Sie die Relativgeschwindigkeit, mit der Sie sich effektiv auf das Objekt zubewegen.

Fall a):

- Sie fliegen in gleiche Richtung. Ihre Geschwindigkeit beträgt $v_{eigen} = 500km/h$.
- Ihr Gegner fliegt mit einer Geschwindigkeit von $v_{Gegner} = 450km/h$.



Es ergibt sich hieraus eine Relativgeschwindigkeit von $v_{relativ} = 500km/h - 450km/h = 50km/h$.

Das bedeutet, Sie nähern sich Ihrem Gegner mit nur $50km/h$ an. Das verschafft Ihnen zwar ein großes Zeitfenster, sich ihrem Ziel zu nähern, allerdings gleichsam auch Ihrem Gegner, Sie zu entdecken und seinen Flügelmännern, Sie abzufangen.

Fall b):

Jagdfliegerschule - 15

- Sie fliegen in entgegengesetzte Richtung aufeinander zu. Auch hier beträgt Ihre Geschwindigkeit $v_{eigen} = 500\text{km/h}$.
- Die ihres Gegners sei ebenso, wie bei a) $v_{Gegner} = 450\text{km/h}$.



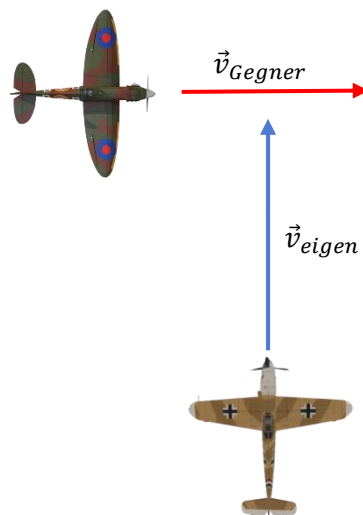
Es ergibt sich hieraus eine Relativgeschwindigkeit von

$$v_{relativ} = 500\text{km/h} + 450\text{km/h} = 950\text{km/h}.$$

Das bedeutet, Sie nähern sich Ihrem Gegner mit 950km/h , also fast ihrer doppelten Eigengeschwindigkeit an. Das verschafft Ihnen und ihrem Gegner nur ein kleines Zeitfenster und ist zudem eine riskante Situation.

Fall c):

- Sie fliegen in Ihrer Flugbahn im rechten Winkel (orthogonal) zu der, Ihres Gegners



Sie können feststellen, dass in diesem Fall die Geschwindigkeit Ihres Gegners irrelevant ist, weil Sie sich in Bezug auf seine Wegstrecke genau senkrecht nähern. Darum wirkt der Geschwindigkeitsvektor des Gegners nicht auf ihren eigenen und somit ist es einzig und allein Ihre Eigengeschwindigkeit, die hier die Relativgeschwindigkeit abbildet.

Anhang 2: Übungsaufgaben zur Entfernungsbestimmung via ReDi

Flügelspannweiten einiger alliierter Flugzeuge:

- Jäger: 10m
- Il-2: 15m
- Pe-2: 17m
- P-38: 18m
- A-20: 19m
- B-25: 20m
- 4-mot. Bomber: 30m

Das Hauptaugenmerk sollte bei den folgenden Übungsaufgaben eher auf Jäger und Sturmoviks gelegt werden, da Bomber mit Bordschützen nur selten direkt von hinten angegriffen werden.

Zur Wiederholung die Formel zur Abstandsberechnung:

$$\begin{aligned} \text{Distanz zum Ziel [in Meter]} \\ = \text{Flügelspannweite des Ziels [in Meter]} \cdot \text{Verhältnis (Kreis/Ziel)} \cdot 10 \end{aligned}$$

Vorgehensweise:

- 1.) Vergewissern Sie sich, um welches Flugzeugmuster es sich handelt. In diesem Fall ein Jäger oder eine Sturmovik.
- 2.) Erinnern Sie sich daran, welche Flügelspannweite das von Ihnen angegangene Ziel haben muss. Diese Spannweite ergibt den Platzhalter der Formel *Flügelspannweite des Ziels [in Meter]*.
- 3.) Versuchen Sie nun abzuschätzen, wie oft das Flugzeug in den ReVi-Kreis hineinpasst. Ein ganzes Mal? Nur ein halbes Mal oder gar zwei- oder dreimal? Schätzen Sie selbst. Dieser Faktor ergibt den Platzhalter in der Formel *Verhältnis (Kreis/Ziel)*.
- 4.) Multiplizieren Sie nun die beiden Werte mit der Konstante 10 zusammen und Sie erhalten Ihre Distanz zum Gegner in Metern.

Frage A mit Lösung:



- Flugzeugtyp: Jäger
- Es folgt die Spannweite: 10m
- Es passt etwa ein halbes Mal hinein

$$\text{Distanz zum Ziel} = 10\text{m} \cdot 0,5 \cdot 10 = 50\text{m}$$

Jagdfliegerschule - 15

Lösung Frage B:



- Flugzeugtyp: Il-2 Sturmovik
- Es folgt die Spannweite: 15m
- Es passt etwa dreimal hinein

$$\text{Distanz zum Ziel} = 15m \cdot 3 \cdot 10 = 450m$$

Lösung Frage C:



- Flugzeugtyp: Jäger
- Es folgt die Spannweite: 10m
- Es passt etwa dreimal hinein

$$\text{Distanz zum Ziel} = 10m \cdot 3 \cdot 10 = 300m$$

Lösung Frage D:



- Flugzeugtyp: Il-2 Sturmovik
- Es folgt die Spannweite: 15m
- Es passt etwa einmal hinein

$$\text{Distanz zum Ziel} = 15m \cdot 1 \cdot 10 = 150m$$

Jagdfliegerschule - 15

Lösung Frage E



- Flugzeugtyp: Jäger
- Es folgt die Spannweite: 10m
- Es passt etwa einmal hinein

$$\text{Distanz zum Ziel} = 10m \cdot 1 \cdot 10 = 100m$$

Quelle dieser Übungsaufgabe und dazugehörige Bildausschnitte:
<https://www.youtube.com/watch?v=MaWB3uAkycs>