



Theoriematerial zur Ausbildung für Fortgeschrittene

Relative Leistung im Luftkampf

Inhaltsverzeichnis

1) Einführung – Aufgabenstellung	2
2) „Relative“ Leistung – heiß' ich etwa Einstein?!	2
3) Leistungsmerkmale – höher, schneller, weiter	2
4) Die Merkmale im Detail – wo der Teufel steckt	2
5) Typische Kombinationen – womit wir zu rechnen haben	5
6) Umsetzung im Luftkampf – angewandte Wissenschaften	6

1) Einführung – Aufgabenstellung

Dieses Dokument ist Teil der theoretischen Grundlagen für das Modul „Luftkampf“ der virtuellen Jagdfliegerschule (<http://jfs.sturmovik.de>). Der Schüler sollte es deshalb vor Absolvierung des Moduls sorgfältig gelesen und überdacht haben. Falls Fragen offen geblieben sind, können diese im Forum der JFS gestellt werden, es gibt dort einen eigenen Thread für dieses Modul.

Es muß vorausgesetzt werden, daß der Schüler das „1 x 1 für junge Adler“ kennt und seine Inhalte verstanden hat.

In einem Luftkampf treten meistens zwei unterschiedliche Flugzeugtypen gegeneinander an. Fast immer haben diese unterschiedliche Flugeigenschaften, die sich auf die Taktik auswirken. Dieser Text soll die wichtigsten Leistungsmerkmale aufzeigen und einen Leitfaden zur Auswahl richtiger Taktiken bieten.

2) „Relative“ Leistung – heiß' ich etwa Einstein?!

Zunächst eine Begriffsklärung: Wenn wir hier von relativer Leistung sprechen, ist damit nicht gemeint, daß ein Flugzeug mit kaputtem Motor relativ schlecht fliegt. Statt dessen sind die Differenzen zwischen zwei verschiedenen Flugzeugtypen gemeint: Wie viel schneller kann Flugzeugtyp A fliegen im Vergleich zu Flugzeugtyp B? Wieviel höher kann er fliegen? Im Luftkampf ist in vielen Fällen nicht der absolute Wert entscheidend, sondern dessen Verhältnis zum Gegner.

3) Leistungsmerkmale – höher, schneller, weiter

Zwei sehr offensichtliche Merkmale eines Flugzeugs sind bereits genannt worden: Höchstgeschwindigkeit und Dienstgipfelhöhe. Folgende wichtige Merkmale sollten wir im Kopf behalten:

Geschwindigkeit & Co.

- Flächenbelastung
- Langsamflugeigenschaften
- Höchstgeschwindigkeit
- Strukturelle Belastungsgrenze
- Beschleunigung
- Gewicht

Wendigkeit

- Kurvenradius
- Winkelgeschwindigkeit
- Rollrate

Flughöhe & Co.

- Dienstgipfelhöhe
- Steigrate
- Reichweite

Besonderheiten

- Panzerung
- Bewaffnung
- Sichtverhältnisse im Cockpit

An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, daß die im Spiel vorhandenen Merkmale der Flugzeuge nicht zwangsläufig historisch korrekt oder durchgehend realistisch sind.

4) Die Merkmale im Detail – wo der Teufel steckt

Flächenbelastung

Die Flächenbelastung ist ein Schlüsselbegriff, den wir später noch einige Male brauchen werden. Deshalb kommt er hier an erster Stelle. Die Flächenbelastung gibt an, wie groß das Gewicht des Flugzeugs im Verhältnis zur Fläche des Tragwerks (der Flügel) ist. Ohne zu sehr ins Detail zu gehen, sorgt eine geringe Flächenbelastung für Vorteile im Langsamflug und beim Kurvenradius. Eine hohe Flächenbelastung bevorteilt dagegen hohe Geschwindigkeiten, weil der von den Tragflächen verursachte Widerstand geringer ist. Gleichzeitig erhöht sich die Rollrate des Flugzeugs.

Langsamflugeigenschaften

Immer dann, wenn wir mit unserer Maschine durch scharfe Aufwärtsmanöver oder in engen Kurven

fliegen müssen wird die Mindestgeschwindigkeit und auch die Beherrschbarkeit der Maschine bei niedriger Geschwindigkeit zu einem kritischen Faktor. Je einfacher die Maschine in diesen Bereichen zu fliegen ist, desto leichter kann sich der Pilot auf die übrigen Aufgaben des Luftkampfes konzentrieren. Flugzeuge mit geringem Gewicht, beziehungsweise geringer Flächenbelastung haben hier meist die Nase vorn.

Höchstgeschwindigkeit

Generell gilt: Langsamflug und Hochgeschwindigkeitsflug beißen sich. Ausschlaggebend ist hier nämlich nicht nur die Motorisierung, sondern auch die Flächenbelastung des Flugzeugs und die Profilart der Tragfläche. Ein für den Langsamflug optimiertes Flugzeug hat bei hoher Geschwindigkeit hohen Widerstand und dadurch eine geringere Höchstgeschwindigkeit. Hochgeschwindigkeits-Maschinen sind dagegen unter 300 km/h häufig ziemliche Biester – abgesehen von den späten La-5 und La-7 im Spiel, die beides können. Schneller als der Gegner zu sein bedeutet immer, daß wir die Initiative im Gefecht haben: Wir können uns aus dem Kampf zurückziehen, oder aber einen flüchtenden Gegner niederstrecken.

Strukturelle Belastungsgrenze:

Die strukturelle Belastungsgrenze entscheidet darüber, wie gut ein Flugzeug seinen Höhenvorteil gegen einen Gegner ausspielen kann. Wenn die Maschine schon bei 650 km/h abmontiert (Paradebeispiele sind hier die frühen MiGs und Yaks), können wir im senkrechten Sturz nicht mehr als 1500 bis 2500 Höhenmeter umsetzen. Haben wir eine höhere strukturelle Belastungsgrenze als der Gegner, so können wir uns mit einem Fluchtsturz aus der unmittelbaren Gefahr lösen: Fliegen wir im Sturz über der Belastungsgrenze des Gegners, können wir Abstand zu ihm aufbauen, ohne daß er etwas daran ändern kann. Die Belastungsgrenze ist aber auch bei Abfangmanövern aus hohen Geschwindigkeiten wichtig; enge Kurven bei hoher Geschwindigkeit produzieren enorme Andruckkräfte, die die Tragflächen brechen lassen können. Flugzeuge mit hoher Flächenbelastung sind hier meist besser dran, weil sie stabiler konstruiert sind.

Beschleunigung:

Hier spricht das Verhältnis von Schub zu Gewicht. Je höher es ist, desto besser kommen wir aus den Puschen und können aus kraftzehrenden Manövern heraus wieder auf Geschwindigkeit kommen. Dies ist vor allen Dingen bei Kurbelegen interessant, wenn die Geschwindigkeit durch die vielen Kurven mit hohem Andruck absinkt. Hier können wir, z.B. aus einer Aufwärtsbewegung kommend, plötzlich auf Feinddistanz aufschließen. Guter Schub zum Gewicht bedeutet meist auch eine gute Steigrate. Dazu später mehr.

Gewicht:

Gewicht ist fast immer ein Manko. Es verschlechtert die Beschleunigung, die Steigrate und den Treibstoffverbrauch. Es erhöht außerdem die Flächenbelastung des Flugzeugs, mit den oben beschriebenen Vor- und Nachteilen. Gewicht wird nur bei sehr hohen Geschwindigkeiten zum Vorteil, wenn es um Schwung geht: Eine schwere Maschine ist – grob gesprochen – ein dichteres Objekt und erreicht deshalb in der Atmosphäre höhere Fallgeschwindigkeiten. Man vergleiche eine Feder mit einem Stein, aber eben nicht in einer Vakuumröhre. Solange die strukturelle Belastungsgrenze mitmacht, kann man so enorme Geschwindigkeiten erreichen. Diese lassen sich außerdem in einem Hochgeschwindigkeits-Zoom in ungeahnte Höhe umsetzen. Unterhalb von 500 bis 400 km/h verkehrt sich dieser Vorteil aber ins Gegenteil: Die Maschine kommt weder beim Steigen, noch beim Stürzen aus den Pöten, weil hier nicht der Schwung, bzw. die Schwerkraft dominiert, sondern die Motorkraft, die gegen die Trägheit der größeren Masse ankämpfen muß.

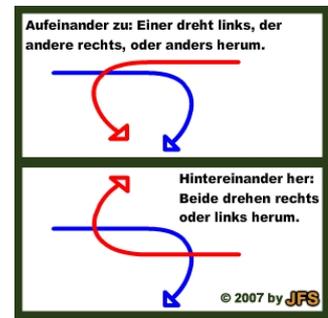
Kurvenradius:

Der Kurvenradius ist bei Kurven aufeinander zu ein ausschlaggebender Faktor. Je geringer der Kurvenradius ist, desto weniger Platz braucht das Flugzeug zum Wenden. Wenn unsere Maschine einen engeren Kurvenradius als der Gegner hat, können wir in seine Flugbahn schneiden. Wenn wir den Kurvenradius zu eng ziehen, verliert unser Flugzeug dadurch an Energie. Ein Sonderfall ist hier die Spitfire, die im unteren Geschwindigkeitsbereich kaum Schwung verliert und sehr gut beschleunigt.

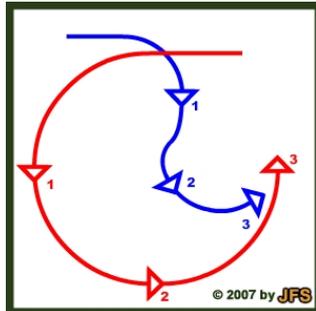
Winkelgeschwindigkeit:

Die Winkelgeschwindigkeit ist ausschlaggebender Faktor bei Kurven hintereinander her. Sie beschreibt, wieviel Grad Kursänderung pro Sekunde möglich sind; ihr Kehrwert gibt an, wie lange wir z.B. für eine Kehrtwende brauchen. Selbst bei einem größeren Kurvenradius können wir uns auf die Sechsen eines Flugzeugs mit geringerer Winkelgeschwindigkeit setzen.

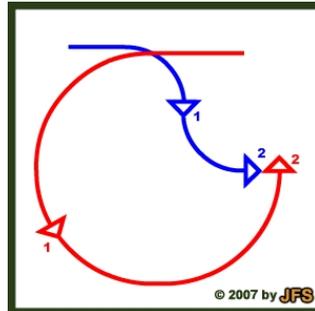
Bei den folgenden Grafiken hat das blaue Flugzeug immer den engeren Kurvenradius. Das rote Flugzeug hat in den Fällen 1 und 4 eine höhere Winkelgeschwindigkeit.



Aufeinander zu:

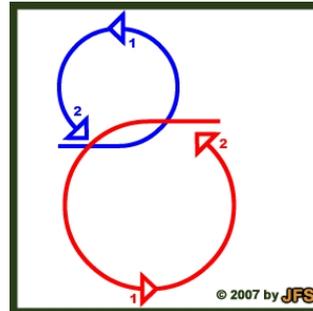


Winkelgeschwindigkeit: 20°/s für blau & rot.

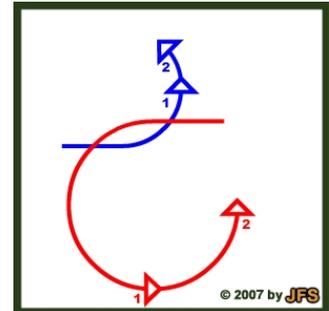


Winkelgeschwindigkeit: 30°/s für rot, 20°/s für blau.

Hintereinander her:



Winkelgeschwindigkeit: 20°/s für blau & rot.



Winkelgeschwindigkeit: 20°/s für rot, 10°/s für blau.

Rollrate

Die Rollrate gibt die Geschwindigkeit an, mit der sich ein Flugzeug um seine Längsachse drehen kann. Dieser Wert ist für schnelle Kurswechsel äußerst wichtig, weil Kurven fast immer durch Quer- und Höhenruder erfolgen werden. Flugzeuge mit hoher Flächenbelastung haben hier generell die besseren Karten. Bei zunehmender Geschwindigkeit nimmt die Rollrate ohne Kraftverstärker massiv ab, weil der Pilot dem zunehmenden Luftwiderstand nicht mehr viel entgegensetzen kann. Ähnliches gilt für das Höhenruder, im Pilotenjargon wird von „Betonrudern“ gesprochen. Die Rollrate gibt bei Manövern den Ausschlag, die viele Kurswechsel erfordern, z.B. Scheren, Faßrollen und Spiralmanöver.

Dienstgipfelhöhe:

Mit der Dienstgipfelhöhe wird die Höhe bezeichnet, bei der das Flugzeug weniger als 100 ft/min (0,5 m/s) steigt. Umgangssprachlich können wir dies als Maximalflughöhe bezeichnen. Das Flugzeug mit der niedrigeren Dienstgipfelhöhe wird letzten Endes einen Höhen- und damit Energienachteil haben. Allerdings sind das Extremfälle.

Steigrate:

Die Steigrate bezeichnet, um wieviele Meter ein Flugzeug pro Sekunde steigen kann. Eine höhere Steigrate gibt uns die Initiative über den Gegner, da wir uns jederzeit einen Höhen-, bzw. Energievorteil beschaffen können. Die Steigrate ist stark von den Leistungsmerkmalen des Triebwerks abhängig. Insofern müssen wir die Höhen vermeiden, in denen der Kompressor nicht mehr die nötige Leistung liefern kann oder umschalten muß. Außerdem sind manche Flugzeugtypen für bestimmte Höhen optimiert, also sollten wir mit ihnen den Kampf nach Möglichkeit nur dort suchen. Ein zweiter wichtiger Faktor ist die Tragflächenbelastung: Je niedriger sie ist, desto besser ist die Steigrate.

Reichweite:

Ein Flugzeug mit hoher Reichweite kann länger im Einsatz bleiben und auch entfernte Objekte angreifen. Häufig sprechen wir auch von der maximalen Einsatzdauer. Wie wichtig diese ist, zeigte spätestens 1940 die Luftschlacht um England, bei der die deutschen Bomber schwere Verluste erlitten, weil ihre Jagdmaschinen nur 10 Minuten über England kämpfen konnten, bevor sie den Rückweg antreten mußten. Ähnliches gilt für die Begleitjagd der frühen amerikanischen Tagangriffe auf das Deut-

sche Reich.

Panzerung / Beschußfestigkeit:

Eine gute Panzerung gibt uns die Möglichkeit, Schäden hinzunehmen, ohne deshalb gleich die Mission abbrechen zu müssen. Lebenswichtige Punkte sind hier vor allem Cockpit, Tanks und Motor. Besonders schön sieht man das an der japanischen A6M „Zero“ im Vergleich zur amerikanischen F4F „Wildcat“: Die Wildcats konnten aufgrund ihrer massiven Bauweise ihre schlechte Manövrierfähigkeit wettmachen, indem sie einen Gegner auf sich zogen und diesen dann vom Flügelmann bekämpfen ließen. Die Zeros fingen im Gegenzug schon bei kleineren Treffern Feuer. Im Spiel ist dies recht extrem dargestellt, hier reichen meist einzelne Kugeln für einen Tankbrand.

Bewaffnung:

Bei der Bewaffnung scheiden sich die Geister. Manche beschwören die Wirkung großkalibriger Maschinenkanonen, andere setzen auf Gruppen von MGs mit hoher Feuerrate. Beide haben ihre Daseinsberechtigung, die aber in erster Linie von der Beschußfestigkeit des Gegners abhängt: Je stärker die Panzerung, desto größere Kaliber werden für schnelle Ergebnisse benötigt. Auf der anderen Seite haben großkalibrige Waffen baubedingt eine niedrige Feuerrate, unter der vor allem bei Schnappschüssen die Trefferwahrscheinlichkeit leidet. Hinzu kommt meist eine geringe Munitionsmenge. Im Kampf gegen Jagdflugzeuge ist die 20mm-MK deshalb der beste Kompromiß zwischen hohem Schaden und hoher Feuerrate. Zusätzliche Bewaffnung in Form von Kanonengondeln oder Raketen sollten wir gegen Jäger gar nicht erst mitnehmen, weil sie die Manövrierfähigkeit stark einschränkt. Ein letztes Wort zur Reichweite der Waffen: Manche Kaliber, wie die cal.50 – MGs der Amerikaner, ermöglichen Schüsse aus enormen Distanzen. Dies kann durchaus von Vorteil sein.

Sichtverhältnisse im Cockpit:

Ein letzter wichtiger Punkt sind die Sichtverhältnisse im Cockpit. Idealerweise sollte das Cockpit nur dünne Streben haben, nicht auf gleicher Höhe mit den Tragflächenwurzeln positioniert sein und auf den Rumpf aufgesetzt, statt in ihn integriert sein, um die eigene Sechse möglichst frei einsehen zu können. Der einzige Nachteil eines solchen Cockpits ist, daß wir schnell den Überblick verlieren, in welche Richtung wir gerade gucken. TrackIR-Besitzer sind hier im Vorteil, weil sie aus ihrer Kopfstellung die Position des Pilotenkopfes direkt ableiten können. Es geht natürlich auch ohne dieses Hilfsmittel, aber dann benötigen wir einiges an Erfahrung.

5) Typische Kombinationen – womit wir zu rechnen haben

Die folgenden Beispiele sollen einige typischen Flugzeugmuster darstellen. Die Liste ist nicht komplett und soll es auch nicht sein.

Schnell, steigfreudig, sturzfest.

Diese Kombination ist heiß. Sie gibt uns doppelte Initiative im Gefecht. Die höhere strukturelle Belastungsgrenze erlaubt außerdem bei ausreichender Höhe Fluchtmanöver. In dieser beneidenswerten Position finden sich Piloten deutscher Maschinen bis 1942. Alle alliierten Maschinen aus dieser Zeit sind entweder langsamer, nicht so steigfreudig, oder montieren schneller ab – oft sogar alles zusammen. Dafür sind sie meist wendiger, haben den engeren Kurvenradius und in niedrigen Geschwindigkeitsbereichen die höhere Winkelgeschwindigkeit. Kämpfe dürfen deshalb nicht als Kurbeleien in der Horizontalen ausgetragen werden.

Schnell, schwer bewaffnet, beschußfest.

Für diese Kombination gibt es zwei große Namen: Focke-Wulf und Wildcat. Diese Kombination schreitet nach Teamplay. Eine einzelne Focke-Wulf hat gegen eine einzelne Spitfire relativ schlechte Karten, wenn sie keinen massiven Höhenvorteil mitbringt. Zu zweit können wir jedoch den Gegner angreifen und dann hinter uns herziehen, während der Flügelmann seinerseits das Ziel angreift. Die Essenz des Überlebens: Geschwindigkeit oben halten! Keine langsamen Kurven! Möglichst mit Höhenvorteil ins Gefecht.

Wendig, steigfreudig.

Zero. Die japanischen Jägern hatten zu Beginn des Kriegs im Pazifik sowohl den engeren Kurvenradius, als auch die überlegene Steigrate. Für den Einzelkämpfer eine schöne Kombination, aber nicht ohne Nachteile: Die niedrige Flächenbelastung, die für diese Kombination notwendig ist, hat eine niedrige Höchstgeschwindigkeit zur Folge. Ein Rückzug aus einem Gefecht ist damit nur gefahrlos möglich, wenn der Gegner vernichtet ist. Die Devise lautet: nicht mehr abzubeißen, als wir schlucken können.

6) Umsetzung im Luftkampf – angewandte Wissenschaften

Was Leistungsmerkmale angeht lautet die goldene Regel im Luftkampf: Flieg deine Stärken aus und verhinder, daß der Gegner dasselbe tut. Damit wird die richtige Erkennung des Gegners zu einer essentiellen Frage: Kommt mir eine Spitfire entgegen, eine Yak, eine MiG – oder etwa eine Buffalo? Ein Blick auf die Spielerliste hilft bei Dogfights, die erschlagende Vielfalt von IL-2 sinnvoll einzugrenzen. Wenn nur Spits und Hurris als Gegner in der Luft sind, brauchen wir auch nur zwischen diesen zu unterscheiden.

Sobald wir wissen, womit wir es zu tun bekommen, können wir uns schon im Vorfeld die richtigen Taktiken überlegen. Nehmen wir als Beispiel die Bf109 E4 gegen eine Hurricane Mk.II. Die 109 dominiert die Hurricane deutlich in Endgeschwindigkeit und Steigleistung bis zu einer Höhe von 7000 bzw. 5000 Metern. Die Rollrate ist besser und bei hohen Geschwindigkeiten auch die Winkelgeschwindigkeit. Schließlich hat sie eine höhere strukturelle Belastungsgrenze und wiegt dafür fast eine Tonne weniger. Unterlegen ist die 109 eindeutig beim Kurvenradius und der Winkelgeschwindigkeit bei niedrigen Geschwindigkeiten. Außerdem ist die 109 äußerst beschußempfindlich. Dem Gegner dürfen nach Möglichkeit überhaupt keine Feuerlösungen geboten werden.

Damit ist klar, daß wir den Kampf nicht in horizontalen Scherenkämpfen suchen dürfen. Scheren in der Vertikalen sind dagegen vorteilhaft, weil hier das hohe Gewicht der Hurricane uns in die Hände spielt – die Kiste verhungert in Aufwärtsbewegungen. Unsere Prioritäten müssen lauten: Höhenvorteil haben, schnell bleiben, vertikal manövrieren.

Auf dieser Basis überlegen wir uns, welche Manöver aus dem Modul ACM für uns interessant sein können:

- High und Low Yoyos helfen uns, den Geschwindigkeitsvorteil gegen die Hurricane länger aufrecht zu erhalten.
- Chandelles geben uns die Gelegenheit, einen neuen Höhenvorteil aufzubauen. Wichtig: Erst mit dem Klettern beginnen, wenn wir außer Schußweite sind!
- Mit einem Hammerhead können wir eine langsame Hurricane in eine Aufwärtsbewegung locken, in der sie verhungert. Achtung: Die Hurricane darf nicht mehr schnell genug sein, daß sie in dieser Position noch schießen kann – wir sind oben im Hammerhead sonst eine leichte Beute!
- Die Lag Pursuit Roll, oder alternativ das High Yoyo geben uns die Gelegenheit, auf die hohe Sechse der Hurricane zu kommen.
- Boom & Zoom – Attacken: Beim Angriff von oben reinstürzen, kurz schießen. Bei flachem Sturzwinkel scharf aufwärts und in einen Hammerhead oder eine steile Faßrolle ziehen. Bei hohem Sturzwinkel flach und schnell raus und langsam wieder Höhe aufbauen.

Das höchste Gut für uns ist eine ausreichende Mindesthöhe: Wenn wir immer 1000 bis 1500 Meter über Grund bleiben, können wir uns auch einer Hurricane mit Höhenvorteil durch einen Fluchtsturz entziehen, mit hoher Geschwindigkeit aus ihrer Schußweite fliehen und dann wieder Höhe gegen sie aufbauen.

Dies ist natürlich nur eine kleine Auswahl der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten. Trotzdem lassen sich mit ihrer Hilfe einige überschaubare Standardsituationen schaffen, die durch Übung weiter verbessert werden können. Fühlen wir uns erstmal in unserem neu erlernten, kleinen Repertoire wohl, können wir die Trickkiste weiter ausbauen.