



# Kurvenflug

unter Berücksichtigung des FLCS

## BMS 4.32

## Die Aerodynamik im Kurvenflug

Die F-16 fliegt, wie jedes Flugzeug, weil sie über die Tragflächen(form) Auftrieb erzeugt. Dieser ist vektoriell nach oben gerichtet und wirkt der Schwerkraft entgegen. Deswegen definieren wir in einem Flugzeug eine sogenannte **Liftline**, das ist jene Richtung, in die eben Auftrieb erzeugt wird, also immer **nach oben** - gesprochen von unserer Blickrichtung im Pilotensitz.

Kippen wir die F-16 über eine Tragfläche, so blicken die Tragflächen nicht mehr nach oben. Der Auftrieb wirkt aber entlang der Liftline und deshalb kippen wir mit so einem Manöver die F-16 in einen Kurvenflug. *Nebensatz: Das Seitenruder wird dafür und generell in der F-16 aufgrund der Wirkung des FLCs, das selbsttätig das Seitenruder bedient, niemals im Flugbetrieb verwendet!*

Dadurch geht allerdings nicht Auftrieb generell, aber Auftrieb nach oben (von der Erde aus betrachtet) verloren. Der FPM sinkt unterhalb der 0° Linie, die F-16 sinkt. Dies muss um die Höhe zu behalten, kompensiert werden - wir müssen **mehr Schub** geben; mehr Schub, mehr Auftrieb.

Ist der Kurvenflug **beendet**, so wirkt der Auftrieb wieder nur mehr nach oben (aus Erdsicht) und wir können, müssen, den **Schub reduzieren**.

Zur genaueren Betrachtung der Aerodynamik und ihrer Umsetzung in BMS 4.32 empfehle ich die Zusammenfassung der Originalunterlagen im Basic Advanced Training unter

<http://gloryforum.1stgw.com/index.php?page=DownloadDBData&dataID=367>.

## Step by Step zum Kurvenflug

Fliegen wir die F-16 geradeaus, so haben Schubänderungen kaum Auswirkungen, siehe folgende Bilder:



10% Schubänderungen wirken sich kaum aus! Und dies, obwohl oder gerade weil der Stick bei dieser Geschwindigkeitsänderung vollkommen ausgelassen wurde, es gab also keinen Pitch Input. Wie kann dies möglich sein? Mehr Schub bewirkt doch mehr Auftrieb, die F-16 sollte also mehr steigen und umgekehrt sinken - warum tut sie dies nur andeutungsweise?

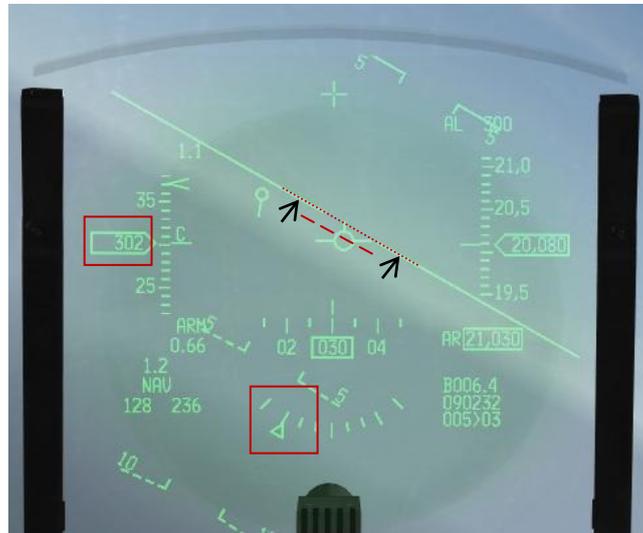
### ZEIT ZUM NACHDENKEN!

Anmerkung: Während der Luftbetankung und des Landens stimmt dies nicht. Hier haben Schubänderungen ganz andere Auswirkungen!

Die folgenden Betrachtungen gelten nur für den Navigationsskurvenflug. Im Kampf, speziell im A/A Bereich findet diese Art des Kurvenfliegens keine Anwendung, sondern es werden mithilfe des G-Meters sogenannten **G-Turns** geflogen. Diese sind technisch ganz anders umzusetzen und erfordern ein Vielfaches an Übung.

Setzen wir also in guter Formation zum Kurvenflug an, so wollen wir diese auch beim Beenden der Kurve vorfinden. Dazu müssen drei Bedingungen erfüllt sein.

1. gleicher Bank Angle
2. gleiche Geschwindigkeit
3. gleiche Höhe



Unser Pilot der obigen F-16 macht, was wahrscheinlich alle machen, er dreht auf **30° Bank Angle**. Dies war Leadvorgabe, eine Standardturn eben. 45° wären der nächste Teilstrich.

Seine Geschwindigkeit ist mit 302kts noch akzeptabel, doch wo liegt der FPM? Die F-16 wird leicht sinken, und an Geschwindigkeit zunehmen. Der Pilot hat seine Liftline vergessen. Teil des Auftriebs wurde in Drehrate umgesetzt, die F-16 beginnt zu sinken, und leicht Geschwindigkeit aufzubauen.

**Nur solange der Mittelpunkt des FPM exakt auf der 0° Linie zu liegen kommt, findet ein korrekter Bank Turn statt.**



Nun hat der Pilot seinen Fehler erkannt, und leicht am Stick nach hinten gezogen **und diesen Zug gehalten**. Dadurch verwendet er mehr Auftrieb für die Beibehaltung der Höhe, zwingt ja nach wie vor die F-16 auf 30° Bank zu fliegen, aber verliert dadurch stark an Geschwindigkeit. Er muss nun den **Schub anpassen!**

Fassen wir zusammen:

1. In den vorgegebenen Bank Angle abkippen, 30° oder maximal 45°!
2. Den FPM auf die 0° Linie bringen bzw. dort halten!
3. Schub geben (ein paar Prozentpunkte)!

Es müssen alle drei Parameter beachtet werden. Das Dramatische ist, dass selbst geringfügige Abweichungen massive Auswirkungen auf die anderen Parameter haben. Unser Pilot oben hat zwar korrigiert, aber inzwischen Geschwindigkeit und Höhe verloren. Dies muss es nun wettmachen. Auch wenn er das schafft, hat er aber in Summe noch mehr Distanz zu seinem Lead eingebracht. Noch schlimmer: Hat der Lead auch nicht 100% Kontrolle über seine F-16 ergeben sich noch weit größere Abweichungen im Formationsflug.

Der Formationskurvenflug ist recht komplex, allerdings in einem gut beherrschbaren Bereich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass drei Parameter gleichzeitig berücksichtigt werden müssen.

### Es gibt keine kleinen Fehler, geringe Abweichungen zerstören die Formation!

In folgenden Aufgaben soll erkannt werden, welche Fehler die Piloten gemacht haben, und wie zu korrigieren ist:

1.



2.



3.



4.

