



# Air Navigation

## BMS 4.33

V 3.3 – 07. Jan 2016

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
<b>1. Das „Basic – T“ .....</b>	<b>6</b>
1.1. Ablesen („scannen“) des Basic-T.....	7
1.2. Arbeiten mit dem Basic-T.....	9
1.2.1. - Einfache Abweichungen.....	9
1.2.2. - Kombinierte Abweichungen.....	9
1.3. Die Erweiterungen des „Basic – T“.....	11
1.4. Direkte Zusammenhänge beim cross-check .....	12
1.4.1 - Straight & level flight.....	12
1.4.2. 30° bank in level flight.....	15
1.4.3. Der Descent.....	16
1.4.4. - Der climb.....	17
1.4.5. Bei 250 KCAS.....	19
1.5. Fehler beim Basic-T Cross-check.....	22
1.6. Daumenregeln bei beabsichtigten Änderungen.....	23
1.6.1. - Bank Änderungen.....	23
1.6.2. - Altitude Änderungen.....	23
1.6.3. - Kleines Selbsthilfeprogramm:.....	24
<b>2. INS/ GPS.....</b>	<b>25</b>
2.1. Technischer Hintergrund (zum Selbststudium):.....	25
2.2. Genauigkeit des INS .....	26
2.3. Das INS / GPS System in der F16.....	26
2.3.1. Das GPS .....	26
2.3.2. Das INS .....	26
2.4. INS/GPS in BMS.....	27
2.4.1. Praktischer Einsatz im Cockpit:.....	27
2.4.2. Ausfall des INS/GPS Systems im Flug.....	28
2.5. Ungenauigkeiten im BMS:.....	29
<b>3. ABFLUG- &amp; ANFLUG.....</b>	<b>30</b>
3.1. Allgemeines.....	30
3.2. Abflugverfahren.....	31
3.2.1. VFR Abflüge.....	31
3.2.2. IFR Abflugverfahren.....	31
3.2.3. Radar geleiteter Abflug.....	31
3.3. Anflugverfahren.....	32

3.3.1. VFR Anflüge.....	32
3.3.2. IFR Anflugverfahren.....	32
<b>4. TACAN Approach.....</b>	<b>33</b>
4.1. Allgemeines.....	33
4.1.1. Technischer Hintergrund.....	33
4.1.2. Praktischer Einsatz im Cockpit:.....	34
4.2. Die TACAN Navigation.....	36
4.2.1. Die eigene Position bestimmen.....	36
4.2.2. Die Fix to Fix Navigation.....	37
4.2.3. Die „lubber line interception“ .....	39
<b>5. Das ILS.....</b>	<b>40</b>
5.1. Bedeutung.....	40
5.2. Die bodengestützten Systeme des ILS .....	40
5.2.1. Landekursender (Localizer „LOC“ ).....	41
5.2.2. Gleitwegsender (Glideslope GS).....	42
5.2.3. False glide-slope.....	43
5.2.4. Einflugzeichen.....	44
5.2.4.1. Outer Marker (OM oder LOM).....	44
5.2.4.2. Middle Marker (MM).....	44
5.2.4.3. Inner Marker (IM).....	44
<b>6. Das ILS im BMS Falcon.....</b>	<b>45</b>
6.1. Die Charts.....	45
6.2. Die Eingaben.....	47
6.3. Die Anzeigen.....	49
6.3.1. Kurs- und Gleitpfad (LOC & GS) Anzeigen.....	50
6.3.2. Der CMD STRG (command steering) CUE.....	51
6.4. Die Verwendung des Drift Schalter bei Crosswind.....	53
6.5. Die Landung aus dem ILS-ANFLUG.....	57
<b>7. Bullseye.....</b>	<b>60</b>
7.1. Was ist das Bullseye ?.....	60
7.2. Wie funktioniert das Bullseye in BMS ?.....	62
7.2.1. Das Bullseye in der 2-D Karte.....	62
7.2.2. Das Bullseye im Cockpit.....	63
7.3. Positionsfeststellung mit Hilfe der Bullseyeanzeige .....	63
7.3.1. Die eigene Position und die Cursor Position.....	63
7.3.2. Ermittlung eines Abfangkurses.....	65
7.3.2.1. Der Bullseye trainer.....	67
7.3.2.2. Arbeiten mit dem HSI.....	68

7.3.2.3. Arbeiten mit der MFD Anzeige allein.....	69
7.3.3. Weitere Anwendungen.....	70
<b>8. Special approaches.....</b>	<b>71</b>
8.1. Das visual overhead.....	71
8.1.1. Das „overhead“ Manöver im Ablauf.....	72
8.1.2. Der Anflug bis zum „Initial“ .....	72
8.1.3. Vom „Initial“ bis zum „break“ .....	72
8.1.4. Vom „break“ in den „downwind“ .....	73
8.1.5. Das „downwind“ bis zur „perch“ .....	74
8.1.6. Von der „perch“ zum „final“ .....	74
8.1.7. Das „final“ .....	75
8.2. Der ASR Approach.....	77

Page intentionally left blank....

## Vorwort

Die hier aufgeführten Informationen zu den oben genannten Themen resultieren aus der inhaltlichen Zusammenfassung aus:

- a) dem ursprünglichen Dokumenten von Col. J. - Stingray – Koch und Col. Andreas „Jaws“ S.
- b) den „Air force instrument flight publications“
- c) dem FAA instrument flying handbook
- d) allgemein zugänglichen Informationen (Wikipedia u.Ä.)
- e) dem BMS 4.32 Dash1 Manual
- f) dem BMS 4.33 Dash1 Manual
- g) dem „Wolfpack“ Handbuch
- h) der Unterlage von „Westy“ [47.DF]

und

- e) eigenem Wissen und Erfahrung aus vielen Jahren der Instrument Fliegerei

# 1. Das „Basic – T“

Das sogenannte „Basic – T „ ist die grundlegende Anordnung der wichtigsten 4 Fluginstrumente für den kontrollierten Sichtflug bestehend aus:

- 1) Geschwindigkeitsmesser (AI = Airspeed Indicator)
- 2) Höhenmesser (Alt = Altimeter)
- 3) Künstlicher Horizont (ADI = Attitude Director Indicator) und
- 4) Kurskreisel (HSI = Horizontal Situation Indicator)

Das zentrale Instrument in dieser Anordnung, die einem „T“ gleicht, ist immer der künstliche Horizont.

## Ansicht „General Aviation Flugzeug“



Rechts unten im Bild sieht man neben dem HSI noch ein weiteres Instrument, welches oft grade für den Endanflug relativ wichtig ist, das Variometer (VVI = vertical velocity indicator), links davon den Wendezeiger mit Scheinlot Anzeige (Turn and slip indicator = turn coordinator). Diese beiden Instrumente gehören zum „erweiterten Kreis“ des „Basic - T“

Diese 6 Instrumente unterteilen sich im Wesentlichen in 2 Gruppen:

A) die vom Pitot Static System gespeisten Instrumente (Performance Instruments)

- Airspeed, Altimeter und Vertical speed indicator

und

B) die vom Gyro gesteuerten Anzeigen (Navigation Instruments)

- Attitude, Heading und Turn Coordinator

In „unserer“ F16 in BMS sehen diese Instrumente zwar etwas anders aus, jedoch bleibt die grundsätzliche Anordnung gleich! Es wird allerdings- wegen des FLCs Systems - komplett auf den Wendezeiger (turn and slip) verzichtet dafür aber ein Anstellwinkelmesser hinzu gefügt.

## Ansicht „F16“



### 1.1. Ablesen („scannen“) des Basic-T

Die sog. „Cross-Check Technique“ ermöglicht uns jetzt nur mit Blick auf die Instrumente (heads down) – auch ohne Sicht nach draussen alle Informationen zu bekommen um das Flugzeug sicher zu fliegen.

Dabei ist es wichtig, diesen Cross-Check in einer gewissen Reihenfolge durchzuführen.



Der Fluglageanzeiger (Attitude indicator = ADI) bildet dabei immer den Mittelpunkt.

Es ist das wichtigste Instrument.

Ausgehend vom ADI geht der Blick sternförmig zu den einzelnen anderen Instrumenten, zwischenzeitlich immer wieder zurück zum ADI um Lageveränderungen schnellstmöglich zu erkennen.

Was bringt uns das???

Schliesslich haben wir ja in „unserer“ F16 ein Head Up Display (HUD) in dem ich auch alle Informationen bekomme – sogar während ich 'raus gucke.....



Nun, im Prinzip richtig, aber bei extremen Lichtverhältnissen, bei schlechter Sicht und/oder erst recht bei falsch eingestelltem HUD Kontrast (oder gar Ausfall) ist ein Blick auf das Basic – T eventuell „lebensrettend“....

Es gilt: Im Zweifelsfall ein Blick „heads down“ !!!!

Was sehe ich dort und wie gehe ich damit um??

Als Zentrales Instrument beachte ich ...  
als Erstes das **ADI**

Hier stimmt 'was nicht!!! Die braune Hälfte (Erde) ist „oben“....

Anschliessend wandert mein Blick zur **Airspeed**

Sie ist hoch, eventuell sehe ich auch dass sie sich ändert.....

Der nächste Blick geht zurück zum ADI um zu kontrollieren, ob und wie sich die relative Lage geändert hat, anschliessend schau ich zum **Altimeter**

Ich sehe eine geringe Höhe, vielleicht beobachte ich auch eine Höhenänderung....

Dies ist sicher ein Extremfall .....

HÖCHSTE ZEIT zu reagieren !!







## 1.2. Arbeiten mit dem Basic-T

Damit es erst gar nicht so weit kommt ist es wichtig, schon früh auch nur GERINGE ÄNDERUNGEN in der Anzeige des Basic – T zu bemerken, sie richtig zu interpretieren und entsprechend den eigenen Flugwünschen zu handeln.

Je eher dabei Abweichungen von der „Soll-Anzeige“ der einzelnen Instrumente bemerkt werden, desto geringer sind diese und müssen deshalb mit lediglich geringem Aufwand korrigiert werden.

### 1.2.1. - Einfache Abweichungen

Bei geringen Abweichungen in der Höhe zB. bedeutet dies dass ich nur eine kleine Lagekorrektur (geringe Änderung der Pitch = kleiner Input am Stick) machen muss.

Gleiches gilt für geringe Abweichungen in der Schräglage (bank).

Bei geringen Abweichungen von der gewünschten Geschwindigkeit brauche ich sicher nicht gleich den Nachbrenner (oder Idle power) um zurück auf meine Sollgeschwindigkeit zu kommen. Solche starken Änderungen bringen nur zusätzliche Korrekturprobleme da sie mit Sicherheit zu extrem sind und die Auswirkungen sind oft zu groß. Folge ist, dass solche Korrekturen erneut gegenläufige Korrekturen erfordern.

Eine Spirale....

#### **Grundsatz:**

**Entdecke Abweichungen von Sollwerten so früh als möglich und korrigiere sie mit so geringen Mitteln wie nötig!**

Um Änderungen so früh als möglich überhaupt entdecken zu können, muss ich meinen „cross-check“ der Basic – T Instrumente GRÜNDLICH, ZÜGIG und KONSTANT durchführen!

### 1.2.2. - Kombinierte Abweichungen

Nach dem Motto: „Ein Unglück kommt selten allein“ ist es auch bei Abweichungen von Sollwerten auf dem Basic – T.

Gerade aus einer bereits zuvor etablierten und stabilisierten Fluglage heraus ergeben sich fast immer mehrfache, in sich logisch zusammenhängende Abweichungen.

Zum Beispiel wird eine Änderung in der pitch immer eine Änderung in der Höhe nach sich ziehen. Ist diese nicht gewollt (Sollwert = level flight“) und hatte man zuvor bereits eine Fluglage die „ok“ war, so sind die Auswirkungen leicht wieder auszugleichen. Verlorene Höhe wird durch Erhöhung der pitch wieder hergestellt. Kleine Korrekturen sind – wie eigentlich unter normalen Umständen immer - dabei vorteilhaft.



Leichter Höhenverlust... a bit nose up!



Anstieg im Altimeter.... nose slightly down!

Korrigiert man zu spät (oder bemerkt diese ungewollte Abweichung einfach zu spät) dann wird sich dies auch auf andere Instrumente / Parameter auswirken:



Fällt durch falsch eingestellte pitch (am ADI) die Höhe und man bemerkt dies zu spät und macht dementsprechend auch keine Performance Änderungen, so wird sich dies auch auf die angezeigte Geschwindigkeit auswirken. Sie wird zunehmen.

Wenn zuvor ein stabilisierter Zustand herrschte kann man diese Änderungen einfach durch geringe pitch Vergrößerung wieder „umkehren“. Die Höhe wird wieder steigen, die Geschwindigkeit wieder abnehmen.

In diesem „System der Änderungen“ bleibt die Summe der Energien sozusagen erhalten.

Voraussetzung dafür ist jedoch dass die positive Änderung (durch den Piloten“ genau so sacht und gering durchgeführt wird, wie sie (aus welchen Gründen auch immer) aufgetreten ist!

Ziehe ich bei einer Abweichung von zB lediglich 120 ft und einer resultierenden Geschwindigkeitszunahme von z.B. 20 Kts „wie wild“ am Stick, vernichte ich unnötig Energie und werde den Urzustand nicht wieder erreichen (wahrscheinlich eher überschossen und erneut korrigieren müssen)!!

Änderungen sind – ausser in Notlagen – immer bedacht und in Maßen durchzuführen !

### 1.3. Die Erweiterungen des „Basic – T“

In „unserer“ F16 befinden sich links und rechts neben dem ADI im „Basic – T“ noch zwei weitere „Nebeninstrumente“ die ebenfalls – wie wir schon gesehen haben - nicht völlig vernachlässigt werden sollten.



Eine Reihe von Fehlern (durchaus üblich) kann oft zu Anzeigen führen, die sehr leicht missinterpretiert werden können.

In vielen Fällen ist das Heranziehen von zusätzlichen Parametern (wie z.B. Powersetting) notwendig um diese Anzeigen interpretieren zu können.

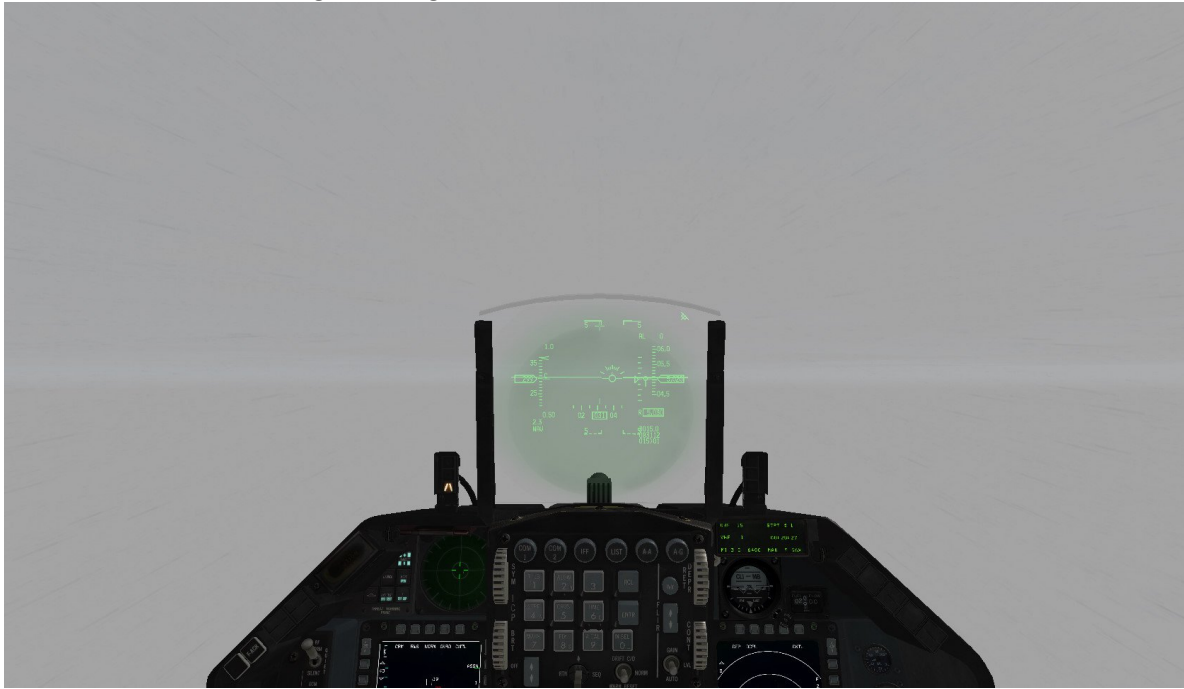
Dies nennt man „erweiterten cross-check“

## 1.4. Direkte Zusammenhänge beim cross-check

### 1.4.1 - Straight & level flight

Wir fliegen – in schlechtem Wetter – in 5000 ft unbeschleunigt geradeaus (straight & level, unaccelerated)

Der Blick nach draussen zeigt uns Folgendes:

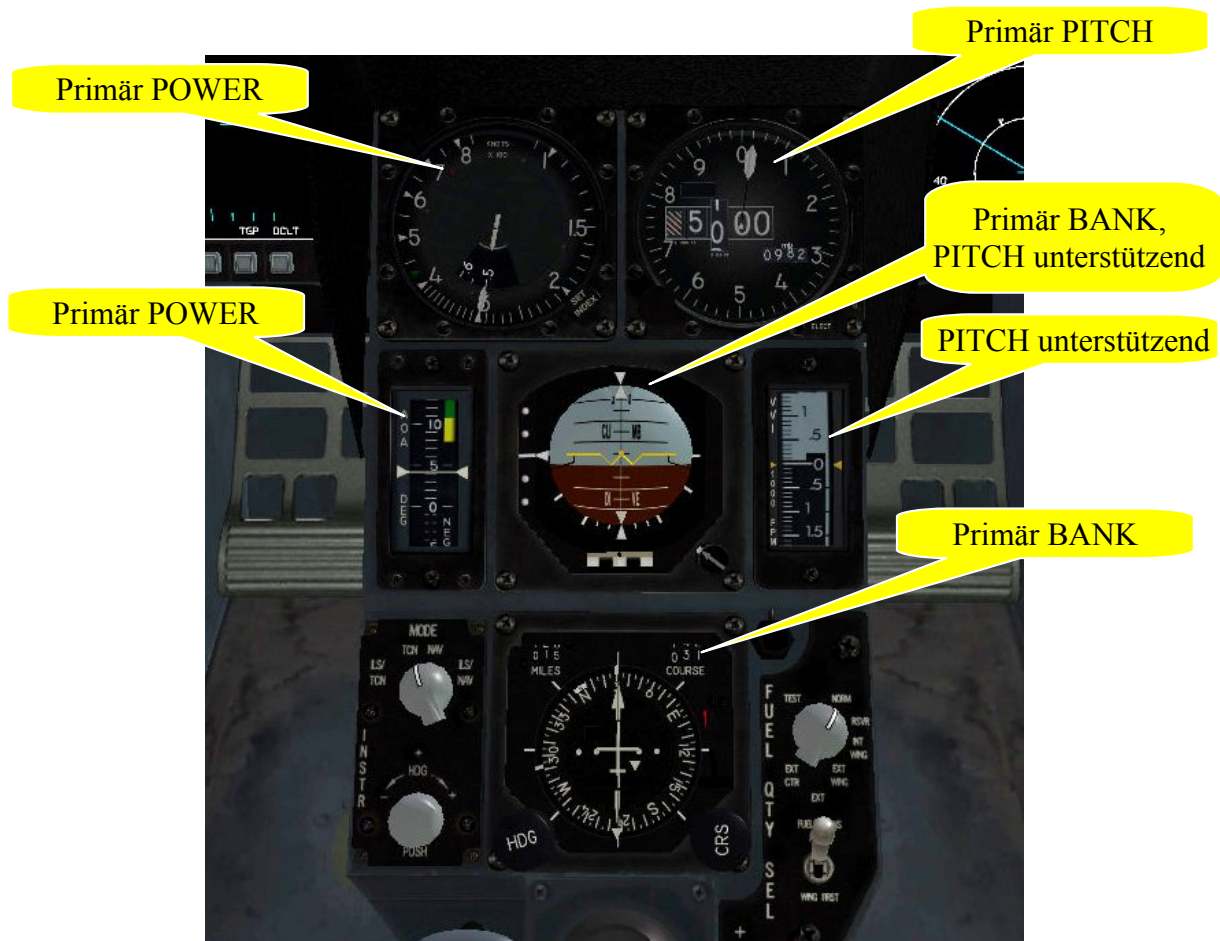


Nicht viel ! Also: ==> HEADS down !!!!

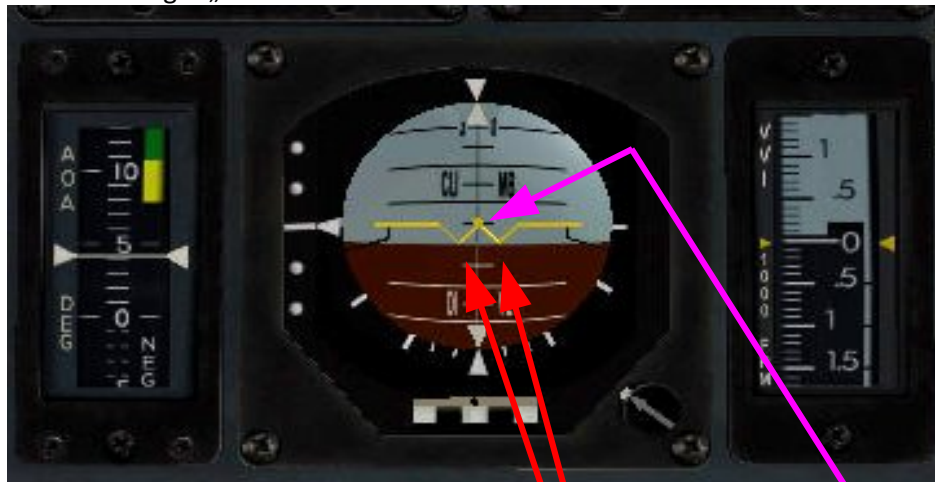
Der direkte Blick „heads down“ bringt uns ungefähr diese Ansicht....



Konzentrieren wir uns auf das Basic – T, dann fokussieren unsere Augen etwa diesen Bereich:



Damit kann man bereits gut „arbeiten“.



Aber betrachten wir einmal genau den Attitude Indicator (ADI) – unser wichtigstes, zentrales Instrument zusammen mit seiner „Umgebung“

Wir sehen deutlich: Im Gegensatz zum HUD, in dem der Flight path marker (FPM) bei „straight&level“ genau auf dem Horizont liegt, zeigt der ADI eine gewisse pitch!

Betrachten wir das AOA Instrument daneben, so sehen wir einen Wert von **ca 5° nose up.**

Dies entspricht näherungsweise dem Wert, auf den der mittlere Punkt des gelben Flugzeugsymbol in dem ADI zeigt.

Noch eine bessere Referenz scheinen uns die beiden „**Füße**“ des gelben Flugzeugsymbols zu geben, stehen sie doch recht genau „auf“ dem Horizont!

Diese Anzeige ist für eine Calibrated Airspeed (CAS) von 300 Kts durchaus als gute Referenz heranzuziehen.

Obwohl sie natürlich auch vom AOA abhängt, ist sie auch zB in FL 120 (=12000 ft bei Standard Druck und Temperaturverteilung) als Näherung und Hilfestellung nützlich.



Der mittlere Punkt des gelben Flugzeugsymbols gibt die Ausrichtung der verlängerten Flugzeugachse im Raum an – zu sehen auch im HUD als „gun cross“ - liegt etwas ( $>1^\circ$ ) höher als der FPL

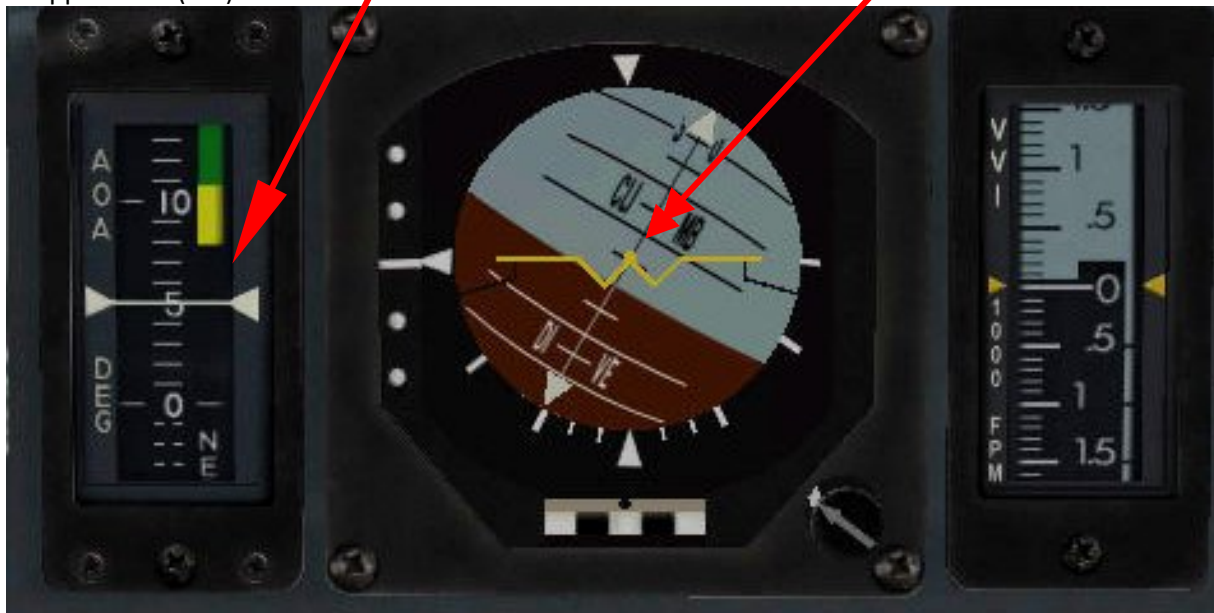
### 1.4.2. 30° bank in level flight

Leite ich nun eine Querlage ein (30° bank) um z.B. meine Richtung zu ändern, muss ich, um ein Sinken zu vermeiden, etwas am Stick ziehen.



Dieses Ziehen erhöht den **Anstellwinkel** geringfügig.

Somit zeigt auch das gelbe Flugzeugsymbol eine **geringfügig erhöhte Lage** – nicht nur, dass es natürlich nun 30° quer zum Horizont liegt – nein, auch der Mittelpunkt dieses Symbols ist um ein knappes Grad (<math><1^\circ</math>) höher als zuvor.





### 1.4.3. Der Descent

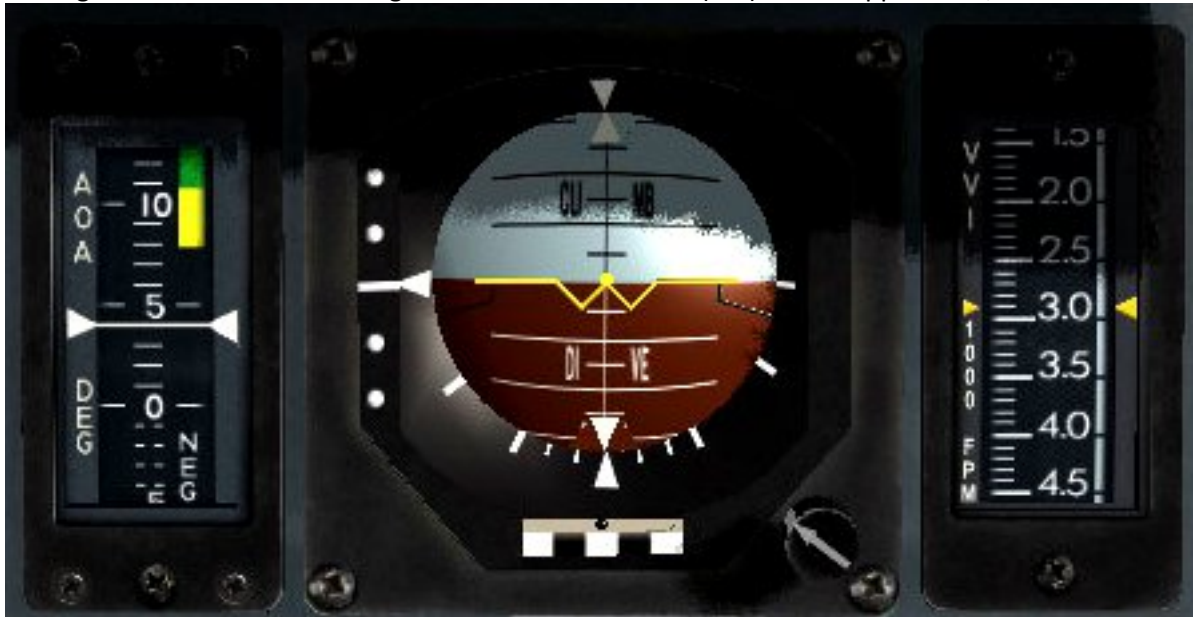
Im descent ohne bank „stimmt dann wieder alles“ um es als Näherung zu benutzen.



Wenn man im HUD den FPM auf ca -5° setzt erhält man auf dem ADI bei gleichem Anstellwinkel von knapp 5° (speed = 300 KCAS) die angezeigte pitch von 0°



Dies ergibt bei dieser Geschwindigkeit ca eine descent rate (VVI) von knapp 3000 ft/min



Die Größenordnung dieser Fluglageänderung ( $-5^\circ \Rightarrow 3000 \text{ ft/min}$ ) reicht in aller Regel völlig aus um „heads down“ nicht die Übersicht zu verlieren (Situation awareness)

#### 1.4.4. - Der climb

Ähnliches kann ich – bei gleicher Geschwindigkeit – auch für einen  $5^\circ$  climb erwarten!



Dieses Bild zeigt, dass grade bei grellen Lichtverhältnissen das HUD nur bedingt geeignet erscheint, um wichtige Werte verlässlich ablesen zu können!



Ein kurzer Blick hinunter zum Basic – T bringt da viel Klarheit !!!

Wie erwartet zeigt das ADI eine ca 10° „nose-up attitude“ bei gut 3000 ft/min climb rate und konstantem 4°+ AOA



Die „Füße“ des gelben Flugzeugsymbols liegen praktisch „auf“ der 5°-Linie !



#### 1.4.5. Bei 250 KCAS....

Bei Geschwindigkeiten die geeignet sind, jederzeit das Fahrwerk herab zu lassen, ist erneut eine kleine Änderung in der Anzeige gegeben. Hier ist bedingt durch die geringere Geschwindigkeit ein etwas größerer AOA notwendig um gleiche Ergebnisse (climb, level flight oder descent) bei gleichen Rahmenbedingungen zu erhalten.



Das HUD zeigt: wir fliegen level und geradeaus bei 251 KCAS



Das Basic – T zeigt bei einem AOA von 6° eine „nose-up attitude“ von ca 7° - die „Füße“ des gelben Flugzeugsymbols auf dem ADI stehen nicht mehr genau auf dem Horizont sondern etwas darüber!  
Hier nochmals deutlicher....



Im Kurvenflug kommt auch hier ein leicht erhöhter Anstellwinkel hinzu, so dass sich bei „level flight“ mit 30° bank folgende Bilder zeigen:



**Wichtig ist:**

Bei allen Korrekturen ist stets um diesen gezeigten Wert „herum“ zu korrigieren.

Das bedeutet: Den gelben Punkt des Miniaturflugzeuges in genau der Position sozusagen „festnageln“ in der man das gewünschte Flugverhalten erreicht hat (z.B. Level flight) und um diesen „Punkt“ herum die eventuell notwendigen kleinen Korrekturen machen !

**MERKE:**

**Bei Geschwindigkeiten von ca 250-300 KCAS benötigt man beim Anlegen von 30° bank für den Ausgleich des Liftverlustes ca 1° „mehr pitch“ !**

Bei Querlagen größer als 30° (nicht üblich im Instrumentenflug) wird natürlich noch erheblich mehr Auftrieb benötigt um level oder mit der gewünschten Steig- Sinkrate weiterfliegen zu können. Diesen erreicht man nur durch Vergrößerung des Anstellwinkels (Ziehen am Stick)

Die unmittelbare Folge ist selbsterklärlich: erhöhte pitch-Werte im ADI

Zusätzlich erschwert wird der cross-check dann durch die wesentlich deutlichere Abnahme der „performance“ – ausgewiesen durch Geschwindigkeitsverlust. Dieser muss durch Veränderung (Erhöhen) des Schubes kompensiert werden.

Zur allgemeinen Erleichterung (aber nicht nur dafür) verfügt die F16 über ein Auto-Trim System! Dieses System trimmt die F16 im Horizontalflug zu jeder Gelegenheit weitestgehend Zeitverzugslos aus. Ohne dieses System müsste der Pilot bei jeder Lage – und Performance Änderung (Schub, Gewichtsänderung durch Waffeneinsatz, Auftriebs- und Widerstandsänderung wie z.B. Flaps, Gear und Speedbrakes) trimmen, d.h. das Flugzeug wieder in den Zustand einer gewissen aerodynamischen Balance bringen. Das ist nicht leicht und will gelernt sein.....

Welch' Arbeitsbelastung - man stelle sich das nur mal vor..... ;-)

Da haben es die F16 Piloten doch gut !!!

**Anmerkung:**

In einer (zur Richtungsänderung kurzfristig) eingelegten Querlage wird auch bei einem manuellen System grundsätzlich nicht getrimmt.

## 1.5. Fehler beim Basic-T Cross-check

**Anfänger neigen dazu, den cross-check zu schnell durchzuführen, oft sogar ohne richtig zu wissen, wonach sie schauen (müssen)!**

Mit zunehmender Erfahrung lernt man einfach durch häufigere Verwendung die Bedeutung und den Zusammenhang von Anzeigen auf den Instrumenten des Basic – T

Ein weiterer, häufiger Fehler ist **das Fixieren** (Starren) auf ein bestimmtes Instrument für eine ausgedehnte Zeit. Dies mag zuweilen sicher einen Grund haben (... ich hab da was gesehen...) und man wundert sich vielleicht über eine Anzeige (... was ist bloss passiert...), wird aber in einem schlechten cross-check Resultat enden!

Zudem ist es meist so, dass man beim Fixieren **verkrampt** und dadurch neben der eigentlichen „situation awareness“ auch die grundlegende Kontrolle des Flugzeuges verloren gehen kann!

Die **Beschränkung auf nur ein Instrument** kann auch leicht entstehen, wenn der Pilot z.B. Eine Kurve mit einer vorgeschriebenen Querlage machen soll und sich nur auf diese genaue Querlage oder aber die Richtung bei der er wieder ausrollen will/soll konzentriert ohne dabei zu beachten, dass sich nun auch die Höhe ändert (meißt nach UNTEN!!).

Der cross-check darf durch solche Vorgaben nicht unterbrochen werden!

Vielmehr müssen die neuen Parameter als „gewünschte Werte“ mit in den Instrument scan einbezogen und beachtet werden.

Das **Auslassen / Missachten** eines Instrumentes kommt ebenfalls genau dann häufig vor, wenn die Auswirkungen auf andere Anzeigen nicht bekannt oder als „jetzt nicht so wichtig“ eingestuft werden.

### Grundsatz:

**Siehst Du eine Abweichung, gib Dich nicht damit zufrieden dass „der Rest“ stimmt sondern korrigiere ihn solange es noch einfach ist!**

Sich selbst SCHWERPUNKT auf ein bestimmtes Instrument im cross-check zu setzen anstatt einer sinnvollen KOMBINATION aus mehreren Anzeigen den Vorzug zu geben ist zu Beginn der Fliegerei eine völlig normale Tendenz. In der F16 in BMS liegt der „fun“ der Fliegerei für viele sicher auf der Ausreizung der hervorragenden Agilität dieses Flugzeuges.

Es sei hier jedoch angemerkt, dass die aerodynamischen Parameter innerhalb FALCON BMS dermaßen gut umgesetzt sind dass es grossen Sinn macht, sich nicht nur oberflächlich mit der grundlegenden Flugphilosophie zu beschäftigen.





## **1.6. Daumenregeln bei beabsichtigten Änderungen**

Wichtig ist nicht nur, was man auf den zu überwachenden Instrumenten letztendlich sieht, sondern was ich mit dieser Information anfangen kann.

Habe ich bestimmte Ziele wie z.B. eine gewisse Höhe zu erreichen oder in einer festgelegten, anderen Richtung zu fliegen, dann ist es gut zu wissen, auf welche Instrumente besonders zu achten ist. Selbst wenn man dies genau weiß, sind gewisse Regeln zu befolgen um diese Ziele leichter zu erreichen!

### **1.6.1. - Bank Änderungen**

Als eine Daumenregel zur Vermeidung des Überschüssens eines festgelegten Kurses der nicht mehr als 30° vom derzeitigen Kurs entfernt ist, sollte die Querneigung diesen Wert in Grad nicht überschreiten. Beispiel: Derzeitiger Kurs = 010°, gewünschter Kurs = 035° => maximal anzulegender bankangle = 25°

Kursänderungen von mehr als 30° sollten am Basic – T ohne Referenz nach draussen mit nicht mehr als 30° Querlage durchgeführt werden.

Um bei einem Kurswechsel das angestrebte Heading nicht zu über- bzw unter-schiessen sollte zum Ausrollen ein sog. „lead point“ kalkuliert werden.

Er beträgt ca 1/3 der benutzten Querlage – in aller Regel also maximal 10°

Ist dieser „lead point“ erreicht, sollte zügig aber nicht abrupt mit dem Ausrollen begonnen werden. Nach dem Ausrollen wird das erreichte Heading kontrolliert und gegebenenfalls geringfügig korrigiert. Erfahrene Piloten überprüfen ihre Drehrate beim Ausrollen zum Sollkurs und variieren sie entsprechend um exakt auf dem Kurs auszurollen. Dies erfordert etwas Übung.

Wichtig beim Ausrollen ist (wie auch schon bereits beim Einrollen), die Höhe genau zu halten und Abweichungen durch geringe Höhenruderveränderungen (backstickpressure) sanft zu kontrollieren!

### **1.6.2. - Altitude Änderungen**

Die oben gemachten Aussagen gelten gleichermassen für vertikale Flugbewegungen.

Um auch hier ein Überschüssen der angestrebten Höhe während eines climbs bzw eines descents zu vermeiden, bedient man sich ebenso einer Daumenregel:

Die ausschlaggebende Information hierzu gibt uns das VVI

Wir nutzen etwa 10% der angezeigten Steig- bzw Sinkrate um den sogenannten „level off“ einzuleiten.

Im climb:

Steigen wir z.B. mit ca 3000 ft/min (wie weiter oben in den Bildern gesehen bei +5° im HUD durchaus üblich) dann müssen wir bereits 300 ft vor Erreichen der gewünschten Höhe diese Steigrade kontinuierlich reduzieren um nicht zu „überschiessen“.

Im descent gilt analog das Gleiche im umgekehrten Sinn.

Nach dem level off wird im erweiterten cross-check Verfahren analysiert um etwaige Abweichungen (Höhe, Geschwindigkeit, powersetting...) zu erkennen und mit möglichst geringem Aufwand zu kompensieren.

**Anmerkung:**

Da die F16 über ihr Autotrim System den zu Beginn des climb angewandten „backstickpressure“ (der Zug am Flightstick um die Höhenruder ausschlagen zu lassen) relativ schnell kompensiert (weggetrimt) hat, muss hier nun diese Eingabe praktisch „umgedreht“ werden - also leicht (!) gedrückt werden.

**1.6.3. - Kleines Selbsthilfeprogramm:**

Bei beabsichtigt grossen Höhenänderungen (>2000 ft) hilft es sich selbst rechtzeitig an den „geplanten“ level off zu erinnern.

Steigen wir zB. mit 3000 ft/min von FL 100 auf FL160, so ist es ratsam beim Durchfliegen von FL150 sich selbst (laut?) zu sagen: „noch 1000 Fuss“.

Diese Technik hat sich weltweit im 2-Mann Cockpit eingebürgert und ist in weiten Bereichen sogar Vorschrift!

Sie hilft entscheidend die Situation Awareness auf den nahekommenden, wichtigen level off zu lenken. Auch allein macht dies durchaus Sinn !!!

Bei Richtungsänderungen über 90° ist dieses Selbsthilfeprogramm ebenfalls anwendbar indem ich mir 30° vor dem gewünschten Kurs (selbst) sage: „noch 30 Grad....“

Wie immer, Übung macht den Meister!

## 2. INS/ GPS

### 2.1. Technischer Hintergrund (zum Selbststudium):

INS steht für Inertial Navigation System. Es misst mit drei Beschleunigungssensoren (Potentialänderung von drei in x/y/z federnd aufgehängten Siliciumstegen gegen Siliciummasse) die jeweilige Beschleunigung in den drei Raumrichtungen. Durch Integration über die Zeit erhält man die Geschwindigkeit und in Folge die Ortsänderung relativ zum Ausgangspunkt, der meist durch Koordinaten Eingabe während des Startup (Standort beim Alignment) bestimmt wird.

Zusätzlich zu der Beschleunigungsmessung enthält das Gerät noch drei Drehratensensoren, ausgerichtet in die drei Hauptdrehachsen (Roll-, Nick- und Gierachse). Diese nennt man Gyroskope, oder Kreiselkompass. Im Prinzip arbeiten beide Systeme gleich, nur man misst unterschiedliche Dinge. Beim Kreiselkompass bleibt die Drehachse konstant und folglich hat er das Bestreben genau von Nord nach Süd zu verlaufen (ein vertikaler Kreisel). Weicht man davon ab, bewegt sich das Flugzeug also, so richtet sich die Drehscheibe, da kardanischn aufgehängt, wieder aus, und zeigt wieder nach geographisch Nord. Hier haben wir eine Massenträgheit, und nach diesem Prinzip arbeitet auch der künstliche Horizont (mit einem horizontalen Kreisel). Beim Gyroskop misst man die Präzession. Eine äußere Kraft - Lageänderung des Flugzeugs - versucht die Achsrichtung des laufenden Kreisels zu ändern. Bei einem laufenden Kreisel ändert sich die Achse aber nicht mit der Angriffsrichtung der Lageänderung, sondern im 90° Winkel dazu (Drehimpulserhaltung). Diese Präzessionsänderung greift man ab und bekommt damit eine Messung für die Drehrate.

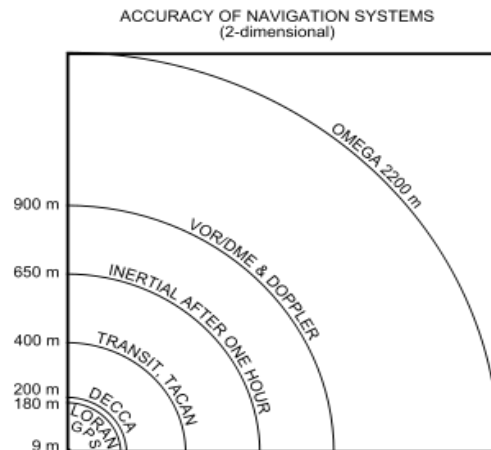
Als Zusatz: Den Effekt, den man sich bei der gyroskopischen Messung zunutze macht, tritt natürlich auch beim Kreiselkompass auf, ist aber dort ein Störeffekt, der kompensiert werden muss.

Moderne Systeme messen die Drehrate optisch, indem sie Gangunterschiede von Licht in Lagen kreisförmig gewickelten Glasfaserkabeln vermessen.

Folglich kann man bei bekanntem Ausgangspunkt durch das INS seine aktuelle Position und Lage bestimmen, indem man jede Beschleunigungs- oder Drehänderung misst und plottet. Das nennt man auch **Koppelnavigation**. Durch die Erdbeschleunigung und die Corioliskraft driftet das INS aber, und je länger man unterwegs ist, desto gravierender wirkt sich diese Drift aus. Man braucht also für genaue Navigation immer wieder Korrekturen, genaue Messpunkte, die wieder einen exakten Ausgangspunkt liefern. Dafür wird das GPS verwendet. Je nach verlangter Messgenauigkeit findet zB minütlich ein GPS-Update statt, dazwischen koppelt man mithilfe des INS.

## 2.2. Genauigkeit des INS

Die Sensor-Genauigkeit einfacher INS auf der Basis von MEMS und Faserkreiseln liegt etwa zwischen  $1^\circ/s$  und  $0,01^\circ/h$  Kreiseldrift. Mit Laserkreisel-Navigationssystemen erreicht man etwa  $0,001^\circ/h$  bis  $1^\circ/h$  Kreiseldrift. Daraus folgt für hochwertige Navigationssysteme eine Ortsabweichung von ca. 0,05 NM/h bis 3 NM/h (nautische Meilen pro Stunde) bei freier erdnaheer Navigation und Höhenstützung



## 2.3. Das INS / GPS System in der F16

### 2.3.1. Das GPS

Das GPS erhält seine Signale von Satelliten aus der geostationären Umlaufbahn um damit genaueste Position, Geschwindigkeit und Zeitinformationen zu erzeugen.

Das FCC benutzt dann diese Daten um INS Fehler zu korrigieren und dadurch z.B. genaueste Waffenauslösedaten zu berechnen. Auch für das In flight alignment werden GPS Daten benötigt. Ausserdem werden diese Daten auch vom FLCS benutzt.

### 2.3.2. Das INS

Das INS ist der primäre Sensor für Die Fluggeschwindigkeit, die Fluglage und die Flugrichtung  
Wir erhalten in Zusammenhang mit dem UFC, CADC und MMC die Anzeigen für:

- Beschleunigung
- Geschwindigkeit
- Position
- Lage im Raum
- Magnetisch und True Heading
- Höhe
- Winkelgeschwindigkeiten
- UTC Zeit
- Aktuell anliegende und maximale G-Belastungsanzeige im HUD

In der F16 wird das aus INS und GPS kombinierte System EMBEDDED GLOBAL POSITIONING AND INERTIAL NAVIGATION SET (EGI) PX III genannt.

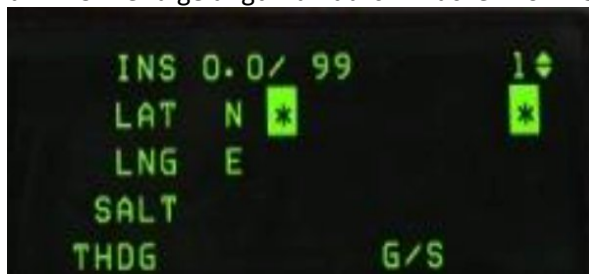
**Das EGI liefert Signale die vom ADI und HSI benötigt werden!**

## 2.4. INS/GPS in BMS

### 2.4.1. Praktischer Einsatz im Cockpit:

Zur Verwendung muss das INS System erst hochfahren. Das findet normal im Rahmen des RAMP Starts statt. Die achtminütige Prozedur dient dazu, die Gyroskope hochzuspinnen, und sie um die Erdrotation zu kompensieren. Je länger man wartet, desto genauer wird diese Kompensation. Laut Staffelvorgaben warten wir, bis das Alignment bei 8.0/10 angekommen ist und RDY am DED blinkt. Im Fall eines Scramble Einsatzes, wo man eigentlich nur schnell abheben muss, genügt es auch, bis zum Erscheinen des konstanten Aufleuchten des RDY ab 1.5 (ca 90 sec) zu alignen.

Zum INS Menü gelangt man durch Drücken von LIST-6. Anbei mehrere Anzeigen im Laufe des ALIGN.



Ganz links, bevor das Alignment gestartet wurde, dann beim Starten.



Das dritte Bild zeigt etwa bei Hälfte des Alignments an (RDY leuchtet konstant), mit dem man theoretisch bei relativ großer Ungenauigkeit schon fliegen könnte. Daneben dann das abgeschlossene Alignment (RDY blinkt).



Beim Umlegen des Selector auf NAV, erscheint das gewohnte Bild. Die Koordinaten sind eingetragen, weiter unten die Höhe, das TRUE Heading, und die Ground Speed.

## 2.4.2. Ausfall des INS/GPS Systems im Flug

Was passiert wenn:



Das INS/GPS wird auch dazu verwendet, unsere Steerpoints am HSD einzuzeichnen. Fällt es aus, sind wir auf Sicht-Navigationsmethoden angewiesen, denn es fällt nicht nur das HSD aus sondern auch die TACAN / ILS Navigation funktioniert nicht mehr!

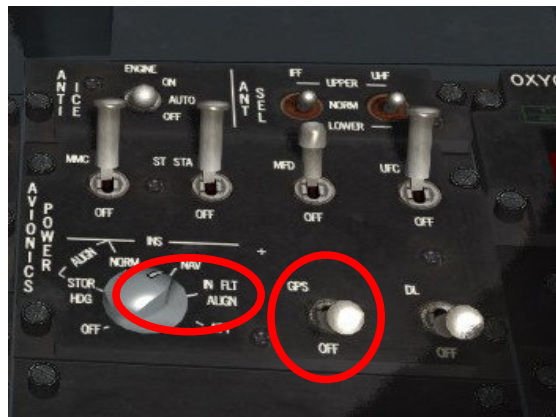
Grund: auch das TACAN System benötigt (für Steuerung der Kompassrose des HSI) das Heading – dies liegt aber bei Ausfall des INS/GPS System nicht mehr digital vor (nur als analoge Anzeige auf dem „Whisky-Kompass“) und so friert neben dem ADI auch das HSI in der aktuellen Position ein. Auch das TACAN in Backup-Position zeigt nichts an!!! Die digitale Uhrzeit geht ebenfalls verloren – mit ihr alle TOT Zeiten und die TOSS Anzeige im HUD. Es bleibt die mechanisch/elektrische Uhr unten rechts.

Im HUD verschwindet neben dem Heading (leerer Kasten) auch die „pitch ladder“ Anzeige (incl Horizont Linie), ebenso der FPM und die Radarhöhe. Da Winddaten ebenfalls nicht verfügbar sind, wird auch keine GS angezeigt.



## 2.5. Ungenauigkeiten im BMS:

Man kann das System auch noch im Flug durch die Schalterstellung „IN FLT ALIGN“ des INS Mode Schalters wieder „hochfahren“. Dies geschieht jedoch ungewöhnlich schnell – für ein „full alignment“ (bei entsprechender Genauigkeit) benötigt das System im unbeschleunigten Geradeausflug lediglich ca 45 sec!! (für ein „partial alignment lediglich 10 sec)  
Diese Umsetzung erscheint nach wie vor unrealistisch



Voraussetzung zum Alignment im Fluge sollte eigentlich sein, dass das GPS eingeschaltet ist, allerdings scheint diese einschränkende Funktion auch in BMS 4.33 nicht implementiert (es funktioniert auch in Stellung: GPS OFF).

Weiterhin:

Normalerweise findet ohne GPS Empfang keine Korrektur des INS Drifts statt, sodass je nach Länge des GPS Ausfalls mit größeren Navigationsungenauigkeiten zu rechnen ist.

Dies ist war in BMS 4.32 ebenfalls nicht umgesetzt, in 4.33 steht der Langzeittest noch aus.

Im HUD werden trotz INS/GPS Ausfall Airspeed und Altitude angezeigt – dies kann eigentlich nur vom unabhängigen (Backup/Not-System durch Pitot-Static Druckmessung) kommen.... *ungeklärt bleibt z.Z. jedoch das „Wie?“. Deshalb könnte es sich hier ebenfalls um einen Fehler im BMS handeln, denn es fehlt die Umwandlung von analogen Anzeigen in Digitale ! ?)*



### 3. ABFLUG & ANFLUG

#### 3.1. Allgemeines

Wir unterscheiden im Wesentlichen zwischen VFR (Visual Flight Rules) und IFR (Instrument Flight Rules) Abflugverfahren – also Verfahren, die streng genommen vom Wetter abhängig, angewandt werden, die also den Regeln nach visuellem Flug oder Instrumentenflug folgen. Dies gilt im Übrigen auch für die Anflugverfahren!

Die „Trennlinie“ dabei wird durch eine Sichtweite von 5 km und einer „cloud base“ = Hauptwolkenuntergrenze von 1500 ft AGL definiert.

Hauptwolkenuntergrenze bezeichnet einen Bedeckungsgrad des Himmels von mehr als 4/(-tel. 5/8-tel bis 7/8-tel bezeichnet man dabei als „broken“, komplette Bedeckung als „overcast“ und eine undefinierte, geschlossene Decke als „obscured“.

Genau genommen kann man einen VFR Flug unterhalb (oder oberhalb = „VFR on top“) dieser Wolkendecken betreiben, der Abstand dabei muss allerdings mindestens 1000 ft betragen und der seitliche Abstand wenigstens 1,5 km.

Unterhalb dieser Grenzen ist Instrumentenflug streng vorgeschrieben. Natürlich ist dies alles unter Friedensbedingungen – Flüge in Spannungs- oder gar Kriegszeiten unterliegen eigenen Regeln wenn auch der Sicherheitsaspekt nie aus den Augen gelassen werden darf!

COLOUR STATE & ABBREVIATION	LOWEST CLOUD BASE AT LEAST 3/8 COVERAGE EQUAL TO OR MORE THAN	SURFACE VISIBILITY (RVR) EQUAL TO OR MORE THAN
Blue - BLU	2500 ft	8 km    Entspricht = 4,31 NM
White - WHT	1500 ft	5 km    Entspricht = 2,7 NM
Green - GRN	700 ft	3.7 km    Entspricht = 2,0 NM
Yellow - YLO	300 ft	1600 m    Entspricht = 0,86 NM
Amber - AMB	200 ft	800 m    Entspricht = 0,43 NM
Red - RED	Less than AMB	

In diesem Zusammenhang ist die Kenntnis der sog. „Military Colour Codes“ eine grosse Hilfe.

Sichtweite / Hauptwolkenuntergrenze	< 0,8 km	0,8 - <1,6 km	1,6 - <3,7 km	3,7 - <5 km	5 - <8 km	≥ 8 km
≥ 20000 ft	RED	AMB	YLO	GRN	WHT	BLU+
2500 - <20000 ft	RED	AMB	YLO	GRN	WHT	BLU
1500 - <2500 ft	RED	AMB	YLO	GRN	WHT	WHT
700 - <1500 ft	RED	AMB	YLO	GRN	GRN	GRN
300 - <700 ft	RED	AMB	YLO	YLO	YLO	YLO
200 - <300 ft	RED	AMB	AMB	AMB	AMB	AMB
< 200 ft	RED	RED	RED	RED	RED	RED

VFR Bedingungen herrschen also für „blue“ und „white“, alles Andere erfordert Anwendung von IFR !

## **3.2. Abflugverfahren**

### 3.2.1. VFR Abflüge

VFR Abflüge werden in aller Regel in ihrer Art durch die Lage des Flugplatzes bestimmt. Dabei spielen leicht zu erkennende Geländepunkte (Gebäude, Wälder, Flussläufe, Strassenverzweigungen etc) eine entscheidende Rolle.

Oft werden mehrere sog. Abflugpunkte definiert, die, abhängig von ihrer relativen Lage zum Platz für die jeweilige Startrichtung („RWY in use“) als Abmeldepunkte definiert sind.

Meist liegen diese Punkte knapp ausserhalb des durch den Tower kontrollierten Luftraumes des jeweiligen Platzes.

### 3.2.2. IFR Abflugverfahren

Für Abflüge nach IFR stehen in der Regel für beide Richtungen separate Verfahren zur Verfügung. Zur Durchführung solcher Verfahren sind mindestens ein VOR bzw TACAN notwendig welches sich in der Nähe des jeweiligen Flugplatzes befinden muss (in Reichweite des Empfängers) und auf welches sich die angegebenen Prozeduren beziehen. Ausserdem sind diese oft gekoppelt an eine relative Entfernungsmessung (DME). Dadurch werden sowohl lateral (Radial und DME) als auch horizontal (Höhenangaben) Punkte vorgegeben, die während eines Abfluges erreicht und/oder überschritten werden müssen. Grund. Hindernisfreiheit und/oder Lärmvorgaben.

Für Flugzeuge die mit INS/GPS ausgestattet sind, existieren auch Abflüge die auch ohne Bezug auf TACAN oder VOR abgeflogen werden können – hier müssen GPS Koordinaten als Wegpunkte gespeichert und entsprechend „abgeflogen“ werden.

### 3.2.3. Radar geleiteter Abflug

Eine besondere Form des Abfluges stellt der per Radar Controller geleitete Abflug dar. Hier gibt spätestens beim „lineup“ der Tower Richtung und Entfernung oder andere markante Punkte vor, bis zu denen sich der Pilot an die Angaben halten muss, bevor er sich abmelden und seinen gespeicherten Wegpunkten folgen kann.

Diese Art des Abfluges ist äusserst flexibel und sehr treibstoffsparend.

## **3.3. Anflugverfahren**

### **3.3.1. VFR Anflüge**

Wie auch schon bei den VFR Abflügen werden für die VFR Anflüge markante Geländepunkte als Meldepunkte genommen – oft handelt es sich sogar um die gleichen Punkte wie die des Abfluges. Bei Militärplätzen existieren sehr oft zusätzliche sogn. „Initials“ die ca 5 NM in Anflugsverlängerung vor der RWY Schwelle liegen und für taktische Anflüge genutzt werden.

Auf diese speziellen Anflüge wird im letzten Kapitel 8 detaillierter eingegangen.

### **3.3.2. IFR Anflugverfahren**

Die IFR Anflugverfahren können grob in 2 Kategorien unterteilt werden – Präzisionsanflugverfahren und Nicht-Präzisionsanflugverfahren.

Den Unterschied machen die zugehörigen Wetterminimas aus, bis zu denen herab sich dieser Anflug eignet.

Zu den sogn. „non precision instrument approaches“ zählen a) der TACAN oder VOR Anflug als auch der Radar gestützte „ASR approach“.

Auch auf diesen speziellen ASR Anflug wird im letzten Kapitel 8 detaillierter eingegangen.

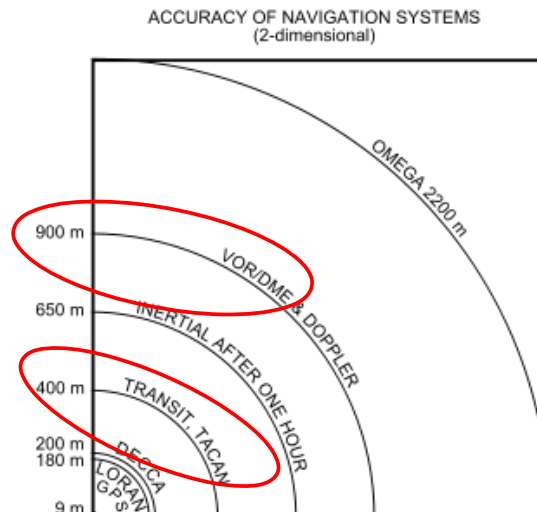
In aller Regel gelten hierbei Wetterminimas bis zu einem „color code“ „Yellow“ herab, also bis zu Sichtweiten von 1,6 km und einer Wolkenuntergrenze von 300 ft AGL

Für noch schlechteres Wetter benötigen wir sogn. „precision approach procedures“ - namentlich das eigenständige ILS und der Radar gestützte PAR approach. Auch hier gibt es je nach airport Minimas, bis zu denen der Anflug geführt werden kann – in aller Regel liegen diese bei 800 m Sichtweite und 200 ft Wolkenuntergrenze.

## 4. TACAN Approach

### 4.1. Allgemeines

TACAN steht für Tactical Air Navigation und ist der militärische Bruder der VOR (VHF Omnidirectional Radio Range) Systeme aus der zivilen Luftfahrtsnavigation. Die Arbeitsweise des TACAN ist aber prinzipiell anders als die eines VORs und erreicht weitaus höhere Genauigkeiten.



Ein weiterer Vorteil ist die relativ geringe Größe und damit die Möglichkeit TACAN Sendestationen auch an Bord von Fahrzeugen und Flugzeugen (Tanker, ...) zu installieren. Ein entscheidender Nachteil ist, dass ein TACAN Signal von jedem zu empfangen ist.

Es gibt keine Verschlüsselung.

#### 4.1.1. Technischer Hintergrund

Das TACAN ist ein Funkfeuer, welches elektromagnetische Wellen bei etwa 1000 MHz (962-1213) aussendet und arbeitet daher quasioptisch. Das bedeutet, dass man die Reichweite anhand der (idealen) Sichtweite einschätzen kann. Quelle und Empfänger müssen sich "sehen", es muss eine ungestörte, direkte Verbindungslinie zwischen beiden Stationen vorhanden sein! Natürlich wird die Reichweite weiter eingeschränkt durch elektromagnetische Störfelder (Gewitter), Sendestärke, usw. Die Sendestärke wird auf sinnvolle Bereiche eingestellt, sodass sich TACAN Reichweiten von 20-200 NM ergeben. Die einzelnen Funkfeuer arbeiten natürlich nicht auf ein und derselben Frequenz, um mehrere Feuer unabhängig voneinander ansteuern zu können. Ihre Frequenzen unterscheiden sich um einige MHz, doch anstatt mit absoluten Frequenzen zu arbeiten, stellen wir kodierte Kanäle ein, 017 bis 129, sowie X oder Y.

Die Codierung: Nehmen wir als Beispiel 111.55 MHz. Man lässt die erste und letzte Zahl weg, ergibt 115. Bei Zahlen bis 122 zieht man 63 ab, darüber subtrahiert man nur 53. Wir haben nun  $115-63=52$ . Nun betrachten wir nochmals die letzte Stelle: Ist diese eine 0, hat man X; ist sie eine 5, setzt man das Y. Unser TACAN Code wäre also **52Y**.

Spitzfindige können auch in die andere Richtung rechnen...

Frequency	Subtract	Result	CH (X)	Ch (Y)
106.40	63	001	1X	
106.45	63	001		1Y
106.50	63	002	2(X)	
106.55	63	002		2(Y)
106.60	63	003	3 (X)	
106.65	63	003		3(Y)
106.70	63	004	4(X)	
106.75	63	004		4(Y)
106.80	63	005	5(X)	
106.85	63	005		5(Y)
106.90	63	006	6(X)	
106.95	63	006		
12.15	63	058		
12.20	63	059	59(X)	
12.25	63	059		059(Y)
12.30	53	070	70(X)	
12.35	53	070		70(Y)
12.40	53	071	71(X)	
12.45	53	071		71(Y)
12.50	53	072		
17.75	53	124		
17.80	53	125	125(X)	
17.85	53	125		125(Y)
17.90	53	126	126(X)	
17.95	53	126		126(Y)

Es muss selbstverständlich ein Empfangsgerät an Bord vorhanden sein, um überhaupt TCN Signale empfangen zu können. Des Weiteren befindet sich zur Entfernungsabmessung (direkte Entfernung = „line of sight“, nicht Abstand über Grund!) ein DME (Distance Measurement Equipment) an Bord.

#### 4.1.2. Praktischer Einsatz im Cockpit:

Zwei Systeme sind an Bord vorhanden, um erfolgreich nach TACAN (mit Hilfe des INS) navigieren zu können: Auf der Eingabeseite das ICP mit der T-ILS Seite (Taste "1"), auf der anderen Seite das HSI (Horizontal Situation Indicator). Da das ICP ausfallen könnte, gibt es ein Backup System auf der linken Konsole (AUX COMM Panel).

Das HSI funktioniert Grossteils rein mechanisch. Unter der Voraussetzung, dass die Empfangsantenne nicht zerstört ist, sollte TACAN Navigation auf jeden Fall gewährleistet sein. Außer im schweren Beschädigungsfall (oder bei Ausfall des INS und GPS Systems (siehe Teil 2) kann somit zur eigenen Home- oder Alternateplate navigiert werden, ohne auf Hilfe anderer angewiesen zu sein (die natürlich trotzdem erwünscht ist!).

Am ICP stellt man ein, welcher TACAN Kanal empfangen werden soll. Hier sehen wir das normale ICP mit vergrößerter DED Anzeige.



Zum Einstellen drückt man ICP Taste 1 "T-ILS" (T steht für TACAN!), beachtet, dass die zwei Sterne über dem Tacankanal stehen (notfalls mit Pfeil nach oben/ unten am 4-Wegeschalter korrigieren) und tippt ein, zwei oder dreistellig die Zahlen des gewünschten TACAN Ch ein, gefolgt von "ENT". Um zwischen X und Y zu wechseln, betätigt man einfach die Taste "0" gefolgt von "ENT", ohne dass man gerade eine andere Zahl vorher eingetippt hat.

Alternativ dazu das AUX COMM Panel:



Hier kann man am Masterschalter zwischen UFC (Up Front Control = ICP+DED) und Backup umschalten, gibt manuell den Tacankanal ein, stellt noch die Art des Signals ein (Boden=T/R oder Luftstation=A/A) und die Sache hat sich.

So könnte man sich zB bequem am Boden bereits die Tankerfrequenz einstellen, und das Backup System auf UFC stehen lassen. Will man dann Tanken, stellt man einfach auf Backup und verstellt sich nicht das UFC.

**Achtung !:** Wählt man diese „Variante“ wechselt der im UFC eingestellte UHF Kanal allerdings zum im Backup Kanal eingestellten Sender – der VHF Kanal ist weiterhin der im UFC eingestellte Kanal und lässt sich dort – am ICP - trotz der AUX COMM-Stellung in BACKUP auch ändern !!

## 4.2. Die TACAN Navigation

Nun da der TACAN Kanal eingestellt ist und unter der Voraussetzung innerhalb der Reichweite des Signals zu sein, kann man zwei wichtige Informationen ablesen:

- i) Richtung zum TACAN
- ii) Entfernung zum TACAN

Aber wo genau macht man dies und wie bestimmt man daraus die gegenwärtige Position?

### 4.2.1. Die eigene Position bestimmen

Auf dem HSI wird – neben dem frei wählbaren, dickeren Course pointer (CRS) auch eine Stationsnadel (TACAN Pointer) angezeigt.

Dessen Spitze zeigt (natürlich) immer zur durch die Kanalwahl ausgewählten TACAN Station.

Da per Definition der Radials diese immer strahlenförmig von der Tacan Station weg gehen, bestimmt **das Ende (tail) vom Tacan Pointer immer den aktuellen Radial**, auf dem man sich gerade befindet! Die in der oberen linken Ecke des HSI angezeigte MILES Zahl entspricht dabei der derzeitigen Entfernung.



Hätte man eine Satelliten Ansicht (moving map) im Cockpit, so würde man diese HSI Informationen wie oben gezeigt in diese Karte einzeichnen / hinein interpretieren können.

Man kann diese Position allerdings auch symbolisiert/gedacht auf das HSI übertragen.



Es ist WICHTIG dabei zu beachten, dass in diesem Fall das TACAN in der Mitte steht und unsere Position AUF DEM TAIL DES TACAN POINTERS liegt!

Der Abstand von dieser Position zur Mitte des HSI ist dem angezeigten Abstand (hier 58,1 NM) gleichzusetzen!!!

Mit diesen Überlegungen habe ich also meine Position im Raum relativ zum gewählten TACAN ermittelt.

#### 4.2.2. Die Fix to Fix Navigation

##### Merksatz:

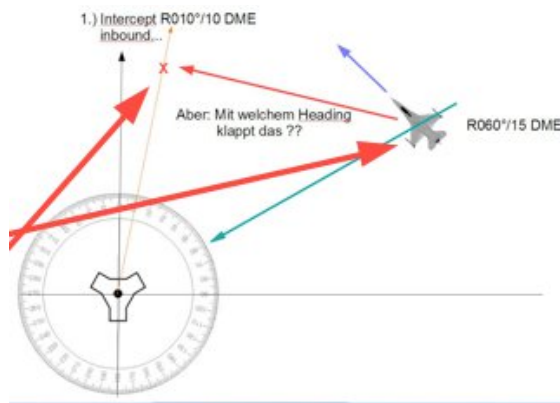
**Wenn man weiss wo man ist und man weiss wo man hin will, kann man auch die Richtung dorthin herausfinden.**

Dieses Verfahren heißt: Fix to Fix und lässt sich (mit der Ungenauigkeit der Abschätzung auf einem kleinen Instrument wie dem HSI) auch während des Fluges mittels des HSI durchführen.

Bedenke: Es reicht für eine erste Richtungsentscheidung die erste grobe Abschätzung. Je öfter man dies Verfahren während der Navigation zum gewünschten Punkt hin anwendet, desto genauer erreicht man diesen Punkt!

Beispiel: Ich möchte (muss auf Anweisung) zu einem IAF fliegen. Die Lage dieses IAF ist durch Radial und DME angegeben, ich möchte diesen Punkt möglichst genau ansteuern.

##### Vorgehensweise:



- 1) ich stelle mir meine Position in Relation zum vorgegebenen TACAN vor.
- 2) Ich stelle mir in Relation dazu die Position des IAF vor
- 3) Ich bestimme den Kurs dort hin

frühere !

Auf meinem HSI stellt sich das in etwa so dar:

Der IAF von Kasteli liegt auf Radial 010/ 10 DME  
Wenn ich „inbound“ fliegen will, drehe ich mir  
IMMER den inbound COURSE ins  
Course selector window ein – mit der plus2/minus2  
Regel resultiert aus Radial 010° ein Course  
von 190° !!  
Aber welches Heading muss ich zum IAF fliegen??

Gedachte Hilfslinien und Kreise auf dem HSI helfen mir die  
Positionen zu bestimmen!  
Ich bin derzeit auf Radial 060°/15 DME

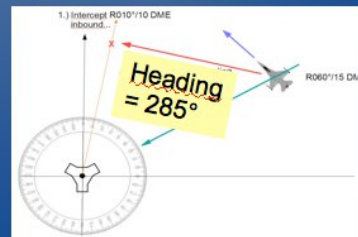
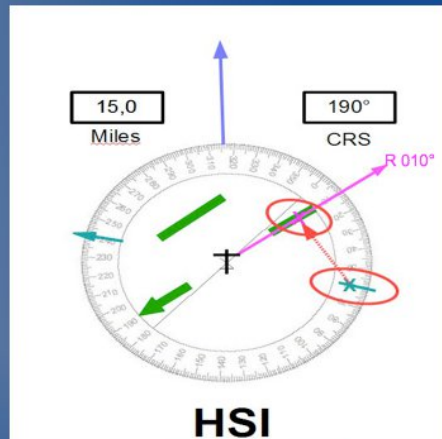
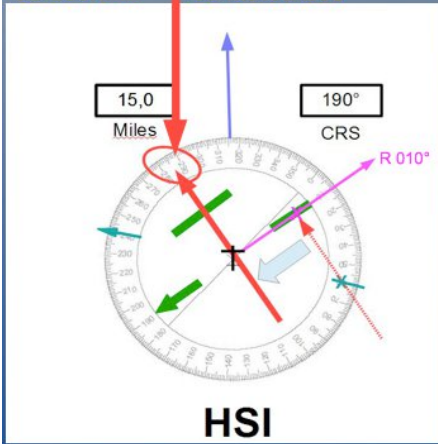
HSI

HSI

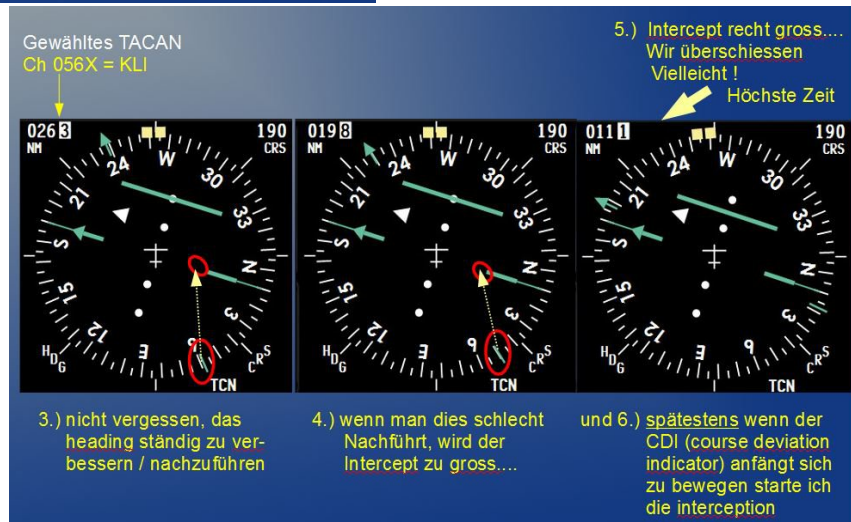
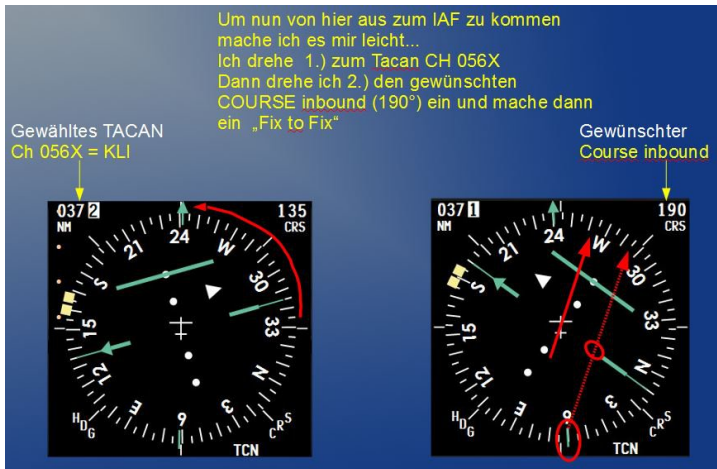
Ich will auf Radial 010°/10 DME – diese Position markiere ich mir in Gedanken auf meinem HSI relativ zur derzeitigen Position (geschätzte Entfernungen auf den Hilfskreisen – in der Mitte steht gedacht das TACAN !! )



Die beiden so gefundenen Punkte A) = derzeitige Position und B) gewünschte Position verbinde ich in Gedanken mit einer Linie (von A nach B) und verschiebe sie parallel durch das kleine Flugzeug Symbol in der Mitte des HSI  
Anschließend kann ich an der Spitze dieser Verbindung das grobe HEADING zu meinem IAF ablesen..... es lautet: 285°



Wie bereits angemerkt ist das HSI durch seine Größe nur bedingt geeignet durch einmalige Abschätzung genaue Resultate zu erzielen. Man sollte diesen Vorgang mehrfach wiederholen und entsprechende Korrekturen durchführen, um den gewünschten Punkt zu treffen.





## 5. Das ILS

### 5.1. Bedeutung

Das ILS (Instrument Landing System) ist in BMS völlig neu gestaltet worden. Es kommt dem realen System sehr nah. Trotzdem wird das ILS in Falcon BMS von vielen Piloten gar nicht genutzt. Warum?

Das liegt daran, dass man in den meisten Fällen durch die Verwendung von „steerpoints“ die realistischen Prozeduren zum Anflug kaum benötigt, oft nicht einmal kennt.

Grund:

Bei Dunkelheit wird die unrealistische Nachtsicht benutzt und ausserdem verwenden die meisten „TE-Bauer“, an der Realität vorbei, nur schönstes Wetter so dass am Tage die Navigation – in den meisten Fällen - „grob“ nach Sicht erfolgt.

Dies entspricht jedoch ganz und gar nicht der Realität!

Bei Nacht und / oder schlechtem Wetter ist man auch in einer F16 auf Instrumente angewiesen, die dem Piloten eine sichere Landung ermöglichen.

Natürlich kann man (auch in der Realität) schlechtes Wetter vermeiden und zu einem anderen Platz fliegen der bessere Bedingungen hat, jedoch widerspricht das oft der geplanten Einsatztaktik und ist ausserdem natürlich von der „Rest“- Kraftstoffmenge abhängig, die z.B. nach Rückkehr von einer Mission noch verblieben ist! Ist der Platz auf dem man dann sozusagen „landen muss“ in dichte Wolken gehüllt so gibt es eben die Option, dort aus einem sogn „Instrument approach“ zu landen.

Was spricht nun für das ILS?

Das ILS Anflugverfahren gehört – im Gegensatz zum TACAN Anflug - zu den Präzisions-Anflugsverfahren (Precision instrument approaches) die auch bei relativ schlechten Sichten durch die Anzeige von Ablagewerten im sowohl horizontalen als auch vertikalen Bereich noch sichere Anflüge erlauben. Nicht selten werden zusätzlich auch aktive Führungshilfen (command steering pointer) verwendet.

Man unterscheidet im Wesentlichen 3 Kategorien (CAT I, II und IIIa und IIIb) die, je nach Instrumentierung im Flugzeug, Anlagensystem am entsprechenden Flugplatz und Ausbildung des Piloten Landungen bei unterschiedlichsten Wetterbedingungen bis hinunter zu Null Sicht erlauben.

Das System in der F16 ist für Anflüge nach CAT I zertifiziert und hat somit Wetterminima von 200 ft Wolkenuntergrenze und 800 m Sichtweite (2600 ft RVR = runway visual range)

Das ILS ist also bei schlechten Sichten die beste Wahl. Es vereint Anzeigen nur horizontalen und vertikalen Navigation die, korrekt befolgt, das Flugzeug auch bei relativ schlechten Wetterbedingungen zu einem Punkt führt, von dem aus der F16 Pilot in der Lage ist, die Landebahn zu sehen und sein Flugzeug zu landen.

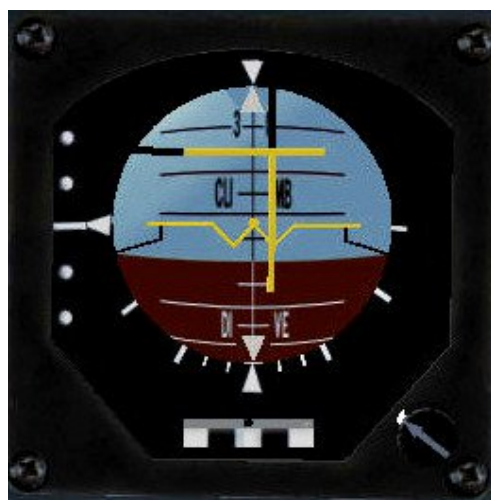
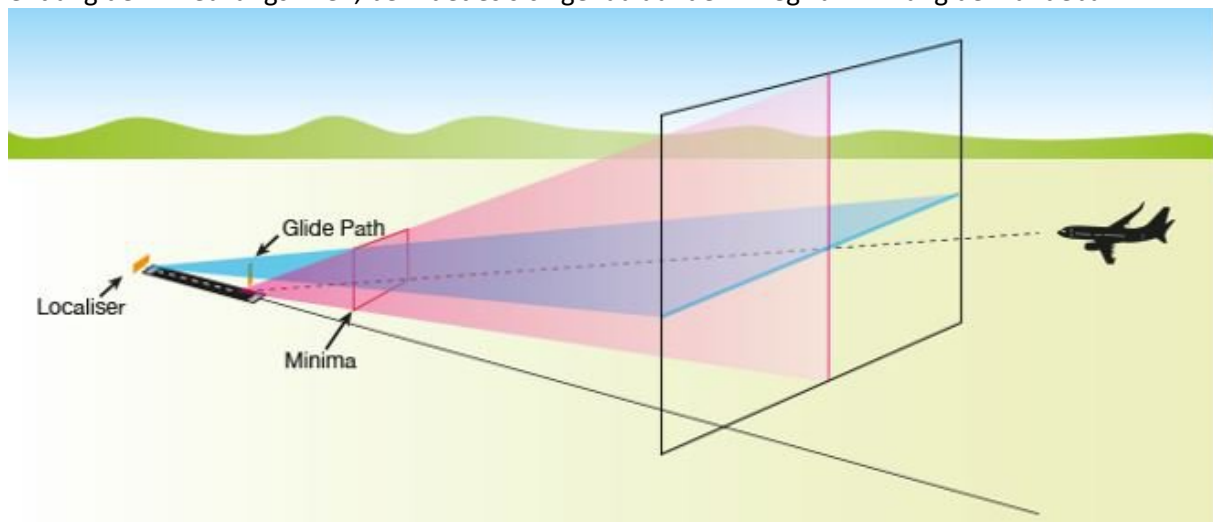
## 5.2. Die bodengestützten Systeme des ILS

Es arbeitet in BMS auf UKW-Frequenzen von 108,10 bis 119,95 MHz.

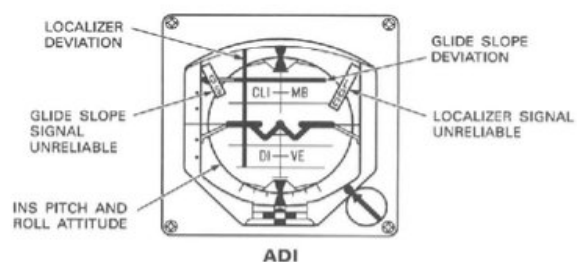
Das Instrumentenlandesystem (engl. instrument landing system, ILS) ist ein bodenbasiertes System, das den Piloten eines Flugzeuges bei Anflug und Landung mittels zweier Leitstrahlen, Landekurs (Information über Kurs) und einem Gleitpfad (Information über Höhe), unterstützt.

Das ILS ist somit eine funktechnische Hilfe für den Landeanflug, bei dem der Pilot sich nicht durch den Blick aus dem Cockpit (das wäre ein »Sichtanflug«), sondern nach den Anzeigen seiner Instrumente (»Instrumentenanflug«) (hier in der F16 auch unter Benutzung von HUD - Anzeigen) orientiert, um das Flugzeug zum Aufsetzpunkt der Landebahn zu steuern.

An der Landebahn stehen dazu ein Landekurs- und ein Gleitwegsender, deren Funksignale zwei sich kreuzende und aufeinander senkrecht stehende »Signalebene« erzeugen. Fliegt das Flugzeug entlang der »Kreuzungslinie«, befindet es sich genau auf dem Weg zum Anfang der Landebahn.



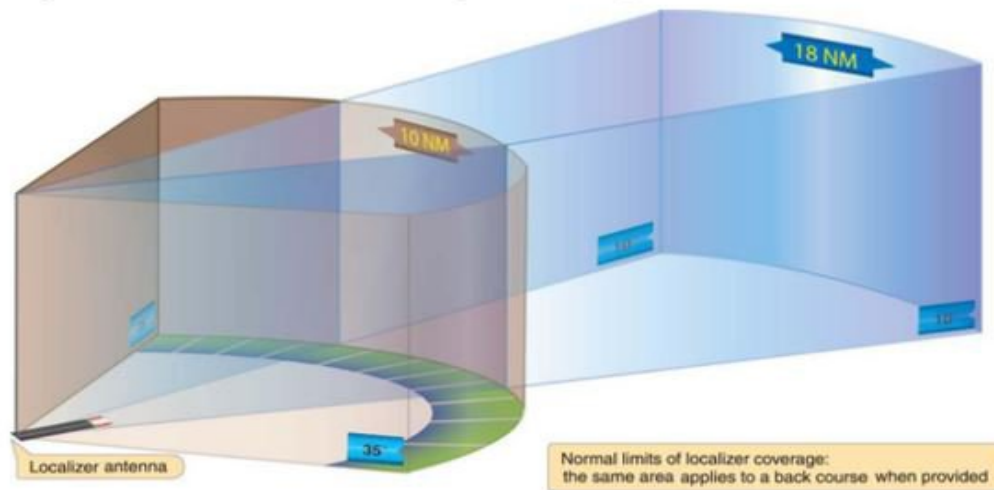
Die Führungssignale der beiden Sender werden an Bord empfangen, ausgewertet und im Kreuzzeigerinstrument (HSI) bzw. im HUD veranschaulicht. Das feststehende Flugzeugsymbol in dessen Mitte stellt das eigene Flugzeug dar, der vertikale Zeiger den Landekurs, der Horizontale die Höhe des Gleitweges in Abhängigkeit von der Entfernung zur Landebahn.



### 5.2.1. Landekursender (Localizer „LOC“)

Das Antennensystem des Landekursenders (engl. localizer, LOC oder LLZ) ist im Abflugsektor, ca. 300 m hinter dem Ende der Landebahn (engl. stop end of runway) aufgebaut und besteht aus mehreren, paarweise angeordneten Richtantennen (gestreckte  $\lambda/2$ -Dipole). Der Localizer informiert den Piloten über seine laterale Position in Bezug auf die Anfluggrundlinie (engl. centerline) und zeigt dem Piloten also, ob er weiter rechts oder links fliegen muss, um die Landebahn zu treffen.

Je nachdem, wie weit sich Dein Flugzeug links oder rechts vom Kurs und ober- oder unterhalb des Gleitweges befindet, wandern die Zeiger aus der Instrumentenmitte heraus und damit vom Flugzeugsymbol weg.



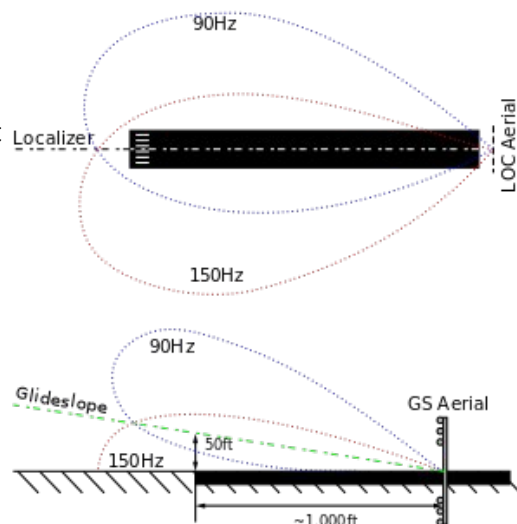
### 5.2.2. Gleitwegsender (Glideslope GS)

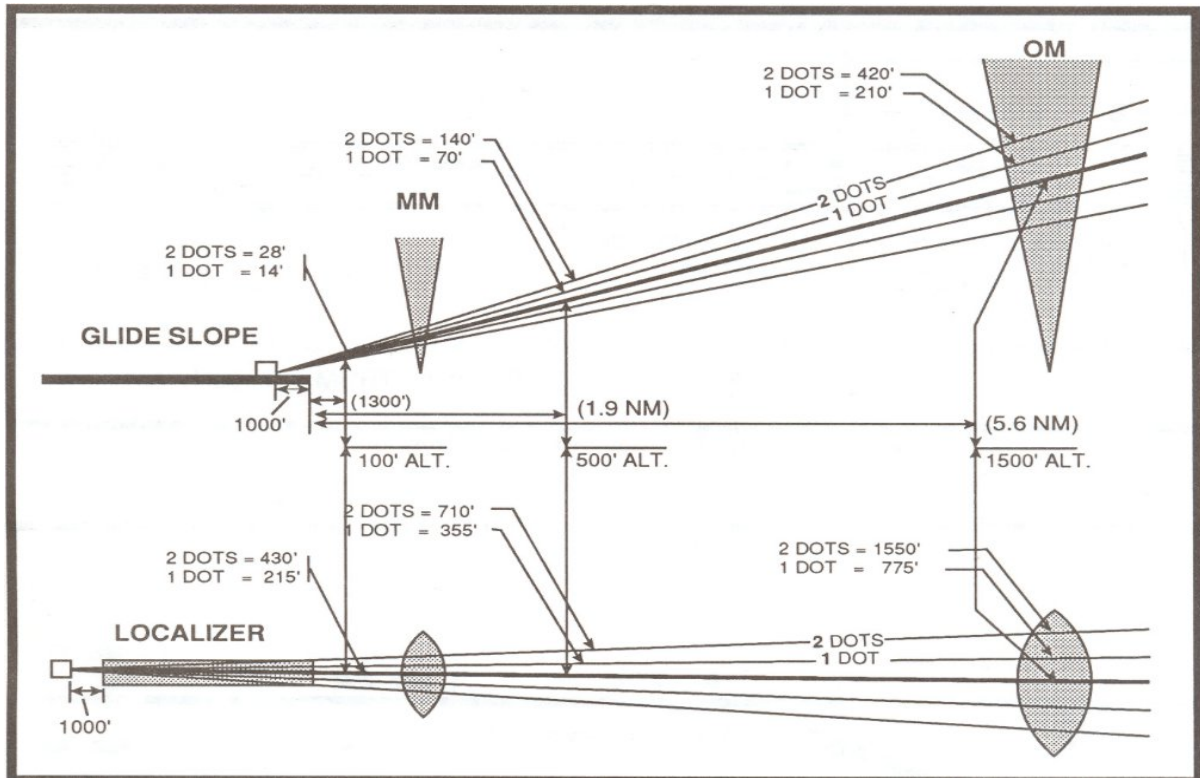
Der Gleitwegsender (engl. glideslope, G/S) arbeitet in einem Frequenzbereich von 329 MHz bis 335 MHz. Die Frequenzen von Landekurs- und Gleitwegsendern sind fest miteinander gepaart; dadurch braucht der Pilot nur eine Frequenz einzustellen und die passende Gleitwegsenderfrequenz wird automatisch mitselektiert. Der Gleitwegsender zeigt dem Piloten die vertikale Ablage vom optimalen Anflugprofil an. Der Gleitwegsender steht seitlich neben der Bahn in Höhe des Aufsetzpunktes. Der Aufsetzpunkt befindet sich ca. 280 m (bei einem 3 Grad Anflug und einer RDH/TCH von 50 ft) hinter der Landebahnschwelle.

Das Funktionsprinzip ist analog zum Landekursender.

Im nebenstehenden Bild wird anschaulich dargestellt, wie durch Amplitudenmodulation mit unterschiedlichen Frequenzen von einem geeigneten Empfangsgerät sozusagen „die Mitte herausgelesen“ werden kann.

Größere Anteile der einen oder anderen Modulation zeigt das Instrument dann folgerichtig als Abweichung in die eine oder andere Richtung (links/rechts für den Localizer) (oben/unten für den Glideslope) an.



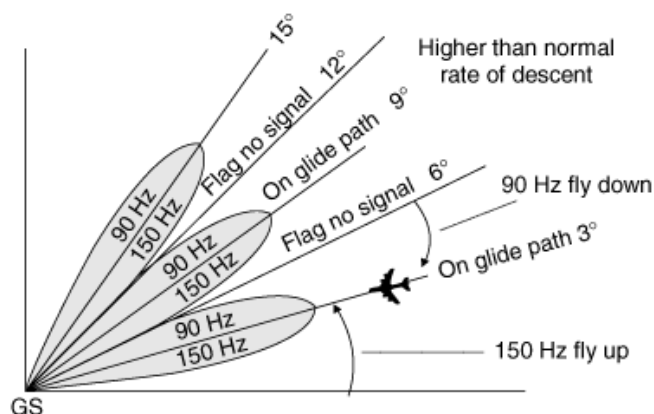


Die Größe der Abweichung ist natürlich von der Entfernung des Senders zum Empfänger (Flugzeug) abhängig (da Winkelabhängig). Dementsprechend ergeben sich unterschiedlich große Abweichungen bei gleicher Anzeige (1 dot oder 2 dot) am z.B Middle Marker und am Outer Marker

### 5.2.3. False glide-slope

Eine (schlechte) Charakteristik des Glideslope Senders ist die „Produktion“ von falschen Anzeigen in verschiedenen Winkeln. Diese sind immer ein ungerades Vielfaches des eigentlichen Glideslope Winkels (meist 3°); also 9°, 15° etc

Dies resultiert aus der Abstrahlungscharakteristik des Senders als auch auf Bodenreflexionen.



Auf Grund der relativ grossen Unterschiede ist es dem Piloten leicht möglich, eine falsches Glideslope Signal in z.B. 9° Azimuth von dem Richtigen zu unterscheiden, da an gewissen „Kontrollstellen“ (z.B. Outer Marker) sich trotz korrekter Glideslope Anzeige viel zu hohe Altitude Werte ergeben!

Dementsprechend gilt:

**Überprüfe / vergleiche immer die angezeigten Höhen mit denen in der Anflugkarte!**

#### 5.2.4. Einflugzeichen

Einflugzeichen sind Funkfeuer, die senkrecht nach oben abstrahlen. Diese Marker sind 1050 m und 7200 m vor der Landebahn stehende Sender, die bei Überflug ein Tonsignal und/oder eine blinkende Anzeige auslösen.

Nacheinander wird beim Anflug der Outer Marker = OM (Voreinflugzeichen), der Middle Marker = MM (Haupteinflugzeichen) und der in Deutschland nicht mehr gebräuchliche Inner Marker = IM (Platzeinflugzeichen) überflogen.

##### 5.2.4.1. Outer Marker (OM oder LOM)

Der Outer Marker dient zur Kontrolle des Höhenmessers. Auf der Anflugkarte ist die exakte Höhe des Gleitwegs am OM angegeben. Dementsprechend kann bei Durchflug des Sendekonus die aktuell angezeigte Höhe mit der auf der Karte verglichen und Fehler der Höhenmessereinstellung bemerkt werden!



Der Outer Marker steht  $7200\text{m} \pm 300\text{m}$  vor der Schwelle und ist mit 400Hz amplitudenmoduliert und erzeugt dementsprechend einen 400-Hz-Ton (300ms an, 100ms aus, ...). Im Cockpit leuchtet eine blaue Anzeige und ein „-“ „-“ „-“ -Ton ist zu hören.

Bei einem ILS-Anflug muss sich das Flugzeug am OM schon auf dem Gleitpfad befinden. Der OM ist normalerweise ca. 4 NM von der Schwelle entfernt.

Das heißt, dass das Flugzeug am OM eine Höhe von  $4\text{NM} \times 318\text{ft}/\text{NM}$  (bei 3 Grad Anflugwinkel) + 50ft Schwellenüberflughöhe  $\approx$  **1320 ft über Schwelle** hat .

##### 5.2.4.2. Middle Marker (MM)

Der Middle Marker (deutsch. Haupteinflugzeichen) steht  $1050\text{m} \pm 150\text{m}$  vor der Schwelle, ist mit 1300Hz amplitudenmoduliert und erzeugt dementsprechend einen 1300-Hz-Ton (300ms an, 100ms aus, 300ms an, 100ms aus, ...)



Im Cockpit leuchtet eine gelbe Anzeige und ein „-“ „-“ „-“ Ton ist zu hören.

##### 5.2.4.3. Inner Marker (IM)

Der Inner Marker ist in Deutschland ungebräuchlich. Weltweit wird er in der zivilen Luftfahrt ebenfalls kaum verwendet. In der militärischen Luftfahrt findet er jedoch noch Anwendung. Er steht dann unmittelbar vor der Landebahn, ist mit 3000Hz amplitudenmoduliert und erzeugt dementsprechend einen 3000-Hz-Ton (100ms an, 100ms aus, ...).



Im Cockpit leuchtet eine weiße Anzeige und ein „...“-Ton ist zu hören.

Immer häufiger werden die Einflugzeichensender als Entfernungsmarken ersetzt durch eine kontinuierliche Entfernungsanzeige, die ein am Platz stehendes Entfernungsfunkfeuer DME (engl. Distance Measuring Equipment) liefert. Seine Antenne wird am Gleitwegsendermast montiert. Die Anzeige an Bord erfolgt numerisch in NM (engl. Nautical Miles).

Dies ist durch die Angabe der Bezeichnung „ILS/DME“ in den Karten ersichtlich.

## 6. Das ILS im BMS Falcon

Im UFC Modus müssen alle erforderlichen Daten über das ICP eingegeben werden, damit man das ILS auch benutzen kann.

Man benötigt die Frequenzen für den Tower, den TACAN Kanal und die Frequenzen des ILS-Senders (bei mehreren ILS Anflugmöglichkeiten auf verschiedene Bahnen eben die verschiedenen Frequenzen) der Airbase, auf der man landen möchte / soll.

### 6.1. Die Charts

Wo findet man diese (für KOREA)?

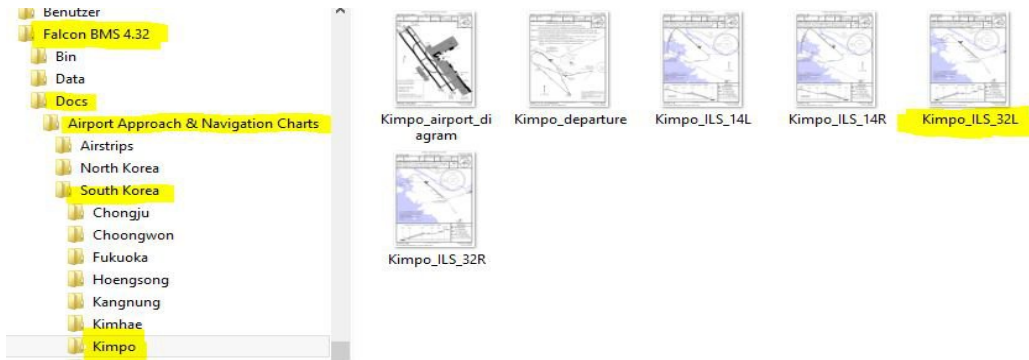
AIRBASES - SOUTH KOREA							
Airport	Twr (UHF/VHF)	Tcn Ch	Tcn Rng	ILS (RWY)	Runway	Elev	GPS Coord
Chongju	250.2/118.7	042x	25	111.7 (23R)	05/23 L/R	187	N36°48.41' E128°36.74'
Choongwon	230.15/126.2	005x	50	111.3 (34R)	16/34 L/R	642	N36°59.80' E129°08.78'
Hoengsong	265.5/126.2	U.S.	-	U.S.	18/36	580	N37°27.87' E129°13.75'
Kangnung	334.9/126.2	056x	50	111.5 (26)	08/26	51	N37°47.31' E130°29.77'
Kimhae	233.3/118.1	117x	25	109.5 (34)	16/34	39	N35°13.29' E130°11.66'
Kimpo	240.9/118.05	083x	25	109.9 (14L) 110.1 (14R) 108.3 (32L) 110.7 (32R)	14/32 L/R	96	N37°36.868' E127°42.801'
Kunsan	292.3/126.5	075x	100	110.3 (18&36)	18/36	10	N35°58.39'



Die Senderreichweite solltest du ebenfalls zur Kenntnis nehmen.

Sehr wichtig ist auch der jeweilig zugehörige Localizer Course, der aber nicht in dieser Liste enthalten ist! Dazu benötigt man die jeweilige ILS Anflugkarte.

Diese Karten befinden sich nach der Standard Installation von BMS im folgenden Folder:



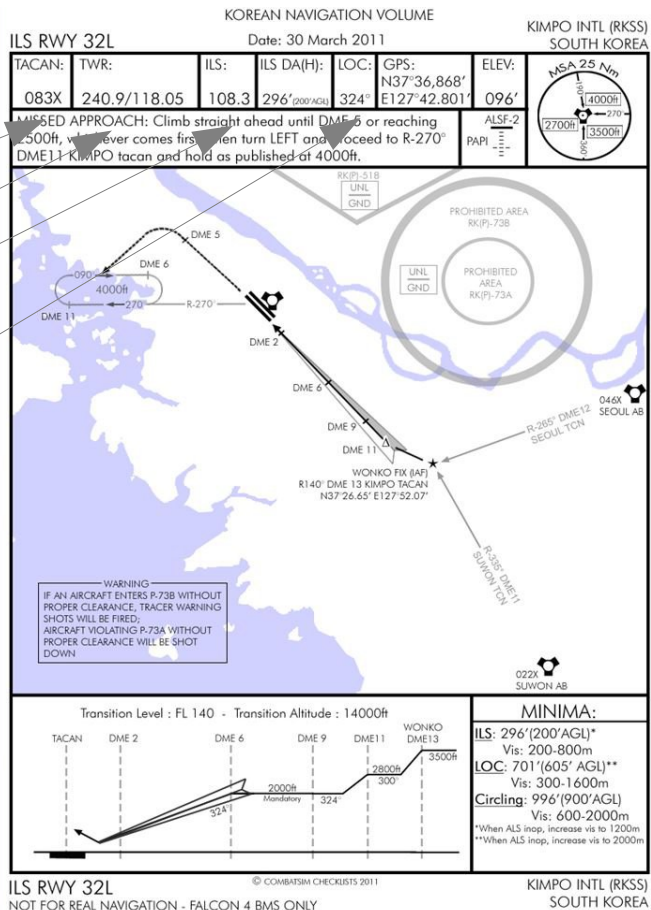
Auf dieser Chart sind alle wichtigen Daten für die Vorbereitung eines ILS Anfluges auf die RWY 32L von KIMPO zu finden:

TACAN: Ch 083X

Tower Freq: 240.9

ILS Freq: 108.3

Localizer Course: 324°



## 6.2. Die Eingaben

Wir geben zuerst den TACAN Kanal (Ch 083X) ein. Wenn wir in Reichweite sind können wir sofort erkennen, wie weit entfernt und wo in Relation zum TACAN wir uns befinden.

Wir drücken also auf die Taste 1 T-ILS...

und es kann passieren, dass im DED folgende Hinweis erscheint .....ILS OFF !



Wir müssen den ILS Empfänger noch einschalten!

ILS ON erscheint und an den \* erkennen wir das das System bereit zur Eingabe ist !



### Beachte:

Der gewünschte TACAN kann 1 - 2 oder 3-stellig eingegeben werden.

Beispiel: 083 ENTR oder aber 83 ENTR.

Gibt man 0 ENTR ein, so wechselt das Band von „X(0)“ auf „Y(0)“ und umgekehrt.

### Wichtig:

Zu beachten ist ebenfalls, in welchem „Modus“ der TACAN Empfänger gerade arbeitet.

T/R = transmit & receive oder aber A/A (air to air).

Für den Empfang einer Bodenstation muss dies auf T/R stehen !



Gewechselt wird dies bei dieser Anzeige (\*\_\_\*) mit Hilfe des 4-Wege Schalters am ICP, den man einmal in die rechte Stellung „SEQ“ bewegt.

So: endlich alles drin !  
Nur noch ENTR drücken!



Dann gibt man über COM 1 im Feld mit den Sternchen die Tower Frequenz der gewählten Airbase ein, ein.



Im Beispiel ist es Kimpo mit UHF 240.9  
Dies wird als 24090 ohne Punkt eingegeben.

Nach Bestätigung durch ENTR zeigt sich:

Jetzt kann man Kimpo Tower ansprechen, vorausgesetzt, man ist in Senderreichweite.

Anmerkung:

In BMS kann über 2 mal „T“ und „1“ bereits vorher das Platz QNH und über 2 mal „T“ und „4“ der aktuelle Wind erfragt werden (in 4.33 soll dies auch auf die aktuelle Sendereichweite des Tower beschränkt sein, in 4.32 ging dies auch über 200 NM hinweg!).



Aus dieser Information lässt sich meist schon abschätzen, welche Landerichtung vorherrscht., aber in BMS 4.33 lässt sich auch direkt die „active RWY“ erfragen

In „real life“ rastet man zu diesem Zweck eine eigene Frequenz, die **ATIS** Freq (Aerodrome traffic and information service) des anzufliegenden Flughafens und hört dort den aktuellen Wetterbericht, die aktive(n) Landebahn(en) und sonstige wissenswerte Informationen.

Wenn man dann in Reichweite ist, erhält man vom Tower mittels „T1“ (inbound for landing) u.a. auch die aktive Landebahn zugewiesen. Für diese Landebahn gibt man dann die zugehörige ILS Frequenz ein. Im Beispiel ist es die Landebahn 32 L, mit ihrer Frequenz 108.30.

Die 5-stellige Zahl wird über das ICP eingeegeben und mit ENTR bestätigt.



Jetzt wird das \*CRS\* der Landebahnrichtung aktiv, dort gibt man den Localizer course ein und bestätigt mit ENTR.



Nach ENTR ....

nach: 4-Wege Schalter 1x links auf RTN...



Alles „back to normal“ !!

### Zusammenfassung des Ablaufs:

Alle Zahlen werden im ICP eingegeben!

- 1.) Eingabe des TACAN Kanals (zur Positionsbestimmung)
  - 1.1.) 1 T ILS drücken
  - 1.2.) am DED überprüft man:
    - a) T / R wird angezeigt, cycle durch 4 Wege Schalter nach rechts auf SEQ
    - b) ILS ON - beachte Drehschalter am AUDIO panel
    - c) \* \* und CMD STRG grün unterlegt
    - d) X(0) Anzeige für das Band – cycle durch Eingabe von „0“ „ENTR“
  - 1.3.) Eingabe des TACAN Ch (1-3-stellig) – Abschluss mit „ENTR“
- 2.) \* \* und CMD STRG => Eingabe der ILS Frequenz (5-stellig ohne Punkt)
- 3.) nach „ENTR“ springen \* \* nach unten neben CRS. Dort
- 4.) ILS course 3-stellig eingeben.
- 5.) 4 Wege Schalter 1 mal nach links auf RTN



### 6.3. Die Anzeigen

Natürlich müssen wir den Modeschalter von NAV auf TCN stellen um eine auf das gewählte TACAN richtige Anzeige zu bekommen (ansonsten wird auf dem HSI immer Bezug auf den derzeit gewählten Wegpunkt genommen).

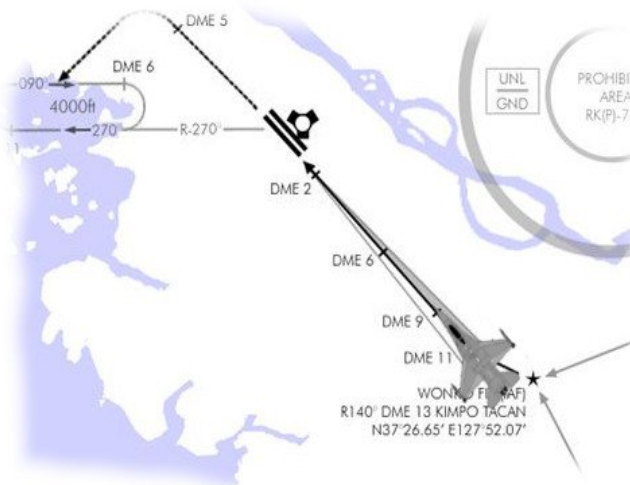
#### 6.3.1. Kurs- und Gleitpfad (LOC & GS) Anzeigen

Wenn wir in TACAN Reichweite sind, bekommt man im HSI die Richtung zum Sender durch ein Dreieck auf der Kompassrose angezeigt und gleichzeitig die Entfernung in Meilen.

Der veröffentlichten Anflugprozedur für die entsprechende RWY 32L folgend erreichen wir in einem Abstand von etwa 11 NM das Final. Dazu haben wir vorher den CRS am HSI auf das RWY heading (= Loc inbound course) von KIMPO (324°) gesetzt und .....



erhalten dann eine ADI Anzeige, bei der der „CDI“ (= course deviation indicator) gemittelt steht.



Wir sind im Bereich der ILS LOC Reichweite! Deshalb schalten wir jetzt den Modeschalter auf TCN/ILS.



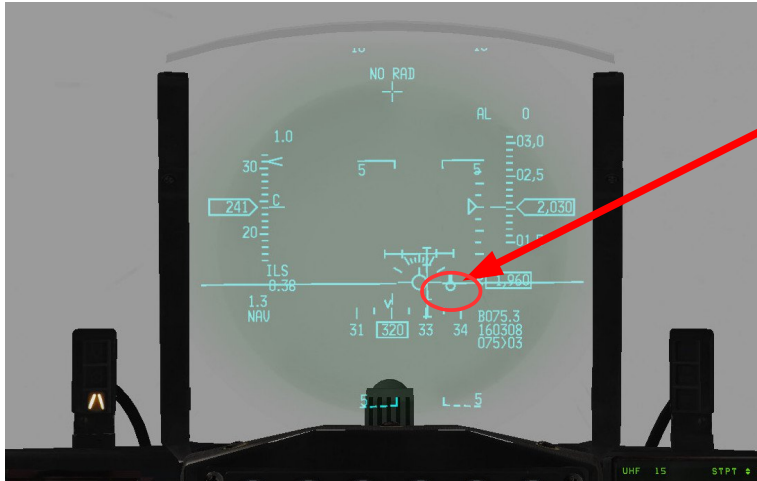
Wir sind zwar auch schon in Reichweite des GS-Senders, jedoch nähern wir uns in der vorgeschriebenen Höhe von 2000 ft AGL dem gldeslope immer von unten und erwarten den GS-intercept bei etwa 6 NM.

Am ADI werden die LOC deviation bar und die GS deviation bar sichtbar



Sie geben die relative Position von LOC und GS in Bezug auf das Flugzeug (gelbes W-Symbol) an – hier ist der LOC etwas rechts von uns und der GS weit über uns.

### 6.3.2. Der CMD STRG (command steering) CUE

Diese Anzeigen finden wir auch im HUD wieder. Sie zeigen vertikal (LOC) und horizontal (GS) gestrichelte Linien dar, die solide werden, wenn man in Reichweite des Signales kommt.



Bemerkenswert im HUD ist der eingblendete CMD STRG CUE.

Es handelt sich um einen kleinen Kreis  (er zeigt LOC Korrekturen an), der, wenn auch GS Informationen verarbeitet werden, einen kleinen Strich  nach oben ausgebildet hat.

Bringt man den FPM genau auf dieses Symbol und folgt diesem, so erfolgt eine präzise Korrektur sowohl in horizontaler (LOC) als auch vertikaler (GS) Richtung bis hinunter zum touchdown (zugelassen jedoch nur bis zum angegebenen Minimum!).

Befindet man sich ausserhalb des LOC-Bereiches, hat aber bereits auf ILS/TAC (auch bei Schalterstellung ILS/NAV gültig) umgestellt, so wird im HUD der vertikale Teil des ILS Kreuzes (LOC) gestrichelt dargestellt.



Gleiches gilt natürlich auch für die horizontale GS-Anzeige da der GS Sender immer eine geringere Reichweite als der LOC Sender hat und man ihn dementsprechend in dieser Entfernung auch noch nicht empfangen kann.

Deutlich zu sehen: das gestrichelte LOC/GS Kreuz ist nicht an den Horizont gebunden!

Im Bereich des LOC wird die vertikale LOC Linie solide und der CMD STRG CUE erscheint auf der Horizont Linie

Der GS ist noch gestrichelt (not valid) dargestellt, denn wir nähern uns erst allmählich von unten an.



Kommt man in den Bereich des GS Senders, so wird die GS Anzeige im HUD ebenfalls solide und der CMD STRG CUE bekommt einen Strich nach oben zusätzlich zum Kreis.

Ausserdem löst sich an dieser Stelle der CMD STRG CUE von der Horizontlinie – bleibt aber bei normaler Annäherung im Horizontalflug von unten an den GS fast genau dort um die Korrekturen gering zu halten.

Wie zuvor erklärt überfliegt man im Endanflug den Outer und Middle Marker der ILS-Sender, die optisch (rechts neben der CRS-Anzeige) und akustisch angezeigt werden.

Da die Marker auf den entsprechenden ILS Sendefrequenzen amplitudenmodulierte Signale aufsetzen gibt uns der Empfang dieser Marker die Gewähr, dass wir den richtigen ILS-Sender empfangen und wir uns in einem relativ kleinen Konus über diesem Marker befinden.

Leider werden in den Charts selten sog. Referenzhöhen für den OM angegeben – sie erst würden (wie zuvor beschrieben) die Möglichkeit geben, das eingestellte QNH zu verifizieren!



Im nachfolgenden Bild sieht man ein X über dem senkrechten Strich des „CMD STRG CUE“.



Das bedeutet, dass man so weit vom Gleitpfad entfernt ist das CMD STRG System keine gültigen Führungsinformationen für den GS mehr angeben kann. Entsprechendes kann ebenfalls für die LOC Führung passieren – dann erscheint ein Kreuz durch den Kreis des CMD STRG CUE. Achtung: In IMC bedeutet dies in jedem Falle: „Go-Around“ !

### 6.4. Die Verwendung des Drift Schalter bei Crosswind



Im obenstehenden Bild sieht man einen (nahezu) korrekten geflogenen Flugpfad - exakt auf dem Leitstrahl des Landekurs- und Gleitwegsenders – trotzdem zeigt der Flightpathmarker links neben die Landebahn!



Grund: Der Drift Schalter“ steht hier in der Stellung „C/O“ Dabei wird die HUD Anzeige immer in der Mitte des HUD gehalten (centered position)





In der Stellung „NORM“ werden im HUD stets alle Anzeigen mit entsprechender Drift (Versatz um den Vorhaltewinkel wegen des vorherrschenden Seitenwindes) berücksichtigt.

Bei sehr starken Seitenwinden (hier fast 30 kts) kann dies dazu führen, dass die Anzeigen im HUD so weit zu einer Seite hin verschoben werden, dass der FPM nicht korrekt angezeigt wird (er liegt ausserhalb der Anzeigebreite des HUD). Dann verbleibt er am Rand und in der Mitte des FPM erscheint ein durchgekreuzter Kreis !

Auch werden, speziell bei Seitenwind von links, die wichtigen Anzeigen (LOC/GS Kreuz, FPM, CMD STRG) in die 2 sehr tief liegenden Anzeigen des HUD (Radar Alt u Entfernungsanzeige zum Waypoint) versetzt und sind dadurch oft nicht mehr gut zu erkennen.



Man muss also selbst abzuschätzen, ob man bei starken Seitenwinden den Drift Schalter in der Stellung „NORM“ belässt, und die größere Unübersichtlichkeit im HUD in Kauf nimmt .....



was aber auch zu einem durchgekreuzten FPM führen kann ....



....oder aber

- allen Nachteilen zum Trotz (*schlechtere Situation awareness : wo liegt die RWY und schwerer Übergang „transition“ zum Sichtanflug spätestens ab Erreichen des Minimum und RWY in Sicht*)
- in der Stellung „C/O“ wechselt um eine bessere Anzeige zu bekommen !

Man wird auch bei diesen Bedingungen exakt bis zur „touchdown zone“ geführt.



Ob nun schon „visual“.....

oder immer noch im Wetter...

Wichtiger Unterschied am Minimum jedoch:

a) mit Drift in C/O: FPM zeigt neben die RWY



b) mit Drift in NORM: FPM zeigt auf die RWY

**Wir beachten - egal wie - allerdings immer das vorgeschriebene Minima – 200 ft AGL !**

Vor- und Nachteile der Anzeige im HUD approaching Minimum mit Drift Schalter in unterschiedlicher Stellung:

a) in „C/O“



obwohl man weiß, dass man sehr gut auf LOC und GS ist, erscheint im Dunst eine andere RWY rechts... Die Versuchung ist sehr gross, im letzten Augenblick (fälschlicherweise) dort hin zu fliegen !!!  
b) in „NORM“



Gleiche Position! Die „richtige“ RWY muss unter meinem FPM liegen!! Die rechts im Dunst auftauchende RWY kann nur „FALSCH“ sein und darf nicht beachtet werden!!

Weiterer Vorteil: in der Transition zum Sichtflug bleibt der FPM auf der RWY (am touchdown point) und ermöglicht in Zusammenspiel mit den gewonnen visuellen Hinweise (siehe weiter unten) eine gewohnte, normale Landung!!!

Von MINIMUM aus geht es also visuell weiter..... zwar unter zu Hilfenahme der LOC/GS Anzeige aber im Wesentlichen VISUELL !!

## 6.5. Die Landung aus dem ILS-ANFLUG

Unter Instrumentenflug-Bedingungen muss man sich am Minimum schnell entscheiden, ob bei der vorherrschenden Sicht genügend sog. „visual clues“ (Sicht-Anhaltspunkte) zu sehen sind um von hier aus in den Sichtflug übergehen zu können und die Maschine sicher zu landen.

Zu den zulässigen „visual clues“ gehören:

- 1) Runway (oder Teile davon)
- 2) VASI / PAPI
- 3) Anflugbefehrerung mit mindestens einem quer zur Landerichtung verlaufenden Teil
- 4) Bekannte Landschaftscharakteristika die Ortskundigen Piloten Referenzen sein können

Diese äußerst heikle Phase nennt sich „Transition to visual phase“ und erfordert bei schlechtem Wetter sehr viel Übung. Nicht selten verlieren Piloten gerade in diesen entscheidenden Sekunden die Kontrolle über das Flugzeug und dessen Lage im Raum – besonders wenn beim Erreichen des Minimums zu wenige Anhaltspunkte der Umgebung, der Approach lights oder der Runway zu sehen sind.



So sollte es jedenfalls NICHT aussehen !!!



Der Übergang vom ILS Instrumentenanflug in den visuellen Landeanflug wird durch die Verwendung der ins HUD eingeblendeten Symbole und des CMD STRG CUES wesentlich erleichtert.

## Wichtig!

Oft passiert es auch erfahrenen Piloten, das man sich nach Erreichen des Minimum und marginaler Sicht zur RWY dazu hinreissen lässt, trotzdem die Landung „zu versuchen“!



In den allermeisten Fällen endet dies mit einem sogenannten „duck under“, dem Verlust des Glideslopes nach unten. Dies führt zu einem „dragged in approach“ (PAPI's alle ROT) und endet nicht selten in einem Unfall.

Konsequenz: „Go-Around“ !!!



Während der visuellen Landephase sollte die weiterhin äußerst genaue Anzeige von Localizer und Glideslope parallel **mit beachtet werden**. So kann man auch bei schlechtestem Wetter (200 ft Wolkenuntergrenze / 800 m Sichtweite = 2600 ft RVR runway visual range) exakt in der vorgeschriebenen touchdown zone landen!

**Anmerkung:** Beim „normalen“ CAT I ILS ist trotz genauester Möglichkeiten das Minimum auf 200 ft AGL beschränkt. D.h. gleichzeitig, dass den Anzeigen im Cockpit nur bis zu diesem Minimum hin „vertraut“ werden kann.

Der Grund ist, dass diese Anzeigen vom Boden aus „Veränderungen“ erfahren können, die über die Ablagewerte des Approaches unterhalb dieser Minimum Höhe hinausgehen können. Bei Anflügen mit geringerem Minimum sind also „Stationsseitige“ Einschränkungen vorzugeben, welche im normalen Instrumentenflugbetrieb üblicherweise nicht hergestellt werden.

Zusätzlich erfordert die Anwendung von noch geringeren Minimas (CAT II und CAT IIIa/b) ein zusätzliches Landetraining mit entsprechender Qualifizierung!

Die Anzeigen bei unserer F-16 in BMS sind natürlich auch bei verringerter Höhe (noch) nicht künstlich verfälscht sodass sie – folgt man ihnen zu 100% - direkt zum exakten touchdown Punkt führen.....

Eine Beachtung von Localizer und Gleitpfad Anzeige während der Übergangsphase vom Instrumentenflug zum visuellen Landung ist also hier sehr hilfreich!

Der Schlussbemerkung von Nik von den 47DF möchte ich mich gern anschliessen:

„Das Navigieren in Falcon ist eine spannende Angelegenheit, fordert Wissen, geistige Beweglichkeit und räumliches Denken. Es muss nicht immer geschossen oder gekämpft werden. Nicht umsonst nimmt die Navigation in der real live Fighterausbildung so einen großen Umfang ein und, ganz wichtig: vom Lernen wird man nicht dümmer.“

**Euch in allen Lagen immer eine gute Landung!**





## 7. Bullseye

Das Thema: Bullseye — was ist das, wie funktioniert das, und wofür nutzen wir es



### 7.1. Was ist das Bullseye ?

In der Regel wird mit dem sogenannten geographischen Koordinatensystem (geographische Breite und geographische Länge) die Lage eines Punktes auf der Erde beschrieben. Die Erde wird dabei in 180 Breitengrade und 360 Längengrade aufgeteilt. Breitengrade verlaufen parallel zum Äquator, Längengrade durch Nord- und Südpol.

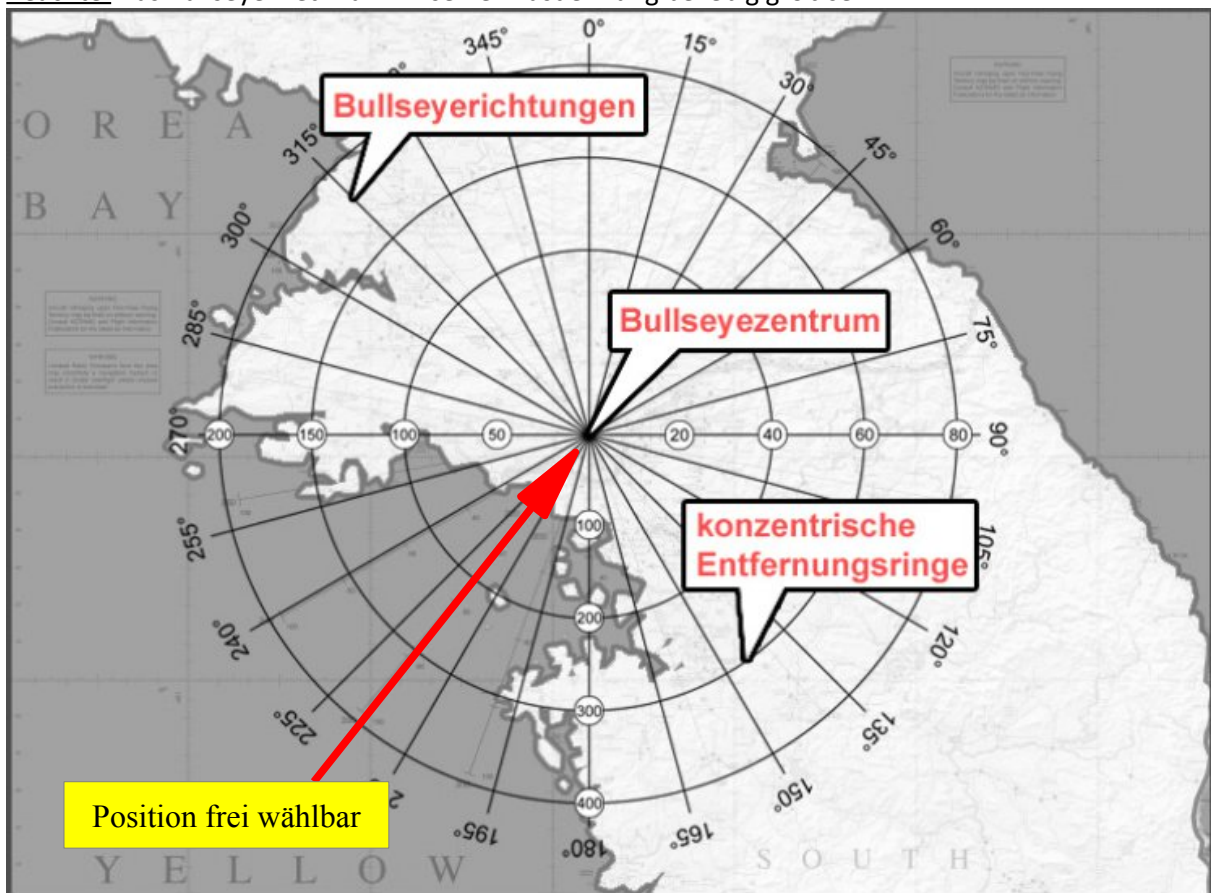
Ohne hier näher auf die technischen und mathematischen Grundlagen (Erde = Rotationsellipsoid) eingehen zu wollen steht jedoch sehr schnell fest: (nicht nur) für die Luftfahrtnavigation muss es eine genaue Möglichkeit der Ortsbestimmung geben und dies erfordert eine einheitliche Festlegung eines Bezugspunktes (Hier Äquator und Greenwich Null-Meridian). Auch neueste extrem genaue Vermessungssysteme (GPS u.Ä.) nutzen dies als Grundlage.

Das Bullseye-System hingegen ist ein virtuelles Navigationssystem, das unabhängig von diesem globalen System funktioniert. Es dient der Positionsbestimmung auf dem Gefechtsfeld und ist in seiner Positionierung flexibel. Vorteil dieser Anwendung ist, dass die Koordinaten des gewählten Bullseyes nur befreundeten Kräften mitgeteilt werden und bei Bedarf relativ leicht zu ändern sind (Verlegung des Bullseye Zentrums aus taktischen Überlegungen durch die militärische Führung / Kommandostab). Dadurch erschwert man feindlichen Kräften die Aufklärung der eigenen Bewegungen und verschleiert das eigene taktische Vorgehen.

Das Bullseye besteht aus mehreren konzentrischen Ringen mit gleichen Abständen und Gradeinteilungen von 0° bis 360°.

Der Bezugspunkt für sämtliche Angaben ist immer das Bullseyezentrum. Das Bullseyezentrum ist ein imaginärer Punkt auf der Landkarte, dessen Position nur den eigenen Einheiten bekannt ist. Somit ist es dem Gegner nur schwer möglich eventuell abgefangene Bullseye-Daten zu lokalisieren und einen Bezug zur tatsächlichen Position zu finden.

Beachte: Das Bullseye-Netz kann in seiner Ausdehnung beliebig groß sein.



## 7.2. Wie funktioniert das Bullseye in BMS ?

### 7.2.1. Das Bullseye in der 2-D Karte

Man könnte grob sagen, das Bullseye System ist eine Standortbestimmung mit Hilfe eines eigens dafür flexibel festgelegten Referenzpunktes.

Wenn ich nun dieses System mit einem beliebigen Mittelpunkt auf eine Karte übertrage, dann kann ich damit Positionen genau bestimmen und diese auch über Funk weitergeben, aber nur diejenigen, welche die genaue Position des Bullseye Zentrums haben, können damit etwas anfangen (sozusagen „entschlüsseln“).

Hier im Beispiel „-BMS5-001 Multinational War“ ist das Bullseye Zentrum westlich der Grenze über See festgelegt worden (zur Verdeutlichung des Maßstabes hier mit Ruler auf 60NM Entfernung angezeigt)



### 7.2.2. Das Bullseye im Cockpit

Um die eigene Bullseye-Position im MFD / HUD ablesen zu können, muss die Bullseye-Anzeige im Cockpit der F-16 aktiviert werden. Dies macht man über das ICP in dem man LIST 0 / 8 / 0 wählt. In der Dash-One Seite 70 findet man die entsprechende Beschreibung zusammen mit diesen beiden Bildern, die den Unterschied verdeutlichen

links: Anzeigen im MFD und HUD - „manual mode“ aktiviert



rechts: ohne entsprechende Aktivierung

### 7.3. Positionsfeststellung mit Hilfe der Bullseyeanzeige

#### 7.3.1. Die eigene Position und die Cursor Position

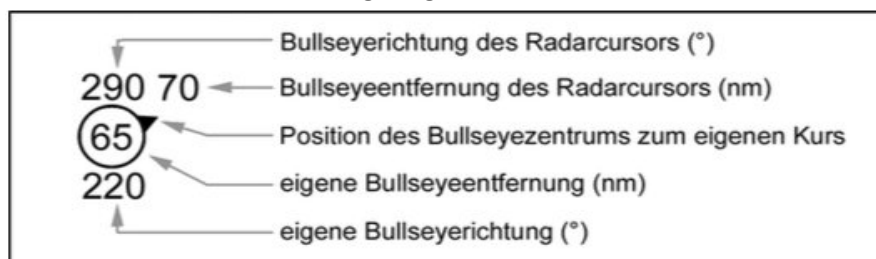
Eine Bullseye Angabe besteht immer aus der Kombination von 2 Zahlen (z.B. Eigene Position 220/65, Radar-Cursor Position 290/70)

Die erste Zahl besagt in welcher Richtung wir uns vom sogenannten Bullseye befinden (hier: Eigene Position 220 = 220°, Radar-Cursor Position 290=290°). Sie wird vom Zentrum des Bullseye aus in Gradzahlen zwischen 1 und 360 im Uhrzeigersinn angegeben, stellt also einen vollen Kreis um das Bullseye Zentrum dar.

Somit ist 90 Grad rechts vom Punkt oder auch östlich, 180 Grad südlich, 270 westlich (links) usw.

Die zweite Zahl gibt die Entfernung (in Nautischen Meilen) vom Mittelpunkt an (hier: Eigene Position 65 NM, Radar-Cursor Position 70 NM)

Im MFD werden diese Zahlen sowohl für die eigene Position als auch die derzeitige Position des Radarcursors in der linken unteren Ecke angezeigt.



Zurück zu unserem Beispiel „BMS5-001 Multinational War“

Am Wegpunkt 3 sieht das für unseren OCA Strike flight folgendermaßen aus:



Wir erwarten im Cockpit eine Anzeige von ca 73 NM auf 100°

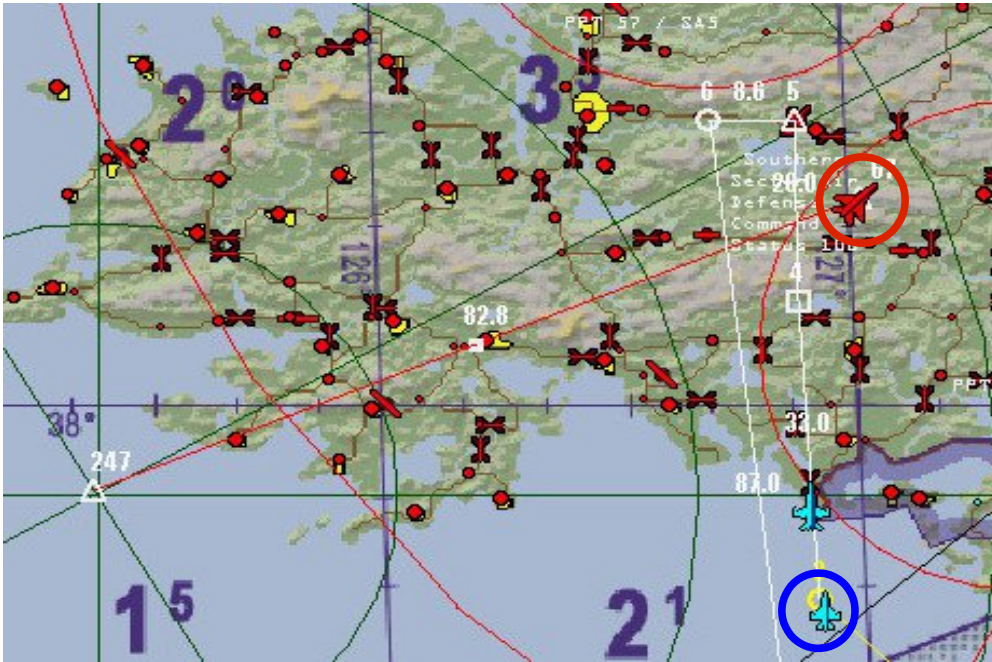


Im MFD wurde der Radar-Cursor bereits auf ein gegnerisches Ziel gelegt.

Wir können die Radar-Cursor-Position (und damit die des Gegners) ablesen mit 066 / 082 d.h.: in Bezug auf unser Bullseye befindet sich dieses Ziel auf 066° in einer Entfernung von ca 82 NM vom Bullseye Mittelpunkt !

Ist die eigene Entfernung zum Bullseye größer als 99 Meilen wird sie nur noch über das HUD angezeigt.

Auf der 2D Karte sähe dies in etwa so aus:

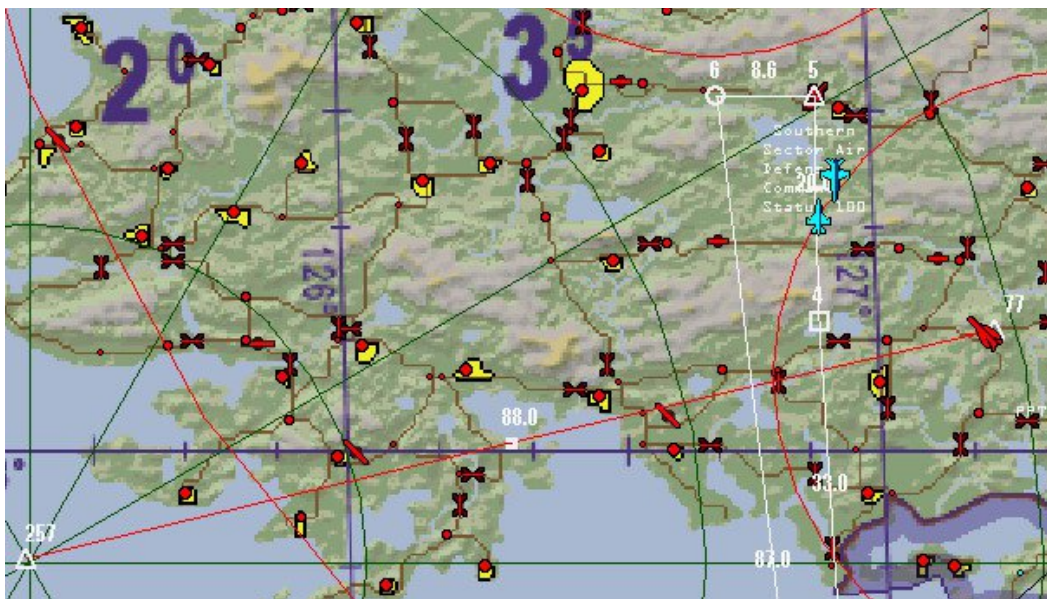


Wir sehen hier sofort: Der avisierte Feind fliegt fast genau vor uns (ca. 010°) und hat zu uns eine Entfernung von gut 40 NM

Dies kann man natürlich auch auf dem MFD abschätzen, da es sich um ein Ziel handelt, welches im eigenen Radar bereits erfasst wurde !

### 7.3.2. Ermittlung eines Abfangkurses

Aber was ist mit Zielen, die wir nicht selbst erfassen können (außerhalb der eigenen Radarkeule – z.B. quer ab oder hinter uns!), die aber von anderen Mitfliegern oder dem AWACS gemeldet werden.  
*„Cowboy 11, Sentry 1, picture is multiple groups, nearest bandit bullseye 077/088“.*



Auf der 2-D Karte sehen wir diese Situation hier sehr gut....

Vielleicht hat man sich auch gerade auf ein anderes (nicht so gefährliches Ziel) konzentriert und wird durch diesen Funkspruch „gezwungen“ seine SA (situation awareness) auf den neuesten (bedrohlichsten) Stand zu bringen....

Wo ist der Feind?



Wie und in welche Richtung drehe ich am Schnellsten zu ihm hin?

Die Satellitenansicht der Karte haben wir im Cockpit leider nicht !

Bestenfalls hat man bereits eine warnende Anzeige im RWR.....



....aber sollte dies nicht der Fall sein, so stellt sich die Frage:  
Wie finde ich Richtung und Entfernung zu diesem Ziel heraus?

Für eine (Flug-) Richtung dort hin benötigt man zwei Angaben: seine eigene Position und die des Zieles.

Es gibt 4 Möglichkeiten diese zu ermitteln.

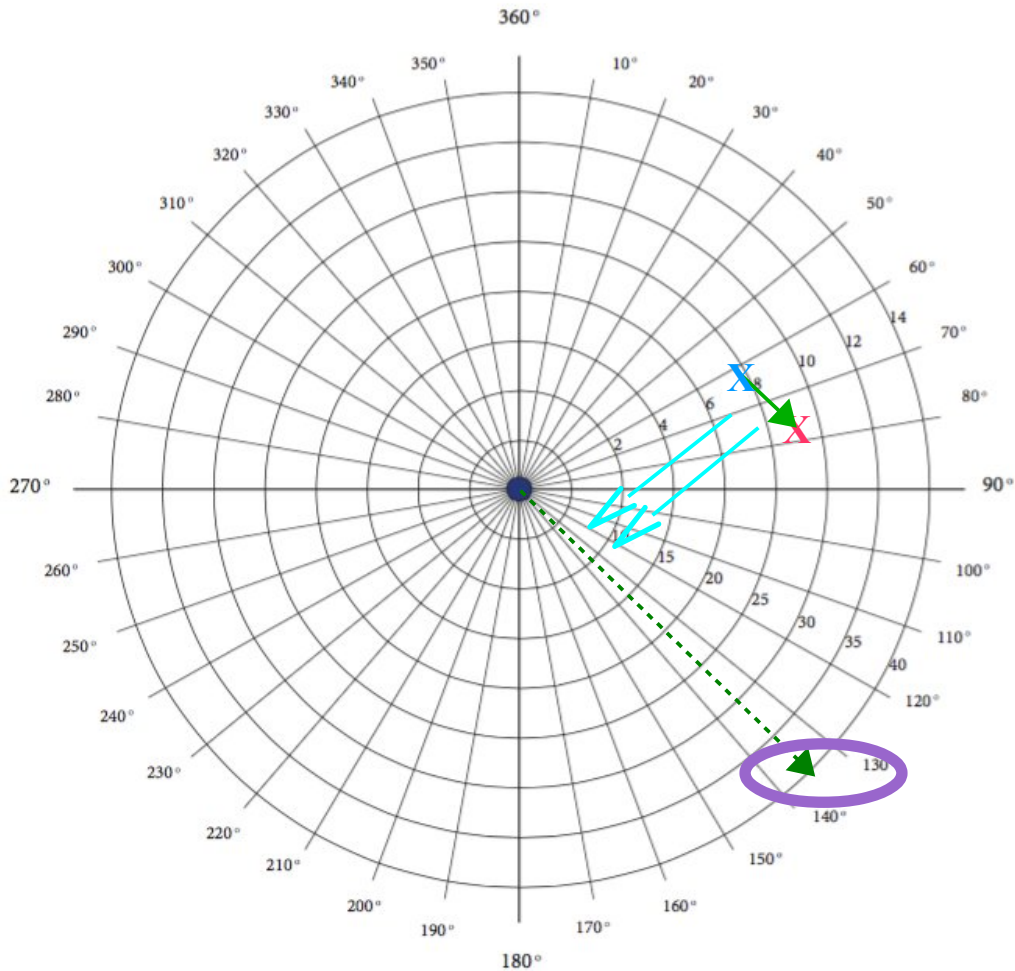
- 1) Die Erste und Einfachste: Man nimmt das Programm „Bullseye.exe“  
**Nachteil:** Man benötigt einen zweiten Rechner oder Ähnliches – Anwendung im Cockpit ist auch sehr unrealistisch!
- 2) Man nimmt eine Karte und trägt dort die Koordinaten ein. Entweder schätzt man die Richtung und Entfernung oder nimmt ein Geodreieck. **Nachteil:** Das Bullseye Zentrum muss auf dieser Karte immer aktuell gehalten sein – Abschätzungen sind sehr ungenau – Geodreieck Handhabung im Flug ebenfalls unrealistisch
- 3) Man benutzt den „Bullseye-Trainer“
- 4) Man macht sich mittels HSI ein groben, mentalen Überblick (erfordert viel Übung)



### 7.3.2.1. Der Bullseye trainer

Die Punkte 1 und 2 seien hier außen vor gelassen.

Wichtiger ist der Umgang mit dem Bullseye Trainer. Dabei handelt es sich um eine wiederverwendbare Vorlage in die man schnell und leicht Bullseye Positionen mit einem (wasserlöslichen) Stift eintragen kann. Variabel anzuwendende Entfernungskreise sind, neben einer nicht zu groben Gradeinteilung, sehr praktisch.



Hier hinein kann man dann relativ schnell 1) die **EIGENE Position( 063/078)** und 2) die **Ziel Position (077/088)** eintragen. Danach 3) verbindet man die beiden Punkte – ausgehend von der eigenen Position hin zum Ziel, verschiebt 4) diese Linie parallel durch den Mittelpunkt und liest 5) am Ende dieser verschobenen Linie das Intercept heading ab!



Konsequenz aus dem derzeitigen Kurs (nahezu Nord) wäre also ein „right turn“ heading 135°

### 7.3.2.2. Arbeiten mit dem HSI

Auch ohne Vorlage / Papier und Stift ist es möglich, sich (mental) eine Übersicht zu verschaffen. Dazu bedient man sich des HSI und wendet das „Fix to Fix“ Verfahren an.

Verdeutlichung sei hier erneut auf die Ausgangssituation eingegangen:



Vorweg ist es nötig das Bullseye Zentrum zum derzeitigen aktiven Steuerpunkt zu machen. Standardmäßig ist dieser auf STPT 25 festgelegt. Man wählt also STPT 25 aus und stellt sicher, dass der Mode-Schalter des HSI auf NAV steht.

- 1) Der CRS wird auf das Bullseye bearing des Zieles (066) eingedreht.
- 2) Die weiteste Entfernung wird außen auf der Kompassrose aufgetragen (hier  $\times$  = 82NM) - da es sich um die Ziel Pos handelt entsprechend am Ende des CRS Pfeiles!
- 3) Die eigene Pos wird in relativer Entfernung ( $\times$  = 69 NM) weiter innen (da näher) auf dem Nav-Pfeil aufgetragen. (Bem.: am Ende des NAV-Pfeiles **>hier gelb verdeutlicht<** wäre hier ebenfalls die Distanz = 82 NM)
- 4) Die Verbindung verschiebt man durch den Mittelpunkt und liest am Ende das Intercept heading ab!



Resultat:

Heading zum Ziel ca. 010°  
Diese Übersicht ist allein auf Grund der Größe des HSI und der relativen Ungenauigkeit der gedanklich zu markierenden Positionen zwar sehr „grob“, ist jedoch sehr schnell und ohne Hilfsmittel durchzuführen!

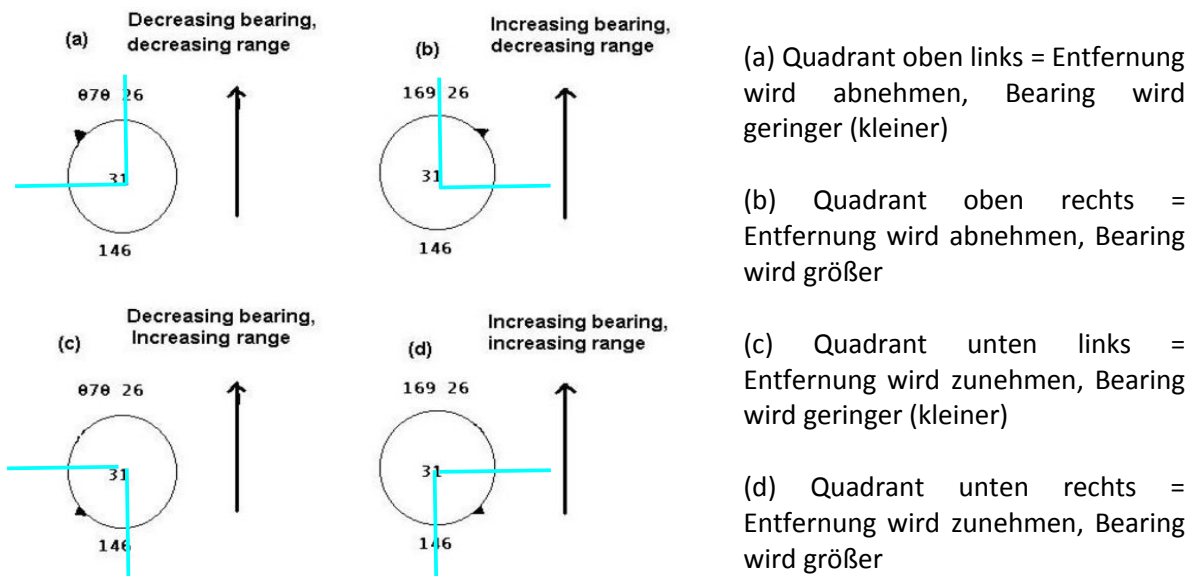
Als Anhaltswert für die Richtung zum Ziel reicht sie allemal aus!!

### 7.3.2.3. Arbeiten mit der MFD Anzeige allein

Allein mit der im MFD unten links eingeblendeten Anzeige von Richtung und Entfernung von der eigenen Position (unter und im Kreis) und der Cursor-Position (über dem Kreis), der derzeitigen Flugrichtung und unter Beachtung des kleinen Dreiecks, welches zum Bullseye Zentrum zeigt, lässt sich mit einem Blick herausfinden, mit welcher Tendenz sich die eigene Position relativ zum Bullseye Zentrum ändern wird.

Dementsprechend lässt sich so auch überprüfen / verifizieren, ob ein einmal eingeschlagener Abfangkurs wirklich zum (statischen) Ziel führt.

Wir unterscheiden dabei im Groben die Lage des Dreiecks (Bullseye Zentrum) zu der Eigenen in angenommenen Quadranten



Mit diesem Wissen ist es möglich auch einen Intercept Kurs einzuschlagen.

Beispiel – wie in (a) 31 NM entfernt vom Bullseye-Zentrum auf einem relativen Bearing von 146° angenommenener Kurs ist 360°

Dann eine plötzliche AWACS Zielzuweisung: „Cowboy1, Sentry1, nearest threat is at bullseye 165, 20 miles, angels 20.

Davon ausgehend, das man dieses Ziel auch bekämpfen soll / will / beordert wird: In welcher Richtung relativ zu einem selbst liegt es? In welche Richtung muss ich drehen, um so schnell als möglich dort hin zu kommen?

#### Folgende Regel gilt:

Drehen wir zu einem Ziel mit einem größeren bearing (hier 165, wir sind auf 146) dann halten wir den Bullseye Tipmarker (das kleine Dreieck) RECHTS von uns.

Fliegen wir dabei zu einem Ziel, welches näher (hier 20 NM, wir sind 31 NM) am Bullseye- Zentrum ist als wir, dann drehen wir nur soweit, dass der Bullseye-Tipmarker im oberen Quadranten bleibt.

Wir müssen also um ein ungefähren Abfangkurs zum Ziel einzunehmen nach links drehen, bis die Anzeige im MFD ungefähr so aussieht wie in (b)

Dieses Verfahren gibt lediglich einen sehr groben Anhalt für den genau einzuschlagenden Abfangkurs, ist jedoch das schnellste Verfahren. Um nach Eindrehen auf diese grobe Richtung (lediglich ein Quadrant) genauere Headings zu bekommen, muss man sich eines der zuvor beschriebenen Verfahren bedienen!



### 7.3.3. Weitere Anwendungen

Immer wieder gern genommen: Ejecting ..ejecting...need Rescue-Chopper ...175 / 090  
.....Selbsterklärend !

Was keinen Sinn macht, ist die Verwendung von Bullseye Angaben als Zielansprache innerhalb einer Flight z.B. während eines Luftkampfes!

Wenn man bedenkt, dass die eigene Flight evtl. bereits dissloziert ist, der Gegner sich vielleicht ebenfalls bereits getrennt hat und nicht dicht mehr zusammen fliegt und alle bei ca 400 KN in 7 Sekunden fast eine Meile zurücklegen, dann kann man sich leicht vorstellen, wie wenig Sinn eine solche Bullseye Angabe macht!!!

## 8. Special approaches

### 8.1. Das visual overhead

Das „visual overhead“ Verfahren ist ein – wie der Name bereits andeutet – VFR Manöver welches dem Zweck dient, möglichst viele Flugzeuge in kürzester Zeit geordnet zur Landung zu bringen.

Ein weiterer Vorteil ist die minimierte Zeit mit geringer Geschwindigkeit ohne Kursänderung anfliegen zu müssen (Gefahr des Abschusses durch eventuell nahe, feindliche Kräfte), da hierbei kein langes Final mit Geschwindigkeiten < 200 kts geflogen wird.

Das zur Landung erforderliche „spacing“ wird durch zeitliche Verzögerung der Kursänderung (break) über dem Flugplatz erzeugt. Damit dies auch kurz und trotzdem effektiv sein kann, ist es notwendig, dass die ankommenden Maschinen in einer engen Formation fliegen.



Der sogen. „break“ erfolgt grundsätzlich für alle Maschinen zur gleichen Seite, so dass die hierfür geeignete Ausgangssituation ausschliesslich eine Echelon-Formation sein kann.

Selbsterklärend muss die Echelon Formation gegensätzlich zum bevorstehenden „break“ sein – d.h. Right hand echelon für left hand break und vice versa (umgekehrt genauso).

Die Vorgabe für die Richtung des „break“ ist durch platzspezifische Auflagen vorgegeben und oftmals in den lokalen SOP's festgeschrieben. Sehr oft spielen parallele RWY's, nahe Orte, Hindernisse und natürlich das umgebende Terrain eine entscheidende Rolle.

Nachfolgende Übersetzung und Zusammenfassung aus dem BMS 4.33 – V 1.00 Trainings-Handbuch durch:

CPT C. „Caesar“ S., P/O 1st GW VFW

Anpassungen für die Stand-Message der 1<sup>st</sup> GW durch  
MAJ P. „Sparrow“ B



### 8.1.1. Das „overhead“ Manöver im Ablauf

1.

Mit dem Verfahren der „overhead landings“ kann eine große Zahl an Flugzeugen in kürzester Zeit auf einem Flugplatz landen. Die genauen Prozeduren hierbei variieren von Land zu Land und von Staffel zu Staffel. Nachfolgend ist eine mögliche Variante beschrieben. Es gibt jedoch auch andere, genauso anerkannte Methoden.

2.

Der Anflug beginnt damit, dass der „flightlead“ seine Rotte bis spätestens 5 nm vor der Landebahnschwelle in Echelon Formation bringt.

Die Ausrichtung der Formation ist entgegengesetzt der Richtung, in die das „break“-Manöver erfolgt. Die Geschwindigkeit der Jets beträgt 300 kts, ihre Höhe 1.500 feet AGL. Der Flug ist zu diesem Zeitpunkt bereits auf das „runway-heading“ ausgerichtet. Die verbleibenden 5 Meilen werden im Wesentlichen für die letzte Feinabstimmung der Positionen innerhalb der Formation genutzt; nicht zuletzt, damit das „overhead“ auch schick aussieht.

3.

Alle Jets halten ihre Echelon Position relativ zum „lead“ konstant, bis sie sich über der Landebahn befinden!

Von hier aus brechen sie nacheinander mit einem zeitlichen Abstand von 5 Sekunden in der selben Richtung aus der Formation aus und bauen auf diese Weise für das „downwind-leg“ einen Abstand auf

Dabei verringern sie ihre Geschwindigkeit auf 250 Kts.

Erst im „turn to base“ drehen die Piloten ihr Flugzeug dann wieder in Richtung Landebahn und beginnen gleichzeitig mit dem Sinkflug zur Landung.

### 8.1.2. Der Anflug bis zum „Initial“

Sinken sie im Landeanflug auf 1.500 feet AGL und reduzieren sie ihre Geschwindigkeit auf 300 kts. Richten sie sich spätestens 5 nm vor der Landebahnschwelle auf die QFU (aktuelle Betriebsrichtung) für ihre Landebahn aus.

Rufen Sie (in einer Formation macht dies nur der „lead“) den „tower“ an dieser Position:

**ACHTUNG: Hier Pflicht-Funkspruch „Kasteli tower, Cowboy1 flight, Initial“**

**MERKE: Initial = 5 nm / 1.500 ft / 300 kts**

### 8.1.3. Vom „Initial“ bis zum „break“

Die Echelon Formation wird sauber gehalten, der Abstand zwischen den einzelnen Flugzeugen darf nicht zu gross und nicht zu unterschiedlich sein!

Verantwortlich für die korrekte Höhe, Geschwindigkeit und Ausrichtung relativ zur „runway“ ist allein der „lead“ !

Der Zeitpunkt, wann weggebrochen wird, hängt davon ab, wie viele Flugzeuge ihre Rotte umfasst und wie lange Sie im „downwind-leg“ fliegen möchten. Logischerweise ist die Flugzeit im „downwind“ umso kürzer, je früher nach Überflug des „touchdown“ Punktes die „breaks“ beginnen.

**TIPP! Einen guten Anhalt für einen Einzelflieger bietet das Ende der Landebahn: Warten sie, bis die Schwelle unter der Nase ihrer F-16 verschwindet.**



Der Lead einer Rotte hat immer die kürzeste Zeit im „downwind-leg“.

Er sollte seinen „break“ deshalb wesentlich früher beginnen, damit der Rest seiner Rotte dies ebenfalls tun kann, bevor die Jets weit über das Ende der Bahn hinaus fliegen. Bei einem 4-ship bietet sich die Mitte der Landebahn und ein zeitlicher Abstand von 5 Sekunden an.

Die Richtung, in welche die Flugzeuge wegbrechen, ist in den Sichtenflugkarten der Flugplätze oder in deren SOPs angegeben.

In Kasteli sollte dies beispielsweise Westen sein, da im Osten steile Berghänge aufsteigen und daher das Risiko eines Crashes ungleich höher ist.

#### 8.1.4. Vom „break“ in den „downwind“

Beim break-turn ändert sich die Flugrichtung um 180°. Durch diesen „turn“ wird automatisch ein seitlicher Abstand zur Landebahn aufgebaut.

Unser "break" sollte höchstens mit 3 G, das entspricht bei 300 kts und etwa 70° bank, BEGONNEN werden ! Dadurch verliert die Maschine an Geschwindigkeit, sie sollte jedoch nicht langsamer als 250 Kts werden.

Ziel ist es, das „downwind-leg“ so zu fliegen, dass die eigene Flügelspitze beim Blick aus dem Cockpit nahe an der Landebahn liegt. Befindet sich die Bahn optisch unterhalb des Flügels, war der break zu eng (vermutlich zu viele G's „gezogen“)

Ist jedoch zwischen Flügelspitze / Missile-Schiene und Bahn ein optisch großer Abstand, dann war der break zu weit (vermutlich zu locker gerollt)

**MERKE: Die Flügelkante an die Runway legen!**

Um diesen seitlichen Abstand zu erreichen, müssen wir im turn langsam G-Kraft nachlassen. Ein durchgängig bei 300 Kts mit 3g geflogener „turn“ hätte einen Abstand von gut einer Meile zur Folge. Dieser würde gerade so gut genug sein, damit wir das „final“ nicht überschießen!

Da die Geschwindigkeit jedoch geringer wird, würden konstante 3g dann aber viel zu eng sein!

**MERKE: Beginne mit 300 kts / 70° / 3g !**

**Nach und nach lassen wir aber die G-Kraft nach während die Geschwindigkeit sinkt. Dadurch wird unser Radius zwangsläufig größer. So erhalten wir Raum für den vorschriftsmäßig geflogenen final turn“. Dadurch wird ermöglicht, das das „final heading“ nicht überschossen wird!**

Den richtigen seitlichen Abstand zu finden, ist die erste Herausforderung am Ende des „break“ - Manövers in den „downwind“. Nach und nach geht das Manöver jedoch in Fleisch und Blut über.

### 8.1.5. Das „downwind“ bis zur „perch“

Der Downwind wird in 2 Teile unterteilt.

Nach dem Ausrollen auf „downwind-heading“ halten wir – immer noch in einer Flughöhe von 1500 ft AGL zunächst eine Geschwindigkeit von 250 Kts bis wir eine Position quer ab des Landepunktes erreicht haben.

Quer ab zum Landepunkt beginnt der 2. Abschnitt mit dem Ausbringen des Fahrwerks und einer Geschwindigkeitsreduzierung auf 8°-11° AOA.

Diese vom Gewicht abhängige Geschwindigkeit wird bis zum sogenannten „perch point“ (engl. für „Sockel“) geflogen.

Mit „perch“ ist der Punkt gemeint, an dem der Turn in Richtung Landebahn und der Sinkflug beginnen.

Wir verbleiben bis zur „perch“ weiterhin in einer Flughöhe von 1500 ft AGL . Diesen Punkt zu finden, ist die zweite große Herausforderung beim „overhead pattern“.

**Merke: „Downwind speed“ 250 kts bis quer ab Landepunkt, dann 8° - 11° AOA !**

### 8.1.6. Von der „perch“ zum „final“

Ab "gear down" bis zum "perch" ist nun Zeit, den AOA auf etwa 11° herauf kommen zu lassen. Diesen AOA hält man idealerweise während des gesamten „final turns“, der mit einem bank angle von mindestens 45° bank begonnen wird .

Da alle Piloten einer Rotte in diesem Stadium des Fluges ungefähr das gleiche Gewicht haben werden, ergeben sich auch hier nahezu identische Geschwindigkeiten und „turn“ Radien. Aber auch mittlere Gewichtsunterschiede haben keine grossen Auswirkungen so das das durch zeitversetzte „breaks“ entstandene „spacing“ im Allgemeinen nicht gefährdet wird!

**TIPP! Eine gute optische Stütze bietet die Vorderkante der Flügelspitze:  
Wenn diese beim Blick aus dem Cockpit den Landepunkt erreicht,  
sollten sie den Sinkflug zusammen mit einer Kurve zur Landebahn einleiten.**

**ACHTUNG: Hier Pflicht-Funkspruch: „Cowboy11, turning base, gear down, 3 green“ !**

Im „final turn“ ist es besonders wichtig, die Bahn ständig im Blick zu behalten! Achten sie auf ihre Geschwindigkeit und versuchen sie, einen AOA von 11° bis max 13° zu halten. (Der FPM befindet sich dann im oberen Bereich der Klammer im HUD und der grüne Kreis im AOA Indexer leuchtet.) Sie erhalten einen Warnton, wenn sie 15° AOA überschreiten. Wenn dies nur hin und wieder geschieht, ist alles in Ordnung, gewöhnen sie sich jedoch nicht an, beim letzten Turn ständig das Warnsignal zu hören.

**MERKE: Not speed matters, AOA counts!  
Nicht die Geschwindigkeit ist wichtig, sondern der Anstellwinkel!**

### 8.1.7. Das „final“

Der Endanflug beginnt, wenn sie ihren Jet auf die Landebahn ausgerichtet haben.

Dabei sollte der Flieger stabilisiert in Geschwindigkeit (AOA=11°-13°), Sinkrate (ca 300 ft/NM) und Konfiguration (Gear down, 3 green, Speedbrakes out) sein.

Ziel ist es, dies spätestens 1 NM vor dem Landepunkt und damit spätestens in 300 ft AGL erreicht zu haben.

Legen sie den FPM auf eine Position auf der Landebahn neben die PAPI-Lichter und halten sie die Geschwindigkeit für einen AOA von 11° -13°

**MERKE:** „Fly the green doughnut“!

Spätestens also 1 NM vor dem Aufsetzen sollten auch die „speedbrakes“ ausgefahren sein. Der Grund dafür liegt darin, dass sie auf diese Weise automatisch die Triebwerksleistung bei niedriger Geschwindigkeit etwas höher halten, als ohne „speedbrakes“. Vor allem ältere Triebwerke brauchen nämlich eine gewisse Zeit, bis sie auf grosse Schub-Steuerbefehle reagiert. Wenn ihr Jet durchsackt und sie dringend Leistung brauchen um nicht zu „crashen“, können sie die Maschine so rasch wieder auf Touren bringen. Auch wenn sie den Anflug für ein „go-around“ abbrechen, ist es schneller und einfacher, die „speedbrakes“ wieder einzufahren, als ihr Triebwerk von der niedrigeren Drehzahl wieder „hochzujagen“.

Den touchdown setzen Sie auf die „centerline“ und verzögern bis ca 100 Kts nur mittels „aerobraking“, also durch Nase oben halten bei einem Anstellwinkel von 11°- 13°.

Um das Bugfahrwerk zum Boden herab zu bringen kann kurz und vorsichtig gebremst werden.

**ACHTUNG!** Bei einem größeren AOA besteht die Gefahr, dass ihre „speedbrakes“ oder das Triebwerk am Boden schleifen und die F-16 beschädigt wird!

1Sobald sie eine Geschwindigkeit von 100 kts erreicht haben, senken Sie das Bugrad sanft auf die Runway!

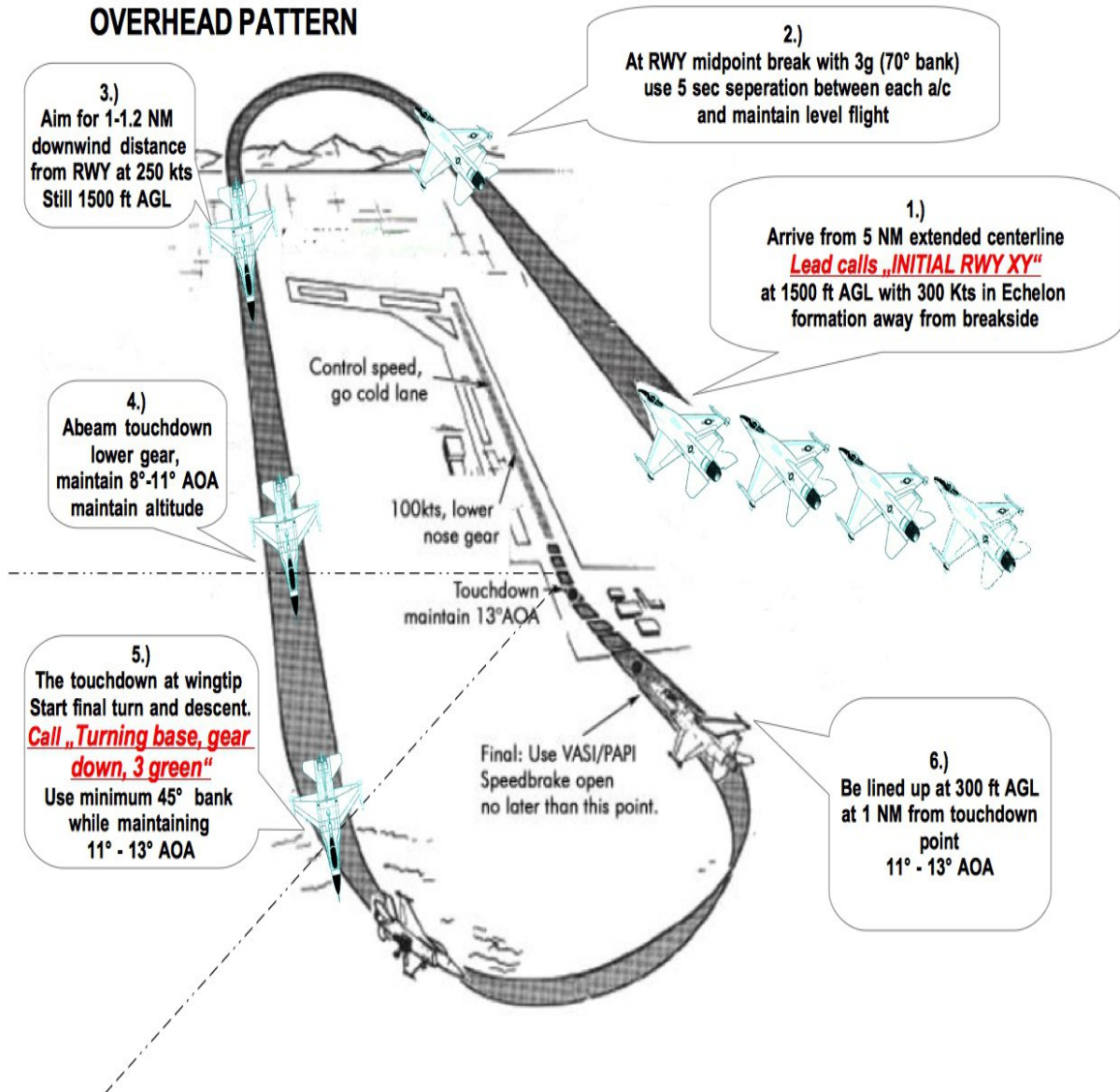
**ACHTUNG!** Im BMS 4.33 ist implementiert, dass das Bugfahrwerk brechen kann, wenn es ungedämpft oder zu hart auf den Asphalt gesetzt wird!

Sobald alle 3 Räder am Boden sind beginnen Sie zu bremsen (je nach verbleibender Lande-Strecke kann hier die Bremskraft variiert und angepasst werden, die Landing Performance wird jedoch mit „max effort breaking“ berechnet!).

Unterhalb von 60 kts kann mit Hilfe des aktivierten NWS auch mit dem Bugfahrwerk gelenkt werden, da das Seitenruder bei langsamen Geschwindigkeiten wirkungsloser wird.

**TIPP!** Das Seitenruder wird umso wirkungsloser, je niedriger Ihre Rollgeschwindigkeit ist.

## OVERHEAD PATTERN



## 8.2. Der ASR Approach

Der sogen. ASR Approach ist ein Instrumenten Anflugverfahren welches nur mit Hilfe eines Radar Controller durchgeföhrt werden kann.

Auf Grund der technischen Einschränkungen / Spezifikationen des verwendeten Radars handelt es sich beim ASR um ein „non precision approach“ Verfahren, es bietet also Landemöglichkeiten bis hinunter zum „color code“ YELLOW (Sichtweite 1,6 km = 0,86 NM und Hauptwolkenuntergrenze von 300 ft ) - Siehe auch Kapitel 3.1 Seite 29

Durch Verwendung des Unter-Programms F4Awacs aus dem Hauptprogramm „Online Squadron Collection“ sind versierte ATC Controller auch in BMS in der Lage, einfliegende Piloten bei schlechtem Wetter bis zum angegebenen Minimum an die Bahn heran zu führen.

Da dieses Verfahren unabhängig von Boden- und Flugzeug-gestützten Systemen wie TACAN oder ILS ist, kann ASR eine wichtige Anflughilfe an Plätzen ohne TACAN / ILS oder bei deren Ausfall sein. Alles was benötigt wird ist eine beidseitige Funkverbindung!

Das auch in F4Awacs simulierte 360° rundum Suchradar kann durch seine Umlaufzeit bedingt nur ca alle 6 Sekunden die Position des heranfliegenden Flugzeuges bestimmen. Es tastet dabei natürlich Richtung und Höhe des Zieles ab. Auf Grund der durchschnittlichen Anfluggeschwindigkeiten der Flugzeuge ergeben sich jedoch „Lücken“ in der Positionsdarstellung von ca 1800 ft (=1/3 NM = 600m). Dies ist der Grund für die Limitierung dieses Anflugverfahrens auf YELLOW Wetterkonditionen.

Der Radar Controller hat auf seinem Radarschirm die relativen Positionen, die einem exakten Gleitpfad von 3° bis zum Landepunkt entsprechen, abgebildet.

Er kann demzufolge dem in einer vorgegebenen Höhe anfliegenden Piloten sagen, wann er diese Höhe verlassen muss um auf diesem Gleitpfad zu sinken. Darüber hinaus kann er ihm die Soll-Höhen, die der Pilot an dem im Radar abgebildeten Positionen überfliegt, mitteilen. Abweichungen hierzu müssen dann vom Piloten ausgeglichen werden.

Diese Mitteilungen enden beim Erreichen des Minimums. Dort entscheidet der Pilot ob er aus seiner erreichten Position heraus die RWY sieht und landen kann oder durchstarten muss.

