



DCS F-15C EAGLE

FLUGHANDBUCH

F.15C: DCS Flaming Cliffs ist das F-15C Modul für DCS World.

©2014 "BeSimTek"

Generelle Diskussion finden Sie unter: <http://forums.eagle.ru>

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	3
F-15C FLUGZEUGEINFÜHRUNG	7
GESCHICHTE DER F-15	9
URSPRÜNGE	9
WEITERE ENTWICKLUNG	16
MEHRSTUFIGES VERBESSERUNGSPROGRAMM	21
F-15 TRETEN IN DEN DIENST EIN	22
F-15 IM KAMPF	24
ARKADE-MODUS	30
NAVIGATIONSMODUS	31
LUFT-LUFT-MODUS	32
F-15C COCKPITINSTRUMENTE	35
VERTIKALES SITUATIONSDISPLAY	36
TEWS-DISPLAY	37
MULTIFUNKTIONS-FARBDISPLAY (MPCD) WAFFENKONTROLLTAFEL	38
FAHRTMESSER (IAS) UND MACHMETER	39
ANSTELLWINKELANZEIGE (AOA FÜR "ANGLE-OF-ATTACK")	40
BESCHLEUNIGUNGSMESSER	40
KÜNSTLICHER HORIZONT	41
HSI	41
HÖHENMESSER	42
VARIOMETER	42
DREHZAHLMESSER	43
TRIEBWERKS-LUFTEINLASS-TEMPERATURANZEIGEN	43
TREIBSTOFFFLUSSANZEIGE	44

ANZEIGE ÖFFNUNGSGRAD TRIEBWERKSAUSLASSDÜSEN	44
TREIBSTOFFANZEIGE	45
KABINENDRUCKANZEIGE	46
DÜPPEL- UND FACKELANZEIGE	46
F-15C HUD-BETRIEBSMODI.....	47
<i>Grundlegende F-15C HUD-Symbole</i>	47
<i>Navigationsmodus</i>	48
<i>Geschützmodus</i>	50
<i>Modi der AIM-9M/P "Sidewinder" Luft-Luft-Kurzstreckenrakete</i>	52
<i>Radarunterstützter Modus</i>	54
<i>Modi der AIM-7M "Sparrow" Luft-Luft-Mittelstreckenrakete</i>	56
<i>Modi der AIM-120 "AMRAAM" Luft-Luft-Mittelstreckenrakete</i>	58
<i>Auto-Acquisition-Radar-Modi (AACQ-Modi)</i>	62
AN/APG-63(V)1 RADAR	64
<i>Long-Range-Search-Modus (LRS-Modus)</i>	67
<i>Single-Target-Track-Modus (STT-Modus)</i>	68
<i>Track-While-Scan-Modus (TWS-Modus)</i>	69
<i>Home-On-Jam-Modus (HOJ)</i>	70
<i>Vertical-Scan-AACQ-Modus (VS-Modus)</i>	71
<i>Bore-Sight-AACQ-Modus (BORE-Modus)</i>	72
<i>Auto-Guns-AACQ-Modus (GUN-Modus)</i>	73
<i>FLOOD-Modus</i>	73
SYSTEME ZUM STÖREN VON GEGNERSENSOREN	76
INTERNES AN/ALQ-135 ECM-SYSTEM	76
RADARWARNSYSTEME	77
AN/ALR-56C RADARWARNEMPFÄNGER	78
LUFT-LUFT-RAKETEN	85
MITTELSTRECKENRAKETEN	88
<i>AIM-120 AMRAAM</i>	88
<i>AIM-7 Sparrow</i>	90
KURZSTRECKENRAKETEN	92
<i>AIM-9 Sidewinder</i>	92

.....	95
FUNKKOMMUNIKATION UND NACHRICHTEN	96
FUNKSPRÜCHE.....	96
FUNKSPRÜCHE.....	106
NACHRICHTEN UND WARNUNGEN DES FLUGZEUGS.....	110
THEORETISCHE AUSBILDUNG	114
ANGEZEIGTE UND WAHRE FLUGGESCHWINDIGKEIT.....	114
FLUGWEGANZEIGE.....	114
ANSTELLWINKELANZEIGE (AOA FÜR "ANGLE-OF-ATTACK")	115
WENDERATE UND WENDERADIUS	116
WENDERATE	117
DAUERHAFTE UND HARTE KURVENFLÜGE	119
ENERGIEMANAGEMENT	119
KAMPFEINSATZ GRUNDLAGEN	122
LUFTKAMPFTAKTIKEN.....	122
<i>Zielsuche</i>	122
<i>Luftkampf außerhalb der Sichtweite (BVR)</i>	123
<i>Manövrieren</i>	123
<i>Geschützeinsatz im Luftkampf</i>	124
<i>Taktiken für Luft-Luft-Raketen</i>	125
FLUGEIGENSCHAFTEN VON LUFT-LUFT-RAKETEN	126
F-15C FLUGDYNAMIKEN.....	132
<i>Start</i>	132
<i>Steigflug</i>	133
<i>Im Flug</i>	134
<i>Anflug</i>	134
<i>Durchstarten</i>	134
<i>Landung</i>	134
MANÖVRIERBARKEIT DER F-15C EAGLE	135
<i>Grundlagen der Manövrierbarkeit eines Flugzeuges</i>	135

FLUGBEREICHSGRENZEN	135
<i>Flugbereichsgrenzen</i>	135
<i>Flug in der Stratosphäre</i>	137
<i>Flug auf Gipfelhöhe</i>	137
<i>Charakteristika der Quer- und Richtungssteuerung</i>	137
<i>Langsamflug</i>	138
<i>Horizontalflug mit hohem Anstellwinkel (AOA)</i>	138
<i>"Männchen" (Tailslide)</i>	139
<i>Flug mit hohen Geschwindigkeiten und hohen Anstellwinkeln (AOA)</i>	139
<i>Geländefolgeflug</i>	140
G-BELASTUNGEN	141
<i>Normaler Lastfaktor</i>	141
<i>Maximaler Normaler (Augenblicklicher) Lastfaktor</i>	141
<i>Normaler (Dauerhafter) Schubbegrenzter Lastfaktor</i>	142
<i>Maximaler Normaler (Dauerhafter) Schubbegrenzter Lastfaktor</i>	143
<i>Longitudinaler Lastfaktor</i>	144
AUSWIRKUNG EXTERNER FAKTOREN AUF DIE PRIMÄRE MERKMALE DER MANÖVRIERFÄHIGKEIT	145
<i>Gewicht</i>	145
<i>Außenlasten</i>	146
<i>Atmosphärische Bedingungen</i>	146
F-15C CHECKLISTEN	148
KALTSTART	148
ROLLEN UND STARTEN	148
NAVIGATION	149
LANDUNG.....	149
EINSATZ DER LUFT-LUFT-RAKETEN	150
<i>AIM-120 AMRAAM</i>	150
<i>AIM-7 Sparrow</i>	150
<i>AIM-9 Sidewinder</i>	151
<i>M-61 Kanone</i>	152
ZUSÄTZE	154
ABKÜRZUNGEN.....	154

F-15C FLUGZEUGEINFÜHRUNG

Die F-15C wird oft als der beste Jäger aller Zeiten bezeichnet. Entwickelt als direkter Gegenpart zur sowjetischen MiG-25 stellt Sie seit Jahrzehnten das Rückgrat der U.S. Luftverteidigung dar. Die F-15C ist gegenüber der F-15A mit verbesserten Avionik- sowie Waffensystemen ausgestattet. Sie hat über 100 Luftsiege ohne eigene Verluste im Dienst für Israel, Saudi-Arabien und der U.S. Air Force errungen.



Abbildung 1: Die F-15C1

Die F-15C dominiert den Luftkampf außerhalb der Sichtweite (BVR). Die F-15C hat keine "Lust" auf Kurvenkampf, sie sucht und greift die Gegner mit Ihren AI-120C AMRAAM Luft-Luft-Raketen an, bevor diese überhaupt reagieren können.

Das vielfältige Puls-Doppler-Radarsystem der F-15C kann gleichzeitig hoch fliegende wie auch tief fliegende Ziele verfolgen, ohne vom Radarecho des Bodens irritiert zu werden. Es entdeckt und verfolgt Flugzeuge und kleine sehr schnelle Ziele außerhalb des Sichtbereiches und in kurzer Reichweite, in großer Höhe und auf Baumwipfelhöhe. Das Radar "füttert" den zentralen Feuerleitrechner für eine optimale Feuerlösung. Im Kurvenkampf schaltet das Radar automatisch den Feind auf und zeigt diesen im HUD an.

Die F-15C kann auch im Kurvenkampf tödlich sein. Die AIM-9M Sidewinder, eine verlässliche Waffe seit den 1960ern, hat keine Möglichkeit außerhalb des Sichtbereiches des Raketensuchkopfes aufgeschaltet zu werden. F-15C Piloten sollten den "Energiekampf" vor dem Kurvenkampf bevorzugen. Sollte es trotzdem zum Kurvenkampf kommen, so sind die gewaltigen Ruderflächen in den Händen eines versierten Piloten von großem Vorteil.

GESCHICHTE DER F-15



GESCHICHTE DER F-15

URSPRÜNGE

Die McDonnell Douglas F-15 wird zu Recht als der beste Jäger der Welt bezeichnet. Entstanden ist das Muster in einer aufregenden Entwicklungsphase in den 1970ern mit einer anschließenden langen Einsatzzeit. Dieses Meisterstück der Luftfahrtindustrie hat eine lange und beeindruckende Liste an Auszeichnungen erhalten.

Die F-15 ist das Arbeitstier der United States Air Force. Ursprünglich als ein Überlegenheitsjäger geplant, sollte sie die Hauptkampflast in allen zukünftigen Konflikten übernehmen. Nach 40 Jahren ständiger Modifikationen und Verbesserungen, spielen die F-15 Eagle weiterhin eine wichtige Rolle in der Luftwaffe der USA. Die F-15 E Strike Eagle Version gehört zu den mächtigsten Angriffsflugzeugen der NATO.



Abbildung 2: F-15s2

Die Geschichte dieses bemerkenswerten Flugzeuges reicht bis in das Jahr 1962 zurück, als die Republic F-105 Thunderchief das beste taktische Flugzeug der USAF war.

Die ersten Schritte im langen Weg bis zur F-15 waren rein forschungsgetrieben und resultierten nicht direkt in einem Entwicklungsprogramm. Als der Vietnamkrieg im November 1965 an Intensität zunahm, stellte die USAF die Anforderung für das FX Programm (FX = engl. Fighter Unknown oder Fighter Experimental) zusammen, welches den Weg für einen zukünftigen Jäger ebnete sollte. Das Hauptziel des FX-Programms war die Ablösung aller aktuellen Jagdflugzeuge, inklusive der F-4C, F-4D und der F-4E Kampfflugzeuge, sowie der F-104B, F-102 und F-106 Abfangjäger. Das Programm sollte

sicherstellen, dass die USAF auch in den kommenden Jahren gegenüber jedem Gegner die Luftüberlegenheit erringen können sollte.



Abbildung 3: F-4E3

Die primären Spezifikationen des FX-Programms wurden im Dezember 1965 fertig gestellt. Im März nächsten Jahres wurden drei Hersteller mit dem Designwettbewerb beauftragt: Boeing, Lockheed Martin und North American. Entsprechend der Spezifikationen sollte das Flugzeug Mach 3.0 fliegen können, einen Piloten tragen und eine Reihe an Luft-Luft-Raketen mittlerer und großer Reichweite mittragen können. Diese Spezifikationen waren größtenteils eine Antwort auf die neue sowjetische MiG-25 Foxbat.

Die Anforderungen nahmen wenig Rücksicht auf die Fähigkeiten des Flugzeuges im Luftkampf. Das neue Flugzeug sollte vor allem in die Fußstapfen der F-111 treten, einem universellen defensiven Abfangjäger.

Der Vietnamkrieg zeigte sehr schnell die fatalen Fehler in diesem Ansatz. Wie es sich herausstellte, war der Nahkampf immer noch ein essentieller Teil des Luftkampfes. Sogar die beste Luft-Luft-Lenkwanne dieser Zeit, die AIM-7 Sparrow, war für nur 20 % der Abschüsse verantwortlich. Die restlichen 80 % gingen auf das Konto der AIM-9 Sidewinder sowie der Bordgeschütze. Diese Ergebnisse führten zu einer drastischen Änderung der Anforderungen an die FX-Spezifikationen im Jahre 1967. Die USAF wollte nun einen wendigen Jäger der die MiG-21 Fishbed im Nahkampf besiegen sollte, gleichzeitig aber auch bei mittleren und großen Kampffentfernungen überlegen sein sollte.

Eine sowjetische Luftshow, die 1967 in Domodedovo durchgeführt wurde, führte ebenfalls zu einem Umdenken. Neu entwickelte Flugzeuge über dem Himmel von Moskau ließen die USA und die NATO wissen, dass die Sowjets immer noch im Spiel waren.

Der US-Kongress informierte sich regelmäßig in geschlossenen Anhörungen über die Unzulänglichkeiten der US- Kampfflugzeuge, inklusive der Fähigkeit der US Air Force zur Bekämpfung der neuen sowjetischen Kampfflugzeuge wie dem neuen Tu-128 Fiddler Abfangjäger, dem Su-15 Flagon Abfangjäger, der MiG-23 Flogger, der MiG-25 Foxbat, dem Tu-22K Blinder Überschallbomber und dem Su-17 Fitter Überschallangriffsflugzeug. Experten sahen diese Muster als die fähigsten auf Seiten des Warschauer Paktes an. Die Anhörungen gaben dem FX-Programm eine noch höhere Wichtigkeit. Ein Kampfflugzeug der nächsten Generation musste schnellstmöglich eingeführt werden um den Sowjets Paroli bieten zu können. Ein weiteres mal mobilisierten die USA ihre enorme intellektuelle und wirtschaftliche Macht, um sich der aufkommenden Bedrohung stellen zu können.

Ein neuer, unerwarteter Mitspieler trat dem Programm 1967 bei; Dr. John S. Foster, Direktor der Forschungs- und Technikabteilung des Verteidigungsministeriums bestand darauf, dass die NASA ebenfalls im FX-Programm mitarbeiten darf. Da die NASA viele Top-Talente sowie die absoluten Spitzentechnologien in der Luftfahrt besaß, würde ihre Beteiligung bei der Einführung neuer Technologien helfen und die Risiken neuer Entwicklungen minimieren.

Das neue Forschungsteam stellte vier verschiedene Designs vor:

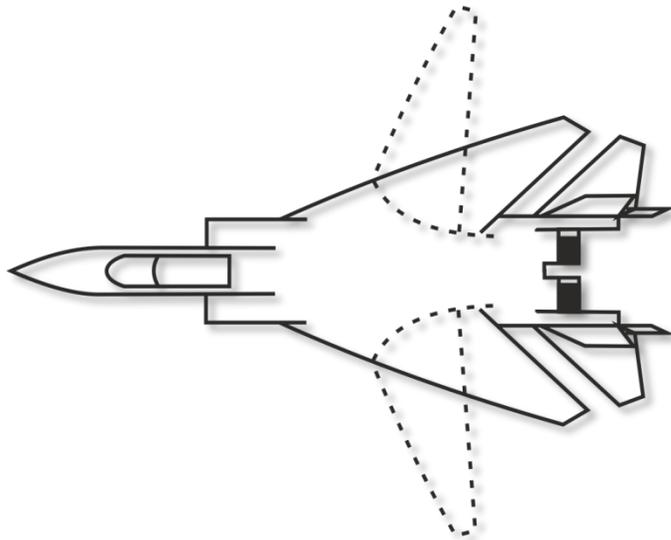


Abbildung 4: LFA-X-4 - ein Jäger mit variablen Flügeln⁴

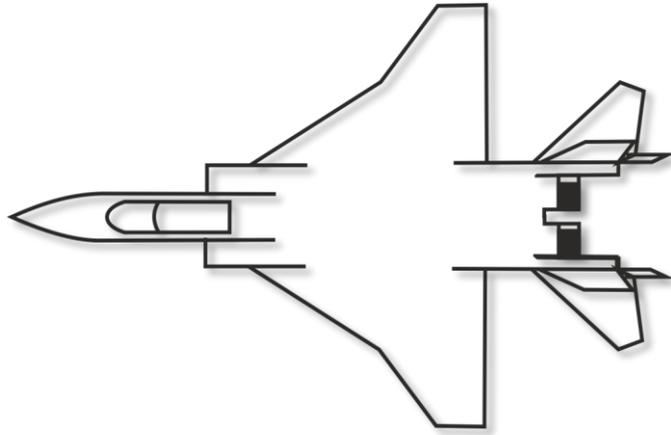


Abbildung 5: LFAF-8 - eine Variante der LFAF-4 mit starren Flügeln⁵

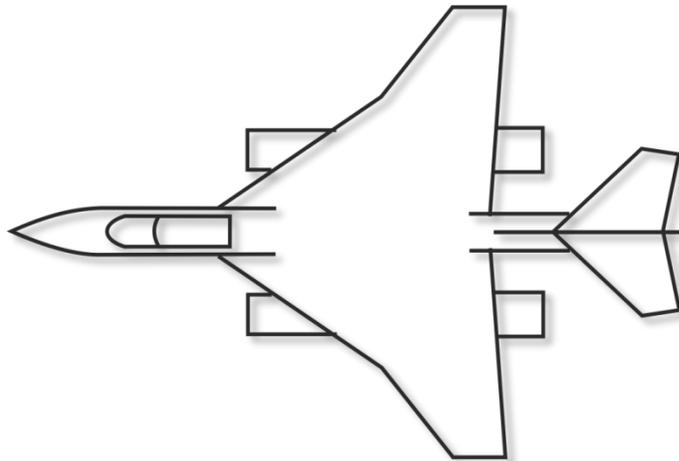


Abbildung 6: LFAF-9 - ein Jäger mit zwei an den Flügeln montierten Triebwerken⁶

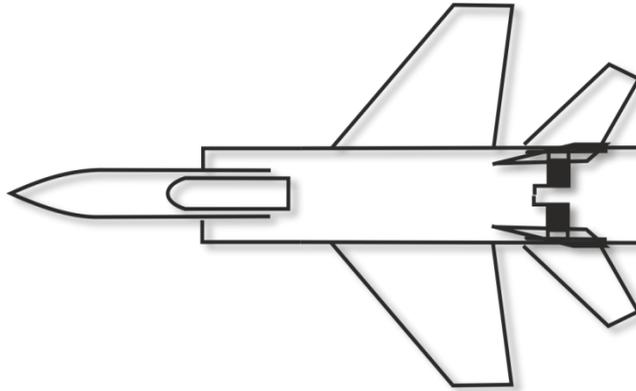


Abbildung 7: FLAX-10 - ein Jäger sehr ähnlich der sowjetischen MiG-257

Die Teams der Flugzeughersteller und die NASA tauschten sich sehr oft über die Vor- und Nachteile der einzelnen Konfigurationen aus. LFAX-4 und LFAX-8 waren die vielversprechendsten Varianten, beide schafften es in die Serienproduktion, als Grumman F-14 Tomcat und McDonnell Douglas F-15. Die McDonnell Douglas Entwickler fanden die Ideen der NASA am wertvollsten. Sie entschieden, dass die LFAX-8 Studie am besten den geforderten Spezifikationen entsprach. Das Team musste sich allerdings vom Flügeldesign des LFAX-8 verabschieden, da auf Grund von Anpassungen am FX-Programm der Fokus noch mehr auf Wendigkeit unterhalb der Schallmauer gelegt wurde. Zusätzlich wurde durch den Einbau eines größeren Radars in der Flugzeugnase der Luftwiderstand erhöht. Dies hatte negative Auswirkungen auf die von der NASA perfektionierte Aerodynamik, ließ sich aber auf Grund der zu dem Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Radartechnik nicht verhindern.

Im Juni 1969 gaben Fairchild-Republic, North American Rockwell und McDonnell Douglas ihre Vorschläge ab. Die Air Force nahm sich mehrere Monate Zeit, um diese zu evaluieren.

Das Fairchild-Republic F-15-Design bestand aus einem Einsitzer-Jäger mit zwei Triebwerken mit horizontalen Stabilisatoren auf den Triebwerksgondeln.

Die Hauptidee hinter dem Entwurf von Fairchild-Republic war die Verhinderung einer Interaktion zwischen dem Rumpf und den Triebwerkeinlässen. Dies war ein Problem bei der F-111, bei welcher die Lufteinlässe direkt am Rumpf liegen. Die weit auseinander liegenden Triebwerke würden auch keine Abgase beim Abfeuern des Bordgeschützes einziehen. Zusätzlich würde diese Bauform die Überlebenschance erhöhen. Die im Vietnamkrieg gesammelten Erfahrungen zeigten, dass die F-4 auf Grund der nah beieinander liegenden Triebwerke dieselben Überlebenschancen bot wie die mit einem Triebwerk ausgestattete F-105.

Gleichzeitig hatte das Fairchild-Republic F-15 Muster seine Nachteile. Die Sicht nach hinten war schlecht, der Luftfluss wurde durch die Triebwerksgondeln behindert und am wichtigsten: das Flugzeug würde beim Ausfall eines Triebwerks nur sehr schwer zu fliegen sein.

Der North-American F-X Prototyp war vor allem auf Aerodynamik getrimmt. Er hatte sehr zierliche Flügel, welche mit dem Rumpf verschmolzen sind und er hatte integrierte Lufteinlässe. Da das Flugzeug

vor allem zwischen Mach 0.8 und Mach 2.5 operieren sollte, wurden die Flügel für eine Top-Performance sowohl im Unterschall als auch im Überschallbereich entwickelt. Die Lufteinlässe waren ebenfalls ein besonderes Design. North-American nutzte hierbei Ihre bei der Entwicklung der XF-70 Valkyrie gesammelten Daten und Erfahrung.

Aus aerodynamischer Sicht waren alle Prototypen ein großer Schritt nach vorne, verglichen zur damals fliegenden Flugzeuggeneration.

Der Sieger wurde am 23. Dezember 1969 bekannt gegeben. Die McDonnell Douglas F-15 würde der erste Überlegenheitsjäger der 4. Generation im Dienst der NATO werden. Die Entscheidung beruhte auf den einzelnen Vorteilen des Designs sowie der großen Erfahrung des Herstellers in der Massenproduktion von Kampfflugzeugen für die US Air Force und US Navy. Also offizielle Flugzeugbezeichnung wurde F-15 Eagle gewählt.

Der Vertrag über die damals unglaubliche Summe von 1,16 Milliarden US Dollar beinhaltete die Lieferung von 20 Jets und zwei Zweisitzer für Trainingszwecke. Das Designteam wurde von George Graff angeführt. Es wurden Computer im großen Stil verwendet. Dies erlaubte dem Team die Designphase viel schneller zu beenden als bei allen vorherigen Projekten, bei einer höheren Komplexität als bei vergleichbaren Flugzeugen. Gleichzeitig wurde bei der Entscheidungsfindung bei Designfragen zwischen der Air Force und dem Hersteller ein konservativerer Ansatz gewählt, um potentielle Probleme zu minimieren.

Während des Projektes wurden über 500 Designvorschläge überprüft. Die Prototypen sammelten über 23.000 Stunden im Windkanal, viermal mehr als die F-4 Phantom. Maßstabgetreue Modelle wurden intensiv im freien und im kontrollierten Flug getestet. Ein B-52-Bomber nahm ein Modell auf und löste es im Flug aus. Es wurden sehr viele Daten gesammelt, vor allem über Strömungsabriss und Trudeln.

Die F-15 war das erste Flugzeug im Arsenal der US Air Force, welches 9 G aushalten konnte. Die Geschwindigkeitsperformance war mit der einer MiG-25 vergleichbar. Das Flugzeug sollte Anfangs für längere Zeit mit Mach 3 fliegen sollen, dies wurde allerdings auf Grund der hierdurch entstehenden astronomisch hohen Wartungskosten recht schnell aufgegeben.



Abbildung 8: McDonnell-Douglas YF-15A-1-MC Eagle 71-0280 auf der Edwards AFB8

Die erste F-15, mit der Bezeichnung YF-15A (Y für einen Dienstprototyp) wurde am 26. Juni 1972 fertiggestellt. Am 27 Juni 1972 flog der Herstellertestpilot Irving Burrows die Maschine zum ersten Mal. Der Zweisitzer TF-15 flog das erste Mal im Juli 1973.

Die Flugtests waren generell unauffällig. Die ersten F-15A und die zweisitzigen F-15B rollten im September 1974 vom Band. Jedes der ersten 10 Flugzeuge war für bestimmte Tests im Testprogramm vorbestimmt. Diese reichten von Triebwerks- und Avioniktests bis zu Tests der Bewaffnung und der taktischen Beurteilung.

Die generelle Auslieferungszeit entsprach fast identisch der des neuen sowjetischen MiG-23ML Flogger Kampfflugzeuges. Jedes der neuen F-15 Flugzeuge kostete 12,5 Millionen US Dollar, eins der teuersten Flugzeuge bis dahin.



Abbildung 9: F-15A mit AIM-7 und AIM-9 Luft-Luft-Raketen.9

Jagdpiloten hatten die F-15 direkt in ihr Herz geschlossen. Von einem Journalisten gefragt, nannte ein Pilot die F-15: "das beste der Welt". Ohne Frage, die USAF hatte einen Volltreffer gelandet. Die F-15 hatte für über eine Dekade keine ernsthaften Gegner, bis die Su-27 1982 in Serienproduktion trat.

Eine umfassende Ausrüstung, starke Bewaffnung sowie fantastische Flugperformance erlaubten der F-15 jeden Luftkampf zu kämpfen und zu gewinnen. Am Tag und in der Nacht, bei gutem wie bei schlechtem Wetter, auf Baumwipfelhöhe wie auch an der Grenze zur Stratosphäre. Das Flugzeug war auf Grund eines neuartigen Anstrichs und der dreimal weniger Rauch produzierenden Triebwerke schlechter zu entdecken als die F-4 Phantom. Ein revolutionäres HUD (Head-Up- Display) projizierte die wichtigsten Informationen auf eine Glasscheibe vor dem Piloten, so dass dieser nicht ständig auf das Instrumentenbrett schauen musste. Das HOTAS (Hands On Throttle And Stick) wurde sofort von den Piloten positiv aufgenommen. Es erlaubte die wichtigsten Funktionen für Triebwerke, Waffen und Kommunikationssysteme schnellstmöglich zu bedienen was die Arbeitsbelastung für den Piloten massiv senkte.

Gleichzeitig benötigte die F-15 44 % weniger Wartungsaufwand pro Stunde als die "Phantom", die Zeit zum Auftanken und zum Aufmunitionieren wurde sogar um die Hälfte gekürzt. Ein Triebwerk konnte in

30 Minuten ausgetauscht werden. Erreicht wurde dies durch ein auf leichten Zugang getrimmtes Design, was den Zugang zu den meisten Systemen ohne eine Leiter und mit möglichst vielen Wartungsklappen, von denen 40 % ohne zusätzliches Werkzeug geöffnet werden konnten. Die Triebwerke, das Radarsystem und die elektronischen Bauteile waren zum größten Teil modular aufgebaut, was die Reparaturzeiten stark verkürzte. Verglichen mit frühen Flugzeugen, wurden die Ersatzteile sehr stark standardisiert hergestellt, was einen Austausch unproblematisch machte. Zusätzlich wurde ein Anlasser eingebaut (APU), was den Einsatz einer Bodencrew vor dem Start stark verkleinerte.

WEITERE ENTWICKLUNG

McDonnell Douglas und die Air Force begannen quasi mit der Auslieferung der F-15A ein Verbesserungsprogramm. Die verbesserte F-15C mit ihrer zweisitzigen Variante F-15D konnte mit besseren Waffen ausgestattet werden, vor allem mit der neuen AIM-120 AMRAAM Luft-Luft-Rakete, die mit einem aktiven Radarsuchkopf auch aus Entfernungen auf Gegner außerhalb der Sichtweite des Piloten abgefeuert werden konnte. Die Operationsreichweite der neuen Rakete betrug sehr beeindruckende 30 bis 40 nautische Meilen.

Die F-15C/D trat ab 1978 in die Serienproduktion ein. Die Variante hatte ein verbessertes Radar, Lufterlässe, verstärkte Rumpfteile und ein viel höheres Startgewicht, was die Mitnahme weiterer 2000 Pfund an Kraftstoff erlaubte. Leider verzögerte sich das AIM-120-Programm, so dass die F-15C/D über eine Dekade auf die neue Rakete warten musste. Bis dahin war die halb-aktive AIM-7 Sparrow die Hauptwaffe der F-15.



Abbildung 10: F-15C mit den anliegenden FAST PACK Kraftstoffbehältern (auf den Trailern)¹⁰

Ein weiteres Feature der F-15C/D waren die anliegenden Kraftstofftanks (CFD - engl. Conformal Fuel Tank). Eine erhöhte Reichweite war schon immer eine Anforderung an die modernen Jäger. McDonnell Douglas begann mit der Arbeit am FAST PACK (Fuel and Sensor Tactical PACK) in den frühen 1970ern. Zwei Kraftstofftanks mit je 849 Gallonen würden zwischen den Rumpf und die Flügel passen. Die CFTs hatten eine enorme Auswirkung auf die Reichweite der F-15, sie erhöhten den Kampfradius um unglaubliche 71 % auf 1200 Meilen. Der Kampfradius besteht aus dem Hin- und Rückflug zur Kampfzone sowie einer gewissen Verweildauer. Eine noch beeindruckendere Kennzahl ist die maximale Reichweite der F-15: 3450 Meilen - mehr als um den halben Globus!

Die FAST PACK-Treibstofftanks sind aus einer Aluminiumlegierung in Monocoque-Bauweise. Neben der primären Aufgabe der Treibstoffbevorratung erhöhen sie zusätzlich den Kampfwert der F-15. Zusätzliche Befestigungen an den Kraftstofftanks erlauben das Mitführen von zusätzlichen sechs Mk.82 500-Pfund-Bomben. Andere Kraftstofftankvarianten erlaubten das Mitführen von Navigations- und Zielbehältern (daher das "Tactical" im Projektnamen) oder das Mitführen einer Wasser-Methanol-Mischung zur Steigerung der Triebwerksperformance. Sogar ein Raketentriebwerk mit einem AR2-3A-Raketentriebwerk mit 660 Pfund an Schub konnte installiert werden. Die Idee hierbei war der Einsatz der Raketentriebwerke zum Erreichen einer Flughöhe von 75.000 Fuß.

Die gesamte Entwicklungsdauer der Behälter betrug vom Anfang bis zu den Flugtests nur 139 Tage. Eine F-15 stieg das erste mal am 27. Juli 1979 mit den FAST-PACK-Prototypen auf. Einen Monat später flog eine F-15 nun non-stop zur Farnborough Flugshow und legte dabei 3000 Meilen in 4:59 h zurück, bei einem Gesamtgewicht von 66.000 Pfund. Tests zeigten, dass eine mit dem PAST PACK-System ausgestatteten F-15 Mach 2 und eine G-Belastung bis 5 G erreichen konnte. Laut den Testberichten war der Verlust von Manövrierbarkeit minimal.

Trotzdem, nur einige F-15C/D nutzten am Ende die FAST-PACKS. Der Verlust an Überschallgeschwindigkeit war zu groß. Die angelegten Treibstofftanks wurden erst bei der F-15E zur Standardausrüstung. Die Zielbehälter- und Raketenvarianten wurden nie in Dienst gestellt.

Obwohl sowohl die F-15A als auch die F-15C Varianten Bodenwaffen mittragen konnten, wurden die Piloten nie für Bodenangriffe ausgebildet. Die F-15 wurde als reiner Luftüberlegenheitsjäger verwendet und führte im aktiven Dienst nur Luft-Luft-Waffen mit.

McDonnell Douglas wollte diesen Zustand ändern. 1976 begann der Hersteller auf eigene Initiative hin die Fähigkeit der F-15 zum Bodenangriff auszubauen. Es war offensichtlich, dass das Design bei nur leichten Modifikationen den Einsatz gegen Bodentruppen tief hinter der feindlichen Linien ermöglichen würde. Das neue Projekt wurde inoffiziell "Strike Eagle" genannt. Als die USAF 1978 die "Tactical All-Weather Requirement"-Studie vorlegte, um die alternde F-111-Flotte auszutauschen, war die F-15 bereit. Der USAF wurden viele auf bereits existierenden Flugzeugen basierenden Alternativen angeboten. Flugzeuge wie die General Dynamics F-16 und F-111, Fairchild A-10, Vought A-7, McDonnell Douglas F-4 und F/A-18, Grumman F-14 und A-6 und sogar der europäische Tornado.

McDonnell Douglas baute auf eigene Kosten ein TF-15B Muster zu einer F-15B AFCD (engl.: Advanced Fighter Capability Demonstrator) Variante um. Der Erstflug fand am 8. Juli 1980 statt. Gegenüber der zweisitzigen F-15B unterschied sich die "Strike Eagle" durch die FAST-PACK-Tankbehälter sowie durch das verbesserte Radarsystem mit besseren Luft-Boden-Features. Die "Strike Eagle" wurde mit den allerneuesten Systemen ausgestattet, so dass sie unter allen Wetterbedingungen, auf Baumwipfelhöhe fliegend, bewegliche Bodenziele mit einer Reihe an Waffen, inklusive Luft-Boden-Raketen, un gelenkten Raketen und Präzisions- und Laserbomben angreifen kann. Das Ziel war ein Mehrzweckflugzeug, das effektiv Ziele am Boden und in der Luft angreifen kann.

Das Projekt zeigte sich als sehr vielversprechend. Die USAF änderte daraufhin die Anforderungen an einem verbesserten, taktischen Kampfflugzeug (engl. Abk.: ETF, Enhanced Tactical Fighter). Der Hauptmitbewerber für die "Strike Eagle" war die General Dynamics F-16XL, ein Derivat des erfolgreichen, einstrahligen F-16 Jägers. Vier F-15 Prototypen absolvierten insgesamt 216 Testflüge, während die F-16XL 387 Testflüge durchführte.

Die USAF gab den Gewinner am 24. Februar 1984 bekannt. Das neue Mehrzweckkampfflugzeug sollte auf dem Design der F-15 basieren und die Bezeichnung F-15E bekommen.

Der Sieg der F-15 basierte auf viele Faktoren: die selbst finanzierte "Strike Eagle" war mehr ausgereift und die meiste Bordausrüstung war schon intensiv getestet worden. Zudem bestand bei der Air Force Skepsis gegenüber einem einsitzigen Mehrzweckkampfflugzeug und es würde zu viel Zeit und Geld kosten, eine zweiseitzige F-16 zu entwickeln.

Die erste Vorserien-F15E hob am 11. Dezember 1986 ab. Die ersten Serienexemplare rollten am 29. Dezember 1988 vom Band. Das Serienmuster unterschied sich sehr von den ersten Prototypen. Annähernd 60 % der Zelle wurden neu entwickelt, um das erhöhte Abfluggewicht aufzunehmen. Fortgeschrittene Technologien erhöhten die Betriebsdauer auf kolossale 16.000 Stunden, im Vergleich zu 4000 Stunden in der anfänglichen Designspezifikation. Viele Elemente, die unter großer Abnutzung leiden, als auch das komplette hintere Rumpfwerk, werden nun aus diffusionsverschweißten, superplastisch umformten Titan hergestellt. Das machte den Triebwerksschacht größer, weshalb nun aber auch das größere und leistungsstärkere General Electric F110 Triebwerk Platz fand, welches das Triebwerk F100 von Pratt & Whitney ablöste.



Abbildung 11: F-15E11

Die F-15E erhielt außerdem das brandneue Geländefolgeradar, welches Flüge tiefer als 100 Fuß über Gelände ermöglichte.

F-15's dienten weiterhin als Testumgebung. Zum Beispiel wurde 1982 mit einer F-15A das neue Triebwerk F100-DEEC, ausgestattet mit einer digitalen, elektronischen Triebwerkssteuerung (engl. Abk.: DEEC), getestet. Bei den 30 Testflügen stellte sich heraus, dass das Triebwerk mit dieser brandneuen, digitalen Methode gesteuert werden konnte und das diese Methode der alten hydromechanischen Steuerung weit überlegen war. Zum Beispiel dauerte die Steuerung vom Leerlauf bis Nachbrennerleistung per "DEEC" nur vier Sekunden, während es mit der alten Methode sieben Sekunden dauerte. Wertvolle Daten, die während dieser Tests gesammelt wurden, flossen später in die Entwicklung des Triebwerksmodells:F100-PW-229 ein.

Die Flugdynamik- und Avionik-Versuchsanstalten der USAF führten zwischen 1981 und 1983 über sechzig Testflüge mit einer durch ein integriertes Flug- und Feuerleitsystem (engl. Abk.: IFFC "Firefly") modifizierten F-15 durch. Es beinhaltete eine ATLAS II Laser / TV-Verfolgungs-Gondel mit spezieller Feuerleitsoftware, welche zum Zielen benutzt wurde. Dieses System bot eine bis dato bahnbrechende Besonderheit: es konnten sowohl Boden- als auch Luftziele gleichzeitig angegriffen werden, und dies bei allen erdenklichen Anstellwinkeln des Flugzeuges. Flugtests zeigten, dass eine F-15 mit dieser Ausrüstung Ziele angreifen und dann flüchten konnte, in einem Drittel der normal benötigten Zeit dafür. Hochentwickelte Sensoren und "intelligente" Waffen sorgen dafür, dass Ziele aus sicherer Distanz angegriffen werden können.

Im Juni 1983 wurde das neue digitale Flugsteuerungssystem (engl. Abk.: FCS) getestet. Im Vergleich zu den alten analogen Systemen assistierte das neue Semi-Fly-By-Wire-System beim Steuern des Flugzeuges und war mit den Triebwerken, dem Feuerleitsystem und den Navigationssystemen verknüpft. Der Gesamteffekt war sehr positiv. Das neue "FCS" erhöhte stark die Leistungsfähigkeit der F-15 ohne teure Modifikationen der Flugzeugzelle oder der Triebwerke.

Zur gleichen Zeit gab die USAF einen neuen Bedarf an einer F-15-Variante mit kürzerer Abhebefähigkeit heraus. Eine experimentelle F-15STOL-(engl.: Short Take-Off and Landing)-Variante, welche schon etwas länger in Arbeit war, wurde dann testgeflogen, als Reaktion zu der neuen Bedarfsanforderung. Dieses Flugzeug besaß einige neuartige Besonderheiten: Schubvektordüsen und "Canard"-Vorflügel, letztere von den Stabilisatoren der F/A-18 abgeleitet. Die 20Grad-2D-Schubvektordüsen, entwickelt von Pratt & Whitney, benötigten eine signifikante Umgestaltung des Kühlsystems. Das Flugzeug erhielt außerdem ein brandneues Flugsteuerungssystem, welches zusätzlich noch die "Canard"-Vorflügel, die Schubvektordüsen, das Bugrad und die Hauptfahrwerksbremsen in die Steuerung einbeziehen musste, und das alles zur gleichen Zeit. Die Kerneigenschaft des neuen Systems war seine Anpassungsfähigkeit. Es war so entworfen, dass es das Flugzeug in der Luft hielt, auch wenn einzelne Systeme ausfielen. Es sollte die Steuerungseingaben an die noch verfügbaren Geräte verteilen, so dass das Flugzeug stabil bleibt, wenn das denn überhaupt noch möglich war. Das Hauptfahrwerk wurde verstärkt, um die Kräfte einer Landung mit erhöhter vertikaler Geschwindigkeit zu widerstehen. Gekoppelt mit Niederdruck-Pneumatik erlaubte das verstärkte Fahrwerk der F-15 auf nassen, durch Bomben beschädigten und sogar unbefestigten Pisten zu operieren. Außerdem erhielt das Flugzeug einen neuen Lande-Autopiloten, der die F-15 bei schlechtem Wetter und / oder schlechten Sichtverhältnissen landen konnte. Das verbesserte AN/APG-70-Radar bot eine stark verbesserte Auflösung: 8,5 Fuß für Entfernungen bis zu 13 Meilen und 17 Fuß für bis zu 24 Meilen. Allerdings hatten alle diese Änderungen auch einen negativen Effekt. Das Gesamtgewicht erhöhte sich dadurch stark. Das neue Radar alleine wog schon 2400 Pfund mehr als das alte.

Das STOL-Versuchsflugzeug, später als STOL/MTD (engl.: Short Takeoff and Landing/Maneuver Technology Demonstrator) bezeichnet, wurde an die NASA für weitere Erforschung ausgeliehen. Es wurde im "ACTIVE"-Programm (engl.: Advanced Control Technology for Integrated Vehicles) genutzt, an dem Boeing und Pratt & Whitney auch mitwirkten. Das Programm ging von 1993 bis 1999.



Abbildung 12: F-15 "ACTIVE"-Versuchsflugzeug im Flug, 14. April, 199812

Am Ende "ACTIVE"-Programms waren die Schubdüsen fast komplett umgestaltet. Die Düsen konnten nun den Abgasstrahl direkt nach vorne, nach außen oder bis zu 20 Grad in Relation zur Flugzeugachse leiten, was eine erhöhte Nick- und Rollsteuerung ermöglichte. Die Schubdüsen assistierten sowohl bei Start und Landung als auch bei der generellen Manövrierbarkeit und das bei Geschwindigkeiten zwischen 0 und Mach 2. Das Flugsteuerungssystem wurde erneut verbessert. Die "ACTIVE"-F-15 führte 15 Testflüge im Jahre 1999 durch, im gleichen Jahr wurde das Programm noch eingemottet. Die NASA hat eine andere modifizierte F-15B als Leihgabe, welche immer noch für verschiedene Tests genutzt wird.

MEHRSTUFIGES VERBESSERUNGSPROGRAMM

Als die brandneuen F-15A und B-Modelle in den Dienst gestellt wurden, entdeckte man diverse Probleme. Zum Beispiel erwiesen sich die Lufteinlässe als strukturschwach und demzufolge mussten striktere G-Limit's auferlegt werden. Die Lufteinlässe mussten umgestaltet werden, damit die F-15 die Leistung laut den festgelegten Spezifikationen bringen konnte. Dies bedeutete auch die Umrüstung bestehender Flugzeugzellen. Dies war der erste Schritt im mehrstufigen Verbesserungsprogramm (engl.: Multistage Improvement Program (MSIP)) der F-15, welches bis jetzt fort dauert. Die USAF erteilte 1984 einen Auftrag im Wert von 155 Millionen Dollar an McDonnell Douglas, welcher u.a. die Verbesserung der Flugzeugzelle vorsieht, um die G-Belastungsgrenze von 7 auf 9 G zu erhöhen, bei den F-15-Modellen: A, B, C und D, außerdem die Verstärkung des Fahrwerks und die Erhöhung des maximalen Abfluggewichts um fast 13.000 Pfund. Das Flugzeug würde außerdem einen neuen Bordcomputer, ein neues Feuerleitsystem mit farbigen Multifunktionsdisplays und ein verbessertes ECM-System, das automatisch Gegenmaßnahmen gegen ausgewählte Ziele einsetzt. Ein neuer "MSIP"-F-15C-Prototyp stieg erstmals am 20. Juni 1985 in den Himmel.

Ein anderer wichtiger Abschnitt im "MSIP"-Programm in den späten 1990er Jahren war die Ausrüstung von F-15C/D's mit neuen MFD's und die Verbindung mit dem taktischen Militärdatennetzwerk: Link 16. Über Link 16 ist die F-15 mit dem gemeinsamen taktischen Informationsverteilungssystem (engl.: Joint Tactical Information Distribution System (JTIDS)) verbunden, welches das Flugzeug mit Daten von Frühwarnsystemen, Boden-Radare und von anderen taktischen Luftfahrzeugen versorgt. Das Programm beinhaltete Pläne zum Aufrüsten aller F-15 der USAF und 100 F-15 der Nationalgarde.

Die Anschläge am 11. September setzten eine schnelle Ausweitung des MSIP-Programms in Gang, die auch F-15E's beinhaltete. Die alten CRT-MFDs wurden durch neue LCD-MFD's ersetzt. Die wichtigste Änderung war jedoch der Tausch des alternden AN/APG-63-Radars durch ein System mit aktiver elektronischer Strahlschwenkung (engl. Abk.: AESA) mit der Bezeichnung: AN/APG-63(V)2. Achtzehn, der in der Elmendorf Luftwaffenbasis in Alaska stationierten F-15C's, waren die ersten, die das neue Radar erhielten.

Im Jahre 2006 flogen 396 F-15C/D für die USAF und 126 F-15A/B/C/D's für die Einheiten der Air National Guard. Die USAF hatte außerdem 217 F-15E's. Diese waren für den Tausch gegen neue F-22A "Raptors" vorgesehen ab 2005. Jedoch wurde das F-22A-Programm, mit 648 geplanten Exemplaren in 1990, auf weniger Flugzeuge gekürzt. Dies bedeutete, dass bis zu 250 F-15C/D's bei der USAF bis 2020 im Dienst bleiben würden und bis zu 200 F-15E's wären sogar noch länger im aktiven Dienst. Als Folge davon begann noch eine weitere Phase des MSIP-Programms.

Die neue Phase beinhaltete viele Verbesserungen für F-15C/D als auch für F-15E, einschließlich Updates für die Avionik und der neue Kampfflugzeug-Pilotenhelm mit einem in das Visier integrierten Zielsystem, das eine Radar- und Waffennachführung in die Blickrichtung des Piloten steuert (engl.: Joint Helmet Mounted Cueing System (JHMCS)). Einige der F-15C/D erhielten außerdem noch ein neues und verbessertes Radarsystem, das in F-15K, für den Export nach Südkorea, erstmals getestet wurde. Verbesserungen an der Flugzeugzelle schlossen den Tausch der Materialien, die in den Flügelspitzen verwendet wurde, gegen neue Bestandteile, die resistenter gegen Rost sind, ein.

Das Programm zielte auch darauf ab, die Bordcomputer der F-15C/D und F-15E auf einen gemeinsamen Standard zu vereinen. Die Flugzeuge bekommen außerdem ein verbessertes Instrumentenlandesystem (engl. Abk.: ILS) und erhalten Triebwerksverbesserungen. Schließlich werden auch F-15C/D`s mit der neuesten Kurzstrecken-Rakete: "Sidewinder" AIM-9X ausgerüstet.

Andere Länder machten ihre eigenen Modifikationen an der F-15. Am 28. Juli 2003 starteten die Testflüge einer modifizierten F-15J der Japanese Mitsubishi Heavy Industries (MHI). Die erste Phase der Modifikationen beinhalteten die Installation eines neuen Radars von Raytheon und einer neuen CPU von Lockheed Martin. In der zweiten Phase wurden die Flugzeuge mit einer Radareinheit japanischer Herstellung versehen. Das Verbesserungsprogramm verlangte eine Lieferung von 12 verbesserten F-15J an die japanische Luftwaffe bis Ende 2005.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das mehrstufige Verbesserungsprogramm erfolgreich dazu beiträgt, das nunmehr vierzig Jahre alte Design bis zur Außerdienststellung wettbewerbsfähig zu halten. Es ist klar, dass F-15`s bis weit in das 21. Jahrhundert an vorderster Front im Einsatz sein werden. Berücksichtigt man die derzeitigen und noch geplanten Verbesserungsstufen, dann kann man gut davon ausgehen, dass F-15 "Eagles" für die nächsten Jahre weiterhin die Riege der Kampfflugzeuge mit anführen werden.

F-15 TRETEN IN DEN DIENST EIN

Trotz einiger Mängel im Design der ersten produzierten F-15A/B waren diese Flugzeuge Anfang der 1980er Jahre die besten taktischen Flugzeuge im Arsenal der USAF. Die Einheiten der USAF, die im Westen Europas stationiert waren, zeigten die höchsten Stufen der Einsatzbereitschaft. Im März 1982 betrug die Einsatzbereitschaft der in den USA stationierten Einheiten der USAF 64,5 %, während die Bereitschaft von F-15 in Europa mit 73,1 % bewertet wurde. Das 36. Taktische Geschwader (36th TFW) stationiert auf der Luftwaffenbasis im deutschen Bitburg zeigte den niedrigsten Level mit 71,4 %, während es mit den neusten F-15C`s und F-15D`s neu ausgestattet wurde. Als jedoch die Besatzungen mit den neuen Modellen vertraut geworden sind, stieg die Einsatzrate in Bitburg auf erstaunliche 92,8 % an.

Das 36. Geschwader betrieb 1980 79 F-15. 72 Flugzeuge waren auf 3 Kampfgeschwader aufgeteilt, 7 weitere in Reserve, die als Ersatz für Verluste im Kampf oder als temporären Ersatz für in der Wartung befindliche Flugzeuge dienten. Die Luftwaffenbasis in Bitburg spielte eine zentrale Rolle in der Luftverteidigung während des Kalten Krieges. Vier F-15 waren in ständiger Einsatzbereitschaft und konnten in unter vier Minuten aufsteigen. "Eagle"-Piloten trainierten ständig den schnellen Start und das Abfangen und zeigten dabei Werte von unter vier Minuten, mit dem absoluten Rekord eines Starts in 3 Minuten und 37 Sekunden. Die Besatzungen absolvierten ungefähr 50 bis 60 Trainingsstarts im Monat.



Abbildung 13: AIM-7 Abschuss13

Das Bodenpersonal des 36. Geschwaders hielt mit den Leistungen der Piloten mit. Nach der Landung konnten die F-15`s in weniger als zwölf Minuten nachgetankt und aufmunitioniert werden. Einige Mannschaften schafften die komplette Prozedur sogar in unter elf Minuten. Dafür waren allerdings ein paar Feld-Modifikationen am Flugzeug notwendig. Zum Beispiel beinhaltete so eine Modifikation die Entfernung der äußeren Paneele des Triebwerksauslasses. Dies erhöhte zwar leicht den Luftwiderstand, aber reduzierte die Wartungszeit um fast 10 %.

Die "Eagle`s" demonstrierten ihre außergewöhnlichen Fähigkeiten auch auf der anderen Seite der Weltkugel. Während der Übung "Team Spirit 82", die im Westen des Pazifik stattfand, führten 24 F-15A Kampfflugzeug, stationiert auf der Kadena Luftwaffenbasis (Okinawa), 418 simulierte Kampfeinsätze in neun Tagen durch, 233 davon sogar in nur drei Tagen. Die Kampfeinsatzbereitschaft bei in Asien stationierten F-15`s betrug fast 100 %.

Die F-15 setzte auch noch neue Rekorde in Sachen Flugsicherheit. Bis zum April 1982 hatten "Eagle`s" über 523.000 Flugstunden angehäuft, mit einer durchschnittlich niedrigen Unfallrate, die nur noch von A-10A unterboten wurde (die USAF betrachtete jeden Zwischenfall als Flugunfall, wenn ein Schaden von wenigstens 0,5 Millionen Dollar vorlag). Bis 1984 hatte sich die Unfallrate nochmal verringert und wurde so die niedrigste in der U.S. Luftwaffe. Und es sollte bis heute so bleiben, mit durchschnittlich 2,4 Unfällen pro 100.000 Flugstunden.

Hohe Zuverlässigkeit und Überlebensfähigkeit dieses Flugzeuges werden am besten mit folgenden Beispielen dargestellt. Eine F-15 kollidierte mit einem anderen Flugzeug während eines simulierten Luftkampfes. Dabei wurden die linke Seiten des linken Ruders und der Höhenflosse sowie ein großer Teil der linken vertikalen Flosse abgerissen. Dennoch gelang es dem Flugzeug, zur Basis zurück zu kehren und sicher zu landen. Eine andere Luftkampfsimulation, gegen eine A-4 "Skyhawk", endete auch in einer Kollision. Dabei verlor eine israelische F-15 fast einen kompletten rechten Flügel, es blieb lediglich ein 2 Fuß großer Teil ab der Flügelwurzel übrig. Trotzdem empfand der Pilot das Flugzeug dennoch als kontrollierbar und landete. Er landete bei einer Geschwindigkeit von 330 mph, was in etwa die doppelte normale Landegeschwindigkeit ist, und nutzte den Landehaken als zusätzliche Bremse. Experten von McDonnell Douglas werteten dieses Ereignis detailliert aus, und kamen zu dem Schluss, dass eine F-15 mit nur einem Flügel und dem Rumpf noch ausreichend Auftrieb für einen kontrollierten Flug erzeugt.

Bei einem anderen Zwischenfall wurde ein Abwurf tank von einem Blitz getroffen und es entzündeten sich die Gase. Bei der nachfolgenden Explosion wurde der untere Teil des Rumpfes durch über 200 Splitter getroffen und das Flugzeug wurde durch das Feuer stark beschädigt. Nichtsdestotrotz gelang es dem Piloten, die Maschine noch sicher zu landen.

Um 1999 hatten F-15`s der U.S. Luftwaffe, Israel, Saudi Arabien und Japan zusammen mehr als 3,5 Millionen Flugstunden auf der Uhr. Dies zeigte zum einen die extreme Zuverlässigkeit und zum anderen die mit höchste Kampfbereitschaftsrate in der Geschichte der Luftfahrt.

F-15 IM KAMPF

Das erste Land, das die F-15 im Kampf einsetzte war Israel, während eines komplexen Bürgerkriegs im Libanon 1975, mit mehreren beteiligten Parteien. Der syrische Einfluss an diesem Konflikt war von Anfang an stark und wuchs fortlaufend. Um 1976 stimmte die Arabische Liga ab, ein 40.000 Mann starken Friedenstruppenkontingent in den Libanon zu entsenden, die meisten davon stammten aus der syrischen Armee. Israel ist 1978 kurzum in den Südlibanon einmarschiert und zog sich später zurück, um einen zwölf Meilen großen, sicheren Korridor entlang der südlichen Grenze aufrechtzuerhalten. Dies setzte den Schauplatz zur Konfrontation zwischen israelischen und syrischen Luftstreitkräften.

Israelische F-15`s traten erstmals am 27. Juni 1979 in den Kampf ein. Israelische Angriffsflugzeuge, durch F-15`s eskortiert, waren auf den Flug zu palästinensischen Stellungen im Süden des Libanon, als zwei syrische MiG-21bis "Fishbeds" zum Abfangen losgeschickt wurden. Die "Fishbed" war damals das modernste Kampfflugzeug der Syrer. Die israelischen Eskorte-Flieger und ein Paar IAI Kfir Flugzeuge flogen zum Angriff. Die israelischen Flugzeuge wurden durch ein taktisches Frühwarnflugzeug, einer Northrop Grumman E-2C Hawkeye, die über dem Mittelmeer flog, geleitet. Es entwickelte sich ein Luftnahkampf, bei dem vier MiGs auf das Konto der F-15`s gingen und eine mehr wurde zusammen durch eine F-15 und eine Kfir zerstört. Vier von fünf Abschüssen wurden bestätigt. Eine andere MiG wurde beschädigt, aber der Pilot schaffte es zurück zur Rayak Basis in Libyen. Israel behauptete, dass sie keine Verluste erlitten haben.

Der nächste Luftkampf fand am 19. September statt. Israelische F-15 Piloten beanspruchten vier weitere "Fishbed-Kills". Ein großer Luftkampf fand am 24. September statt, wo wieder F-15 eine große Rolle spielten und vier weitere "Kills" für die israelische Luftwaffe beanspruchten.

F-15A beanspruchten einen weiteren "MiG-Kill" am 24. August 1980. Bei einem Luftkampf am 31. Dezember 1980 waren die Siegmeldungen widersprüchlich: Israel behauptete zwei abgeschossene MiG`s für sich ohne eigene Verluste, während Syrien den Verlust einer "Fishbed", aber die Zerstörung eines israelischen Flugzeuges für sich beanspruchte.

Allgemein zeigten die Luftkämpfe über dem Libanon, dass die israelische Luftwaffe mit ihren Kampfflugzeugen der vierten Generation und einem Frühwarnflugzeug einen signifikanten Vorteil gegenüber den Syrern hatten.

Die namhafteste Aktion, an der israelische F-15`s teilnahmen, war die Operation: "Opera", auch bekannt als Operation: "Babylon", einem Überraschungsangriff auf einen irakischen Nuklearreaktor am 7. Juli 1981. Der Angriff selbst wurde durch acht F-16A`s durchgeführt, während sechs F-15A`s in der Höhe Deckung gaben. Die Angriffsgruppe aus F-16`s hob vom Luftstützpunkt Etzion auf der Sinai-Halbinsel ab, umflog die Jordanische Luftverteidigung vom Süden und drang dann über die saudische Wüste in den irakischen Luftraum ein. Die F-15`s betraten dabei niemals den irakischen Luftraum. Die

F-16`s warfen sechzehn 2000-Pfund-Bomben vom Typ "Mark 84" ab, davon trafen mindestens acht den Osirak- Reaktorkomplex.



Abbildung 14: Israelische F-15A14

Am 13. und 14. Mai 1981, hatte Israel die ersten Verluste von F15`s zu beklagen. Als Israel tiefer in den Libanon vorrückte, wurden zwei F-15A`s von syrischen Boden-Luft-Raketen vom Typ 2K12 "Kyadrat" abgeschossen. Die Wrackteile eines der Flugzeuge wurde im Fernsehen gezeigt. Zur selben Zeit brachten die Syrer die Sowjetunion dazu, ihnen Mig-23MF ("Flogger") Kampfflugzeuge zu liefern. Die "Flogger" war nicht das modernste Flugzeug, das die Russen zu bieten hatten, aber dennoch der alternden MIG-21`s überlegen. Die MIG-23MF wurde mit zur Hauptbedrohung für die israelischen F-15`s.

Die Israeli`s erhielten aber auch was neues. Das Geschwader IAF 133 begann im August 1981, auf die brandneuen F-15C/D`s umzurüsten. Im Sommer 1982 hatte Israel die komplette Lufthoheit über dem Libanon. Zusätzlich zu 48 F-15`s hatten es auch 75 F-16`s im Einsatz. Diese Flugzeuge sollten noch eine führende Rolle in der bevorstehenden Operation "Peace for the Galilee" spielen, in der Israel versuchte, den Mittelmeerraum in der Nähe von Beirut zu erreichen, um den palästinensischen Widerstand zu zerstören und, um die syrischen Truppen im Beqaa-Tal zu umzingeln. Massive Luftschläge erfolgten am 6. Juni auf palästinensische Lager. Zur gleichen Zeit griffen israelische motorisierte Einheiten am Boden auf breiter Front an. Die Syrer bewegten dann ihre Panzereinheiten in Richtung der Frontlinie und griffen die Israeli`s an. Am frühen Morgen, als die Schlacht gerade begonnen hatte, fingen zwei syrische MiG-23MF`s eine israelische Drohne (BQM-34) mit einer Luft-Luft-Rakete vom Typ "R-23", auf einer Distanz von elf Kilometer, ab. Die rückkehrenden syrischen Kampfflugzeuge wurden dann von israelischen F-15A`s empfangen, die durch eine E-2C "Hawkeye" geführt wurden. Die Syrer entkamen aber unversehrt den israelischen Luft-Luft-Raketen, schwenkten ihre Flügel auf Maximum, erhöhten die Geschwindigkeit und setzten sich so von den Israelis ab.

Am nächsten Tag griffen israelische Flugzeuge syrische Streitkräfte im Beqaa-Tal an. Das Standard-Angriffsprofil sah vor, dass zuerst eine E-2C "Hawkeye" über dem neutralen Gewässer vor der libanesischen Küste in Position geht. Die "Hawkeye" würde dann nach ankommenden Bedrohungen Ausschau halten und elektronische Kampfführung unternehmen. Die E-2C würden für gewöhnlich durch

zwei oder vier F-15 gedeckt werden, die außerhalb der Reichweite des syrischen Radars blieben. Eine andere Gruppe, bestehend aus zwei oder vier F-15- und F-16-Formationen, würde dann in Position Richtung Beirut gehen und jede entstehende Bedrohung angreifen. Eine Angriffsgruppe aus F-4 "Phantoms" würde zuletzt erscheinen. Die israelischen Flugzeuge würden den Libanon in einer Höhe von ca. 6000 Fuß anfliegen, vom syrischen Radar fern bleiben, bis sie zum Angriff übergehen und somit dann sowieso von Bodenstreitkräften entdeckt werden. Zur selben Zeit würden "Hawkeyes" jedes syrischen Flugzeug im Auge behalten, das über 300 Fuß fliegt.

Die Israelis hatten noch eine andere taktische Überraschung für die Feinde über dem Libanon. Anstatt die schweren und in der Reichweite besseren F-15`s zu nutzen, würden sie den Feind mit den leichteren, nur mit Mittel- und Kurzstrecken-Luft-Luft-Raketen ausgerüsteten, F-16A`s angreifen. Die F-16`s würden in geringer Höhe in Trail-Formation fliegen, dann das Führungspaar ausbrechen lassen, und dann versuchen, die syrischen Flugzeuge in die Zange zu nehmen. Wenn diese Falle mit den F-16`s nicht funktionierte, würden F-15`s, mit signifikanten taktischen Vorteil, in den Kampf eintreten.

Große Gruppen israelischer und syrischer Streitkräfte bekämpften sich am 9. Juni am El Zahrani Fluss. Dabei erreichten die Luftkampfkaktivitäten eine hohe Intensität. Die Syrer behaupteten, dass zwei ihrer MiG-23MF`s ein Paar F-16`s am frühen Morgen angegriffen, eine F-16 abgeschossen und eine MiG durch die andere F-16 verloren haben. In einem anderen Gebiet soll ein anderes Paar MiGs eine F-15 abgeschossen haben und dabei eine MiG durch eine Luft-Luft-Rakete verloren haben. Dies wurde nie bestätigt. Vierzehn Stunden ununterbrochener Kämpfe brachten noch mehr Abschüsse. Am späten Abend schossen Piloten des 133. Geschwaders zwei weitere MiG-23MF`s und zwei MiG-23MS`s ab. Einer der überlebenden syrischen Piloten sagte später aus, dass der Abschuss seines Flugzeuges sehr überraschend geschah. Zusätzlich zu sechs neueren MiG-23 "Flogger", beanspruchte Israel auch noch die Abschüsse von sechs älteren MiG-21`s, an diesem Tag, angeblich ohne Verluste an F-15.

Die Syrer behaupteten, an diesem Tag sechs Abschüsse für sich, inklusive zweier F-15. Allerdings konnten diese Behauptungen weder von der israelischen Luftwaffe, noch von anderen prüfbaren Quellen verifiziert werden.

Der 10. Juni sah dann das hitzigste Gefecht mit insgesamt bis zu 350 Flugzeugen beider Seiten in der Luft. Die Israelis behaupteten 26 Abschüsse für sich, sieben davon gingen auf das Konto von F-15`s. Syrien bestätigte den Verlust von 22 Flugzeugen. Am 11. Juni gestanden die Syrer den Verlust von zwei MiG-23 und vier MiG-21 an F-15`s ein.



Abbildung 15: Syrische MiG-23ML15

In Summe behaupteten die israelischen Kampfpiloten den "Kill" von 47 arabischen Kampfflugzeugen zwischen dem 6. und dem 11. Juni für sich, einschließlich vier MiG-23MS, sechs MiG-23MF, sechszwanzig MiG-21bis und elf MiG-21MF. Die meisten Abschüsse beanspruchten die F-15A's und F-15C's für sich. Zur gleichen Zeit beanspruchten F-16 und F-15 Kampfflugzeuge, die in niedrigerer Flughöhe operierten, in Verbindung mit bodengestützten Luftabwehrgeschützen, sieben Su-22M, vierzehn MiG-23BN und drei Helikopter. Die Daten über die Verluste der israelischen Luftwaffe sind undeutlich. Die Syrer behaupteten, dass sie 42 israelische Flugzeuge abgeschossen haben, davon mindestens fünf F-15 und ein bis zwei Drohnen. Die Israelis behaupteten dagegen, dass nicht eine einzige F-15 verloren ging und bisher gibt es keinen gegenteiligen Beweis dafür.

Die Hauptwaffe, die von der Israelischen Luftwaffe (IAF) im Juni 1982 genutzt wurde, war die Kurzstrecken-Luft-Luft-Rakete: Python-3. Die Mittelstrecken-Luft-Luft-Rakete mit halb-aktiver Radarzielsuche AIM-7F "Sparrow" erwies sich als weniger effektiv. Mehrere feindliche Flugzeuge wurden mit dem Bordgeschütz abgeschossen.

Größtenteils durch die Kämpfe über dem Libanon gehen über die Hälfte aller Abschüsse durch F-15 auf das Konto der IAF.

Die F-15C spielte auch eine wichtige Rolle im Golfkrieg 1991. Insgesamt 120 Kampfflugzeuge der USA und der Saudis flogen über 5900 Einsätze während "Desert Storm" und beanspruchten 37 von 39 Abschüsse für sich. US F-15's behaupten 35 dieser Abschüsse für sich, darunter Flugzeugtypen wie: Mirage F1, MiG-23, MiG-25, Su-22 Und Su-25; dazu zwei Mirage F1, welche von einem saudischen Piloten in einem einzigen Angriff abgeschossen wurden. Alle Abschüsse wurden mit AIM-7's oder AIM-9's erzielt, und fanden während Abfangflügen, die von Frühwarnflugzeugen geleitet wurden, statt.

F-15Cs waren außerdem die leistungsstärksten Kampfflugzeuge während des Balkankonflikts (Bosnienkrieg) 1999. Sie führten verschiedene Missionen aus, darunter Eskorten für strategische Bomber und andere Einsätze in der Luft. Den ersten Abschuss mit einer F-15 konnte das 48. Kampfflugzeuggeschwader mit F-15C's für sich verbuchen, die durch eine E-3 "Sentry" zu einer Formation serbischer Kampfflugzeuge, welche in den bosnischen Luftraum einflogen, geleitet wurden. US-Kampfflugzeuge berichteten den Abschuss zweier MiG-29. Eine davon stürzte auf bosnisches

Territorium, der Pilot konnte sich per Schleudersitz retten und der Gefangennahme entgehen. Die Serben behaupteten fälschlicherweise, dass sie zwei F-15 abgeschossen haben ohne eigene Verluste.



Abbildung 16: Eine kuwaitische A-4KU "Skyhawk" und eine F-15C "Eagle" der US-Luftwaffe stehen auf einem Flugplatz bevor sie zu einer Mission am 2. Februar 1991 aufbrechen. Operation "Desert Storm"16

In Summe wurden vier MiG-29 von NATO F-15`s während der Operation "Allied Force", mittels Raketen vom Typ AIM-120, abgeschossen, ohne eigene Verluste.

F-15`s der US-Luftwaffe (USAF) und der US-Nationalgarde (ANG) begannen, nach den Anschlägen vom 11. September, aktiv den US-Luftraum zu patrouillieren.

F-15C`s wurden auch weitgehend in nachfolgenden Operationen im persischen Golf eingesetzt. Während der Operation "Iraqi Freedom" 2003 fand kein Luftkampf statt. Die irakische Luftwaffe weigerte sich zu starten, einzig der Einsatz einer MiG-25RB zu Aufklärungszwecken fand statt. F-15`s konnten unter diesen Umständen keine Abschüsse erzielen. Dennoch patrouillierten sie, in Verbindung mit Frühwarnflugzeugen, routinemäßig den irakischen Luftraum. Während dessen war die irakische Luftabwehr ständig aktiv, aber die F-15`s gehörten mit zu den Flugzeugtypen, die keine Verluste durch feindliches Feuer erlitten.

Die USAF ersetzt zurzeit nach und nach ihre F-15`s durch Kampfflugzeuge vom Typ F-22A "Raptor". Viele revolutionäre Design-Elemente der "Raptor" machen ihn zum würdigen Nachfolger der ehrwürdigen F-15.

ARKADE-MODUS

A small silhouette of an F-16 fighter jet flying to the left, positioned behind the text.

ARKADE-MODUS

Der Arkade-Spielmodus macht das Spiel sehr einsteigerfreundlich und erlaubt es auch absoluten Anfängern schnell Erfolge zu erzielen.

Dieser Modus kann in den Spieleoptionen aktiviert werden.

Radar-Display im Arkade-Spielmodus



Abbildung 17: Radar-Display im Arkade-Spielmodus17

Das Display ist oben rechts auf dem Bildschirm platziert. Es ist eine Draufsicht, Ihr Flugzeug mit Ihrem Flugzeug (grüner Kreis) im unteren Bereich. Symbole, die sich über Ihrem Flugzeugsymbol befinden, befinden sich vor Ihnen. Objekte links und rechts respektive an den Seiten.

Die folgenden Abbildungen zeigen Ihnen die verschiedenen Möglichkeiten des Arkade-Modus. Beachten Sie, dass Ihnen je nach Betriebsmodus verschiedene Symbole angezeigt werden: Navigation, Luft-Luft und Luft-Boden.

Alle Betriebsmodi zeigen folgende Daten an:

- **Modus. Wird oben links, außerhalb des Radardisplays angezeigt. Hierbei steht NAV für Navigation, A2A für Luft-Luft sowie A2G für Luft-Boden.**

Tastenbelegung

- Navigation [1]

- Luft-Luft: [2], [4] oder [6]
- Luft-Boden: [7]
- **Radarreichweite: Oben rechts wird die aktuelle Radarreichweite angezeigt.**
Radarreichweite ändern:
 - Zoom rein: [']
 - Zoom raus: [8]
- **Wahre Fluggeschwindigkeit [TAS].** In der linken unteren Ecke wird die wahre Fluggeschwindigkeit angezeigt.
- **Radarhöhe.** In der rechten unteren Ecke wird die vom Radaraltimeter gemessene Flughöhe über Grund oder Wasser angezeigt.
- **Aktueller Kurs.** Der aktuelle magnetische Kurs wird oben in der Displaymitte angezeigt.

Navigationsmodus

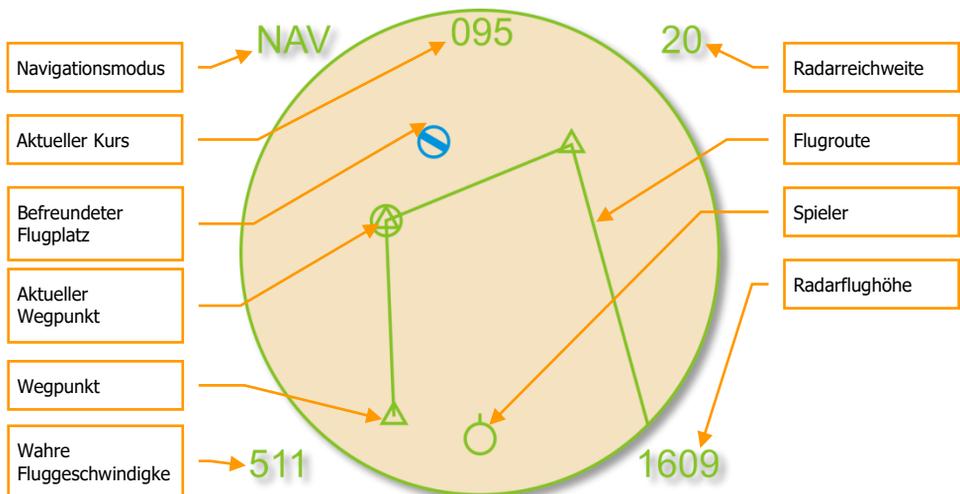


Abbildung 18: Navigationsmodus18

Nur im Navigationsmodus angezeigte Symbole:

- **(Spielersymbol).** Ihr Flugzeug wird als grüner Kreis im unteren Displaybereich angezeigt.
- **(Symbol für befreundeten Flugplatz).** Dieses blaue Symbol zeigt Ihnen befreundete Flugplätze.

- **(Aktueller Wegpunkt Symbol).** Dieser grüne Kreis zeigt Ihren aktuellen Wegpunkt an. Sie können mit **[LSTRG+<]** durch die Wegpunkte schalten.
- **(Wegpunktsymbol).** Dieses grüne Dreieck zeigt Ihnen andere Wegpunkte in Ihrem Flugplan.
- **(Flugroute).** Grüne Routenlinien verbinden die Wegpunkte in Ihrem Flugplan.

Luft-Luft-Modus

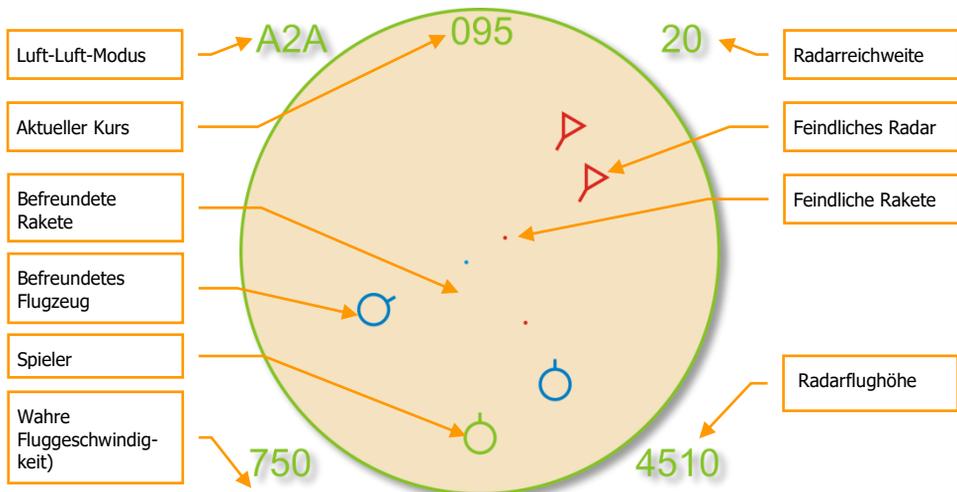


Abbildung 19: Luft-Luft-Modus19

Folgende Symbole werden nur im Luft-Luft-Modus angezeigt:

- **(Spielersymbol).** Ihr Flugzeug wird als grüner Kreis im unteren Displaybereich angezeigt.
- **(Befreundetes Flugzeug).** Alle befreundeten Flugzeuge werden als blaue Kreise mit einer Linie die Ihre Peilung anzeigt, dargestellt.
- **(Feindliches Flugzeug).** Alle feindlichen Flugzeuge werden als rote Kreise mit einer Linie die Ihre Peilung anzeigt, dargestellt.
- **(Befreundete Rakete).** Alle von befreundeten Einheiten verschossenen Raketen werden als blaue Punkte angezeigt.
- **(Feindliche Rakete).** Alle von feindlichen Einheiten verschossenen Raketen werden als rote Punkte dargestellt.

Hilfreiche Tastaturbefehle im Luft-Luft-Modus:

- Automatisch feindliches Flugzeug in der Mitte aufschalten: [RALT + F6]
- Automatisch dichtestes feindliches Flugzeug aufschalten: [RALT + F5]
- Automatisch das nächste Flugzeug aufschalten: [RALT + F7]
- Automatisch das vorherige Flugzeug aufschalten: [RALT + F8]

COCKPIT- INSTRUMENTE



F-15C COCKPITINSTRUMENTE

Die F-15C ist ein Luftüberlegenheitsjäger. Aus diesem Grund sind die Cockpitinstrumente rund um das Radardisplay und dem TEWS-Display direkt unterhalb des HUD angebracht. Der untere Bereich der Instrumententafel besteht aus den Triebwerkskontrollen, Navigationsinstrumenten, dem Waffenstatuspanel, Treibstoffkontrollinstrumenten und dem Gegenmaßnahmenystem.

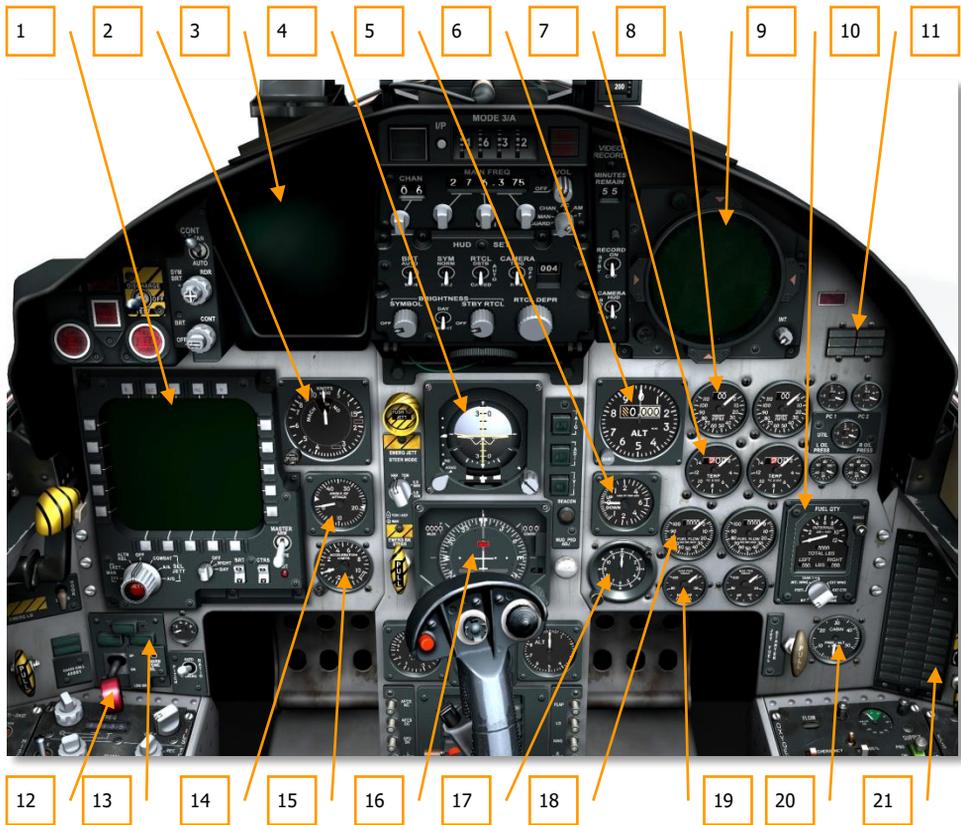


Abbildung 20: F-15C Instrumententafel

1. Multifunktionsdisplay (MPCD)
2. IAS und Machmeter

3. Vertikales Situationsdisplay
4. Künstlicher Horizont
5. Variometer
6. Höhenmesser
7. Triebwerkseinlasstemperaturanzeige (FTIT)
8. Triebwerksdrehzahlanzeigen
9. TEWS-Display
10. Treibstoffanzeige
11. Düppel-, Fackel-Leuchten
12. Fahrwerkskontrollhebel
13. Anzeige Stellung Fahrwerk
14. Anzeige Anstellwinkel
15. Beschleunigungsmesser
16. HSI
17. Uhr
18. Anzeige Treibstoffdurchfluss
19. Anzeige Öffnungsgrad Triebwerksauslassdüsen
20. Barometrischer Luftdruckhöhenmesser
21. Warnlichttafel

Vertikales Situationsdisplay

Das vertikale Situationsdisplay (VSD), auch "Radarkeule" genannt, befindet sich in der linken oberen Ecke der Instrumententafel. Das VSD zeigt die Situation vor dem Flugzeug an, in dem es Informationen zu den vom Radar entdeckten Flugobjekten anzeigt. Eine detaillierte Benutzung des Radarsystems wird im entsprechenden Abschnitt erklärt.

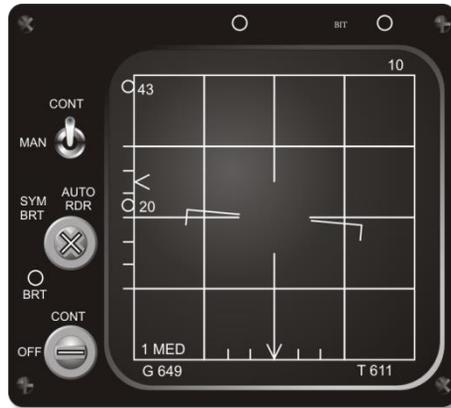


Abbildung 21: VSD21

TEWS-Display

Das TEWS (engl.: Tactical Electronic Warfare System) befindet sich in der rechten oberen Ecke der Instrumententafel. Es zeigt Informationen zu den Ihr Flugzeug anstrahlenden Radarsystemen an. Diese Informationen werden als Radarsymbole inklusive Radartyp und Richtung dargestellt. Zusätzlich werden elektronische Störsender angezeigt. Detaillierte Informationen zur Funktionsweise des TEWS werden im entsprechenden Kapitel erläutert.

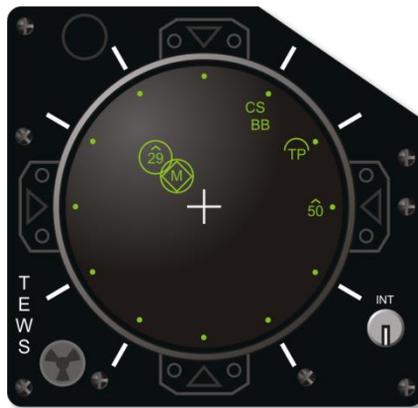


Abbildung 22: TEWS22

Multifunktions-Farbdisplay (MPCD) Waffenkontrolltafel

Die Waffenkontrolltafel befindet sich im linken unteren Bereich der Instrumententafel. Diese zeigt den Betriebszustand der Waffen, der Gegenmaßnahmen und die Anzahl der externen Treibstofftanks an.

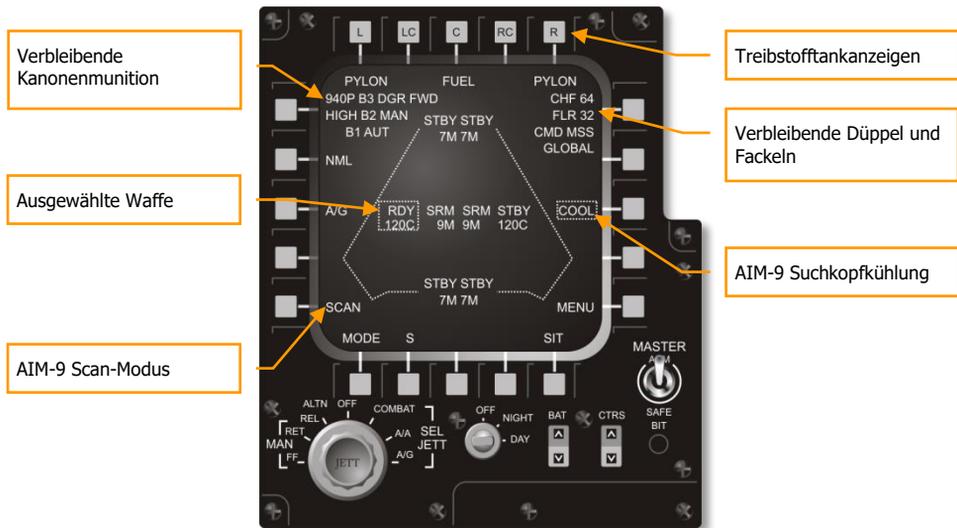


Abbildung 23: MPCD23

Im oberen Displayteil wird die Anzahl der externen Treibstofftanks angezeigt. Die Buchstaben "L", "C" und "R" stehen jeweils für "Links", "Zentral" und "Rechts". Falls ein externer Treibstofftank mitgeführt wird, leuchtet "FUEL" auf. Sollte an der entsprechenden Aufhängung kein externer Treibstofftank mitgeführt werden, so leuchtet hier "PYLON" auf.

Auf der linken Displayseite werden Informationen zur internen Kanone angezeigt. Die Nummer unter der Anzeige zeigt die verbleibenden Schuss. Beim Einsatz der Kanone wird diese Nummer immer in 10er-Schritten verringert.

Die "SCAN" umrandete Anzeige zeigt an, dass der Suchkopf der AIM-9 Luft-Luft-Rakete ausgewählt ist und im SCAN-Modus arbeitet. Im Abschnitt Waffeneinsatz wird dieser Modus näher erläutert.

Die rechte Displayseite zeigt den Betriebszustand der Bewaffnung sowie die verbleibenden Düppel und Fackeln. Die Anzeige "CHF" und "FLR" zeigt jeweils die Anzahl der Düppel und Fackeln an. Das Flugzeug kann mit 64 Düppelbündel und 32 Fackeln ausgestattet werden.

Die "COOL"-Anzeige zeigt dem Piloten den Bereitschaftszustand der AIM-9 an. Wird der Hauptwaffenschalter auf ARM gestellt, wird die "COOL"-Anzeige in einem Viereck angezeigt. Sobald der Waffenhauptschalter in der "SAFE" Position steht, wird die Umrandung verschwinden.

Im zentralen Displaybereich werden die mitgeführten Waffen und ihr Bereitschaftszustand angezeigt. Das Flugzeug hat acht externe Waffenaufhängungen - vier unterhalb des Rumpfes und jeweils zwei unter den Flügeln. Luft-Luft-Waffen werden in zwei Kategorien unterteilt. Verschiedene Varianten der AIM-9 werden als SRM (Kurzstreckenraketen, engl.: Short Range Missiles) Waffen angezeigt; Varianten der AIM-7 und AIM-120 werden als MRM (Mittelstreckenraketen, engl.: Medium Range Missiles) angezeigt. Der Typ und Zustand der Raketen, pro Waffenaufhängung, wird auf dem Display angezeigt.

Sobald Sie einen MRM-Waffentyp auswählen, wird bei der entsprechenden Waffe das "RDY"-Symbol erscheinen, alle anderen entsprechenden Waffen zeigen "STBY" an.

Wählen Sie einen SRM-Waffentyp auswählen, wird bei der entsprechenden Waffe das "RDY"-Symbol erscheinen, alle anderen entsprechenden Waffen zeigen "STBY" an.

Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Raketen, welche die F-15C mitführen kann.

Bezeichnung	Raketentyp	Klasse
7M	AIM-7M	MRM
120B	AIM-120B	MRM
120C	AIM-120C	MRM
9M	AIM-9M	SRM
9P	AIM-9P	SRM

Fahrtmesser (IAS) und Machmeter

Der Fahrtmesser befindet sich rechts des MPCD. Es zeigt die angezeigte Fluggeschwindigkeit und die Machzahl an. Die fixe Skala zeigt eine Fluggeschwindigkeit zwischen 50 und 1000 Knoten an. Die sich bewegende Skala zeigt die Machzahl innerhalb der erlaubten Parameter an. Die Machzahl wird ab 200 Knoten angezeigt.

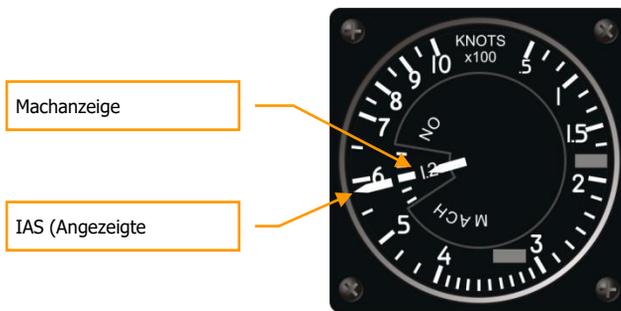


Abbildung 24. IAS und Machmeter24

Anstellwinkelanzeige (AOA für "Angle-of-Attack")

Dieses Instrument befindet sich auf der Instrumententafel unterhalb des Fahrtmessers. Es zeigt den Anstellwinkel des Flugzeuges zwischen 0 und 45 Einheiten an. Die Anzeige entspricht nicht den echten Grad. Der Anstellwinkel für Landungen (20 bis 22 Einheiten) wird zusätzlich angezeigt.



Abbildung 25: Anstellwinkelanzeige25

Beschleunigungsmesser

Der Beschleunigungsmesser zeigt die negative und positive G-Belastung an. Die maximale und minimale G-Beschleunigung wird zusätzlich mit zwei kleinen Dreiecken festgehalten.



Abbildung 26: Beschleunigungsmesser26

Künstlicher Horizont

Der künstliche Horizont befindet sich im zentralen Bereich der Instrumententafel. Die frei gelagerte Kugel zeigt den Neigungs- und Kurvenwinkel des Flugzeuges an. Die Anstellwinkelskala ist in 5-Grad-Schritten unterteilt, die Kurvenneigungsskala in 10er-Schritten. Die Kursabweichung des Flugzeuges wird auf zusätzlichen horizontalen und vertikalen Strichen angezeigt.



Abbildung 27: ADI27

Im unteren Teil des ADI befindet sich der Wendezeiger. Ist der Zeiger nicht mittig, muss das entsprechende Ruderpedal zum Zeiger hin betätigt werden, dies ermöglicht eine koordinierte Fahrtkurve.

HSI

Das HSI zeigt eine "Von oben"-Sicht des Flugzeuges, unterlegt von einem Kompass. Die Peilung (Flugrichtung) wird immer oben, auf der "12-Uhr-Position" angezeigt.

Im zentralen Bereich des HSI befindet sich die Kursablageanzeige. Die einzelnen Punkte links und rechts zeigen in 5-Grad-Schritten die Kursabweichung an. Während eines Instrumentenlandeanflugs (ILS) zeigt der Balken die Abweichung vom Landekurs an. In einer solchen Situation ist die Anzeige gleich zur ILS-Anzeige. Beachten Sie, dass sich die beiden Anzeigen jeweils in der entgegengesetzten Richtung bewegen.

In der rechten oberen Ecke wird der eingestellte Kurs angezeigt. Oben links wird die Entfernung zum nächsten Wegpunkt in nautischen Meilen dargestellt.



Abbildung 28: HSI28

Höhenmesser

Der Höhenmesser zeigt die Flughöhe, anhand des barometrischen Luftdrucks, in 20-Fuß-Schritten an.



Abbildung 29: Höhenmesser29

Zusätzlich zeigt eine Trommelanzeige die aktuelle Flughöhe in Fuß an.

Variometer

Das Variometer zeigt die vertikale Flugzeuggeschwindigkeit an. Dies wird als Steig- und Sinkrate in tausend Fuß pro Minute angezeigt. Wenn sich die Anzeigenadel im Uhrzeigersinn bewegt, steigt das Flugzeug. Bewegt sich die Nadel gegen den Uhrzeigersinn, befindet sich das Flugzeug im Sinkflug.



Abbildung 30: Variometer30

Drehzahlmesser

Die paarweise vorhandenen Drehzahlmesser zeigen die Turbinendrehzahl in Prozent an. Der rote Bereich zeigt die Nachbrennerzone an.



Abbildung 31: Drehzahlmesser31

Triebwerks-Lufteinlass-Temperaturanzeigen

Diese paarweise angebrachte Anzeige befindet sich direkt unterhalb des Turbinendrehzahlmessers. Die Anzeige ist in 100-Grad-Schritten unterteilt. Der rote Bereich zeigt einen gefährlich hohen Lufttemperaturwert in der Turbine.



Abbildung 32: Triebwerks-Lufteinlass-Temperaturanzeigen32

Treibstoffflussanzeige

Jeweils eine Anzeige pro Triebwerk gibt den aktuellen Treibstoffverbrauch der Triebwerke an. Der Treibstoffdurchfluss wird in Pfund pro Stunde gemessen.



Abbildung 33. Treibstoffflussanzeige33

Anzeige Öffnungsgrad Triebwerksauslassdüsen

Diese Anzeigen befinden sich im linken unteren Teil der Instrumententafel. Der Öffnungsgrad wird in Prozent angezeigt. Beim Nachbrennereinsatz sind beide Düsen komplett geöffnet.



Abbildung 34: Öffnungsgrad Triebwerksauslassdüsen34

Treibstoffanzeige

Die Treibstoffanzeige zeigt die vorhandene Treibstoffmenge an. Die Nadel zeigt die in den internen Treibstofftanks vorhandene Treibstoffmenge an. Die drei digitalen Anzeigen zeigen die Totale sowie die im linken und rechten externen Treibstofftank vorhandene Menge an. Die Treibstoffmenge wird in Pfund gemessen.



Abbildung 35: Treibstoffanzeige35

Kabinendruckanzeige

Die Kabinendruckanzeige zeigt den Kabinenluftdruck in Flughöhe an. Wird das Kabinendach beschädigt, fällt der Luftdruck und die Nadel zeigt eine höhere Flughöhe an. Sollte der Druck in der Kabine abfallen, sollten Sie sofort unter 10.000 Fuß sinken.



Abbildung 36: Kabinendruckanzeige36

Düppel- und Fackelanzeige

Hier werden die verbliebenen Düppel und Fackeln sowie eine Restmengenwarnanzeige dargestellt.



Abbildung 37: Düppel- und Fackelanzeige37

Die Düppelwarnlampe blinkt für circa drei Sekunden beim Düppelausstoß.

Die Fackelwarnlampe blinkt für circa drei Sekunden beim Fackelausstoß.

Die MINIMUM-Warnanzeige leuchtet auf, sobald die Fackel- oder Düppelrestmengen niedrig sind.

F-15C HUD-Betriebsmodi

Grundlegende F-15C HUD-Symbole

Es gibt eine Anzahl an HUD-Symbolen, die bei jedem HUD-Betriebsmodi angezeigt werden.

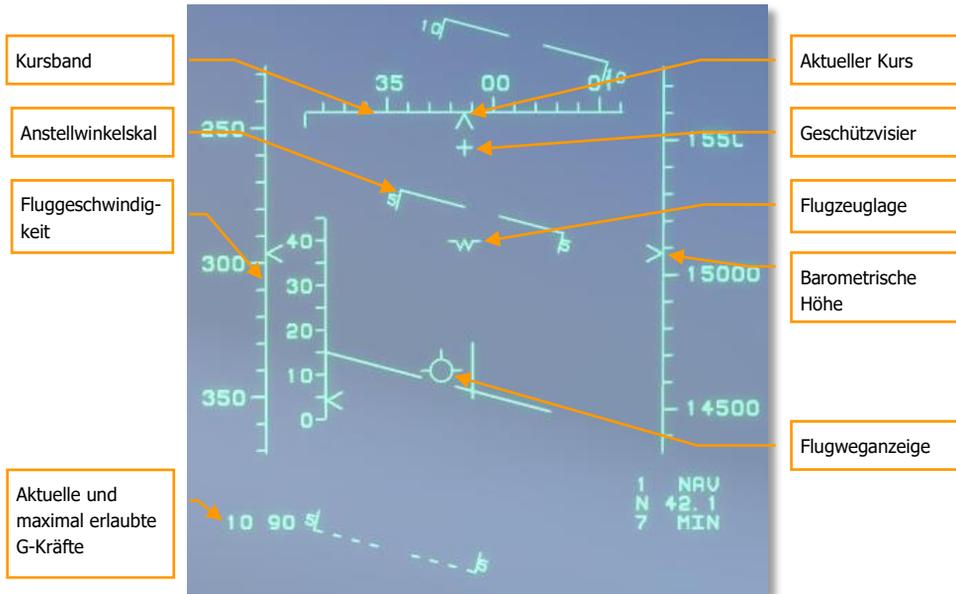


Abbildung 38: Grundlegende F-15C HUD-Symbole38

- Das wie ein "W" aussehende Symbol im zentralen HUD-Bereich zeigt die Längsachsenposition des Flugzeuges an und wird auch als Flugzeuglage bezeichnet.
- Die Anzeige für den Geschwindigkeitsvektor (auch bekannt als: Flugbahnmarker) befindet sich im HUD und bewegt sich in Abhängigkeit zu den Flugmanövern. Es zeigt die derzeitige Flugbahn des Flugzeuges an.
- Das Kursband befindet sich im oberen Bereich des HUD. Das umgedrehte Dreieck zeigt den aktuellen Kurs des Flugzeuges an. In diesem Bild fliegt das Flugzeug auf Kurs 040.
- Das Band auf der linken HUD-Seite zeigt die Fluggeschwindigkeit in Knoten an. Fluggeschwindigkeiten unter 150 Knoten werden nicht angezeigt. Die Pfeilposition zeigt die aktuelle Fluggeschwindigkeit an.
- Auf der rechten HUD-Seite wird die barometrische Flughöhe in Fuß angezeigt.
- Die Skala auf der linken Seite des HUD zeigt die sogenannte "Angezeigte" Fluggeschwindigkeit (engl: Abk.: IAS) an.

- Die Anstellwinkelskala ist zentral im HUD platziert und ist direkt mit der Flugweglage verbunden. Die Anzeige ist in 5-Grad-Schritten unterteilt. Je nach Kurvenlage des Flugzeuges bewegt sich die Skala jeweils nach links und rechts und zeigt den Rollwinkel des Flugzeuges an.
- Das starre Geschütztkreuz im oberen Teil des HUD stellt die Ausrichtung des internen Geschützes dar.
- In der linken unter Ecke wird die derzeitige (links) und die maximale G-Belastung (rechts) mittels zweistelliger Anzeige dargestellt. Zwischen der ersten und zweiten Stelle muss man sich jeweils ein Komma denken.

Navigationsmodus

Im Navigationsmodus zeigt das HUD eine Reihe an Informationen an. Im Hauptnavigationsmodus (NAV) wird der Kurs zum ausgewählten Wegpunkt auf dem HUD angezeigt. Im Landemodus (ILSN) werden zusätzlich Informationen für eine erfolgreiche Landung angezeigt.

Navigationsmodus (NAV)

Im Navigationsmodus werden Informationen zur Richtungssteuerung zum nächsten Wegpunkt angezeigt. Zusätzlich zu den primären Anzeigen werden auch noch mehr Informationen dargestellt. Diese beinhalten:

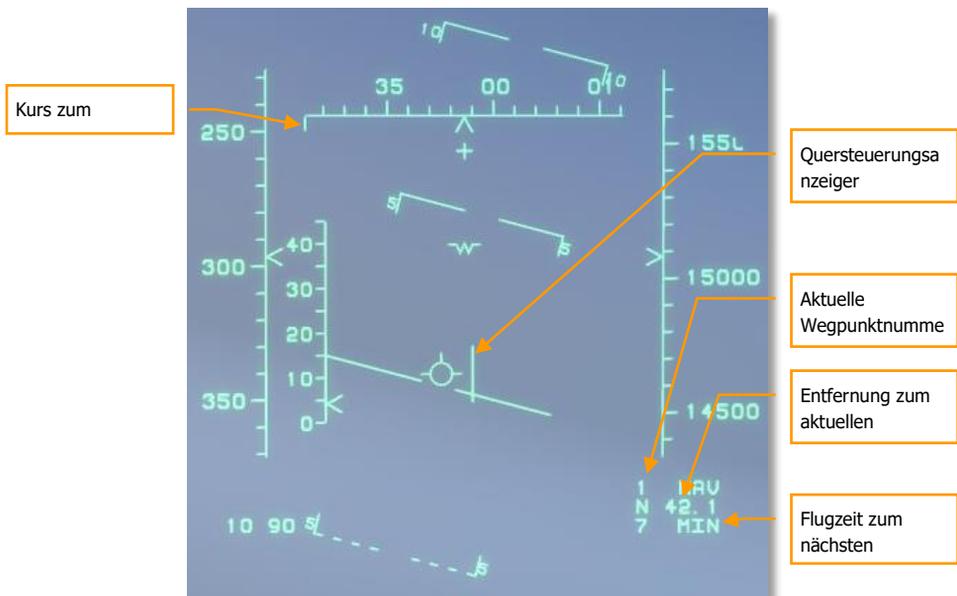


Abbildung 39: HUD Navigations-Modus39

- Der Quersteuerungsanzeiger ist eine vertikale Linie, die sich nach links und rechts bewegen kann. Sie zeigt die Steuerungsrichtung zum gewähltem Wegpunkt an. Rollen Sie das Flugzeug, um den Anzeiger in der Mitte zu halten und somit auf Kurs zum gewähltem Wegpunkt zu bleiben.
- Deckt sich der Marker für den zugewiesenen Kurs mit dem Marker für den derzeitigen Kurs, auf dem Kursband, dann steuern Sie direkt auf den gewählten Wegpunkt zu.
- In der rechten unteren Ecke des NAV-HUD werden der derzeitige HUD-Modus und die derzeitige Wegpunktnummer angezeigt. (1 NAV)
- Unter dem HUD-Modus wird die Entfernung zum gewählten Wegpunkt in nautischen Meilen angezeigt. (N 42.1)
- In der dritten Zeile wird die Zeit bis zum gewählten Wegpunkt angezeigt, wenn die derzeitige Geschwindigkeit beibehalten wird. (7 MIN)

Instrumentenlandesystem Navigation (ILSN)

Im ILSN-Modus werden folgende, zusätzliche Daten angezeigt:

- In der rechten unteren Ecke wird der derzeitige HUD-Modus (ILSN), die Wegpunktnummer und die Entfernung angezeigt.
- Unter der Anzeige für die Zeit bis zum Wegpunkt befindet sich die Gleitpfadanzeige. Befindet sich das Flugzeug unter dem notwendigen Gleitpfad erscheint die Zeichenfolge: GSUP. Befindet es sich über dem notwendigen Gleitpfad erscheint: GSDN.
- Bei Flughöhen unterhalb von 1000 Fuß wird auf der rechten HUD-Seite die Flughöhe gemäß des Radarhöhenmessers dargestellt. Die aktuelle Radarflughöhe bewegt sich entlang der linken Seite der Flughöhenanzeige auf der rechten HUD-Seite.
- Direkt rechts neben der Flughöhenanzeige wird der Anstellwinkel des Flugzeuges angezeigt. Der Anstellwinkel wird in Einheiten und nicht in Grad gemessen. Sie sollten mit einem Wert von ungefähr 22 Einheiten aufsetzen.
- Das Landesteuerungskreuz zeigt die notwendige Querlage und den notwendigen Anstellwinkel an. Für einen sicheren Anflug müssen Sie den Flugweganzeiger auf das Landesteuerungskreuz bringen.



Abbildung 40. HUD-Landemodus40

Geschützmodus

Das Geschütz kann in zwei Betriebsmodi eingesetzt werden, entweder mit Radaraufschaltung oder ohne.

Geschützeinsatz ohne Radaraufschaltung

Um das M-61-Geschütz ohne Radaraufschaltung auszuwählen, drücken Sie die [C]-Taste.

Das HUD zeigt nun folgende Infos an:

- Auf dem HUD erscheint ein Visier mit einem Punkt in der Mitte sowie zwei Zirkeln.
- Die Anzahl verbleibender Munition wird an erster Stelle des Datenblocks in der unteren linken Ecke des HUD angezeigt. Die Zahl 940 zeigt im Beispiel, dass noch 940 PGU-38-Munition zur Verfügung steht.
- Unter der Anzeige für die verbleibenden Schuss wird die derzeitige Machzahl dargestellt.

Um ein Ziel für das Geschütz mittels des LCOS-Visiers aufzuschalten:

1- Schalten Sie das Radar durch Drücken der Taste **[I]** ein.

- 2- Schalten Sie auf Geschütz durch Drücken von [C].
- 3- Fliegen Sie so, dass Sie das Ziel ins Visier bringen.

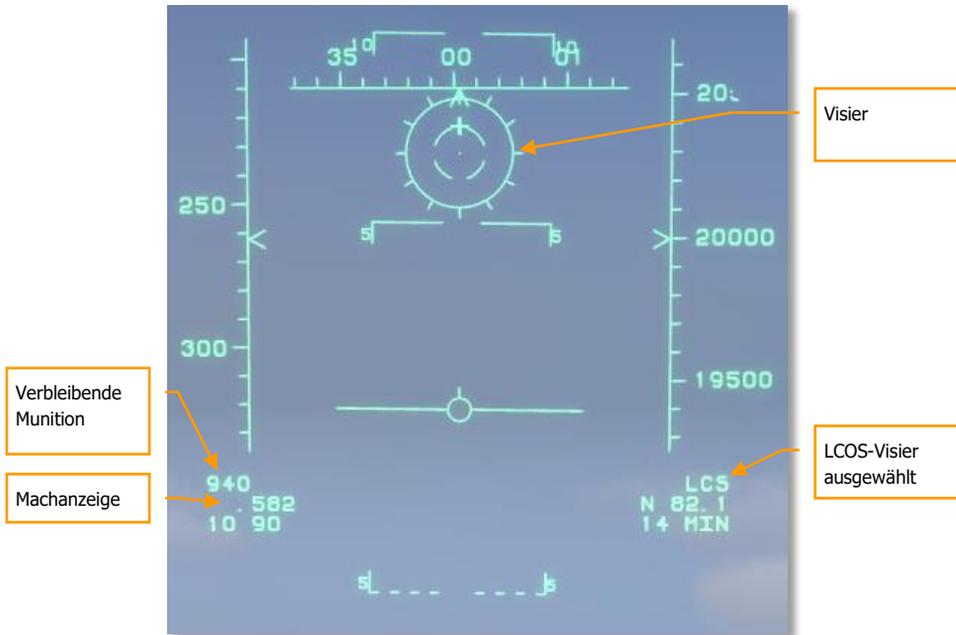


Abbildung 41: Geschütz ausgewählt, ohne Radaraufschaltung⁴¹

Gun-Director-Visier (GDS)

Wurde ein Ziel vom Radar aufgeschaltet und der Geschützmodus aktiviert, so zeigt das HUD den GDS-Modus an. Folgende Informationen werden auf dem HUD angezeigt:

- Das vom Radar aufgeschaltete Ziel wird auf dem HUD innerhalb eines Vierecks angezeigt. Sobald sich das Geschützvisier über das Viereck legt, wird das Viereck ausgeblendet.
- Entlang der rechten Seite ist die Zielentfernungsskala zu sehen. Die Skala reicht von 0 bis 10 nautische Meilen. Das offene Dreieck zeigt auf der Skala die Entfernung zum aktuellen Ziel.
- Das GDS-Visier zeigt den Durchflugpunkt der Geschosse. Um das Ziel zu treffen, muss die Visiermitte über dem Ziel gelegt werden.
- Die Markierungen am äußeren Visierring symbolisieren die Entfernung zum Ziel. Jeder Strich entspricht 1000 Fuß. Nimmt die Entfernung zum Ziel ab, so verkleinert sich das schwarze Band entgegen dem Uhrzeigersinn. Die Flugzeit der Geschosse wird mit einem kleinen Punkt außerhalb des Visiers angezeigt.

- Die Entfernung zum Ziel wird im unteren rechten HUD-Bereich angezeigt. Die Entfernung wird als Zahl mit einem nachfolgendem "R" angezeigt.
- Der Zielflugwinkel wird unterhalb der Entfernung zum Ziel angezeigt. Zusätzlich symbolisiert der Buchstabe "T" (engl. Tail - dt. Heck), dass das Flugzeug von einem weg fliegt und "H" (engl. Head - dt. Kopf), dass es auf einen zufliegt. Die Buchstaben "L" und "R" symbolisieren ob sich das Flugzeug links oder rechts befindet.
- Im unteren linken Teil des HUD werden drei Daten angezeigt, wenn ein Ziel aufgeschaltet ist: die Restmunition des gewählten Geschützes, die eigene Machzahl und die Machzahl des Ziels (TM).

WIRD DAS ZIEL VON HINTEN ANGEGRIFFEN (VERFOLGUNG), ERHÖHT DIES DIE TREFFERWAHRSCHEINLICHKEIT.

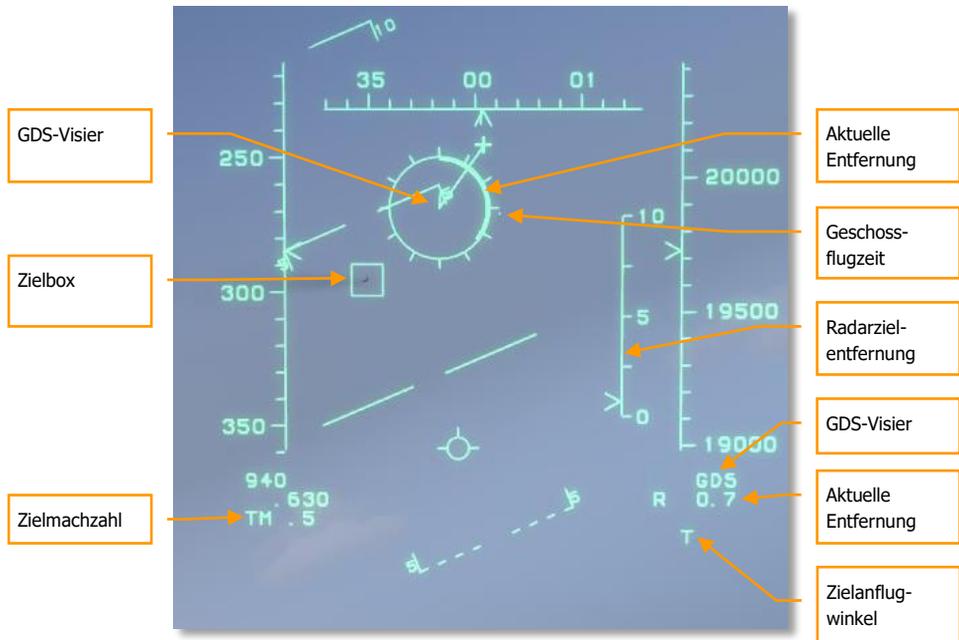


Abbildung 42: Geschütz GDS-Modus42

Modi der AIM-9M/P "Sidewinder" Luft-Luft-Kurzstreckenrakete

Das nachfolgende Kapitel befasst sich mit den HUD-Modi beim Einsatz der AIM-9M Sidewinder. Der Infrarotsuchkopf der Rakete arbeitet unabhängig vom Radar, eine Zielaufschaltung ist ohne Radar möglich. Nach Abschuss benötigt die Rakete keine weiteren Steuerbefehle vom Flugzeug und wird deshalb auch "fire and forget"-Rakete genannt.

Arretiert-Modus (kein Scan)

Um das Ziel nur mit dem IRH-Suchkopf aufzuschalten, drücken Sie die Taste [6], um den Suchkopf zu arretieren. Drücken Sie nun [D], um die AIM-9M Rakete auszuwählen. Ein "S" wird nun auf dem HUD erscheinen, wenn die Rakete ausgewählt wurde. Hinter dem "S" wird die Anzahl verbleibender Raketen angezeigt, dahinter das Model der Rakete. Als Beispiel: 2 AIM-9M werden als S2M angezeigt. Ein Kreis erscheint in der Mitte des HUD. Der Suchkopf ist entlang der Flugzeuglängsachse ausgerichtet innerhalb dieses Kreises. Befindet sich das Ziel innerhalb des Kreises und ist gegenüber dem Hintergrund "heiß" genug, wird der Suchkopf das Ziel aufschalten. Bleibt das Ziel außerhalb des Suchkopfes, wird das Ziel nicht aufgeschaltet.

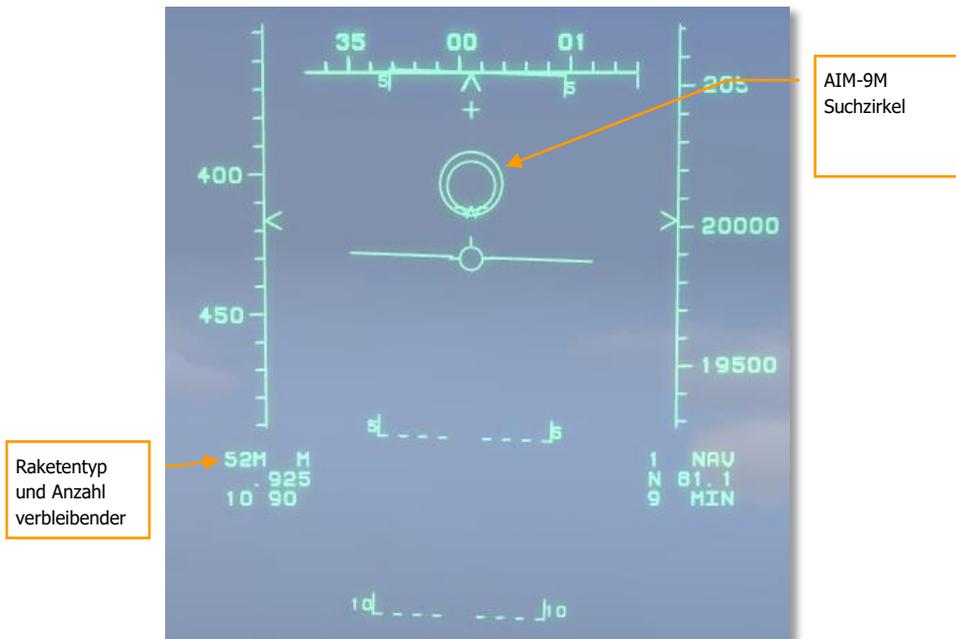


Abbildung 43: Arretiert-Modus AIM-9M43

Im arretierten Modus wird der Suchkopf keine Ziele außerhalb seines Sichtbereiches verfolgen, auch nicht wenn ein Ziel aufgeschaltet wurde. Dieser Modus eignet sich vor allem zur Aufschaltung von bestimmten Zielen innerhalb einer Zielgruppe.

Scanmodus

Durch das Drücken der Taste [6] wird zwischen dem arretierten und dem Scanmodus gewechselt. Die Einstellung wird auf dem MPCD dargestellt. Im Scanmodus erscheinen nun zwei Kreise, die verschieden im Durchmesser sind. Der größere Kreis stellt den kompletten Sichtbereich des Suchkopfes dar, der kleinere wo der Suchkopf zurzeit "hinschaut".

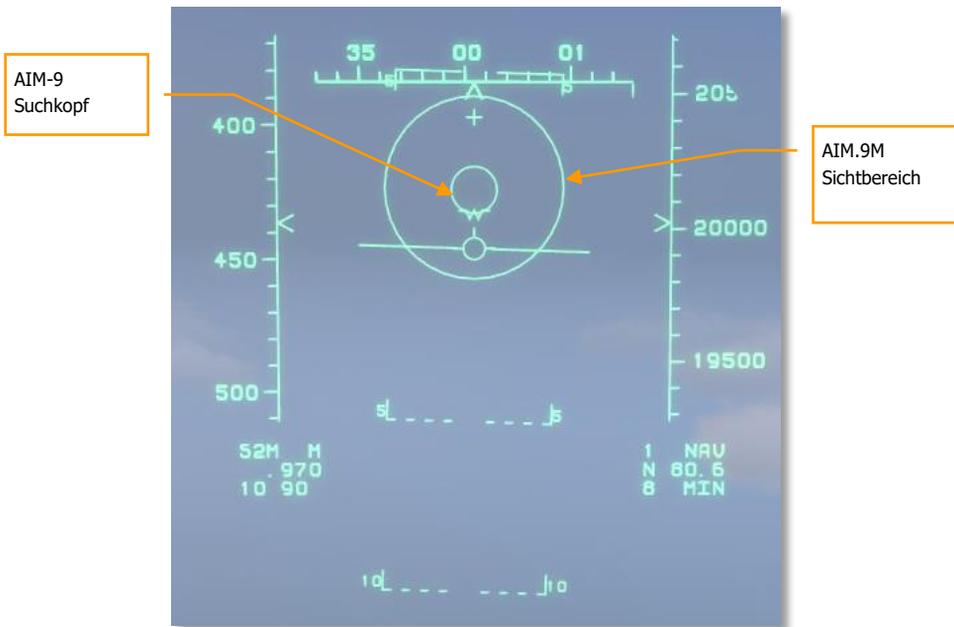


Abbildung 44: Scanmodus44

Der äußere Kreis ist immer fest und verschwindet, sobald die Rakete ein Ziel aufgeschaltet hat. Sobald das Ziel aufgeschaltet wurde, wird der kleinere Kreis das Ziel innerhalb der Bewegungsfreiheit des Suchkopfes verfolgen. Zusätzlich ertönt ein hoher Aufschaltton.

Das Aufschalten von Zielen mit dem Infrarotsuchkopf ist eine gute Strategie für Überraschungsangriffe. Die feindlichen Radarwarnsysteme werden nicht ausgelöst, das Ziel wird Ihren Angriff, falls er von hinten stattfindet, vermutlich nicht entdecken und keine Gegenmaßnahmen einleiten.

Radarunterstützter Modus

In den Luftkampfmanövermodi: Vertikaler-Scan [3] oder Radar-Mittelstrahl (engl.: Boresight) [4] werden durch die Unterstützung mittels Radar zusätzliche Zielinformationen auf dem HUD angezeigt. Ist das Ziel mehr als 12.000 Fuß entfernt (somit außerhalb der effektiven Reichweite der AIM-9M) erscheinen folgende Symbole und Zeichen auf dem HUD:

- Der ASE-Kreis zeigt die maximal erlaubte Kursabweichung zum Ziel an. Die maximale Größe des Kreises ist proportional zur Abweichung des Steuerpunktes zum Zentrum des ASE-Kreises.
- Der ASE-Kreis zeigt die Zone an, in die der Steuerpunkt platziert werden sollte, um ein Ziel erfolgreich anzugreifen. Der ASE-Kreis wird größer, wenn sich das Ziel nähert oder der Anflugwinkel sich vergrößert. Das bedeutet, dass während das Ziel sich nähert, die Rakete mit einer immer größeren Abweichung vom Steuerpunkt eingesetzt werden kann.

- Die Kursabweichungslinie des Ziels wird ebenfalls im ASE-Kreis angezeigt. Diese Linie zeigt die Flugrichtung in Relation zum eigenen Flugzeug in einer Draufsicht an. Befindet sich die Linie am oberen Rand des ASE-Kreises, fliegt das Ziel von Ihnen weg. Ist die Linie am unteren Rand, fliegt das Ziel direkt auf Sie zu.
- Die Zielauswahlbox zeigt die Position des Ziels relativ zum eigenen Flugzeug an.
- Auf der rechten HUD-Seite wird die Entfernung zum Ziel angezeigt. Das Band reicht von 0 bis 10 nautische Meilen. Entlang der festen Skala zeigt eine bewegliche Leiste die aktuelle Entfernung zum Ziel an. Die Zahl neben der Skala zeigt die Annäherungsgeschwindigkeit zum Ziel. Ebenfalls entlang der Skala befinden sich die Anzeigen für Rmax, Rtr und Rmin für den Einsatz einer AIM-9M. Befindet sich das Ziel zwischen der Rmax und Rmin Anzeige, sind gültige Feuerparameter vorhanden.
- Zusätzliche Daten werden in der unteren rechten Hälfte des HUD angezeigt. Eine digitale Entfernungsanzeige zum Ziel wird in nautischen Meilen neben dem „R“ Symbol angezeigt. Neben dem "S" wird die Zeit bis zum Einschlag (TTI) angezeigt.

AUCH WENN DIE AIM-9 AUS ALLEN WINKELN ZUM ZIEL ABGEFEUERT WERDEN KANN, WIRD EMPFOHLEN, ZIELE IMMER VON HINTEN ANZUGREIFEN. DIES ERHÖHT DIE TREFFERWAHRSCHEINLICHKEIT ENORM.

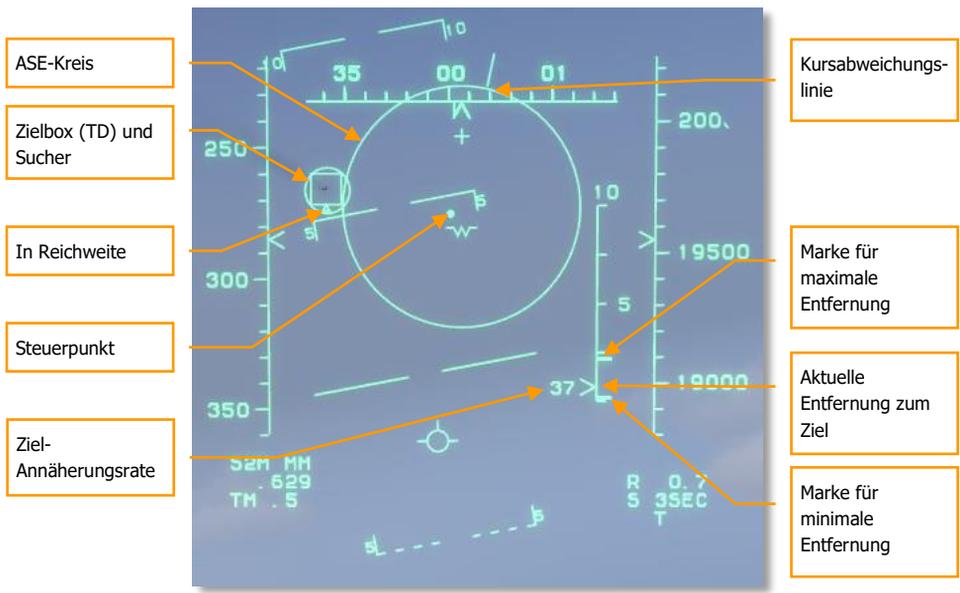


Abbildung 45: AIM-9 Radarunterstützter Modus45

Modi der AIM-7M "Sparrow" Luft-Luft-Mittelstreckenrakete

Die AIM-7M Rakete ist eine von zwei Luft-Luft-Mittelstreckenraketen, die von der F-15C eingesetzt werden können. Der halb-aktive Suchkopf (SARH) benötigt während dem gesamten Flug zum Ziel eine Radaraufschaltung im STT-Modus.

Die folgenden HUD-Symbole gelten für den Einsatz mit der AIM-7M:

Flood-Modus

Der Flood-Modus wird meistens im Nahkampf benutzt, wenn eine normale Radaraufschaltung nicht möglich ist. Der Flood-Modus wird mit der Taste [6] aktiviert und zeigt einen großen, 12 Grad breiten Kreis auf dem HUD an. In diesem Modus strahlt das Radar einen starren Strahl auf den Bereich aus, der durch den Flood-Zielkreis markiert wird. Beim Feuern einer AIM-7M versucht die Rakete das erste Ziel anzugreifen, welches Radarstrahlen zum Suchkopf reflektiert. Deshalb benötigen Sie keine Zielaufschaltung mit dem Radar, bevor Sie Ihr Ziel angreifen. Die Anzeige für den FLOOD-Modus befindet sich im rechten unteren Datenblock des HUD. Befinden sich mehrere Ziele im Erfassungsbereich des Radars, versucht die Rakete das Ziel mit dem größten Radarquerschnitt oder mit der kürzesten Distanz anzugreifen. Ist das Ziel zu weit entfernt oder verlässt es den Bereich des Zielkreises, wird die Rakete den Radarkontakt verlieren und in eine ballistische Flugbahn übergehen.

In der linken, unteren Ecke des HUD wird der Raketentyp und die Anzahl verbleibender Raketen des Typs angezeigt. Die AIM-7M wird als "M" für den Raketentyp und noch ein "M" für die Version der Rakete angezeigt. Als Beispiel: Vier geladene AIM-7M werden als M4M angezeigt.

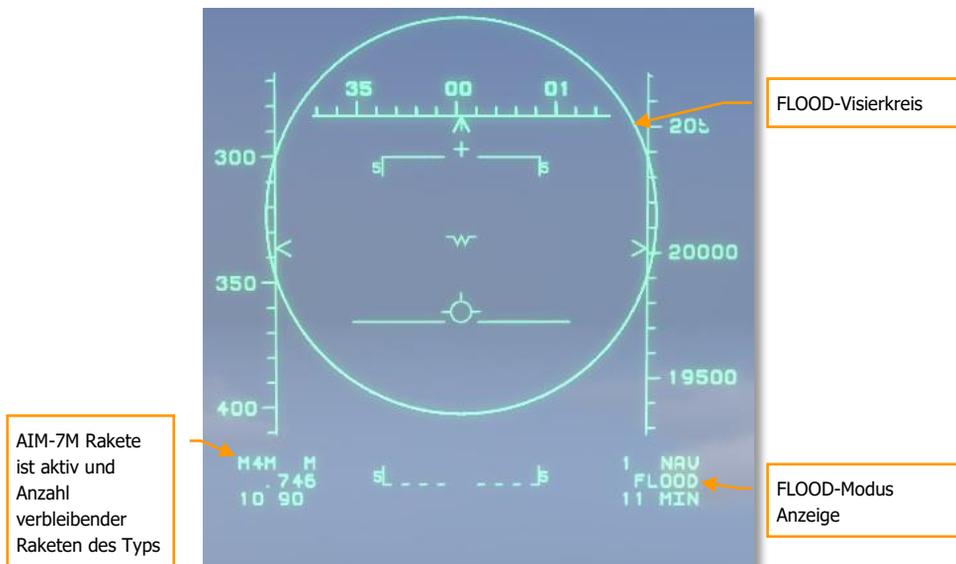


Abbildung 46: FLOOD-Modus46

AIM-7M Target-Tracking-Radar-Modus

Dies ist der normale Radarmodus zum Bekämpfen weit entfernter Ziele mit der AIM-7M. Nach dem Aufschalten eines Zieles im Long-Range-Search-Modus (LRS) [2] werden die Zielinformationen automatisch in den STT-Modus übergeben. Zusätzliche Informationen erscheinen dann auf dem HUD:

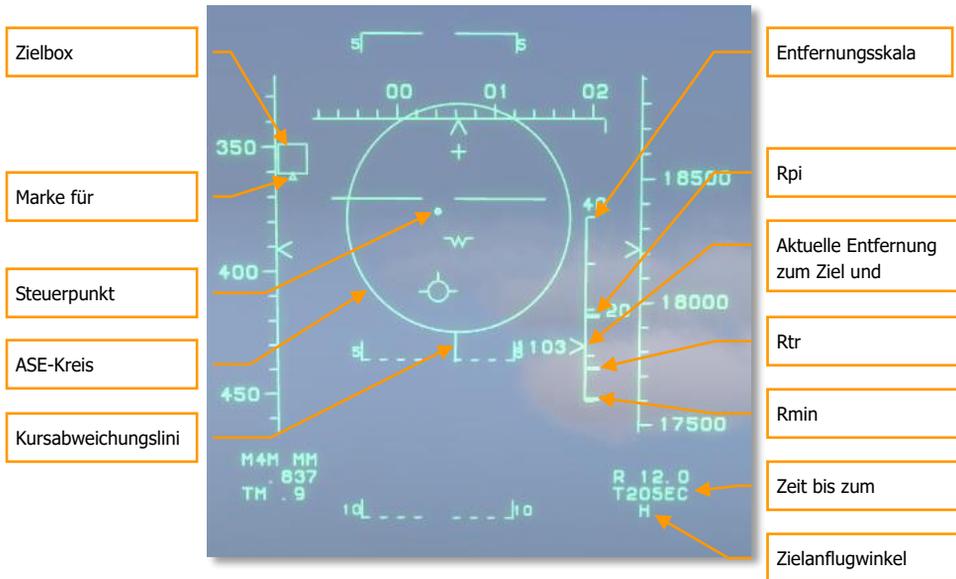


Abbildung 47: AIM-7M STT-Modus47

- Die Zielbox zeigt die Position des Ziels relativ zum eigenen Flugzeug an.
- Der ASE -Kreis zeigt die maximal erlaubte Kursabweichung zum Ziel an. Die maximale Größe des Kreises ist proportional zur Abweichung des Steuerpunktes zum Zentrum des ASE-Kreises. Der ASE-Kreis zeigt die Zone an, in die der Steuerpunkt platziert werden sollte, um ein Ziel erfolgreich anzugreifen. Der ASE-Kreis wird größer, wenn sich das Ziel nähert. Das bedeutet, dass während das Ziel sich nähert, die Rakete mit einer immer größeren Abweichung vom Steuerpunkt eingesetzt werden kann. Der Steuerpunkt sollte durch Flugmanöver so nahe wie möglich im Zentrum des ASE-Kreises gehalten werden.
- Die Kursabweichungslinie des Ziels wird ebenfalls im ASE-Kreis angezeigt. Diese Linie zeigt die Flugrichtung in Relation zum eigenen Flugzeug in einer Draufsicht an. Befindet sich die Linie am oberen Rand des ASE-Kreises, fliegt das Ziel von Ihnen weg. Ist die Linie am unteren Rand, fliegt das Ziel direkt auf Sie zu.
- Auf der rechten Seite des HUD wird die Entfernung zum Ziel dargestellt. Das obere Ende der Skala stellt die aktuelle gewählte Reichweite des Radars dar. Drei längliche Balken auf der Skala stellen die minimale Feuerentfernung (Rmin), die maximale Feuerentfernung für ein manövrierendes Ziel (Rtr) und die maximale Feuerreichweite für ein nicht-manövrierendes Ziel (Rpi) dar. Der sich bewegende Balken stellt die Entfernung zum aktuell aufgeschalteten

Ziel dar. Die Zahl neben dem Reichweitenbalken zeigt die aktuelle Annäherungsgeschwindigkeit zum Ziel an.

- In der unteren rechten Hälfte des HUD werden zusätzliche Informationen angezeigt. Diese beinhalten auch die aktuelle Entfernung zum Ziel. Die Entfernung wird als Zahl mit einem nachfolgendem "R" angezeigt.
- Unter der Zielentfernung wird die Zeit bis zum Abfangen mit der letzten abgefeuerten Rakete angezeigt.
- Der Zielflugwinkel wird unterhalb der Abfangzeit angezeigt. Der Buchstabe "T" (engl. Tail - dt. Heck) symbolisiert, dass das Flugzeug von einem weg fliegt und "H" (engl. Head - dt. Kopf), dass es auf einen zufliegt. Die Buchstaben "L" und "R" symbolisieren ob sich das Flugzeug links oder rechts befindet.
- Unter der Zielbox wird ein blinkendes Dreieck angezeigt, sobald ein Ziel aufgeschaltet wurde und es sich innerhalb gültiger Schussparameter befindet. Eine gültige Schussposition wird erreicht, indem das Ziel innerhalb der Reichweite der gewählten Waffe ist und der Steuerpunkt sich im ASE-Kreis befindet.
- Im linken unteren Teil des HUD werden drei Informationen angezeigt, wenn das Ziel aufgeschaltet ist: der gewählte Raketentyp und die verbleibende Anzahl an Raketen des Typs, die eigene Machzahl und die des Zieles.

Rpi - die wahrscheinlich maximale Reichweite zum Abfangen mit derzeitigem Steuerkurs. Ein nicht manövrierendes Ziel mit konstanter Geschwindigkeit vorausgesetzt.

Rtr - die maximale Reichweite gegen ein Ziel, das ein Ausweichmanöver fliegt und zu fliehen versucht. Sie wird durch den derzeitigen Steuerkurs berechnet.

Rmin - minimale Reichweite, bei der noch die Zündung der Rakete und das Folgen des Ziels gewährleistet ist.

Modi der AIM-120 "AMRAAM" Luft-Luft-Mittelstreckenrakete

Die AIM-120B/C Luft-Luft-Mittelstreckenrakete ist die primäre Waffe der F-15C für mittlere Reichweite. Im Gegensatz zur AIM-7M hat die AIM-120 einen aktiven Suchkopf (ARH). Wird die Rakete aus großer Distanz abgefeuert benutzt Sie ein Trägheitsnavigationssystem und empfängt Steuerkorrekturen per Datalink vom Flugzeug. Erst in der letzten Flugphase wird der aktive Suchkopf automatisch aktiviert und steuert so selbstständig bis ins Ziel.

Visuell-Modus

Dieser Angriffsmodus wird eingesetzt, um Gegner auf Sichtentfernung anzugreifen, wenn ein Aufschalten per Radar nicht möglich ist oder ein schneller "Schuss aus der Hüfte" notwendig ist. Mit einer AIM-120 als aktive Waffe drücken Sie [6], um in den Visuell-Modus zu wechseln. Der Visuell-Modus erlaubt das Feuern von AIM-120 Raketen ("Slammers" genannt), ohne dass das Ziel zuvor mit dem Radar des Flugzeuges aufgeschaltet wurde. Die Rakete benutzt dabei nur seinen eigenen Radarsuchkopf. Bitte beachten Sie, dass sich das Ziel innerhalb von 10 nautischen Meilen befinden

muss und im Sichtbereich des Suchkopfes, wie auf dem HUD angezeigt, damit der Raketensuchkopf das Ziel aufschalten kann.

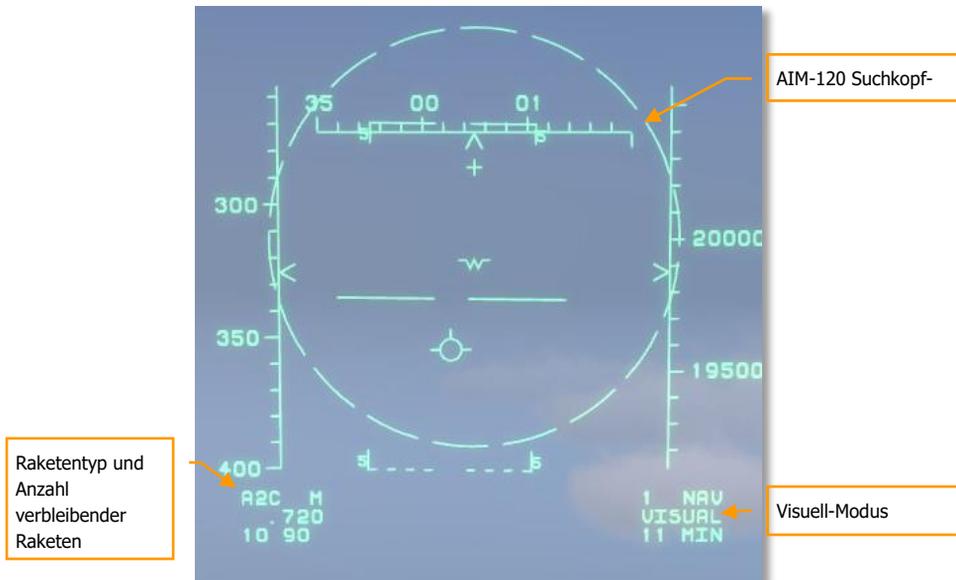


Abbildung 48: AIM-120 Rakete im Visuell-Modus48

Die Anzeige "VISUAL" erscheint auf der unteren rechten Seite des HUD. Im linken unteren Teil des HUD wird die Anzahl verbleibender AIM-120 angezeigt. AIM-120 Raketen werden als "A" dargestellt. Die Nummer nach dem Raketentyp ist die Anzahl verbleibender Raketen des Typs. Danach folgt der Buchstabe, der die Version der Rakete symbolisiert (B oder C). Als Beispiel: Zwei AIM-120C's werden als A2C dargestellt. Darunter werden die Machzahl des eigenen Flugzeuges und die G-Belastung angezeigt.

Vor dem abfeuern einer AIM-120 im visuellen Modus muss das Flugzeug so manövriert werden dass das Ziel sich innerhalb des gestrichelten Suchzirkels befindet. In diesem Modus wird keine Feuerfreigabe angezeigt. Zwei Sekunden nach dem abfeuern aktiviert sich der aktive Radarsuchkopf (ARH) und die Rakete sucht selbständig nach Zielen in ihrem Sichtwinkel. Werden mehrere Ziele erfasst, greift der Sucher das nächstgelegene Ziel an. Befinden sich zwei Ziele in gleicher Entfernung zur Rakete greift die Rakete das Ziel mit dem größeren Radarquerschnitt (RCS) an.

Radar-Target-Tracking-Modus, vor dem Abfeuern

Eines oder mehrere Ziele mit dem Radar aufzuschalten ist die primäre Methode zur Zielbekämpfung auf große Distanz. Wird ein Ziel im LRS-Modus [2] einfach aufgeschaltet, oder im TWS-Modus [RAIT-1] doppelt, wechselt das Radar automatisch in den Single-Target-Track-Modus (STT-Modus). Dabei werden alle Radarstrahlen auf ein einzelnes Ziel gebündelt. Die Symbolik dieses Modus ist sehr ähnlich

zu der oben beschriebenen Symbolik der AIM-7M. Zusätzlich angezeigte Informationen, die auf dem HUD erscheinen, beinhalten:

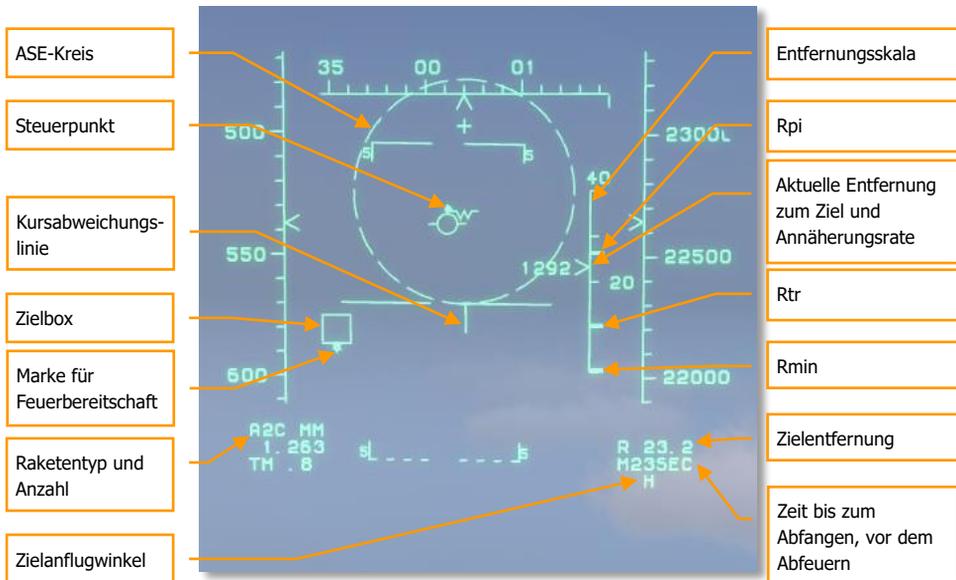


Abbildung 49: AIM-120 STT-Modus, vor dem Abfeuern⁴⁹

- Die Zielbox (TD Box) zeigt die Position des Ziels relativ zum eigenen Flugzeug an.
- Der ASE -Kreis zeigt die maximal erlaubte Kursabweichung zum Ziel an. Die maximale Größe des Kreises ist proportional zur Abweichung des Steuerpunktes zum Zentrum des ASE-Kreises. Der ASE-Kreis zeigt die Zone an, in die der Steuerpunkt platziert werden sollte, um ein Ziel erfolgreich anzugreifen. Der ASE-Kreis wird größer, wenn sich das Ziel nähert. Das bedeutet, dass während das Ziel sich nähert, die Rakete mit einer immer größeren Abweichung vom Steuerpunkt eingesetzt werden kann. Der Steuerpunkt sollte durch Flugmanöver so nahe wie möglich im Zentrum des ASE-Kreises gehalten werden.
- Die Kursabweichungslinie des Ziels wird ebenfalls im ASE-Kreis angezeigt. Diese Linie zeigt die Flugrichtung in Relation zum eigenen Flugzeug in einer Draufsicht an. Befindet sich die Linie am oberen Rand des ASE-Kreises, fliegt das Ziel von Ihnen weg. Ist die Linie am unteren Rand, fliegt das Ziel direkt auf Sie zu.
- Auf der rechten Seite des HUD wird die Entfernung zum Ziel dargestellt. Das obere Ende der Skala stellt die aktuelle gewählte Reichweite des Radars dar. Drei längliche Balken auf der Skala stellen die minimale Feuerentfernung (Rmin), die maximale Feuerentfernung für ein manövrierendes Ziel (Rtr) und die maximale Feuerentfernung für ein nicht-manövrierendes Ziel (Rpi) dar. Der sich bewegende Balken stellt die Entfernung zum aktuell aufgeschalteten Ziel dar. Die Zahl neben dem Reichweitenbalken zeigt die aktuelle Annäherungsgeschwindigkeit zum Ziel an.

- In der unteren rechten Hälfte des HUD werden zusätzliche Informationen angezeigt. Diese beinhalten auch die aktuelle Entfernung zum Ziel. Die Entfernung wird als Zahl mit einem nachfolgendem "R" angezeigt.
- Der Zielflugwinkel wird unterhalb der Entfernung zum Ziel angezeigt. Zusätzlich symbolisiert der Buchstabe "T" (engl. Tail - dt. Heck) falls das Flugzeug von einem weg fliegt und "H" (engl. Head - dt. Kopf) falls es auf einen zufliegt. Die Buchstaben "L" und "R" symbolisieren ob das Flugzeug sich links oder rechts befindet.
- Unter der Zielauswahlbox wird ein blinkender fünfzackiger Stern angezeigt sobald ein Ziel aufgeschaltet wurde und es sich innerhalb gültiger Schussparameter befindet. Eine gültige Schussposition wird erreicht indem das Ziel innerhalb der Reichweite der gewählten Waffe ist und sich der Steuerpunkt im ASE-Kreis befindet.
- Im linken unteren Teil des HUD werden drei Informationen angezeigt, wenn das Ziel aufgeschaltet ist: der gewählte Raketentyp und die verbleibende Anzahl an Raketen des Typs, die eigene Machzahl und die des Zieles.
- Die Zeit bis zum Abfangen wird in Sekunden angezeigt. Davor befindet sich ein "M". Es wird die berechnete Zeit bis zum Abfangen angezeigt, wenn man jetzt die Rakete auslösen würde.
- !!!!!!!!!!!!!!!KLÄRUNGSBEDARF, auf dem Bild wird das nicht angezeigt!!!!!!!!!!!!!!11

Radar-Target-Tracking-Modus, Nach dem Abfeuern

Nachdem eine AIM-20B/C abgefeuert wurde, werden zusätzliche Informationen zum Abfangen auf dem HUD angezeigt:

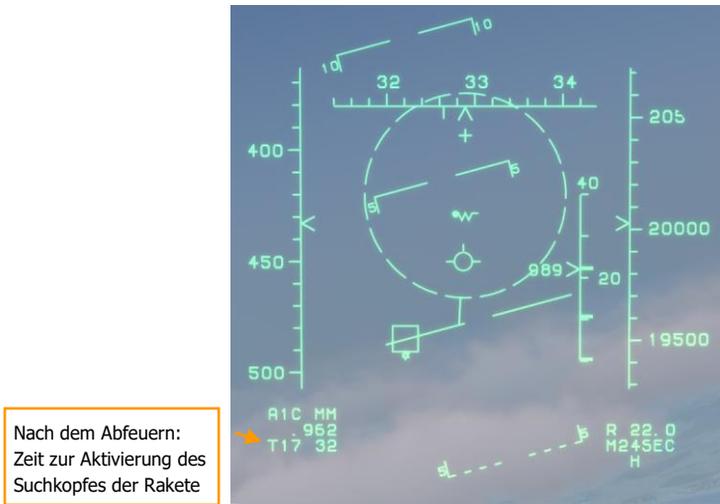


Abbildung 50: AIM-120 STT-Modus, Nach dem Abfeuern50

- Wenn eine AIM-120 abgefeuert wurde, wird die Zeit bis zur Aktivierung des Suchkopfes (T) der Rakete und die Zeit bis zum Abfangen des Ziels (M) blinkend in der linken unteren Ecke des HUD angezeigt. Wenn ein "T" angezeigt wird, bedeutet die Zahl daneben, dass noch soviel Zeit in Sekunden benötigt wird, bis der Suchkopf der Rakete die Zielverfolgung übernimmt. Die Zahl rechts daneben zeigt die Zeit bis zum Abfangen des Ziels an. Sobald der Suchkopf der Rakete die Zielverfolgung übernommen hat, wird nur noch das "M" mit der Zeit bis zum Abfangen des Ziels angezeigt.

Auto-Acquisition-Radar-Modi (AACQ-Modi)

Die F-15C kann drei Radarmodi für die automatische Aufschaltung von Zielen über kurze Entfernungen einsetzen. Diese Modi werden zum automatischen Umschalten während eines Kurvenkampfes eingesetzt. Die maximale Aufschaltdistanz dieser Modi beträgt 10 nautische Meilen.

IN DEN AUTOMATISCHEN AUFSCHALTUNGSMODI SCHALTET DAS RADAR AUTOMATISCH DAS ERSTE ERFASSTE ZIEL AUF.

Boresight-AACQ-Modus

Der BORESIGHT-Modus [4] ermöglicht die automatische Zielaufschaltung in einem schmalen konischen Bereich vor dem Flugzeug. In diesem Modus zeigt das Sichtfeld des Radar direkt nach vorne, der äußere Zielkreis auf dem HUD zeigt dabei den abgetasteten Bereich. Das Radar schaltet automatisch das erste erfasste Ziel im Sichtbereich auf.

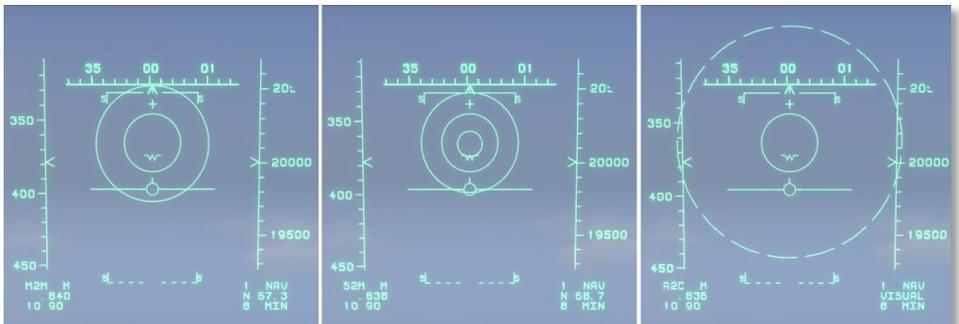


Abbildung 51: Boresight-Modus AIM-7, AIM-9 und AIM-12051

Nach dem Aufschalten des Ziels wechselt das Radar automatisch in den STT-Modus.

Vertical-Scan-AACQ-Modus

Der Vertical-Scan-Modus [3] erlaubt Ihnen das Aufschalten von Zielen welche sich auf der gleichen Längsachse befinden. Der Vertical-Scan-Modus tastet einen Bereich von 7,5 Grad Breite und von -2 bis +50 Grad vertikal ab. Zwei vertikale Linien im HUD zeigen den abgetasteten Bereich an. Wenn Sie ein manövrierendes Ziel verfolgen, das sich oberhalb ihres HUD in gleicher Fluglinie befindet, erlaubt der VS-Modus ein Aufschalten, ohne dass Sie Ihr Flugzeug überziehen müssen, um es ins

HUD zu holen. Die maximale Höhe in der ein Ziel noch erfasst werden kann beträgt ungefähr zwei HUD-Höhen über dem oberen Rand des HUD.

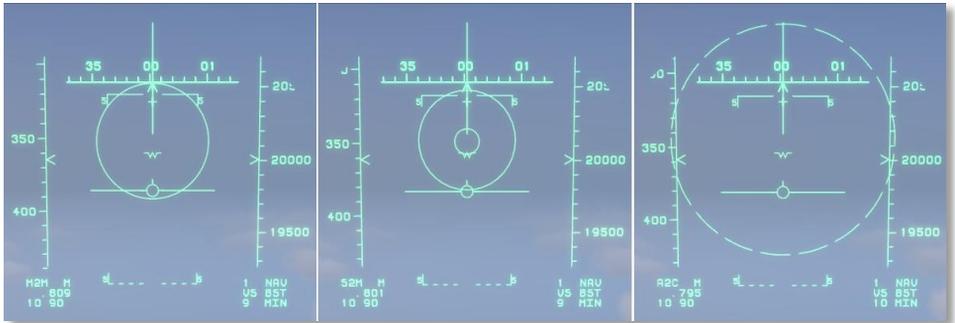


Abbildung 52: Vertical-Modus: AIM-7, AIM-9 und AIM-12052

Nach dem Aufschalten des Ziels wechselt das Radar automatisch in den STT-Modus.

AN/APG-63(V)1 Radar

Seit dem zweiten Weltkrieg steht das Synonym "Allwetter-Jäger" für ein Flugzeug mit einem eigenen Radarsystem an Bord. Durch die physikalische Eigenschaft von Radiowellen auch Wolken durchdringen zu können, können Radarsysteme Ziele zu jeder Tag- und Nachtzeit und bei jedem Wetter erfassen und bekämpfen. Diese Eigenschaften bieten einen großen Vorteil gegenüber Infrarotsystemen, welche bei schlechtem Wetter nur schlecht oder gar nicht eingesetzt werden können. Radarwellen können auch Ziele in weiter Entfernung erkennen, was einen Luftkampf außerhalb der Sicht (BVR) ermöglicht.

Die F-15C wurde während ihrer Karriere mit mehreren Versionen des APG-63-Radarsystems ausgestattet. Die Mehrheit hiervon sind "X-Band" (10 GHz) Radarsysteme mit einer mechanischen Radarantenne. Die MiG-29 und Su-27 führen das N019- und N001-Radarsystem mit sich, diese operieren im selben Frequenzband.

Die Vorteile und Nachteile dieser Radarsysteme dominieren die Vorgehensweisen im Luftkampf außerhalb der Sichtweite der Piloten. Obwohl viele Teilbereiche des modernen Luftkampfes weiterhin geheim sind, so sind genug Informationen verfügbar, um ein interessantes Bild des modernen Luftkampfes zeichnen zu können. Hierbei versucht jede Seite die eigenen Vorteile auszuspielen und die Nachteile des Radarsystems der anderen Seite auszunutzen.

Ein Radarsystem funktioniert nach dem Prinzip der Bündelung von Radarstrahlen, dem Aussenden dieser in den Raum und den Empfang der reflektierten Radarstrahlen durch ein Objekt (Ziel). Die Strahlenbündelung geschieht durch die Radarantenne, die Radarstrahlenbündelung bestimmt die maximale Entdeckungreichweite und Zielauflösung. Um den wenigen vorhandenen Raum für eine Radarantenne möglichst effizient nutzen zu können, wird die Radarantenne im Pulsmodus eingesetzt. Hierbei wechselt der Sende- und Empfangsmodus mehrere Tausend Mal pro Sekunde. Diese modulierte, wiederholte Pulsfrequenz (PRF) unterscheidet sich von der in einem viel höheren Frequenzband (X-Band) ausgestrahlten Radarwellen.

Im Vietnamkrieg nutzten die nordvietnamesischen Piloten eine geringe Flughöhe, um sich vor den amerikanischen Puls-Radarsystemen verstecken zu können. Indem sie niedriger flogen als die feindlichen Jäger, mussten diese ihre Radarantennen in Bodenrichtung ausrichten. In einem solchen Fall wurden die Radarstrahlen vom Boden abgelenkt oder "verschluckt", was eine Zielentdeckung oder Zielverfolgung quasi unmöglich machte. Die defensive Vorteile die sich aus diesem Radarnachteil der frühen Tage ergaben, nutzte eine ganze Generation an NATO Flugzeugen (wie F-111 und Tornado), um sicher in feindliche Gebiete in sehr niedriger Höhe eindringen zu können.

Moderne Puls-Doppler-Radarsysteme wie das APG-63, N019 und N001 nutzen sehr effektive, kohärente Oszillatoren, um mehrere reflektierte Radarsignale auf kleinste Unterschiede in der Frequenz zu untersuchen. Der Dopplereffekt erlaubt vom fliegenden Zielen reflektierte Radarstrahlen auf kleinste Frequenzunterschiede im Vergleich zu den vom Boden reflektierte Radarstrahlen zu untersuchen. Aus diesem Grund haben moderne Puls-Doppler-Radarsysteme die Eigenschaft auch niedrig fliegende Ziele erfassen und angreifen zu können (engl.: look-down / shoot-down). Das Erscheinen der MiG-29 im Warschauer Pakt änderte die NATO Doktrin weg vom niedrigen Anflug hin zur Stealth-Technologie und Mehrzweckjägern.

Puls-Doppler-Radarsysteme sind abhängig von der Differenz in der Annäherung eines Zieles, um zwischen tief fliegenden Zielen und dem Erdboden unterscheiden zu können. Ein vom Puls-Doppler-Radar angestrahltes und erfasstes Ziel kann diese Eigenschaft ausnutzen, um die Aufschaltung zu unterbrechen. Hierzu muss das Flugzeug die relative Annäherungsgeschwindigkeit in Richtung Null setzen, indem es einen rechtwinkligen Kurs zum Puls-Doppler- Radarsystem einnimmt. Der Pilot sieht

auf seinem Radarwarngerät, dass er von einem Radar angestrahlt wird und manövriert das Flugzeug so, dass die feindliche Maschine auf seiner drei oder neun Uhr Position fliegt. Hierdurch fliegt das Flugzeug weder auf das Radarsystem zu noch davon weg, die Annäherungsgeschwindigkeit ist dieselbe wie die des Bodens oder der ausgestoßenen Düppel.

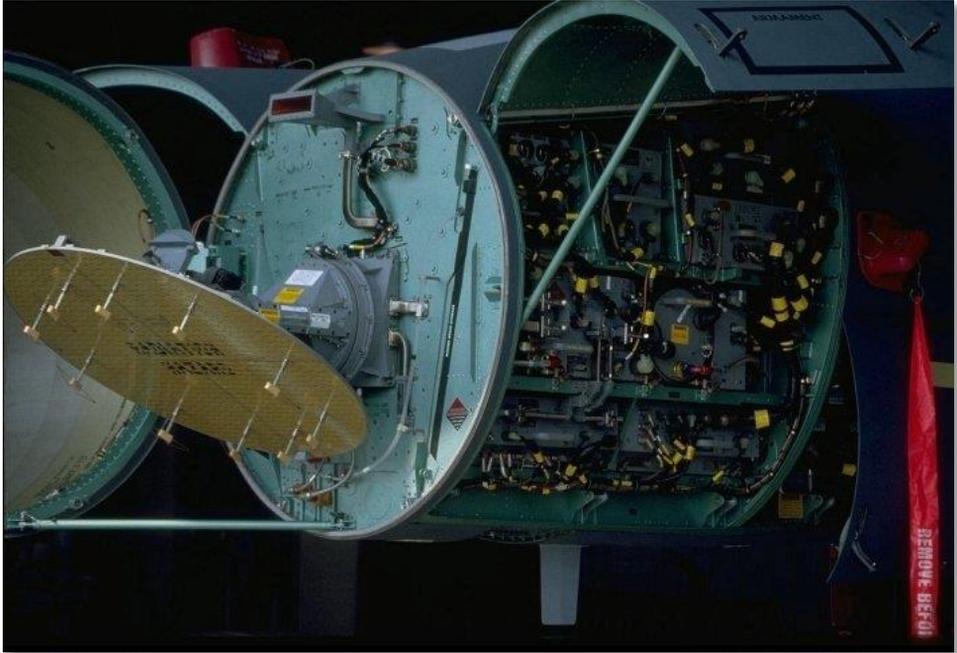


Abbildung 53. AN/APG-63 Radar53

Die Annäherungsrate des sich vor dem Radar befindlichen Bodens führt zu einer Verringerung der Radareffektivität, da das Radar die vom Boden reflektierten Radarstrahlen herausfiltern muss. Ziele, die sich in diesem Radarerfassungsbereich befinden und sich mit derselben Annäherungsgeschwindigkeit wie der Boden relativ zum Radarsystem bewegen, werden herausgerechnet und erscheinen nicht auf dem Radarschirm. Die Radarantenne kann den Radarstrahl nicht zu 100 % fokussieren, und so gibt es am Rande der Antenne sogenannte "Zusatzkeulen". Die hier abgestrahlten Radarwellen werden ebenfalls vom Boden reflektiert und erreichen somit auch wieder die Antenne. Fliegt der Jäger niedrig, so können diese Seiteneffekte als zusätzliche Störungen auf dem Radarschirm erscheinen. Sie haben hierbei die Annäherungsrate wie die Sink- oder Steigrate des Flugzeuges und eine Entfernung gleich der Flughöhe des Flugzeuges. Verfolgt das Flugzeug, welches in derselben Höhe und mit derselben Geschwindigkeit fliegt, so kann dies ebenfalls zum Abbruch der Aufschaltung führen. Dies ist die zweite Möglichkeit einer Effektivitätsminderung des Radarsystems.

Die seitlichen Zusatzkeulen werden normalerweise unter Zuhilfenahme einer zusätzlichen, kleinen "Kompensationsantenne" herausgefiltert. Diese Zusatzantenne ist so konzipiert, dass Sie auf seitliche Radarkeulen sehr sensibel reagiert, die nach vorne abgestrahlte Radarenergie aber eher ignoriert. Die von der Haupt- und Nebenantenne empfangenen Signale werden miteinander verglichen und abgewiesen, falls die Signalstärke der Nebenantenne höher ist als die der Hauptantenne.

Amerikanische Radarsysteme wie das APG-63 hat die entsprechenden Kompensationsantennen in der Hauptantenne integriert. Diese arbeiten zusammen mit der Hauptantenne in alle Richtungen mit. In russischen Cassegrain-Radarantennen wie dem N019 oder N001 bewegt sich die Kompensationsantenne nicht zusammen mit der Hauptantenne sondern ist separat, starr nach unten ausgerichtet. Das Verfolgen eines Zieles in niedriger Flughöhe kann bei einem Wendemanöver dazu führen, dass die Kompensationsantenne nicht mehr nach unten zeigt, und durch die nicht mehr vorhandene oder schlechtere Nebenkeulenkompensation die Zielaufschaltung unterbrochen wird. Im normalen Betriebsmodus wird die komplette Cassegrain-Radarantenne mitgedreht, um eine horizontale Stabilisierung zu erreichen. In einem solchen Falle kann es zu einem Verlust der Zielaufschaltung kommen, falls der Kurvenwinkel des Flugzeuges höher als die Rotationsmöglichkeit der Antenne ausfällt (110 bis 120 Grad). MiG-29 und Su-27 Piloten müssen Ihre Entscheidungen bezüglich der Flughöhe im Luftkampf aus diesem Grund sehr genau abwägen. Hohe Flughöhen machen Ihr Radarsystem weniger störanfällig für Nebenkeulenstörungen, erlaubt aber Flugzeugen sich eher gegen den Grund zu maskieren. F-15C Piloten haben hierbei mit weniger störenden Einflüssen zu tun und können Ihre Taktiken eher an den Raketenreichweiten der eigenen Bewaffnung orientieren.

Alle modernen Kampfflugzeuge sind mit einem Radarwarnsystem ausgestattet. Das RWS entdeckt den Winkel und Radartyp der das eigene Flugzeug anstrahlt. Die Radarklassifizierung sagt normalerweise etwas über die Trägerplattform aus (Flugzeug, Waffensystem).

Moderne Radarsysteme beherrschen eine Vielzahl an Betriebsmodi, mit verschiedenen Pulswiederholfrequenzen und verschiedenen Scanzonen. Mit PRF (Pulswiederholfrequenzen) wird die Anzahl an Radarimpulsen pro Sekunde angegeben. Das Ändern der PRF wird zur Entdeckung von niedrig fliegenden Zielen verwendet. Ein hoher PRF-Wert wird bei der Entdeckung von auf Sie anfliegenden Zielen, ein mittlerer PRF-Wert von Zielen mit einer kleinen oder negativen Annäherungsrate verwendet. In den normalen Radarbetriebsmodi findet ein Wechsel zwischen den mittleren und hohen PRF- Werten, um eine möglichst umfassende Zielerfassung garantieren zu können. Dieser Modus wird auch Interleave-Modus genannt. Im Suchmodus arbeitet das Radarsystem in einer ganzen Reihe an verschiedenen Suchmodi, im Zielerfassungsmodus in einem ganz engen Betriebsbereich. Das Radar wechselt nach der Zielaufschaltung in den Zielverfolgungsmodus.

Viele moderne Radarsysteme haben zusätzlich einen Track-While-Scan-Modus (TWS-Modus). In diesem Modus können gleichzeitig Ziele verfolgt und nach neuen Zielen gesucht werden. Ein großer Vorteil dieses Betriebsmodus ist die Möglichkeit zur Überwachung eines großen Luftraumes. Allerdings werden keine Informationen über Ziele außerhalb der Scanzone gesammelt. Zielbewegung werden im TWS-Modus oft durch die Annahmen der weiteren Zielbewegung vorgenommen. Obwohl das Scanintervall relativ schnell ausgeführt wird, können schnelle und sehr manövrierbare Flugzeuge Ihren Kurs wechseln und die Scanzone verlassen. Der Radarbildschirm zeigt weiterhin den Flugpfad des Zieles an. Die nächste Zielposition wird erst wieder angezeigt wenn genug Informationen über das Ziel und somit ein Flugpfad errechnet werden konnte.

In der DCS: F-15C wird das AN/APG-63(V)1 Puls-Doppler-Radar simuliert. Die Taste [I] schaltet das Radar ein. Die Radarinformationen werden dann im Vertikalen Situationsdisplay (VSD), im oberen linken Teil des Instrumentenbrettes, angezeigt. Das Radar bietet mehrere Betriebsmodi, wie anschließend beschrieben.

Long-Range-Search-Modus (LRS-Modus)

Der LRS-Modus [2] ist der primäre Radarmodus der F-15C für die Erfassung und Bekämpfung von Zielen über große Entfernungen. Der Pilot kann die Erfassungsreichweite (10, 20, 40, 80 oder 160 nautische Meilen) sowie den horizontalen und vertikalen Scanbereich ändern. Alle Informationen zur Position eines Radarkontaktes werden im Vertikalen Situationsdisplay (VSD) angezeigt, jedoch werden keine Informationen zur Geschwindigkeit, Höhe und Kurs des Ziels angezeigt.

Das VSD zeigt ein Radarbild aus der Draufsicht über dem Flugzeug, jeweils angepasst an die aktuell gewählte Radarreichweite. Radarkontakte, auch als Hits bezeichnet, erscheinen auf dem VSD gemäß ihrer Distanz zu ihrem Flugzeug. Kontakte in kurzer Entfernung werden am unteren Rand des VSD angezeigt, weiter entfernte Kontakte am oberen Rand. Das Radar kann bis zu 16 Ziele gleichzeitig verfolgen. Auch eine Freund-Feind-Erkennung (IFF) führt das Radar automatisch durch. Freundliche Kontakte werden dabei als Kreise angezeigt, feindliche Kontakte als Rechtecke.

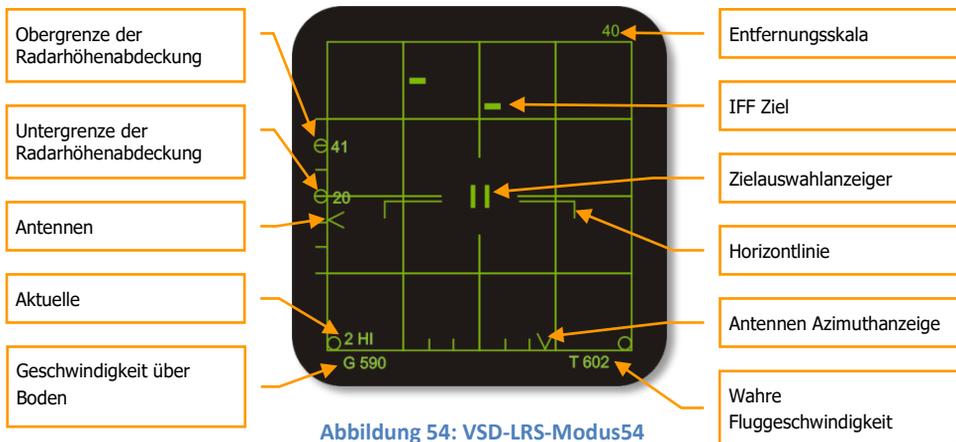


Abbildung 54: VSD-LRS-Modus54

Im oberen rechten Eck des VSD wird die aktuell gewählte Radarreichweite angezeigt (10, 20, 40, 80 oder 160 nautische Meilen).

Der vertikale Scanbereich wird auf der linken Seite des VSD angezeigt. Die Zahlen neben den kleinen Kreisen zeigen die vertikalen Unter- und Obergrenzen der Radarabdeckung über die aktuell gewählte Distanz bei der Position des TDC. Da der Radarstrahl kegelförmig ist, wird der Abtastbereich immer größer, je weiter er sich vom Radar entfernt.

Die Geschwindigkeit über dem Boden "G" und die wahre Fluggeschwindigkeit "T" werden am unteren Rand des VSD angezeigt. Der konstant wechselnde Radarhöhenbalken und die modulierte wiederholende Pulsfrequenz (PRF) werden in der unteren linken Ecke angezeigt. Das ständige Wechseln zwischen HI - MED PRF ist nötig, um alle Ziele zu erfassen, die in unterschiedlichen Winkeln zu Ihnen fliegen. Eine hohe "HI" Pulsfrequenz ermöglicht das Entdecken von Zielen auf große Distanz, welche direkt auf Sie zufliegen. Die mittlere Pulsfrequenz "MED" hat eine geringere Reichweite, kann aber besser Ziele erfassen, welche eine geringere Annäherungsrate (VC) haben.

Entlang der unteren Seite des VSD befindet sich eine horizontale Skala, welche der gewählten Breite des Scanazimuth angepasst ist. Die Standardbreite beträgt ± 600 , aber durch Drücken von **[RStrg+-]**

] kann auch ± 300 gewählt werden. Zwei kleine Kreise repräsentieren das seitliche Scanlimit der Antenne. Zwischen diesen Kreisen markiert eine bewegliche Raute die aktuelle Azimuthposition der Antenne. Während die ± 600 Einstellung einen größeren Bereich abtasten kann, bietet die ± 300 Einstellung schnellere Aktualisierungen.

Um ein Ziel mit dem Radar aufzuschalten bewegen Sie den Zielcursor mit den Tasten: [F], [L], [-], [Ö] über den Radarkontakt und drücken [Enter]. Sind alle Parameter zur Aufschaltung erfüllt wechselt das Radar automatisch in den Single-Target -Track-Modus (STT-Modus).

Single-Target-Track-Modus (STT-Modus)

Sobald Sie ein Ziel im LRS-Modus aufgeschaltet haben, wechselt das Radar automatisch in den STT-Modus. Das Radar richtet jetzt seine ganze Energie auf ein einzelnes Ziel und versorgt Sie laufend mit den neusten Informationen. Allerdings kann das Radar in diesem Modus keine anderen Ziele mehr Entdecken und das aufgeschaltete Ziel kann durch die Radaraufschaltung gewarnt werden. Die VSD-Anzeige weist nur sehr wenige Unterschiede zum LRS-Modus auf. Das STT-Symbol wird in der unteren linken Ecke des VSD angezeigt. Das aufgeschaltete Radarziel wird als Stern mit einer Flugrichtungsanzeige dargestellt, was es zum Primär designierten Ziel (PDT) macht.

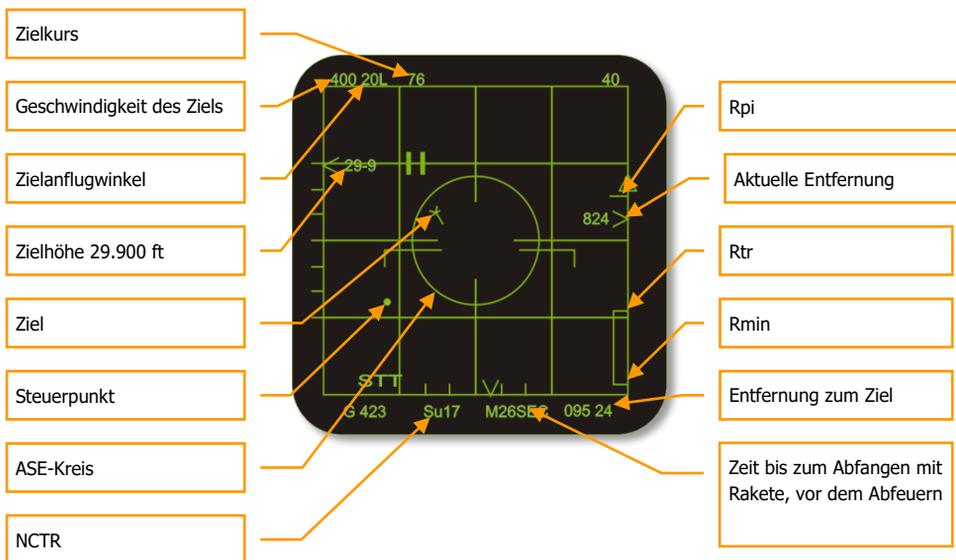


Abbildung 55: STT-Modus auf dem VSD55

UM EINE AIM-7 ABZUFUEHREN, MUSS SICH DAS RADAR ENTWEDER IM STT-MODUS BEFINDEN ODER DER FLOOD-MODUS IM NAHKAMPF AKTIV SEIN.

Das nicht-kooperierende Zielerkennungssystem (NCTR) versucht automatisch ein Ziel zu identifizieren. Dazu verfügt das System über eine große Zahl gespeicherter Daten zum Radarquerschnitt diverser

Flugzeuge und versucht das aktuelle Ziel damit zu vergleichen. Stimmt der Radarquerschnitt mit einem gespeicherten Beispiel überein wird die Art des Ziel in der Mitte am unteren Rand des VSD angezeigt. Diese Methode der Identifikation ist aber nie zu 100 % sicher. Die Distanz, Höhenunterschiede oder der Winkel zum Ziel können alle das Resultat beeinflussen.

Die Zielgeschwindigkeit, Zielflugwinkel und Richtung im Verhältnis zum eigenen Flugvektor werden am oberen linken Rand des VSD angezeigt. Die Zielhöhe über Meer wird über der Elevationskala angezeigt. Eine Höhe von 29.900 Ft wird dabei als 29-9 dargestellt. Zusätzlich wird die Entfernung und die kombinierte Annäherungsrate am unteren rechten Rand des VSD angezeigt.

Im STT-Modus werden Ihnen ständig Hinweise zum optimalen Einsatz der gewählten Rakete gegeben. Der große Kreis auf dem VSD ist der ASE-Kreis, welcher die maximal erlaubte Kursabweichung zum Ziel anzeigt. Das Prinzip ist genau dasselbe wie der bereits erwähnte ASE-Kreis im HUD. Je größer der Kreis, desto größer ist die maximal erlaubte Kursabweichung und Wahrscheinlichkeit eines Treffers. Die Größe des ASE-Kreises ist abhängig von der aktuell gewählten Rakete, Manöver des Zieles, Flugrichtung und Geschwindigkeit.

Am rechten Rand des VSD befindet sich eine vertikale Skala, welche die dynamische Feuerzone (DLZ) der aktuell gewählten Waffe zum aufgeschalteten Ziel anzeigt. Horizontale Balken markieren die wichtigsten Abschnitte. Von unten nach oben: Rmin – minimale erlaubte Feuerentfernung, Rtr – maximale Angriffsreichweite gegen manövrierende Ziele, Rpi – maximale Feuerreichweite für ein nicht-manövrierendes Ziel. Am oberen Rand der Skala markiert ein Dreieck den Raero. Raero steht für die maximale Reichweite der Rakete im ballistischen Flug ohne ein Ziel zu berücksichtigen.

Unter der Skala auf der unteren rechten Seite des VSD wird der Kurs zum Ziel sowie eine digitale Entfernungsanzeige zum Ziel angezeigt.

Am unteren Rand des VSD erscheint die voraussichtliche Zeit in der die Rakete das Ziel erreichen wird. Steht ein "M" vor der Zeit in Sekunden ist eine AIM-120 gewählt, erscheint ein "T" ist eine AIM-7 gewählt oder ein "S" steht für eine AIM-9. Beachten Sie, dass die Informationen nach dem Abfeuern nur auf dem HUD angezeigt werden.

Track-While-Scan-Modus (TWS-Modus)

Der TWS-Modus zeigt zwar sehr viele Informationen an, ist allerdings auch komplexer als der LRS-Modus. Der TWS-Modus kombiniert die Informationen des LRS- und STT-Modi. Er bietet detaillierte Informationen zu einem aufgeschalteten Kontakt, während gleichzeitig weiter nach anderen Zielen gesucht wird. Der TWS-Modus kann mit [RAlt-I] aktiviert werden und wird durch die Anzeige "TWS" in der unteren linken Ecke des VSD angezeigt. Grundsätzlich ist die TWS-VSD-Anzeige sehr ähnlich zu der LRS-VSD-Anzeige. Allerdings wird im TWS-Modus für jeden Kontakt auch eine Flugrichtungsanzeige und daneben eine digitale Höhenanzeige des Ziels angezeigt.

SIE KÖNNEN DEN TWS-MODUS EINSETZEN, UM GLEICHZEITIG MEHRERE ZIELE MIT EINER AIM-120 ANZUGREIFEN.

Im Gegensatz zum LRS-Modus, wo das Radar beim Aufschalten eines Kontaktes sofort in den STT-Modus wechselt, wird das Ziel beim Aufschalten im TWS-Modus nur als primäres Ziel (PDT) markiert. Das Radar sucht aber weiterhin nach anderen Zielen und zeigt diese auf dem VSD an. Werden weitere Ziele aufgeschaltet, werden diese als sekundäre Ziele (SDT) markiert. Sekundäre Ziele werden durch ein nicht ausgefülltes Rechteck dargestellt. Das primäre Ziel wird, wie im STT-Modus, mit einer

Das VSD befindet sich jetzt im Home-on-Jam-Modus, die HOJ-Anzeige erscheint dabei auf dem VSD und HUD. Die AIM-120 und AIM-7M Raketen können beide in diesem Modus abgefeuert werden, wenn eine Radaraufschaltung durch gegnerisches ECM nicht möglich ist. Beachten Sie aber, dass die Rakete in diesem Modus eine weniger effiziente Flugbahn hat, was zu einer weit geringeren Trefferwahrscheinlichkeit führt. Auch werden in diesem Modus keine Angaben zur Entfernung zum Ziel angezeigt. Deshalb wird empfohlen, Informationen zur Entfernung per Funk beim AWACS anzufragen. Ein Angriff in diesem Modus gibt dem Gegner absolut keine Warnmeldung zur Radaraufschaltung, da es ein komplett passiver Angriff ist.

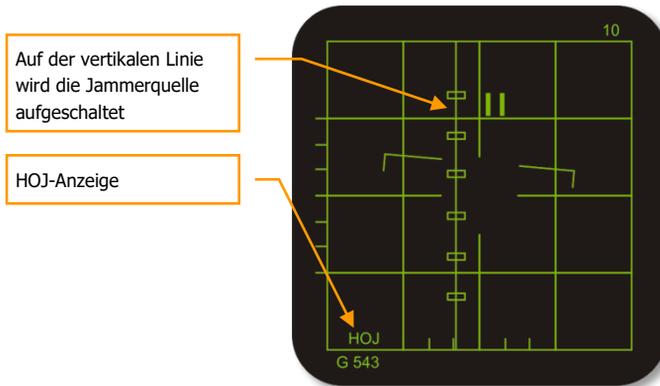


Abbildung 57: HOJ-Modus57

DER HOJ-MODUS GIBT IHNEN INFORMATIONEN ZUM WINKEL ZUM ZIEL, ABER KEINE INFORMATIONEN BEZÜGLICH DER ENTFERNUNG, FLUGRICHTUNG, GESCHWINDIGKEIT ODER HÖHE.

Auf kurze Distanzen kann das Radar die Störmaßnahmen herausfiltern und es werden so genügend Radarstrahlen vom Ziel reflektiert, um es aufzuschalten. Dies wird als "Durchbrennen" bezeichnet. Beim Durchbrennen wechselt das Radar automatisch in den STT-Modus, unbeachtet des vorherigen Radarmodus (LRS oder TWS). Ein Durchbrennen der Störmaßnahmen wird generell zwischen 15 und 23 nautischen Meilen erreicht.

Vertical-Scan-AACQ-Modus (VS-Modus)

Im Vertical-Scan-Modus [3] tastet das Radar einen Bereich von 2,5 Grad in der Breite und -2 bis +55 Grad in der vertikalen ab. Die Aufschaltreichweite beträgt in diesem Untermodus 10 nautische Meilen. Das Radar schaltet automatisch das erste und nächstliegende Ziel auf. Sobald ein Ziel aufgeschaltet wurde wechselt das Radar in den STT-Modus.

Dieser Modus wird meistens während eines Luftkampfes aus naher Distanz (ACM) eingesetzt. Während solchen Luftkämpfen versuchen Sie häufig Ihren Flugpfad dem Ziel anzupassen und durch Hochziehen das Ziel in das HUD zu bringen. Im VS-Modus erreichen Sie häufig schon eine Aufschaltung, während das Ziel sich noch außerhalb des HUD befindet

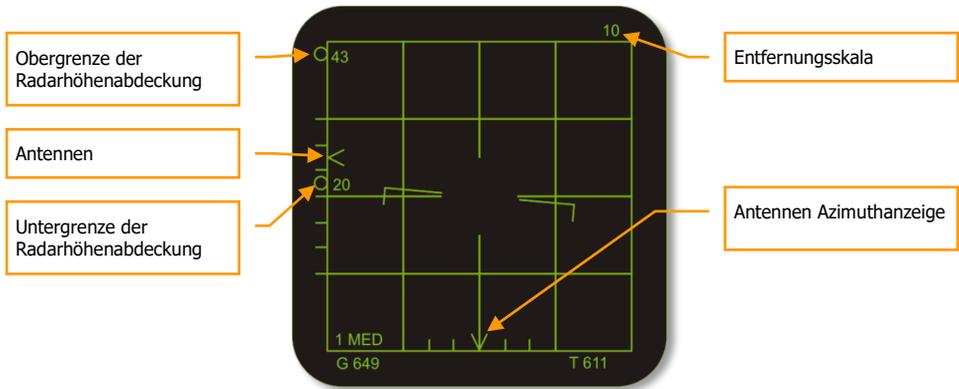


Abbildung 58: VS-Modus58

An der Scanzzone werden der hohe und der niedrige Scanbereich angezeigt. Das starre Azimutheinschaltungszeichen im Zentrum zeigt an, dass nicht auf dem Azimuth gescannt wird.

Bore-Sight-AACQ-Modus (BORE-Modus)

Im BORE-Modus [4] wird das Ziel automatisch aufgeschaltet, wenn es sich innerhalb des Bore-Zielkreises und 10 nautischen Meilen befindet. Der Bore-Modus ist nützlich, um schnell ein Ziel innerhalb der Sichtweite (WVR) aufzuschalten und erlaubt dabei noch eine gewisse Kontrolle darüber welches Ziel aufgeschaltet wird.

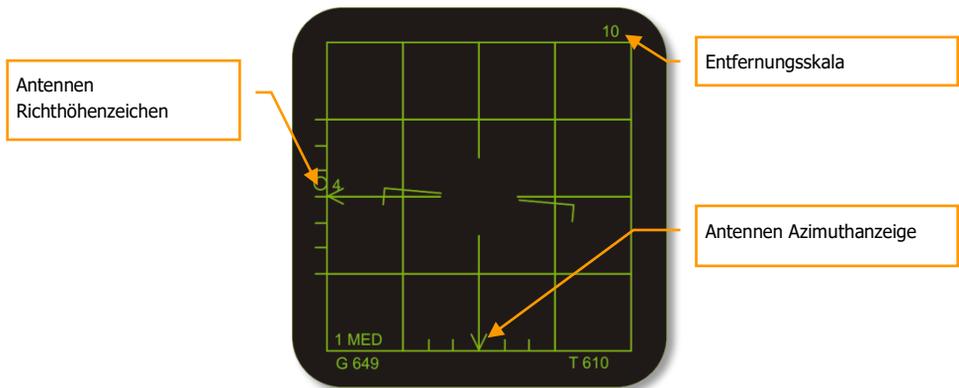


Abbildung 59: Bore-Sight-Modus59

Auto-Guns-AACQ-Modus (GUN-Modus)

Der Auto-Guns-Modus wird ausschließlich für den Nahkampf mit der M61-20mm-Kanone eingesetzt. Der Scanbereich für das Radar ist zentriert auf das Starrvisier und ist 60 Grad breit (± 30 Grad) und 20 Grad hoch. Die maximale Aufschaltreichweite beträgt 10 nautische Meilen. Nachdem das Ziel aufgeschaltet wurde, wechselt das Radar in den STT-Modus.

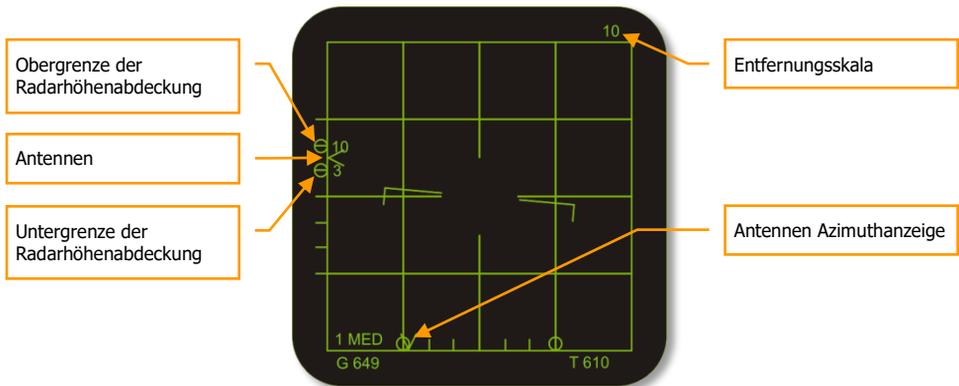


Abbildung 60. Auto-Guns-Modus60

FLOOD-Modus

Der FLOOD-Modus [6] wird im Nahkampf mit der AIM-7M eingesetzt. Die Antenne wird dabei auf einen 12 Grad großen Kegelbereich vor dem Flugzeug limitiert und kontinuierlich mit dem Radar bestrahlt. (Continuous Wave) Im Flood-Modus wird das Radar nie effektiv auf ein Ziel aufgeschaltet, vielmehr steuert der Suchkopf der Rakete auf das Ziel mit dem größten Radarquerschnitt (RCS) innerhalb des Flood-Visierings zu. Die Reichweite des Flood-Modus ist auf 10 nautische Meilen beschränkt. „FLOOD“ wird im VSD sowie im HUD angezeigt.

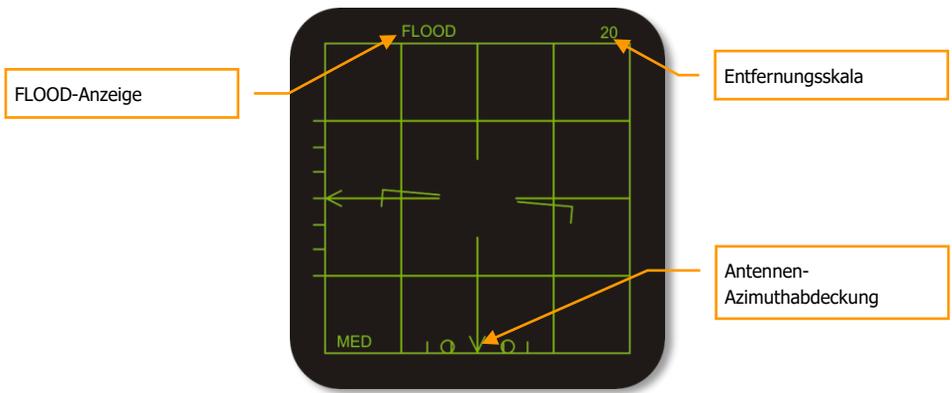


Abbildung 61: Flood-Modus61

ELEKTRONISCHE KAMPFFÜHRUNG



SYSTEME ZUM STÖREN VON GEGNERSENSOREN

Elektronische Kriegsführung ist ein sehr komplexes Themengebiet mit einer langen Geschichte an sich gegenüberstehenden und sich sehr schnell weiterentwickelnden Sensoren, Taktiken, Waffen und Equipment aus vielen verschiedenen Staaten. In diesem Abschnitt werden wir nur ein paar elektronische Gegenmaßnahmen besprechen. Hierbei handelt es sich um die am Flugzeug zur Selbstverteidigung installierten Systeme. Ist das Flugzeug mit einem solchen ECM-System (engl.: Electronic Countermeasures) ausgestattet, dann kann es im Flug mit der Taste **[E]** aktiviert werden. Der aktive Störsender wird daraufhin die feindlichen Radare und radargelenkten Luft-Luft-Raketen stören und damit ihre Performance negativ beeinflussen. Das Verwenden eines solchen Systems kann dem Nutzer aber nicht nur Vorteile bringen. Das Störsystem kann die eigene Radarleistung negativ beeinflussen, genauso wie die eigenen Radargelenkten Luft-Luft-Raketen. Feindliche Radarsysteme können das eigene Flugzeug aus einer größeren Entfernung entdecken, bei verringerter eigener Radarreichweite. Gegnerische Luft-Luft-Raketen können den Störsender als Peilsender verwenden und im speziellen "Home-on-Jam"-Modus angreifen. Die beste Verteidigung gegen feindliche anfliegende Raketen ist eine Mischung aus aktiven und passiven Maßnahmen. Hierzu gehört der aktive Störsender, Düppel und die entsprechenden Verteidigungsmanöver.

Internes AN/ALQ-135 ECM-System

Das interne AN/ALQ-135 ECM-System wurde für die F-15E "Strike Eagle" entwickelt und wird dort im Rahmen des "Tactical Electronic Warfare System (TEWS)" eingesetzt. Dies macht die Strike Eagle zum ersten Überlegenheitsjäger mit einem von Anfang an fest eingebauten elektronischen Störsystem.

Das System kann alle modernen Radarsysteme im Frequenzbereich von 2 bis 20 GHz stören. Hierbei ist es unerheblich, ob das feindliche Radarsystem mit einer festen oder wechselnden Frequenz arbeitet. Das System bietet einen 360° Schutz gegen feindlichen radargelenkte SAM und Luft-Luft-Raketensysteme. Es beinhaltet 20 parallel arbeitende, reprogrammierbare Prozessoren. Dies erlaubt eine flexible Aktualisierung des Systems gegen neue feindliche Radarsysteme.°

Der AN/ALQ-135 stört automatisch die vom AN/ALR-56C Radarwarnsystem mitgeteilten Bedrohungen. Das AN/ALR-56C System ist ebenfalls in das TEWS der Strike Eagle integriert.

Im Originalkonzept bestand das AN/ALQ-135 aus sechs einzelnen Behältern (Blackboxes) - drei Oszillatoren und drei Verstärkern, welche eine überlappende Frequenzreichweite im Band 1 (NATO E bis G) sowie Band 2 (NATO G bis I) abdeckten.

Die F-15C erhielt einige der TEWS-Funktionen, dies erlaubte es, das Band 3 (NATO H bis J) abzudecken. Die neuen Antennen wurden vorne direkt vor der Cockpithaube, hinter der Radarabdeckung verbaut. Zusätzlich wurde im Heck eine Antenne für die hintere Hemisphäre verbaut. Diese wurden zusätzlich zu den bereits vorhandenen "Band 1.5" Antennen eingebaut.

Trotz des erhöhten Risikos während der Operation Desert Storm wurden 1991 keine mit dem AN/ALQ-135 ausgestatteten F-15 von feindlichen radargelenkten Waffensystemen abgeschossen. Zwei F-15E,

welche noch keine Band-1.5- Abdeckung an Bord hatten, wurden durch feindliches Bodenfeuer abgeschossen.

Die Arbeiten am AN/ALQ-135 und dem TEWS-System wurden bis Mitte der 1990er Jahre durchgeführt. Nach einer Einsatzüberprüfung 1994 wurde festgestellt, dass die Leistung der beiden Systeme die gestellten Anforderungen voll erfüllten.

Der aktuelle ECM-Status wird im Cockpit mittig auf dem TEWS-Display als Strahlensymbol angezeigt. Wenn das Symbol blinkt fährt das ECM-System hoch, wenn es dauerhaft leuchtet ist es in Betrieb.

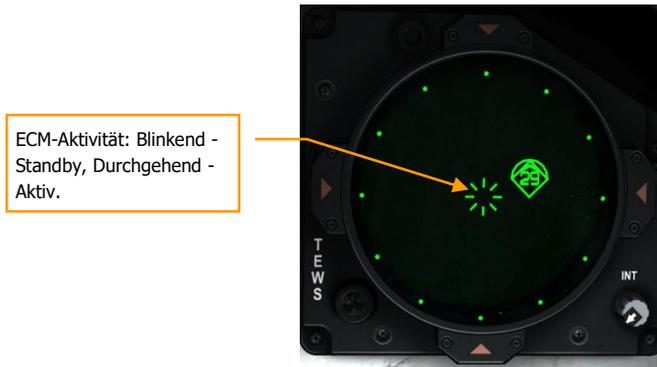


Abbildung 62: TEWS-ECM-Anzeige62

RADARWARNSYSTEME

Radarwarnsysteme welche an Schiffen, Flugzeugen und Fahrzeugen installiert werden, dienen der Erkennung und Meldung von Such- und Feuerleitradsystemen. Die meisten modernen Flugzeuge können eine Bedrohung durch feindliche Radarsysteme erkennen und klassifizieren. Obwohl es viele verschiedene Ansätze für Radarwarnsysteme gibt, folgen doch alle denselben funktionellen Prinzipien.

RWS sind passive Systeme, sprich, sie senden selbst keine Radarwellen. Eintreffende Radarwellen werden mit einer Datenbank verglichen und klassifiziert. Gleichzeitig wird auch die Richtung sowie der Betriebsmodus des Radars bestimmt. Radarwarnsysteme können allerdings nicht die Entfernung zum Ziel bestimmen.

Die im Spiel vorhandenen Radarwarnsysteme haben alle sehr ähnliche Eigenschaften. Alle Systeme können Radaremissionen entdecken, deren Betriebsmodus erkennen sowie eine Warnmeldung bei anfliegenden feindlichen Raketen ausgeben.

Für eine bessere Übersicht auf dem Schlachtfeld empfehlen wir, das RWS im bestimmten Betriebsmodus zu benutzen. Hierdurch kann das RWS auf die erwartete Bedrohung von halb-aktiven oder aktiven Luft-Luft-Raketen eingestellt werden.

Beachten Sie, dass das RWS nicht zwischen Freunden und Feinden (IFF) erkennen kann.

Das RWS kann Ziele in primäre und sekundäre Bedrohungen unterteilen. Nachfolgend eine Prioritätenliste, mit der höchsten Bedrohungsstufe zuerst:

1. Das Ziel ist entweder eine aktive Luft-Luft-Rakete, oder ein Raketenlenksignal wurde entdeckt.
2. Das feindliche Radarsystem beleuchtet Ihr Flugzeug im STT-Modus oder einem anderen Beleuchtungsmodus.
3. Die Bedrohung gehört zu einem priorisierten Radarsystem:
 - Die Bedrohung ist ein Flugzeugaradar;
 - Die Bedrohung ist ein Radar langer Reichweite;
 - Die Bedrohung ist ein Radar mittlerer Reichweite;
 - Die Bedrohung ist ein Radar kurzer Reichweite;
 - Die Bedrohung ist ein Frühwarnradar;
 - Die Bedrohung ist ein AWACS Radar.
4. Die Bedrohung sendet auf maximaler Signalstärke

DAS RWS KANN NICHT DIE ENTFERNUNG ZUM SIGNALEMITTER (RADAR) BESTIMMEN.

AN/ALR-56C Radarwarnempfänger

Am RWR-Display im Cockpit stellt die Mitte des Instrumentes die Position des eigenen Flugzeugs in einer Draufsicht dar. Um die eigene Position herum werden Radare dargestellt, die das eigene Flugzeug beleuchten. Ein am Display angezeigter Radarsender oberhalb des eigenen Flugzeugs bedeutet, dass sich das Radargerät vor Ihnen befindet, ein Radarsender rechts oder links entsprechend auf den Flugzeugseiten usw.

- Das AN/ALR-56C RWR stellt einen Bestandteil des TEWS für die F-15C/D Eagle dar.
- Das RWR System überwacht kontinuierlich einen Radius von +/- 180 Grad um das Flugzeug und +/- 45 Grad nach oben und unten.
- Die maximale Anzahl an Bedrohungen, die das RWR anzeigen kann, beträgt 16.
- Die Bedrohungshistorie wird für maximal 7 Sekunden angezeigt.
- RWR-Betriebsmodi: Alle Radaremissionen oder nur Radare, die mich fest aufgeschaltet haben (Lock).
- Die Anzeigeentfernung von der Displaymitte zeigt die Signalstärke an. Radarsysteme mit einer starken Sendeleistung werden näher an der Mitte angezeigt.
- Frühwarn- sowie AWACS-Radarsysteme werden niemals in der inneren Zone angezeigt werden.

- Wird eine neue Bedrohung entdeckt, ertönt ein kurzer lauter Piepton, zusätzlich erscheint die Bedrohung als Icon mit einem unten offenen Halbkreis auf dem RWS-Display.
- Wird ein Suchradar entdeckt, ertönt ein "zirpender" Ton.
- Schaltet Sie ein Radarsystem auf, wird das zirpende Geräusch kontinuierlich ertönen.

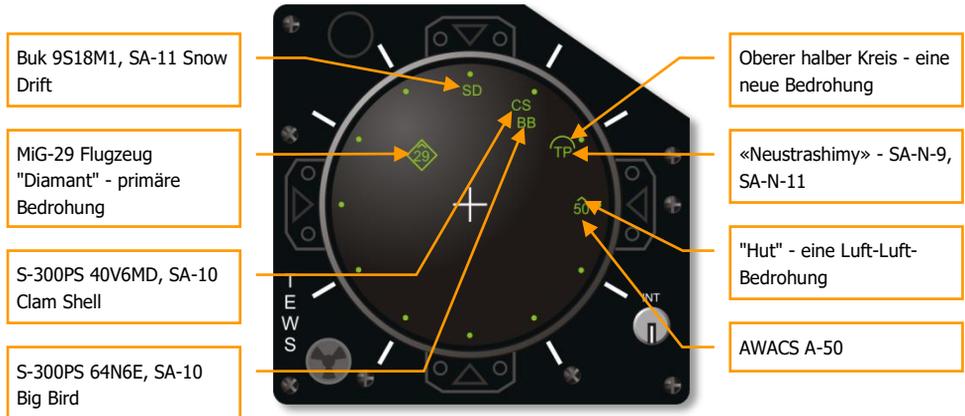


Abbildung 63: F-15C TEWS-Displaysymbole63

Das obere Bild zeigt eine beispielhafte Situation auf dem TEWS-Display an.

- Auf 12 Uhr wird Ihr Flugzeug von einem Erfassungsradar (Snow Drift) eines "Buk" SAM Systems beleuchtet.
- Von 1 Uhr aus wird das Flugzeug von einem 64N6E (Big Bird) Erfassungsradar und einem 40V6MD (Clam Shell) Erfassungsradar für niedrige Flughöhen beleuchtet. Beide Radare gehören zu einem S-300-SAM-(SA-10C)-Komplex.
- Von 2 Uhr aus wird das Flugzeug vom Radarsystem eines Patrouillenschiffes der "Neustrashimy"-Klasse beleuchtet. Da dies eine neu entdeckte Bedrohung ist, wird ein Halbkreis oberhalb angezeigt.
- Von 3 Uhr aus wird das Flugzeug von einem A-50-AWACS-Radar beleuchtet.
- Die primäre Bedrohung ist in einem Diamant eingeschlossen - eine MiG-29 zwischen 10 und 11 Uhr.

Aus der oben beschriebenen Situation können wir schließen, dass die primäre Bedrohung eine MiG-29 ist, die jederzeit Lenkwaffen gegen uns einsetzen kann. Als Konsequenz müssen entweder defensive oder offensive Manöver einleiten werden. Ein Angriff auf die MiG-29 kann entweder unter Zuhilfenahme des Flügelmanns oder ohne diesen erfolgen.

Neben der MiG-29 stellt der S-300-Komplex eine ernstzunehmende Bedrohung dar. Er befindet sich auf Ihrer 1-Uhr-Position. Achten Sie beim manövrieren darauf, dass Sie nicht in die Feuerreichweite der S-300 einfliegen.

Wird eine Waffe auf Sie abgeschossen, ertönt ein lauter Warnton. Dieser Ton wird sich für 15 Sekunden wiederholen, bis die Bedrohung vorbei ist.

Wurde eine aktive radargelenkte Luft-Luft-Rakete entdeckt, erscheint ein "M" Symbol in der inneren Zone und wird gleichzeitig als hoch priorisierte Bedrohung eingestuft. Die initiale Erkennungsposition der radargelenkten Rakete wird nah am abfeuernden Flugzeug, zirka in halber Distanz zum inneren Ring angezeigt.

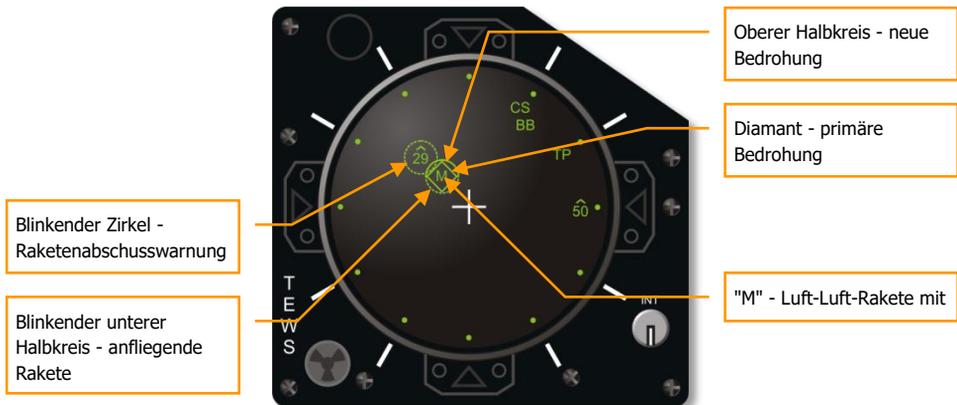


Abbildung 64: TEWS-Displaysymbole, Angriff mit aktiv radargelenkter Luft-Luft-Rakete⁶⁴

Das obere Bild zeigt eine beispielhafte Situation auf dem TEWS-Display.

- Eine MiG-29 hat aus 10 bis 11 Uhr kommend eine Luft-Luft-Rakete abgefeuert - ein blinkender Kreis um das Symbol.
- Die primäre Bedrohung "M" wird von einem Diamanten umgeben angezeigt. Dies ist die von der MiG-29 abgefeuerte Rakete. Diese wird mit einem Halbkreis als neue Bedrohung angezeigt. Der untere blinkende Halbkreis signalisiert, dass die Rakete Sie aufgeschaltet hat und in Ihre Richtung fliegt.

Dieser Situation erfordert schnelles Handeln und lässt wenig Raum für Nachdenken. Führen Sie einen aggressiven, mit hohen "G" gezogenen Kurvenflug durch in die Flugbahn der anfliegenden Rakete hinein. Gleichzeitig stoßen Sie permanent Düppel (Chaff) aus **[Einfg]**. Bei anfliegenden infrarotgelenkten Raketen ist das Flugmanöver identisch, allerdings müssen Leuchtfackeln (Flares) ausgestoßen werden **[Entf]**.

Durch die hohe Effektivität moderner radargelenkter Raketen ist es trotzdem sehr wahrscheinlich, dass Sie getroffen werden. Aus diesem Grunde ist es besser, dem Feind die Möglichkeit zum Abfeuern einer Waffe zu nehmen.

Folgende Symbole und Markierungen können am TEWS angezeigt werden:



Luftgestütztes Radar. Alle solchen Radartypen werden durch das "^" Icon angezeigt. Dieses wird über dem Flugzeugtypsymbol angezeigt. Boden- und Seeradarsysteme werden in der nachstehenden Tabelle erläutert.



Oberer Halbkreis - zeigt eine neue Bedrohung an. Dieses Icon erscheint über der neuesten entdeckten Bedrohung.



"Diamant" - primäre Bedrohung.



Ein blinkender Kreis zeigt an, dass das Abfeuern einer Luft-Luft-Rakete entdeckt wurde.



Blinkender Kreis mit einem "Diamanten" um ein "M" - Aktive radargelenkte Rakete (R-77, AIM-120C, AIM-54C, MICA-AR). Aktive radargelenkte Raketen in der Luft stellen

9-5: TEWS-Symbole

Beachten Sie, dass Symbole auch kombiniert werden können. Beispiel: Eine neue entdeckte Bedrohung (oberer Halbkreis) kann mit der Entdeckung des Abfeuerns einer Luft-Luft-Rakete (blinkender Kreis) kombiniert werden. In einem solchen Fall blinken beide Symbole.

Das Symbol für den Radartyp und die Radarklasse kann wertvolle Informationen zur Angriffsplattform liefern. In der nachfolgenden Tabelle finden Sie die entsprechenden TEWS- und RWR-Symbole:

Luftgestützte Radarsysteme

Plattform	RWS-Symbol
MiG-23	23
MiG-29, Su-27/33	29
MiG-31	31
Su-30	30
F-4E	F4
F-14A	14
F-15C	15
F-16C	16
F/A-18C	18
A-50	50
E-2C	E2
E-3C	E3

Schiffsbasierte Radarsysteme

Plattform	SAM-System	RWS-Symbol
Albatros, Grisha V Klasse Fregatte	SAM "Osa-M" (SA-N-4 Gecko)	HP
Kuznetsov, Flugzeugträger	SAM "Kinzhal" (SA-N-9 Gauntlet) AAA "Kortik" (SA-N-11 Grison)	SW
Rezky, Krivak II Klasse	SAM "Osa-M" (SA-N-4 Gecko)	TP
Moskva, Raketenkreuzer	SAM S-300F "Fort" (SA-N-6 Grumble) SAM "Osa-M" (SA-N-4 Gecko)	T2
Neustrashimy, Fregatte der Jastreb-Klasse	SAM "Kingal" (SA-N-9 Gauntlet) AAA "Kortik" (SA-N-11 Grison)	TP
Carl Vinson, CVN-70	RIM-7 Sea Sparrow	SS
Oliver H. Perry, FFG-7	SM-2 Standardrakete	SM
CG-47 Ticonderoga	SM-2 Standardrakete	SM

Bodenbasierte Radarsysteme

SAM-System	NATO Klassifizierung	RWS-Symbol
S-300PS 40V6M	SA-10	10
S-300PS 40V6MD	SA-10 Clam Shell	CS
S-300PS 5N63S	SA-10	10
S-300PS 64N6E	SA-10 Big Bird	BB
Buk 9S18M1	SA-11 Snow Drift	SD
Buk 9A310M1	SA-11	11
Kub 1S91	SA-6	6
Osa 9A22	SA-8	8
Strela-10 9A33	SA-13	13
PU-13 Ranzhir	Dog Ear	DE
Tor 9A331	SA-15	15
2S6 Tuguska	2S6	S6
ZSU-23-4 Shilka	ZSU-23-4	23
Roland ADS	Roland	RO
Roland Radar	Giraffe	GR
Patriot Such- und Erfassungsradar	Patriot	P
Gepard	Gepard	GP
Hawk Suchradar	I-HAWK PAR	HA

Hawk Verfolgungsradar	I-HAWK HPI	H
Vulcan	M-163	VU
S-125 P-19 radar	SA-3 Flat Face B	FF
S-125 SNR	SA-3 Low Blow	LB

LUFT-LUFT-RAKETEN



LUFT-LUFT-RAKETEN

Alle modernen Jagdflugzeuge sowie die meisten modernen Angriffsflugzeuge sind mit Luft-Luft-Raketen ausgestattet. Obwohl diese viele Vorteile gegenüber der Bordkanone haben, gibt es auch einige Nachteile. Um eine Rakete erfolgreich einzusetzen, müssen sehr strikte Prozeduren eingehalten werden. Jede Rakete hat ihren eigenen Vorbereitungsablauf für einen erfolgreichen Einsatz.

Eine Luft-Luft-Rakete besteht aus mehreren Komponenten, bestehend aus einem Suchkopf, dem Gefechtskopf und dem Motor. Der Motor funktioniert nur eine kurze Zeit. Die normale Einsatzdauer eines Motors ist je nach Raketentyp zwischen 2 und 20 Sekunden.

Beim Abfeuern wird die Rakete auf ihre maximale Geschwindigkeit beschleunigt. Sobald der Motor den Treibstoff verbrannt hat, fliegt die Rakete mit der aufgebauten Energie. Je größer die Fluggeschwindigkeit des Flugzeuges beim Abfeuern der Rakete ist, desto schneller fliegt die Rakete und desto größer ist auch ihre Einsatzreichweite.

Die Einsatzreichweite der Rakete wird durch die Flughöhe des Flugzeuges massiv beeinflusst. Dieser Effekt ist vor allem auf die höhere Luftdichte in niedrigen Flughöhen zurückzuführen. Erhöht sich die Flughöhe beim Abfeuern um 20.000 Fuß, so verdoppelt sich die Einsatzreichweite. Die Einsatzreichweite der AIM-120, zum Beispiel, verdoppelt sich auf 20.000 Fuß gegenüber dem Abfeuern auf Meeresspiegelhöhe. Wird eine Rakete auf ein Ziel oberhalb oder unterhalb des eigenen Flugzeuges abgefeuert, so entspricht die maximale Einsatzreichweite der durchschnittlichen Höhendifferenz zwischen den beiden Flugzeugen.

UM DIE EINSATZREICHWEITE ZU ERHÖHEN, SOLLTEN SIE DIE RAKETEN IMMER AUS GROßEN HÖHEN ABFEUERN.

Der Winkel zwischen den Flugzeugen kann die Einsatzreichweite ebenfalls massiv beeinflussen. Die Feuerreichweite erhöht sich, wenn beide Flugzeuge aufeinander zufliegen. Dies wird als hohes Zuschärfungsverhältnis bezeichnet (engl.: high aspect engagement). Wenn Sie versuchen, einen Gegner von hinten anzugreifen, verkleinert sich die Einsatzreichweite. Dies wird als niedriges Zuschärfungsverhältnis bezeichnet (engl. low aspect engagement). Um Ihre Einsatzreichweite zu erhöhen, sollten Sie immer versuchen, das Ziel mit einem hohen Zuschärfungsverhältnis anzugreifen.

SIE SOLLTEN ALSO STETS VERSUCHEN, AUF SIE ZUFLIEGENDE ZIELE ANZUGREIFEN, DIES ERHÖHT DIE FEUERREICHWEITE IHRER LUFT-LUFT-RAKETEN.

Raketen fliegen unter dem Einfluss derselben physikalischen Kräfte, wie Ihr Flugzeug. Beim Manövrieren verliert die Rakete an Energie (Fluggeschwindigkeit). Ein manövrierendes Ziel kann die Rakete dazu zwingen, signifikante Flugkorrekturen vorzunehmen und hierdurch Fluggeschwindigkeit einzubüßen. Dies kann dazu führen, dass die Rakete nicht mehr ausreichend Energie besitzt, um das Ziel weiter zu verfolgen.

BEI GROßEN FEUERENTFERNUNGEN WERDEN ZIELE, WELCHE NUR SCHLECHT AUSWEICHMANÖVER FLIEGEN KÖNNEN, EHER GETROFFEN.

Luft-Luft-Raketen sollen feindliche Flugzeuge zerstören. Sie sind in mehrere Klassen unterteilt, je nach Einsatzreichweite und Lenksystem. Nach Reichweite:

- Kurzstreckenraketen: Weniger als 15 km. (R-60, R-73, AIM-9 und weitere).
- Mittelstreckenraketen: Von 15 km bis 75 km. (R-27, R-77, AIM-7, AIM-120 und weitere).

- Langstreckenraketen: Mehr als 75 km: (R-33, AIM-54 und weitere).

Diese Raketen sind mit verschiedenen Lenksystemen ausgestattet:

- Passiver Infrarotsuchkopf: (R-60, R-73, R-27T, AIM-9).
- Passive Radarlenkung; Radarsender-Zielpeilung, normalerweise kombiniert mit halb-aktiver oder aktiver Radarführung. Diese Zielführung wird von modernen Raketen wie der AIM-7M, AIM-120 und der R-27R verwendet. Dies wird manchmal auch als "Home On Jam" (HOJ) Zielführung bezeichnet.
- Halb-Aktive Radarzielführung (engl.: Semi-Active Radar Homing - SARH). Solche Raketen schalten sich auf die vom Radar des Zielflugzeuges emittierten Radarwellen. (R-27R/ER, AIM-7, R-33).
- Aktive Radarzielführung (engl.: Active Radar Homing - ARH). Diese Raketen besitzen einen eigenen Radar im Suchkopf. (R-77, AIM-120, AIM-54).

Raketen der mittleren und langen Reichweite sind oft mit einem Trägheitsnavigationssystem und einem Datalinksystem ausgestattet. Dies erlaubt das Feuern auf Ziele, die sich außerhalb der Reichweite des Radarsystems der Rakete befinden.

Passive Radar- und Infrarotgelenkte Raketen emittieren selbst keine Signale. Stattdessen schalten sie sich auf die Radarsignale oder Infrarotemissionen der Ziele auf. Dies sind sogenannte "feuern und vergessen" Waffen. Dies bedeutet, dass man nach dem Abfeuern einer solchen Waffe vom Ziel abdrehen kann.

Halb-Aktive Lenkwaffen schalten sich auf das vom Ziel reflektierende Radarsignal des feuernden Flugzeugs auf. Bei diesen Waffen ist es notwendig, das Ziel bis zum Einschlag der Waffe im Ziel zu halten.

Langstreckenlenkwaffen, die mit einem aktiven Radar ausgestattet sind, haben dieselben Eigenschaften wie halb-aktive Lenkwaffen. Dies bedeutet, dass das feuernde Flugzeug in der ersten Phase nach dem Feuern das Ziel mit eigenem Radar beleuchten muss. Sobald sich die Lenkwaffen in einer Distanz von 10 bis 20 km vom Ziel befinden, schaltet die Rakete das eigene Radar ein und das Ziel wird autark verfolgt. Solche Waffensysteme sind erst vor kurzem eingeführt worden.

Lenkflugkörper agieren unter denselben aerodynamischen Kräften wie Flugzeuge. Sie unterliegen denselben Gravitations- und Luftwiderstandskräften wie Flugzeuge. Damit eine Rakete fliegen kann, muss sie auch Auftrieb generieren. Durch die kleinen Flügelflächen wird der Auftrieb eher durch die Geschwindigkeit als der Flügelform generiert.

Nach dem Abfeuern wird die Rakete durch den Motor beschleunigt. Dies sind normalerweise Feststoffmotoren mit einer Brenndauer von 2 bis 15 Sekunden. Während dieser Zeit beschleunigt die Rakete auf 2 bis 3 Mach; der weitere Flug findet unter Verwendung der aufgebauten kinetischen Energie statt. Je mehr die Fluggeschwindigkeit abnimmt, desto schwerer ist es für die Raketen, genug Auftrieb zu generieren. Fällt die Geschwindigkeit auf 1000 bis 800 km/h, so wird die Rakete fast nicht mehr kontrollierbar und fällt in einer ballistischen Bahn zu Boden.

Die maximale Einsatzreichweite einer Rakete ist ein dynamischer Wert, der von einer Anzahl an Faktoren abhängt: Im Wesentlichen von der initialen Flughöhe des feuernden Flugzeugs, der kombinierten Fluggeschwindigkeit (Annäherungsgeschwindigkeit) zum Ziel und der relativen Position zum Ziel (Target Aspect). Um die effektive Reichweite eines Lenkflugkörpers zu bestimmen, müssen zunächst einige hierfür wesentlichen Definitionen und Einschränkungen betrachtet werden: "Mit der

effektiven Reichweite definiert man die maximale Flugreichweite eines Lenkflugkörpers, innerhalb derer noch eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Schadenswirkung beim Gegner erfolgt. Die effektive Reichweite enthält daher im Allgemeinen auch eine Berücksichtigung der Trefferquote, also dem Verhältnis von erfolgreichen Treffern zu abgegebenen Schüssen. Die effektive Reichweite ist ein Maximalwert." Die effektive Reichweite einer Lenkrakete wird von vielen Variablen beeinflusst:

- Flughöhe der Trägerplattform (Luftdichte)
- Kinetische Energie der Rakete
- Fluggeschwindigkeit der Trägerplattform im Moment des Abfeuerns
- Höhenunterschied zum Ziel im Moment des Abfeuerns
- Winkel zum Ziel
- Wetter
- Gegenmaßnahmen des Ziels
- Flughöhe des Ziels
- Geschwindigkeit des Ziels
- Flugzeit der Rakete
- Raketentechnik

Bei einem Angriff von hinten verkleinert sich die Einsatzreichweite signifikant, da die Rakete das Ziel einholen muss. Angriffe von hinten aus niedriger Flughöhe sind normalerweise um einen Faktor von zwei bis drei erfolgloser als Angriffe mit optimalen Einsatzparametern. Zur Verdeutlichung nachfolgend die Einsatzreichweiten der R-27ER bei verschiedenen Zuschärfungsverhältnissen und Flughöhen:

- Maximale Reichweite beim Feuern auf ein anfliegendes Ziel auf 10.000 Meter Flughöhe - 66 km.
- Maximale Reichweite beim Feuern auf ein anfliegendes Ziel auf 1.000 Meter Flughöhe - 28 km.
- Maximale Reichweite beim Feuern auf ein weg fliegendes Ziel auf 1.000 Meter Flughöhe - 10 km.

Die maximale Reichweite wird unter der Maßgabe berechnet, dass das Ziel keine Ausweichmanöver nach dem Abfeuern der Lenkwaffe unternehmen wird. Fängt das Ziel an auszuweichen, so muss die Rakete dies auch tun und wird hierdurch sehr schnell an Energie verlieren. Aus diesem Grund sollte für die Berechnung der maximalen Reichweite eine andere Methode angewendet werden: Die maximale Einsatzreichweite unter der Berücksichtigung, dass das Ziel Ausweichmanöver fliegen wird (im Westen als "Rpi" bekannt). Das Waffensystem berechnet durchgehend die maximale Einsatzreichweite für ein nicht manövrierendes Ziel als auch für ein manövrierendes Ziel. Rpi hat eine viel kleinere Einsatzreichweite aber eine wesentlich höhere Chance, das Ziel zu treffen. Im Spiel werden die Einsatzreichweiten auf dem HUD und dem HDD/VSD angezeigt.

Mittelstreckenraketen

AIM-120 AMRAAM

Die Mittelstreckenrakete AIM-120 AMRAAM (Advance Medium-Range Air-to-Air Missile) hat die AIM-7 "Sparrow" Rakete abgelöst und befindet sich seit 1991 im Einsatz. Im Vergleich zur AIM-7 ist die AIM-120 Rakete kleiner und leichter mit verbesserter Einsatzeffektivität und kann sowohl hochfliegende und wendige, als auch niedrig fliegende Ziele im stark mit elektronischen Gegenmaßnahmen gestörten Umfeld erfolgreich bekämpfen. All das konnte durch den Einsatz modernster Design-, Entwicklungs- sowie Fertigungsmethoden erreicht werden.

Heutzutage wird die AIM-120 von den USA, Deutschland, Großbritannien und einer Reihe an weiteren NATO Ländern eingesetzt.



Abbildung 65: AIM-120C AMRAAM65

Die AIM-120 wurde nach den geltenden Regeln des Standardmodells der Aerodynamik entwickelt und besteht aus drei Sektionen: Vordere Sektion, Sprengkopf und Heckteil. Kreuzförmig angebrachte Flügel im vorderen und im Heckbereich erlauben gute Manövrierbarkeit bei hohen und niedrigen Geschwindigkeiten. Die Raketenverkleidung besteht aus Stahl, grau bemalt, und kann sehr hohe Temperaturen aushalten.

Im vorderen Teil befindet sich die Autopilot-Einheit. Der Autopilot kombiniert mehrere Subroutinen, um die Rakete beim Anflug auf das Ziel zu unterstützen, ohne dass permanent die durchgehende Zielbeleuchtung durch das Flugzeugradar gewährleistet sein muss. Während der ersten und zweiten Flugphase finden Korrekturen des Trägheitsnavigationssystems statt, in der letzten Flugphase schaltet die Rakete ihr aktives Radar ein. Das Trägheitsnavigationssystem sowie der Empfänger für Kurskorrekturen befinden sich im Heck der Rakete. Die komplette Anlage, die auch sehr kleine Kreisel beherbergt, wiegt ca. 1,4 kg. Ein 30 MHz schneller Computer wird für das Trägheitsnavigationssystem sowie das Radarsystem verwendet. Der Bordcomputer überwacht alle wichtigen Funktionen der Rakete während des Fluges. Hierzu gehört die Datenverbindung zum Flugzeug, das Scharfstellen des Sprengkopfes, sowie die Überwachung der restlichen Subsysteme und Komponenten. Der Einsatz eines solchen Bordcomputers ermöglichte den Entwicklern, mehrere Flugparameter zur Berechnung des besten Flugprofils zum Abfangen des Zieles einfließen zu lassen. Zum Beispiel kann der Bordcomputer auf Grund der bekannten Zielentfernung, dem Flugwinkel und der Fluggeschwindigkeit die

Beschleunigung des Zieles berechnen. Da die eigene Fluggeschwindigkeit der Rakete bekannt ist, kann der Bordcomputer aus allen Parametern das aktuell beste Abfangprofil errechnen und einsetzen.

Der Datalink wird verwendet, falls eine Korrektur des Flugprofils im mittleren Flugbereich notwendig ist. Der aktive Radar-Suchkopf schaltet sich ein, sobald das Ziel konstant aufgeschaltet wurde und verwendet hoch- und mittelfrequente Radarimpulse, um das Ziel zu verfolgen. Die Radarantenne befindet sich hinter der Raketenspitze. Diese ist 530 mm lang und 178 mm im Durchmesser. Sie besteht aus Keramik und ist mit Verbundwerkstoffen verstärkt.

Die Gefechtskopf-Einheit besteht aus dem Splittersprengkopf, einem Funkannäherungszünder sowie den Scharfstellungsmechanismen. Das Ziel kann sowohl konzentriert von 198 stabförmigen Projektilen als auch ringförmig angegriffen werden. Wird das Ziel direkt von der Rakete getroffen, löst ein Aufprallzünder die Sprengung aus. Die Antriebseinheit besteht aus einem Dual-Schub-Feststoff-Raketenmotor mit einem hohen initialen Impuls. Die Abgase sind weitestgehend rauchfrei, der Treibstoff wiegt 45 kg.

Das Flugprofil der Rakete ist in drei Bereiche unterteilt: Trägheitskorrigiert - trägheitsunabhängig - aktives Radar. Der Raketenabschuss wird unter Zuhilfenahme des Bordradars durchgeführt. Das AN/APG-70 Radar der F-15C kann Zieleigenschaften wie Entfernung und Annäherungsrate dazu verwenden, die zehn gefährlichsten Ziele im TWS-(Track While Scan)-Modus gleichzeitig zu verfolgen. Nachdem der Pilot ein Ziel ausgewählt hat, werden die Zieldaten automatisch an das Trägheitsnavigationssystem der Rakete übermittelt. Bis zum tatsächlichen Abfeuern versorgt der Bordcomputer die Rakete kontinuierlich mit Zieldaten. Nachdem die Rakete abgefeuert wurde, werden die aktuellen Zieldaten nur vom Bordradar des Flugzeuges verfolgt. Sollte das Ziel nicht manövrieren, wird das Trägheitsnavigationssystem die Rakete in Zielnähe bringen, wo das aktive Radar der Rakete eingeschaltet wird.

Manövriert das Ziel, müssen Kurskorrekturen vorgenommen werden. Die Positionsdaten des Zieles werden an die Rakete vor dem Abfeuern übermittelt. Die Kurskorrekturen werden über die Nebenkeulen der Radarantenne an die Rakete geschickt. Diese Daten werden über das Datalink-Modul der Rakete empfangen. Es können simultan bis zu 8 AIM-120 mit Kurskorrekturen versorgt werden, falls sie auf verschiedene Ziele abgeschossen wurden. Die verbleibende Zeit, bis die Rakete ihr eigenes Radar einschaltet, wird im Cockpit angezeigt. Dies zeigt dem Piloten an, ab wann die Rakete selbständig die Zielführung übernimmt und Kurskorrekturen nicht mehr notwendig sind. Diese Methode ist nur dann einsetzbar, wenn der Feind keine elektronischen Gegenmaßnahmen zur Störung des Radars einsetzt. Sollte das Ziel das Radar stören, dann wechselt die Rakete abwechselnd auf den HOJ-(Home On Jam)-Modus in der mittleren und finalen Flugphase. Im Nahkampf wird sofort das aktive Radar der Rakete eingesetzt.

Die Rakete kann an zwei verschiedenen Waffenaufhängungen angebracht werden: an einer Abschussschiene sowie an einem Abwurfpylon. Die Abschussschienen sind so konstruiert, dass auch AIM-9 "Sidewinder"-Raketen abgeschossen werden können. Die zweite Methode verlangt eine Modifizierung der LAU-17 sowie LAU-92-Pylone. Die F-15 sowie F/A-18 sind mit solchen Pylonen ausgestattet. Diese können auch für die AIM-7 "Sparrow" eingesetzt werden. Es können bis zu sechs "AMRAAM"-Raketen von der F-15, F-16, F/A-18, Tornado F.2 sowie der Phantom F-4F mitgeführt werden.

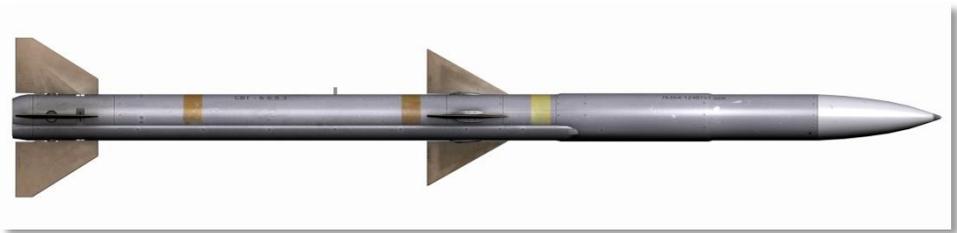


Abbildung 66: AIM-120B66



Abbildung 67: AIM-120C67

Heutzutage gibt es drei AIM-120 Modelle:

- AIM-120A war die erste Version und wurde bis 1994 produziert.
- AIM-120B ist eine modernisierte Version des A Modells mit einer größeren Programmiermöglichkeit über einen Kabelanschluss im Transportbehälter.
- Die AIM-120C befindet sich seit 1996 in Produktion und wurde für die Mitführung durch die F-22A modifiziert. Das C Modell ist kleiner, schneller, wendiger und hat eine größere Reichweite als die Vorgängermodelle.

Eine kleine Anzahl von F/A-18 wurden mit AIM-120 Raketen zu Beginn der Operation "Desert Storm" ausgestattet. Die Rakete wurde jedoch nicht im Kampf eingesetzt. Der ersten Kampfeinsatz der AIM-120 fand im Dezember 1992 statt als eine F-16C eine irakische MiG-25 abschoß.

Die AIM-120 ist die vermutlich effektivste Luft-Luft Waffe im NATO Arsenal. Sie hat eine große Reichweite, hohe Energieausbeute, ist wendig und hat ein unübertroffenes Zielsystem.

AIM-7 Sparrow

Die Entwicklung der Sparrow III (AIM-7C) begann 1954, die Indienststellung war 1958. Die Rakete wurde zuerst von den Jägern: Demon (F3H und F3H-2) und der Phantom II (F-4B, F-4C, F-4M) mitgeführt. Es konnten bis zu sechs Raketen mitgeführt werden, die Reichweite betrug 12 km.

Alle Sparrow III Raketen nutzen dasselbe aerodynamische Design mit komplett beweglichen Steuerflächen und Stabilisatoren. Die Rakete besteht aus vier Modulen: Nase, Flügel, Gefechtskopf und Antrieb. Alle Modelle werden gleich zusammengebaut und haben dieselben Abmessungen. Dies erlaubt mehrere Modelle an einem Flugzeugtyp anzubringen. Die AIM-7 verwendet ein Trägheitsnavigationssystem sowie die halb-aktive Radarzielsuche. Vom Ziel reflektierte Radarwellen der Abschussplattform werden von der Rakete empfangen. Daraufhin sendet die Rakete ein Signal an die Abschussplattform durch eine im Heck angebrachte Antenne.



Abbildung 68: AIM-7 Sparrow68

Der Sprengkopf ist nach dem "expanding-rod"-Prinzip aufgebaut. Hierdurch wird bei der Explosion des Sprengkopfes ein Stahlring expandiert, welcher das Ziel "zerschneiden" soll. Der Sprengkopf wird sowohl von einem Radarannäherungszünder als auch durch einen Aufschlagzünder ausgelöst.

Der Feststoffraketenantrieb hat zwei Stufen, die Boostphase sowie die Flugphase. Der Treibstoff wird durch einen sternförmigen Kanal zum Motor geführt, was eine optimale Verbrennung ermöglicht.

Die AIM-7D wurde 1961 mit einer Reichweite von 15 Kilometern in Dienst gestellt. Die Rakete wurde mit einem halb-aktiven Radarsuchkopf mit konstanter Radarbeleuchtung durch die Abschussplattform ausgestattet. Der LR44-RM2 Motor, welcher ebenfalls in der AIM-7C installiert wurde, wurde später durch den Rocketdyne Mk. 38/39 Motor ausgetauscht (beide haben nur eine Brennstufe). Die Produktion endete 1963 mit der Einführung der AIM-7E.

Die AIM-7E hatte einen verbesserten Suchkopf gegenüber dem D Modell, sowie einen neuen Aerojet Mk 52 Mod 2 Raketenmotor. Der Motor hatte ein Gewicht von 68,5 kg, mit einer Brennzeit von nur 2,8 Sekunden. Als Treibstoff wurde Polybutadien mit Ammoniumperoxyd als Oxidator verwendet. Durch den neuen Antrieb sowie den neuen Treibstoff erreichte die Rakete höhere Geschwindigkeiten sowie eine höhere Reichweite. Die erhöhte Reichweite wurde ebenfalls durch den neuen Suchkopf erreicht.

Auf Basis der AIM-7E wurde die seegestützte "Sea Sparrow" entwickelt. Diese wurde als Verteidigungswaffe auf Schiffen der US Navy sowie anderer Nationen verwendet. Später wurde die AIM-7E in mehrere Luftverteidigungssysteme der NATO aufgenommen: "Spada" (Boden) und "Albatros" (Seegestützt). Viele Länder entwickelten auf Basis der AIM-7E eigene "Luft-Luft-Raketen". Die erfolgreichen Tests sowie gute PR machten die Rakete weltberühmt.

Allerdings entsprach dies nicht den realen Ergebnissen im Kampf. Im Vietnamkrieg von 1965 bis 1969 traf nur eine von zehn verschossenen Raketen das Ziel. Untersuchung zeigten die Nachteile: die sehr große minimale Feuerentfernung sowie die lange Aufschaltzeit. Vor allem Ziele, die sehr manövrierfähig

waren, konnten kaum getroffen werden. Wenn man in Betracht zieht dass die AIM-7E für das Abfangen großer sowjetischer Bomber entwickelt wurde, verwundert dies nicht.

Noch im Vietnamkrieg begann man auf Grund der gewonnen Erkenntnisse mit der Entwicklung eines neuen "Sparrow"-Modells: Der AIM-7E2. Diese Version wurde 1968 in Dienst gestellt und hatte eine Einsatzreichweite von 50 Kilometern sowie eine größere Einsatzhöhe.

Bei der Entwicklung dieser Version wurde großer Wert auf die Anforderungen des Luftkampfes im Sichtbereich gelegt. Die Zeit, in der die Rakete nach dem Abschuss scharf gestellt wird, wurde stark verkleinert, der Suchkopf verbessert und die Steuersysteme sowie Steuermotoren stark verbessert. Als Ergebnis konnte diese Variante viel besser manövrieren und in einer kürzeren Entfernung zum Ziel verschossen werden.

1973 wurde die AIM-7F in Dienst gestellt. Die maximale Einsatzreichweite betrug nun 50 bis 70 Kilometer. Der Suchkopf konnte in zwei Modi arbeiten: Puls-Doppler sowie kontinuierliche Radarwellen, und konnte mit vielen Radarmodellen betrieben werden.

Der verbesserte Sprengkopf hatte eine größere Reichweite. Anders, als bei den vorherigen Versionen wurde der Sprengkopf zwischen die Nasensektion und die Flügelsektion installiert. Dies wurde durch das Weglassen von Vakuumröhren auf Grund von technischem Fortschritt möglich. Zusätzlich wurde die Zuverlässigkeit der Rakete auf 470 Stunden zwischen zwei Ausfällen verbessert. Dies bedeutete einen acht Mal besseren Wert gegenüber der AIM-7E.

Diese Raketenvariante ist mit einem neuen, zweistufigen Hercules MK-58 Mod 2 Motor ausgestattet. Mit einer signifikant verbesserten Reichweite gegenüber der AIM-7E2 und der AIM-7F ist diese Rakete besser für den Nahkampf geeignet.

Eine der Nachteile der AIM-7F war allerdings die hohe Störanfälligkeit verursacht durch von der Erde reflektierten Radarstrahlen. Dies ist besonders wichtig beim Angriff auf niedriger fliegende Ziele. Um das Problem zu lösen, begann man 1975 mit der Entwicklung einer verbesserten Version der AIM-7F. Dieses Modell wurde mit einem Mono-Puls Suchkopf mit einer besseren Störungsresistenz ausgestattet.

1967 bis 1977 wurde die neue AIM-7M Flugtests unterzogen. Die maximale Reichweite bei großer Höhe waren weiterhin 50 bis 70 Kilometer. Die Problematik, die ein halb-aktiver Suchkopf mit sich bringt, bestand aber weiterhin. Eine solche Rakete schränkt die Manövrierbarkeit der Abschussplattform während der Flugphase der Rakete (ca. 20 bis 60 Sekunden bei Zielen außerhalb der Sichtweite und 10 bis 20 Sekunden für Ziele im Nahkampf) bis zum Einschlag stark ein. Der Suchkopf ist anfällig für moderne elektronische Störmaßnahmen. Dies führte zu der Anforderung an moderne Luft-Luft-Raketen: "Fire and Forget" - Feuern und vergessen.

Die F-4, F-15, F-14, F-16 und F/A-18 Flugzeuge wurden mit den AIM-7 Raketen ausgerüstet.

Kurzstreckenraketen

AIM-9 Sidewinder

Die Entwicklung der "Sidewinder"-Rakete begann 1948. Die ersten Flugtests wurden zwischen 1952 und 1954 durchgeführt. 1956 wurde die erste Variante, die AIM-9A Sidewinder in Dienst der US Air Force gestellt.

Die Sidewinder wurde im Canardlayout entwickelt. Der Durchmesser der Rakete beträgt 127 mm und besteht aus vier dreieckförmigen Flügeln. Die Steuerflächen sind an den hinteren Flügeln angebracht. Diese sind für die Limitierung der Kurvengeschwindigkeit der Rakete zuständig. Alle Versionen der Sidewinder haben dieselbe Anzahl an Komponenten: Zielführungs- und Steuerungssystem (inklusive Zielsuchkopf, pneumatischer Steuerflächenantrieb, Stromquelle sowie dem Aufschlagzünder), Annäherungszünder, Sprengkopf und Motor. Alle "Sidewinder"-Versionen, bis auf die AIM-9C und AIM-9R, sind mit einem IR-Suchkopf ausgestattet, welche am besten bei guten Wetterverhältnissen funktionieren. Die AIM-9C ist mit einem Radarsuchkopf ausgestattet, was zu einem gleichbleibenden Einsatzserfolg bei schlechten wie bei gutem Wetter führt.

Zur Stromversorgung wird, außer bei der AIM-9D, welche mit einer Batterie ausgeliefert wird, eine Gasturbine verwendet. Diese wird durch heiße Gase, welche durch das Verbrennen einer brennbaren Kartusche erzeugt werden, angetrieben.



Abbildung 69: AIM-9P Sidewinder69

Der Sprengkopf ist vom Typ "expanding-rod". Der Sprengkopf wird durch den Annäherungszünder in einer Entfernung von 5 bis 6 Metern vom Ziel aktiviert. Sollte die Rakete das Ziel direkt treffen, zündet der Aufschlagzünder den Sprengkopf. Der Feststoffmotor hat zwei Stufen (Boost- und Flugphase).

Sidewinder wurden von den 1960er bis in die 1990er Jahre in vielen Konflikten verwendet. Während des Falklandkrieges wurden nach britischen Angaben 27 Sidewinder abgefeuert, wovon 16 feindliche Flugzeuge und Hubschrauber trafen. Die exzellente Performance der Sidewinder lässt sich im generellen auf den fortschrittlichen Suchkopf zurückführen. Trotzdem hat auch dieser Suchkopf Probleme mit Zielen, die eine niedrige IR-Signatur haben und IR-Fackeln ausstoßen. Ein gutes Beispiel hierfür sind Propellerflugzeuge. Es ist bekannt, dass eine Harrier zwei Raketen auf eine argentinische C-130 abfeuerte, wovon eine das Ziel nicht traf und die andere einen Flügel beschädigte. Der Pilot näherte sich daraufhin dem Transportflugzeug und feuerte 240 Geschosse in das Flugzeug. Argentinische Jagdflugzeuge waren dagegen ein leichtes Ziel für die Sidewinder.

AIM-9L - Der Vietnamkrieg zeigte die schlechte Effektivität der damaligen "Sidewinder"-Versionen auf. Diese frühen Versionen limitierten die Manövrierbarkeit der Trägerplattform beim Abfeuern und trafen kaum stark manövrierende Ziele. Auf Grund dessen begann man mit der Entwicklung der AIM-9L im Jahre 1971. Die maximale Reichweite der AIM-9L in großer Höhe waren 18 Kilometer.

Die mit einem ungekühlten Bleisulfid-Detektor-Suchkopf ausgestattete Variante wurde gegen einen FM-modulierten, argongekühlten Indiumanionid-Suchkopf ausgetauscht. Dies erhöhte drastisch die Chancen, ein Ziel nicht nur von hinten, sondern auch von vorne aufzuschalten zu können. Weitere Verbesserungen galten dem Sichtwinkel sowie der Verfolgungsrate.

Der AIM-9L Suchkopf wird mit einem kryogenen Kühlsystem gekühlt. Als Kühlmittel wird Argon verwendet, dieser wird in einem Behälter im Raketenkörper mitgeführt. Dies erlaubte den Bodencrews, die Raketen ohne weitere Zusatzbehälter am Flugzeug anzubringen. Ältere "Sidewinder"-Versionen hatten Kühlmittelbehälter, die vor dem Start angebracht werden mussten.



Abbildung 70: AIM-9M Sidewinder70

Die AIM-9L verwendet elektronische Chips sowie eine thermale Batterie als Energiequelle.

Die AIM-9L war die erste Luft-Luft-Rakete mit einem Laserannäherungszünder. Das Hauptmodul beinhaltet sowohl den Lasersender wie auch den Empfänger. Die ausgesendeten Laserstrahlen werden vom Ziel zurückgeworfen, daraufhin wird der Sprengkopf gezündet.

Der AIM-9L Sprengkopf war ebenfalls eine Neuentwicklung. Er ist von zwei Schichten Stahlstiften umgeben, die in einer definierten Weise geschnitten wurden, um ein definiertes Gewicht zu erreichen. Zwei Zünder detonieren den Sprengkopf zur selben Zeit.

Die AIM-9L Sidewinder wurde 1976 in Dienst gestellt und seit dem von vielen Flugzeugen mitgeführt: F-4, F-5, F-14, F-15, F-16, Tornado, Sea Harrier, Hawk und vielen weiteren.

1979 begannen die Versuchstests mit der neuen Version der Sidewinder, der AIM-9M. Dies ist eine verbesserte Version der AIM-9L. Die Aim-9M wurde mit einem neuen Raketenmotor ausgestattet, der weniger Rauchgase abgibt (der Anteil an Aluminium als Oxidant wurde verringert).

Der größte Unterschied zur AIM-9L ist der neue Infrarotsuchkopf mit geschlossenem Kühlkreislauf. Hierbei muss das Kühlmittel nicht periodisch nachgefüllt werden. Der Suchkopf ist resistenter gegen feindliche Störmaßnahmen und kann Ziele, die von oben angegriffen werden, besser vom Boden unterscheiden. Die AIM-9M wurde 1983 in Dienst gestellt.

FUNK- KOMMUNIKATION



FUNKKOMMUNIKATION UND NACHRICHTEN

In den frühen Zeiten der Luftfahrt war die Kommunikation zwischen Piloten schwierig bis unmöglich. Ohne Funkgeräte waren die Piloten meist auf Handzeichen limitiert. Koordination, vor allem im Luftkampf, war generell gesprochen unmöglich.

Obwohl die moderne Funktechnik riesige Fortschritte gemacht hat, ist die Kommunikation zwischen Piloten immer noch von frustrierenden Momenten begleitet. Es gibt dutzende, manchmal hunderte Kombattanten welche dieselben Frequenzen benutzen. Versuchen all diese Menschen gleichzeitig zu sprechen, so kommt meist nur Chaos dabei raus. Aus diesem Grund sind die Piloten darum bemüht eine strikte und kurze "Funksprache" zu sprechen, hierzu gehört das eigene Rufzeichen, die Anweisung und die Erklärung. Das "Rufzeichen" sagt aus, von wem an wen die Nachricht gerichtet ist, die "Anweisung" beinhaltet eine kurze Information für den Empfänger und die "Erläuterung" spezielle Zusatzinformationen. Zum Beispiel:

Chevy 22, Chevy 21, hart nach rechts, Banditen 4 Uhr niedrig.

Diese Funknachricht wurde von #1 des Chevy-Fluges an #2 des Chevy-Fluges gesendet. Chevy 21 hat Chevy 22 angewiesen, eine harte Rechtskurve zu fliegen. Der erklärende Teil der Nachricht sagt auch aus warum: auf Chevy 22 kamen aus 4 Uhr niedrig Banditen zugeflogen.

FUNKSPRÜCHE SOLLTEN KURZ UND AUF DEN PUNKT GENAU SEIN!

Es gibt drei Arten von Funksprüchen in DCS World:

- Funksprüche, die der Spieler an andere Flugzeuge sendet.
- Funksprüche, die von anderen Flugzeugen, Bodenstation etc. gesendet werden.
- Nachrichten und Warnungen, die das eigene Flugzeug erzeugt.

Funksprüche

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet die Funksprüche, die der Pilot abgeben kann sowie den entsprechenden Tastaturbefehl. Je nach Befehl kann es sein, dass Sie zwei bis drei Tasten drücken müssen. Es gibt auch Tastaturbefehle mit denen Sie komplexe Funksprüche mit nur einem Tastendruck abgeben können.

- Empfänger - in dieser Spalte steht, an wen die Nachricht adressiert ist. Dies könnte der komplette Schwarm, der Flügelmann, AWACS etc. sein.
- Befehl - In dieser Spalte steht der Inhalt der Funknachricht.

Unterbefehl - In manchen Fällen spezifiziert der Unterbefehl den Befehl, wie zum Beispiel ("Mein Ziel angreifen" oder "Formation, line abreast".)

Wie in der unteren Tabelle angeführt, kann es sein, dass Sie pro Funkspruch zwei bis drei Tasten drücken müssen. Um zum Beispiel dem Flügelmann den Angriff auf das eigene Ziel zu befehlen, müssen die Tasten: F3, F1, F1 gedrückt werden.

Vom Spieler ausgehende Funkbefehle

Empfänger	Befehl	Unterbefehl	Befehlserklärung	Antworten auf Befehl
Flug oder Flügelmann	Greif an...	Mein Ziel	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann das Ziel, das er aufgeschaltet hat, anzugreifen. Nachdem das Ziel zerstört wurde, kehrt der Flügelmann zurück in die Formation.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
		Mein Gegner	Der Spieler fordert den Flügelmann auf, dass Ihn angreifende Flugzeug anzugreifen.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
		Banditen	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann die Formation zu verlassen und Banditen (feindliche Flugzeuge), die sich innerhalb der Sensorreichweite befinden, anzugreifen. Nachdem das Ziel zerstört wurde, kehrt der Flügelmann zurück in Formation.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Greifen Banditen an," antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.

		Luftabwehr	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann die Formation zu verlassen und Luftabwehrsysteme, die entdeckt wurden anzugreifen. Nachdem das Ziel zerstört wurde, kehrt der Flügelmann in die Formation zurück.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Greife Luftabwehr an," antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
		Bodenziele	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann die Formation zu verlassen und feindliche Bodenziele anzugreifen. Ziele die angegriffen werden können sind alle Gebäude oder Fahrzeuge, die im Missionseditor als feindlich deklariert wurden. Nachdem das Ziel zerstört wurde, kehrt der Flügelmann in die Formation zurück.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Greife Ziele an," antworten, wobei (x) Ihr Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
		Seeziele	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann die Formation zu verlassen und Seeziele, die sich innerhalb der Sensorreichweite befinden, anzugreifen. Nachdem das Ziel zerstört wurde, kehrt der Flügelmann zurück in Formation.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Greife Schiff an," antworten, wobei (x) Ihr Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.

		Mission und Rückkehr zur Formation	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann die Formation zu verlassen und das Ziel anzugreifen, welches im Missionseditor als solches deklariert wurde. Nachdem das Ziel zerstört wurde, kehrt der Flügelmann in die Formation zurück.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Attacking primary," antworten, wobei (x) Ihr Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
		Mission und RTB (Return to Base, Rückkehr zur Basis)	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann die Formation zu verlassen und das Ziel anzugreifen, welches im Missionseditor als solches deklariert wurde. Nachdem das Ziel zerstört wurde, kehrt der Flügelmann zur Basis zurück.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Attacking primary," antworten, wobei (x) Ihr Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
Flug oder Flügelmann	Fliege zu...	Return To Base (Rückkehr zur Basis)	Der Flügelmann verlässt die Formation und fliegt zurück zur Basis. Ist keine Abflugbasis bekannt, so wird er auf dem nächsten befreundeten Flugplatz landen.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten..

		Route	Der Flügelmann verlässt die Formation und folgt der Flugroute.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten..
		Position halten	Der Flügelmann verlässt die Formation und fliegt am aktuellen Punkt im Kreis.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
Flug oder Flügelmann	Radar...	An	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann, das Suchradar zu aktivieren.	Der Flügelmann antwortet "(x) Radar On," wobei (x) sein Rufzeichen ist.
		Aus	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann, das Radar zu deaktivieren.	Der Flügelmann antwortet: "(x) Radar Off," wobei (x) sein Rufzeichen ist.
Flug oder Flügelmann	ECM...	An	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann, das ECM einzuschalten.	Der Flügelmann antwortet "(x) Music On", wobei (x) sein Rufzeichen ist.
		Aus	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann, das ECM auszuschalten.	Der Flügelmann antwortet "(x) Music Off", wobei (x) sein Rufzeichen ist.
Flug oder Flügelmann	Rauch	An	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann, die Rauchbehälter einzuschalten.	Der Flügelmann wird den Befehl ausführen, und mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) Ihr Rufzeichen sein wird.

		Aus	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann, die Rauchbehälter auszuschalten.	Der Flügelmann wird den Befehl ausführen, und mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) Ihr Rufzeichen sein wird.
Flug oder Flügelmann	Gib mir Deckung		Der Spieler fordert vom Flügelmann, das sich am nächsten zum Spieler befindliche feindliche Flugzeug anzugreifen.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
Flug oder Flügelmann	Zuladung abwerfen		Der Spieler fordert vom Flügelmann, seine externe Zuladung abzuwerfen.	Kann der Flügelmann den Befehl ausführen, so wird er mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" antworten, wobei (x) sein Rufzeichen sein wird. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird er mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" antworten.
Flug	Zur Formation	Zurück in Formation	Flügelmänner werden Ihre aktuelle Aufgabe abrechnen und in Formation zurückkehren.	Können die Flügelmänner den Befehl ausführen, so wird mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" geantwortet, wobei (x) die Rufzeichen sein werden. Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so wird mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" geantwortet..
		Line Abreast	Befehl an Flügelmänner in die "Line Abreast"-Formation zu wechseln.	Können die Flügelmänner den Befehl ausführen, so wird mit "(x) Copy," "(x) Roger," oder "(x) Affirm" geantwortet, wobei (x) die Rufzeichen sein werden. Kann der Befehl nicht

		Trail	Der Spieler fliegt als Führungselement, Nummer zwei fliegt eine halbe Meile hinter dem Spieler. Jedes weitere Flugzeug befindet sich eine halbe Meile hinter dem Vordermann.	ausgeführt werden, so wird mit "(x) Negative," oder "(x) Unable" geantwortet..
		Echelon	Standardformation	
		Geschlossene Formation	Der Spieler fordert an, die Formationsabstände zu verkleinern.	
		Formation öffnen	Der Spieler fordert an, die Formationsabstände zu erhöhen.	

AWACS	AWACS Rufzeichen	BOGEY DOPE anfordern	Der Spieler fragt beim AWACS nach der Peilung, Entfernung, Flughöhe und dem Vektor zum nächsten feindlichen Flugzeug.	Sollte das AWACS oder die Bodenkontrolle feindliche Flugzeuge auf dem Schirm haben dann erfolgt folgende Antwort: "(a), (b), Banditen Peilung (x)(X) Entfernung (y)(y)(y), (c) (d). Hierbei ist (a) das Rufzeichen des Spielers, (b) das Rufzeichen des AWACS, (x)(x) die Peilung zum Ziel in Grad und (y)(y)(y) die Entfernung zum Ziel in Meilen vom NATO AWACS aus und in Kilometern beim russischen AWACS. (c) ist die Flughöhe des Kontaktes und (d) der Winkel zum Ziel. Hat das AWACS oder die Bodenstation keinen Kontakt dann erfolgt folgende Meldung: "(a), (b), clean", wobei (a) das Rufzeichen des Spielers und (b) das AWACS Rufzeichen ist. Befindet sich ein feindliches Flugzeug bis oder unter fünf Meilen zum Spieler, so wird der Funkspruch "(a), (b), merged" erfolgen, wobei (a) das Spielerrufzeichen und (b) das AWACS Rufzeichen ist.
-------	---------------------	-------------------------	---	--

		Peilung zur Basis	Der Spieler fordert die Peilung und Entfernung zum nächsten befreundeten Flugfeld an.	"(a), (b), home bearing (x)(x) for (y)(y)(y)", hierbei ist (a) das Spielerrufzeichen, (b) das AWACS Rufzeichen, (x)(x) die Peilung zur nächsten Basis und (y)(y)(y) die Entfernung in Meilen oder Kilometern, je nach NATO oder russ. AWACS.
		Vektor zum Tanker	Der Spieler fordert die Peilung zum nächsten befreundeten Tanker an.	"(a), (b), Tanker bearing (x)(x) for (y)(y)(y)", hierbei ist (a) das Spielerrufzeichen, (b) das AWACS Rufzeichen, (x)(x) die Peilung zur nächsten Tanker und (y)(y)(y) die Entfernung in Meilen oder Kilometern, je nach NATO oder russ. AWACS. Befindet sich kein Tanker in der Luft, so lautet die Antwort "(a), (b), No tanker available".

		LAGEBILD Anfordern	Der Spieler fordert ein Lagebild an. Hierbei werden Peilungen, Entfernung, Flughöhe und Flughöhe der Kontakte wiedergegeben.	Hat das AWACS / Bodenkontrolle Kontakt zu einem feindlichen Flugzeug: "(a), (b), bandits bearing (x)(x) for (y)(y)(y). (c) (d)". Hierbei ist (a) das Rufzeichen des Spielers, (b) das Rufzeichen des AWACS, (x)(x) die Peilung zum Ziel in Grad und (y)(y)(y) die Entfernung zum Ziel in Meilen vom NATO AWACS aus und in Kilometern beim russischen AWACS. (c) ist die Flughöhe des Kontaktes und (d) der Winkel zum Ziel. Hat das AWACS oder die Bodenstation keinen Kontakt erfolgt folgende Meldung: "(a), (b), clean", wobei (a) das Rufzeichen des Spielers und (b) das AWACS Rufzeichen ist.
ATC - Tower	Rufzeichen Basis	Rollen zur Startbahn anfordern	Der Spieler bittet um Erlaubnis, zur Startbahn rollen zu dürfen.	ATC wird folgendes antworten "(a), Tower, Cleared to taxi to runway (x)(x)", hierbei ist (a) das Spielerrufzeichen und (x)(x) die Ausrichtung der Startbahn die verwendet werden soll.
		Um Starterlaubnis bitten	Der Spieler bittet um die Erlaubnis, starten zu dürfen.	Startet kein Flugzeug oder ist gerade im Landeanflug wird der ATC die Startfreigabe erteilen: "(a), Tower, You are cleared for takeoff" hierbei steht das (a) für Ihr Rufzeichen.

		Landeanflug	Der Spieler fordert die Landefreigabe an.	"(a), (b), fly heading (x)(x), QFE, runway (y) to pattern altitude", hierbei ist (a) das Spielerrufzeichen, (b) die Flugbasis, (x)(x) die Peilung und Entfernung, QFE steht für die barometrische Höhe der Landebahn, (y) für die Ausrichtung der Landebahn.
Bodencrew		Aufmunitionieren	Der Spieler fordert die Aufmunitionierung des Flugzeuges je nach Zuladungsplan an.	Bodenmannschaft antwortet "Copy". Nach Fertigstellung: "Aufmunitionieren komplett".
		Auftanken	Der Spieler fordert die Betankung des Flugzeuges an.	
		Reparatur anfordern	Der Spieler fordert die Reparatur des Flugzeuges an.	Die Reparatur wird innerhalb von 3 Minuten erfolgen.
Andere	Funksprüche die vom Missionsdesigner über Triggerevents eingebaut wurden.			

Funksprüche

Kommunikation ist ein Zwei-Wege-Prozess, die Funksprüche der anderen Flugzeuge sind genauso wichtig wie die eigenen. Teile dieser Kommunikation sind die Statusmeldungen der Flügelmänner. Sie können den Spieler auch Warnen, Peilungen durchgeben, Ziele oder andere Objekte wie Flugplätze ansagen. Nachfolgend finden Sie eine Liste aller möglichen Funksprüche.

- Absender - die Einheit die einen Funkspruch funkt - Flügelmann, AWACS, Tower etc.
- Vorfall - Was passiert
- Funkspruch - was der Spieler zu hören bekommt

Funksprüche

Absender	Sachlage	Funkspruch
Flügelmann	Fängt an zu rollen	"(x), rolle," wobei (x) die Formationsposition des Flügelmannes ist

Fahrwerk einfahren nach Start	" (x), Fahrwerk eingefahren, " wobei (x) die Formationsposition des Flügelmanns ist
Vom Gegner getroffen und beschädigt	"(x) ich bin getroffen" wobei (x) die Formationsposition des Flügelmanns ist. Beispiel "Zwei, ich bin getroffen"
Ist bereit zum Aussteigen aus dem Flugzeug.	" (x) Aktiviere Schleudersitz, " wobei (x) die Formationsposition eines US Fluges ist. Beispiel "Drei, aktiviere Schleudersitz".
Rückkehr zur Basis wegen massiver Schäden.	" (x) Rückkehr zur Basis " wobei (x) die Formationsposition des Flügelmanns ist
Luft-Luft-Rakete abgefeuert	" Fox von (x), " bei einem NATO Flugzeug oder "Rakete abgefeuert von (x)," bei einem russischen Flugzeug, wobei (x) die Flugnummer ist.
Bordkanone eingesetzt	" Bordkanone abgefeuert (x), " wobei (x) die Flugnummer ist.
Beleuchtet durch feindliches luftgestütztes Radar	" (x), Spike, (y) Uhr, " wobei (x) die Flugnummer ist und (y) eine Nummer zwischen 1 und 12.
Beleuchtet durch feindliches Bodenradar	" (x), Mud Spike, (y) Uhr, " wobei (x) die Flugnummer ist und (y) eine Nummer zwischen 1 und 12.
Boden-Luft-Rakete auf Flügelmann abgefeuert	" (x) SAM abgefeuert, (y) Uhr, " " (x), Spike, (y) Uhr, " wobei (x) die Flugnummer ist und (y) eine Nummer zwischen 1 und 12.
Luft-Luft-Rakete auf Flügelmann abgefeuert	" (x) Rakete abgefeuert, (y) Uhr, " wobei (x) die Flugnummer ist und (y) eine Nummer zwischen 1 und 12.
Visueller Kontakt mit feindlichem Flugzeug	" (x) Tally bandit (Feindflugzeug erkannt), (y) o'clock, " wobei (x) die Flügelmannnummer ist und (y) eine Nummer zwischen 1 und 12. Beispiel: "Two, Tally bandit three o'clock."

Einleitung eines Defensivmanövers gegen eine Bedrohung	"(x) Engaged defensive," wobei (x) die Nummer des Wingmans ist. Beispiel: "Two, Engaged defensive."
Abschuss eines Feindflugzeugs	"(x) Splash one," "(x) Bandit destroyed," oder "(x) Good kill, good kill," wobei (x) die Nummer des Flügelmanns ist. Beispiel: "Two, Splash my bandit."
Zerstörung eines feindlichen Bodenobjektes, Fahrzeugs oder eines Schiffes	"(x) Target destroyed," oder "(x) Good hits," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Target destroyed."
Der Flügelmann hat selbständig ein Ziel erkannt und bittet um Angriffsfreigabe	"(x) Request permission to attack," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Request permission to attack."
Eisen- oder Streubomben abgeworfen	"(x) Bombs gone," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Bombs gone."
Luft-Boden-Raketen abgefeuert	"(x) Missile away," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Missile away."
Ungelenkten Raketen abgefeuert	"(x) Rockets gone," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Rockets gone."
Weiterflug zum Angriff auf ein Ziel, nachdem der Initial Point (IP) überflogen wurde	"(x) Running in" oder "(x) In hot," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Running in."
Feindflugzeug wurde durch das Radar aufgespürt	"(a) Contact bearing (x)(x) for (y)(y)(y)" wobei (x) die Flügelmannnummer ist, (x) ist das Bearing in Grad und (y) ist die Distanz in Meilen für U.S. Flugzeuge und in Kilometern für russische Flugzeuge. Beispiel: "Three, Contact bearing one eight for zero five zero."
Es wurde eine Treibstoffmenge erreicht, die einen unverzüglichen Rückflug zur	"(x) Bingo fuel," wobei es sich bei (x) um einen U.S. Piloten handelt. Beispiel: "Two, Bingo fuel." "(x) Low fuel," wobei es sich bei (x) um einen russischen Piloten handelt. Beispiel: "Two, Low fuel."

	Basis notwendig macht, wenn man nicht Gefahr laufen will, dass vorher der komplette Treibstoff verbraucht ist.	
	Der Flügelmann hat seine Waffenladung verbraucht.	"(x) Winchester," wenn es sich um einen US-Flügelmann handelt und "(x) Out of weapons," bei einem russischen Flügelmann.
	Ein Feindflugzeug befindet sich hinter dem eigenen Flugzeug.	"Anführer, checken Sie Ihre 6-Uhr-Position"
	Das eigene Flugzeug droht zu explodieren oder auf dem Boden aufzuschlagen.	"Anführer, Aussteigen"
Tower	Der Spieler bringt sein Flugzeug auf der Landebahn zum stehen, in dessen Folge der Tower dazu auffordert, dass weiter zum Parkbereich gerollt werden soll.	"(x), Tower, taxi to parking area," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Hawk one one, Tower, taxi to parking area."
	Der Spieler erreicht den Anflugpunkt und hat die Luftüberwachung an den Tower abgegeben. Die	"(x), Tower, cleared to land runway (y)(y)," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist und (y) die beiden Kennzahlen der entsprechenden Landebahn sind. Beispiel: "Hawk one one, Tower. cleared to land runway nine zero."

	Landebahn ist frei.	
	Der Spieler erreicht den Anflugpunkt und hat die Luftüberwachung an den Tower abgegeben, allerdings befindet sich ein weiteres Flugzeug im Anflug.	"(x), Tower, orbit for spacing," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Falcon one one, Tower, orbit for spacing."
	Der Spieler befindet sich während der Landung über dem Gleitpfad	"(x), Tower, you are above glide path," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Eagle one one, Tower, you are above glide path."
	Der Spieler befindet sich während der Landung unterhalb des Gleitpfades	"(x), Tower, you are below glide path," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Eagle one one, Tower, you are below glide path."
	Der Spieler befindet sich während der Landung auf dem Gleitpfad	"(x), Tower, you are on glide path," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Eagle one one, Tower, you are on glide path."

Nachrichten und Warnungen des Flugzeugs

Die Computertechnologie hat auch die Kampfflugzeuge revolutioniert. Moderne Kampfflugzeuge führen ständige Eigendiagnosen durch und geben Bemerkungen, Warnungen sowie Anweisungen an den Piloten ab. In Zeiten, wo es Frauen noch verwehrt war, Kampfpilotinnen zu werden, entschieden sich die Flugzeugentwickler dazu, eine weibliche Stimme (Betty) für diesen Bereich zu wählen, da diese sich hervorragend von den Männerstimmen abhob, die den Funk füllen.

- Message Trigger – Der Auslöser für die Betty Nachrichten
- Message – Die exakte Betty-Aussage.

Sprachmeldungen / Systemmeldungen

Auslöser für die Meldung	Anzeige
Feuer im rechten Triebwerk	"Engine fire right"
Feuer im linken Triebwerk	"Engine fire left"
Flugsteuerung beschädigt oder zerstört	"Flight controls"
Das Fahrgestell wurde bei einer Fluggeschwindigkeit größer als 250 Knoten ausgefahren	"Gear down"
Das Fahrgestell ist noch eingefahren, obwohl sich der Spieler auf dem ILS Landegleitpfad befindet.	"Gear up"
Das Flugzeug hat gerade noch genug Treibstoff, um das nächstgelegene befreundete Flugfeld zu erreichen.	"Bingo fuel"
Der Treibstoffvorrat liegt bei 1500 Pfund/Liter	"Fuel 1500"
Der Treibstoffvorrat liegt bei 800 Pfund/Liter	"Fuel 800"
Der Treibstoffvorrat liegt bei 500 Pfund/Liter	"Fuel 500"
Das Automatische Kontrollsystem (ACS) ist ausgefallen	"ACS failure"
Fehler im Navigationssystem	"NCS failure"
Elektronische Gegenmaßnahmen ohne Funktion	"ECM failure"
Hydraulikfehler	"Hydraulics failure"
Das Warnsystem für anfliegende Raketen (MLWS) ist ausgefallen	"MLWS failure"
Fehler bei den elektrischen Cockpitsystemen	"Systems failure"
Fehler beim EOS	"EOS failure"
Ausfall der Radaranlage	"Radar failure"
Fehlfunktion des ADI	"Attitude indicaton failure"
Beschädigung an den Flugzeugsystemen, die keinen Brand oder den Ausfall der Flugsteuerung zur Folge hat.	"Warning, warning"
Das Flugzeug hat den maximalen Anstellwinkel erreicht oder bereits überschritten.	"Maximum angle of attack"
Das Flugzeug hat die maximale G-Belastung erreicht oder bereits überschritten.	"Maximum G"
Das Flugzeug hat die maximale Geschwindigkeit oder die Strömungsabrissgeschwindigkeit erreicht oder überschritten.	"Critical speed"
Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, vor dem eigenen Flugzeug und in niedrigerer Höhe als der Spieler.	"Missile, 12 o'clock low"
Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, vor dem eigenen Flugzeug und in höherer Höhe als der Spieler.	"Missile, 12 o'clock high"
Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, hinter dem eigenen Flugzeug und in niedrigerer Höhe als der Spieler.	"Missile, 6 o'clock low"
Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, hinter dem eigenen Flugzeug und in höherer Höhe als der Spieler.	"Missile, 6 o'clock high"
Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, rechts von dem eigenen Flugzeug und in niedrigerer Höhe als der Spieler.	"Missile, 3 o'clock low"
Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, rechts von dem eigenen Flugzeug und in höherer Höhe als der Spieler.	"Missile, 3 o'clock high"

Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, links von dem eigenen Flugzeug und in niedrigerer Höhe als der Spieler.	"Missile, 9 o'clock low"
Ein feindlicher Lenkflugkörper, der auf das eigene Flugzeug zufliegt, befindet sich in 15 km Entfernung, links von dem eigenen Flugzeug und in höherer Höhe als der Spieler.	"Missile, 9 o'clock high"

THEORETISCHE AUSBILDUNG



THEORETISCHE AUSBILDUNG

Im Luftkampf zu bestehen ist kein leichtes Unterfangen. Kampfflieger aller Länder trainieren jahrelang, um sich die Fähigkeiten anzueignen, die es braucht, um die maximale Performance mit dem Flugzeug zu erzielen. Obwohl hier unmöglich alle Aspekte einer echten Ausbildung behandelt werden können, so ist es dennoch sehr wichtig, einige Prinzipien der Fliegerei zu verstehen.

Angezeigte und wahre Fluggeschwindigkeit

Im Allgemeinen nimmt die Luftdichte mit sinkender Flughöhe zu. Die dichtere Atmosphäre erhöht die Auftriebskraft, aber der Luftwiderstand des Flugzeugs erhöht sich ebenso. Die dünnere Luft in großer Höhe hingegen verringert den Auftrieb, dafür nimmt der Widerstand ab. Dies trägt zu höheren Fluggeschwindigkeiten in größeren Höhen bei. Die tatsächliche Geschwindigkeit, mit der sich das Flugzeug durch die Luftmassen bewegt, wird wahre Fluggeschwindigkeit, engl. True Air Speed (TAS), genannt. Die wahre Geschwindigkeit TAS ist per Definition von Luftdruck und -dichte unabhängig. Mit der wahren Geschwindigkeit (TAS) verwandt ist die Geschwindigkeit über Grund, engl. Ground Speed (GS). Die Geschwindigkeit über Grund entspricht dem TAS unter Berücksichtigung des Windes.

Die meisten modernen Flugzeuge haben einen Fahrtmesser, der die höhenabhängigen Änderungen der Luftdichte und -feuchtigkeit berücksichtigt. Falls diese Änderungen nicht berücksichtigt werden, wird diese Geschwindigkeit "Angezeigte Luftgeschwindigkeit", engl. Indicated Air Speed (IAS), genannt. Für den Piloten ist die angezeigte Geschwindigkeit die Basis, um die Manövrierfähigkeit des Flugzeuges zu bestimmen; sie wird daher normalerweise im HUD und auf der Instrumententafel angezeigt.

DER FAHRTMESSER WEIST DIE ANGEZEIGTE FLUGGESCHWINDIGKEIT "IAS" AUS

Flugweganzeige

Die Anzeige des resultierenden Geschwindigkeitsvektors ist in den westlichen HUDs üblich: dann Flugweganzeige genannt, engl. Flight Path Marker (FPM). Dieser Marker weist die tatsächliche Bewegungsrichtung des Flugzeuges aus, wobei dies nicht exakt der Ausrichtung des Flugzeuges entsprechen muss. Manövrieren Sie so, dass die Flugweganzeige auf einen Punkt auf dem Boden weist, so wird das Flugzeug früher oder später dort aufsetzen (oder aufschlagen). Diese Anzeige ist ein wichtiges Hilfsmittel für Piloten und kann sowohl bei der Landung als auch im Luftkampf verwendet werden. Moderne und sehr wendige Flugzeuge, wie die F-15C, können mit einem sehr hohen Anstellwinkel (AoA) fliegen - das Flugzeug fliegt in eine Richtung, aber die Längsachse weist in eine andere.

Anstellwinkelanzeige (AOA für "Angle-of-Attack")

Wie zuvor bereits erwähnt, muss die Längsachse des Flugzeuges nicht mit dem Geschwindigkeitsvektor übereinstimmen. Der Winkel der Differenz zwischen Längsachse und der tatsächlichen Bewegungsrichtung bezeichnet man als Anstellwinkel, engl. Angle of Attack (AOA). Generell kann man sagen, dass der Pilot diesen Anstellwinkel vergrößert, wenn er den Steuerknüppel zu sich zieht. Wird im geraden Flug der Schub verringert, dann sinkt auch die Fluggeschwindigkeit und bei gleichbleibendem Anstellwinkel der Auftrieb. Das Flugzeug wird Höhe verlieren. Um weiter auf gleicher Höhe zu fliegen, muss der Pilot den Steuerknüppel zu sich heranziehen und damit den Anstellwinkel des Flugzeuges erhöhen.

AOA und IAS sind sehr eng mit dem Auftrieb eines Flugzeuges verbunden. Wird der Anstellwinkel bis zu einem kritischen Wert erhöht, vergrößert dies den aerodynamischen Auftrieb. Erhöhen der Geschwindigkeit bei gleichbleibendem Anstellwinkel trägt auch zu mehr Auftrieb bei. Bei höheren Anstellwinkeln und höherer Geschwindigkeit steigt jedoch auch der Luftwiderstand des Flugzeuges. Dies muss berücksichtigt werden, sonst kann es passieren, dass das Flugzeug den kontrollierten Flug verlässt. Entsprechende Beschränkungen sind jedoch u.a. auf der Anstellwinkelanzeige abgebildet.

ABRUPTER MANÖVER MIT STARKEN FLIEHKRÄFTEN UND HOHEM ANSTELLWINKEL KÖNNEN DAS FLUGZEUG AUSBRECHEN LASSEN.

Sollte der Anstellwinkel einen kritischen Wert überschreiten, dann kann es zum Strömungsabriss (engl. "Stall") kommen. Dabei reißt die kontinuierliche Strömung über einer oder beiden Tragflächen ab, der Auftrieb der Tragfläche(n) fällt schlagartig ab. Wenn dies nur eine Tragfläche betrifft, ist der generierte Auftrieb asymmetrisch und kann das Flugzeug in eine gefährliche Drehbewegung (Trudeln) versetzen. Gerade im Luftkampf ist es daher wichtig, auf den Anstellwinkel zu achten. Ein Flugzeug mit Strömungsabriss und ohne Kontrolle ist ein leichtes Ziel.

Trudelt das Flugzeug, dann rotiert es um seine vertikale Achse und verliert ständig Höhe. Die Nasen mancher Flugzeuge schwingen hierbei auf und ab, andere rollen hin und her. In jedem Fall muss der Pilot einen klaren Kopf bewahren und sich darauf konzentrieren, sich und das Flugzeug aus dieser Situation zu befreien. Es gibt unterschiedliche Vorgehensweisen für die verschiedenen Flugzeugtypen. Generell gilt: zuerst den Schub verringern, das Seitenruder entgegen der Drehrichtung einsetzen und dann den Steuerknüppel weit nach vorne drücken. Die Steuerelemente sollten in dieser Position verbleiben, bis das Flugzeug die Rotation stoppt und in einen kontrollierten Sturzflug übergeht. Ist die Kontrolle wiederhergestellt, sollte das Flugzeug vorsichtig in eine normale Fluglage gesteuert werden, wobei ein erneutes Trudeln unbedingt vermieden werden sollte. Der Höhenverlust während des Trudelns kann leicht einige hundert Meter betragen.

UM DAS FLUGZEUG AUS DEM TRUDELN ABZUFANGEN: SCHUB VERRINGERN, SEITENRUDER ENTGEGEN DER DREHRICHTUNG EINSETZEN, STEUERKNÜPPEL WEIT NACH VORNE DRÜCKEN. HALTEN SIE DIE STEUERELEMENTE IN DIESER POSITION, BIS DAS TRUDELN AUFHÖRT.

Wenderate und Wenderadius

Der aerodynamische Auftriebsvektor ist abhängig von dem Geschwindigkeitsvektor des Flugzeuges. Solange die Gravitation der Erde durch den Auftrieb aufgehoben wird, bewegt sich das Flugzeug auf gleicher Flughöhe. Wenn das Flugzeug rollt, verringert sich die vertikal projizierte Fläche des Auftriebs.

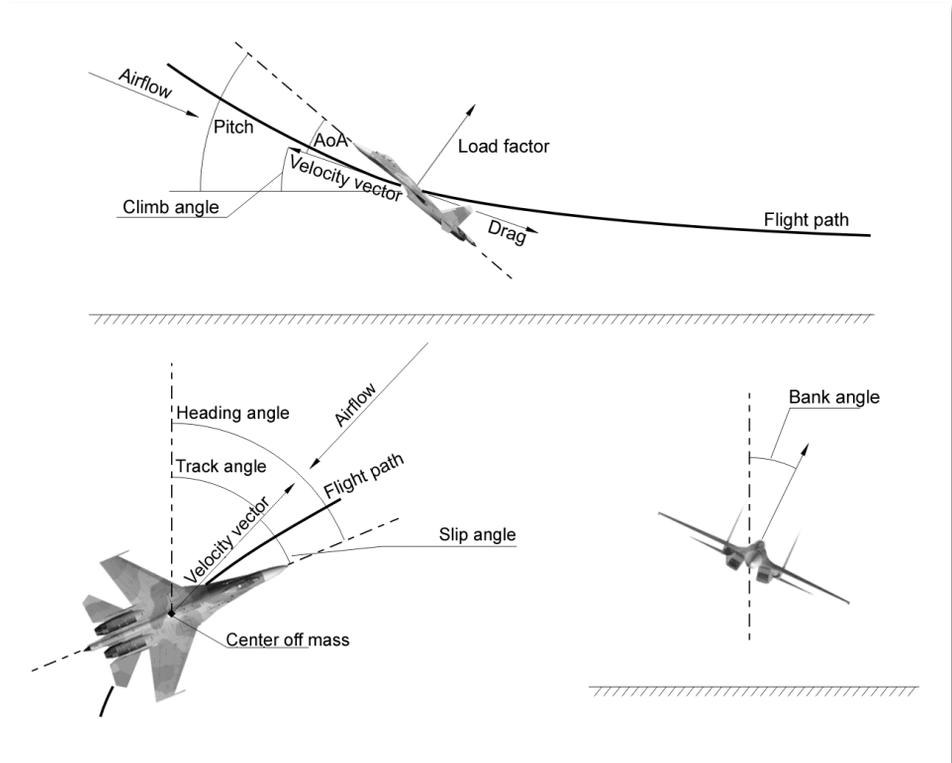


Abbildung 71: Aerodynamische Kräfte, die auf das Flugzeug wirken⁷¹

Die Menge des verfügbaren Auftriebs beeinflusst das Flugzeug hinsichtlich der Manöviereigenschaften. Wesentliche Größen sind die Wenderate (auch "Kurvenrate"), also die Drehgeschwindigkeit in der horizontalen Ebene, und der Wenderadius (auch "Kurvenradius"). Diese Werte hängen von der angezeigten Geschwindigkeit (IAS), der Flughöhe und den Auftriebsseigenschaften des Flugzeuges ab. Die Wenderate wird in Grad pro Sekunde angegeben. Je höher der Wert, desto schneller kann das Flugzeug seine Richtung wechseln. Für eine optimale Performance muss zwischen dauerhaften Kurvenflug (ohne Geschwindigkeitsverlust) und harten Kurvenflug (mit Verlust von Geschwindigkeit)

unterschieden werden. Das ideale Flugzeug hätte demnach eine hohe Wenderate und einen niedrigen Wenderadius über eine große Bandbreite der Flughöhen und Geschwindigkeiten.

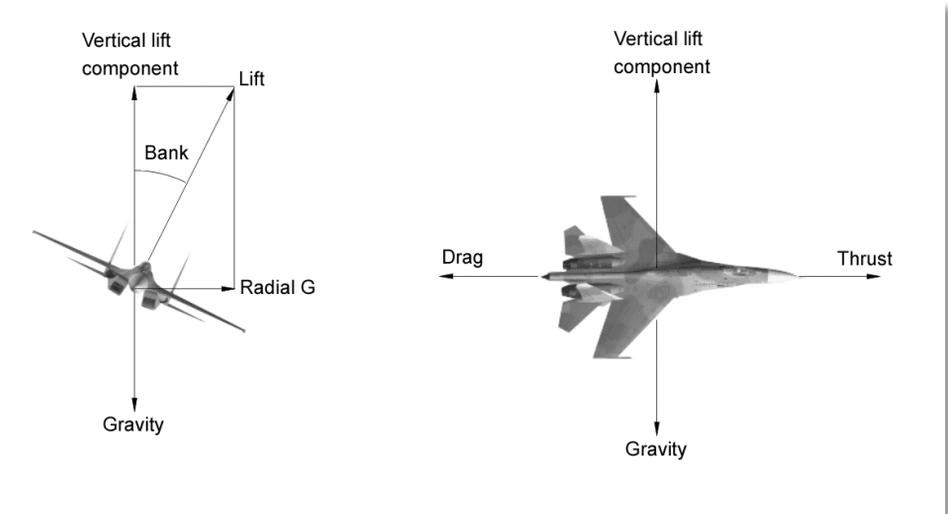


Abbildung 72: Die wirksamen Kräfte bei einem Flugmanöver⁷²

Wenderate

Mit Erhöhung der Fliehkraft erhöht sich die Wenderate und der Wenderadius verringert sich. Es gibt ein optimales Verhältnis, bei dem die höchste Wenderate bei minimalem Radius erzielt wird.

ES GIBT EIN OPTIMALES VERHÄLTNIS, BEI DEM DIE HÖCHSTE WENDERATE MIT MINIMALEM RADIUS ERZIELT WIRD.

IN EINEM KURVENKAMPF SOLLTEN SIE MÖGLICHT MIT DIESER OPTIMALEN GESCHWINDIGKEIT FLIEGEN.

Das untenstehende Diagramm illustriert die maximale Wendegeschwindigkeit in Bezug auf die KIAS (IAS in Knoten) anhand der Daten eines modernen, mit Nachbrenner fliegenden Jets. Die Fluggeschwindigkeit ist entlang der X-Achse aufgeführt und die Grad pro Sekunde sind auf der Y-Achse abgebildet. Die gestrichelte Linie, wegen ihrer Form auch "Dog House" (dt: Hundehütte) genannt, markiert die maximale Wendeperformance des Flugzeuges entsprechend der Geschwindigkeit. Die beiden anderen Linien stellen die G-Belastung und den Wenderadius dar. Offiziell lautet die Bezeichnung dieser Darstellung: Energy and Maneuvering (EM)-Diagramm, dt: Energie- und Manöver-Diagramm, aufgrund des zentralen Elementes aber oft einfach nur "Dog House". Und obwohl die Wenderate bei 950 km/h mit 18.2 Grad pro Sekunde ihr Maximum erreicht, liegt die optimale Geschwindigkeit für einen kleinen Wenderadius in diesem Beispiel bei 850-900 km/h. Je nach

Flugzeugtyp können diese Werte jedoch stark abweichen. Für Kampfflugzeuge liegt die "Corner-Speed" üblicherweise bei 600-1000 km/h.

DIE GESCHWINDIGKEIT UND FLUGHÖHE SIND DIE WICHTIGSTEN KRITERIEN MIT DENEN SIE DIE WENDEEIGENSCHAFTEN IHRES FLUGZEUGES BESTIMMEN KÖNNEN. KENNEN SIE DIE OPTIMALE GESCHWINDIGKEIT IHRES FLUGZEUGES UND DIE DER GEGNER.

Ein kleines Beispiel: Ein Pilot könnte bei 900 km/h die maximale G-Belastung ziehen, um die Wenderate kurzfristig auf ca. 20 Grad pro Sekunde zu erhöhen. Durch den erhöhten Anstellwinkel und die Fliehkraft verringert dies die Geschwindigkeit des Flugzeuges. Anschließend könnte der Pilot in eine Kurve mit dauerhaft gehaltener Geschwindigkeit übergehen, um die Geschwindigkeit bei ca. 600 km/h zu halten und einen gleichbleibenden Kreis mit gleicher G-Belastung zu fliegen. Dieses Manöver kann sehr gut verwendet werden, um hinter einen Gegner zu kurven oder diesen abzuschütteln.

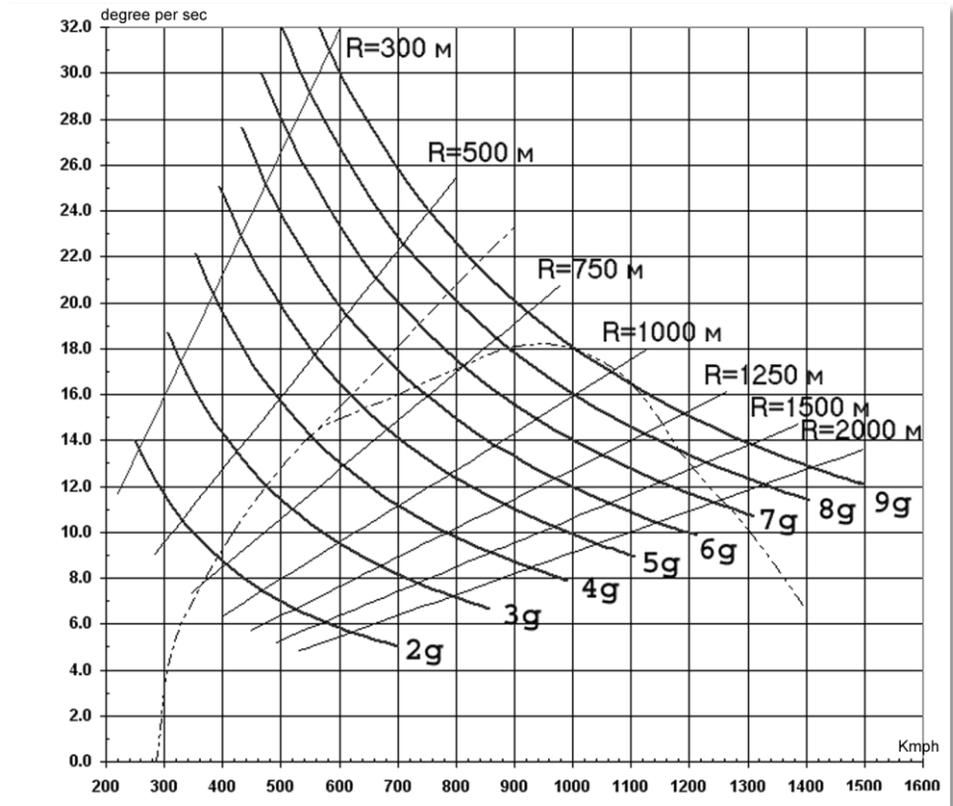


Abbildung 73: Beispielhaftes "Dog House" - Diagramm (Wenderate in Bezug auf KIAS) eines modernen Kampfflugzeuges⁷³

Dauerhafte und harte Kurvenflüge

Ein hartes Kurvenmanöver ist durch eine hohe Wenderate und Geschwindigkeitsverlust gekennzeichnet. Die Geschwindigkeit geht durch die starken Fliehkräfte und den hohen Anstellwinkel verloren, aber oft können nur so G-Belastung und Anstellwinkel das Maximum erreichen. Obwohl dabei Geschwindigkeit abgebaut wird, ist eine harte Kurve der schnellste Weg, die Nase auf ein Ziel auszurichten - mit dem Risiko, sich hinterher in einem Energie-"Loch" wiederzufinden.

ÜBLICHERWEISE FÜHREN HARTE KURVENFLÜGE ZU EINEM DEUTLICHEN GESCHWINDIGKEITSVERLUST.

Wird eine dauerhafte Kurve geflogen, hebt der Schub den Luftwiderstand und die Gravitation auf. Die dauerhaft geflogene Wenderate liegt unter der Rate des harten Manövers, verliert dafür aber keine Geschwindigkeit. Theoretisch kann ein Flugzeug also diese dauerhaft geflogene Kurve so lange beibehalten, bis der Treibstoff ausgeht.

Energiemanagement

Im Luftkampf muss der Pilot ständig über das Energieniveau des Flugzeuges im Bilde sein. Diese Energie ergibt sich aus der Summe der potentiellen Energie und der kinetischen Energie. Potentielle Energie ist vor allem die Flughöhe des Flugzeuges, kinetische die Fluggeschwindigkeit. Potentielle Energie kann schnell in kinetische Energie umgesetzt werden, indem das Flugzeug die Nase senkt und damit Geschwindigkeit aufnimmt. Da der zur Verfügung stehende Schub begrenzt ist, kann es passieren, dass bei einem Manöver mit hohem Anstellwinkel die Triebwerksleistung nicht mehr ausreicht - das Flugzeug wird in einer solchen Situation an Geschwindigkeit verlieren, die kinetische Energie sinkt. Um dies in einem Luftkampf zu vermeiden, sollte der Pilot das Flugzeug mit der maximalen dauerhaft zu haltenden Wenderate fliegen.

WERDEN DIE MANÖVER ZU HART GEFLOGEN, UND DABEI SOGAR NOCH HÖHE VERLOREN, RESULTIERT DIES IN EINEM FLUGZEUG MIT EINEM NIEDRIGEN ENERGIENIVEAU.

Nehmen wir einmal an, dass Energie das "Geld" sei, mit dem Sie sich Manöver erkaufen. So lange die Triebwerke laufen, haben Sie einen konstanten Nachschub an "Geld"/Energie. Bei optimaler Steuerung des Flugzeuges wird möglichst wenig Energie/Geld auf die notwendigen Manöver aufgewendet. Kurvenkampf mit hohen Fliehkräften lässt die Geschwindigkeit abbauen und führt daher zu immer weniger Energie (sie verlieren also Geld). Zahlen Sie zu viel Energie, oder kaufen Sie falsch ein, geht Ihnen das Geld aus (bevor Ihr Gegner pleite ist). Für eine handvoll Dollar kann Ihr Gegner Sie nun inkassieren.

Deswegen sollten grundlose Manöver oder Manöver mit unnötig hohen Fliehkräften, und dem daraus resultierenden Geschwindigkeitsverlust, vermieden werden. Halten Sie nach Möglichkeit auch eine große Flughöhe, und geben Sie diese nur bei triftigen Gründen auf. In einem Kurvenkampf sollten Sie versuchen, das Flugzeug mit einer Geschwindigkeit zu fliegen, welche die dauerhafte Wenderate maximiert und gleichzeitig den Radius minimiert. Sinkt die Fluggeschwindigkeit zu stark, schieben Sie den Steuerknüppel nach vorne und entlasten Sie das Flugzeug - denn dadurch wird Geschwindigkeit

wieder aufgebaut. Aber Vorsicht, planen Sie diesen Moment sehr sorgfältig, da Ihr Flugzeug dann leichte Beute ist.

SOLLTEN SIE DIE KONTROLLE ÜBER DAS ENERGIEMANAGEMENT IHRES FLUGZEUGES VERLIEREN, KÖNNTEN SIE SICH RECHT SCHNELL IN EINER UNGÜNSTIGEN SITUATION WIEDERFINDEN: KAUM GESCHWINDIGKEIT UND ZIEMLICH DICHT AM BODEN.

KAMPFEINSATZ GRUNDLAGEN



KAMPFEINSATZ GRUNDLAGEN

Die eingesetzten Taktiken im Luftkampf haben sich in den letzten hundert Jahren revolutionär geändert. Die kleinen, eher einfachen Propellerflugzeuge haben sich in moderne Jets verwandelt.

Der primäre Grund für den virtuellen Tod in Flugsimulationen ist meist eine Inkonsistenz zwischen der Kampfsituation und den eingesetzten Waffen. Heutige Flugzeuge sind viel leistungsstärker als ihre Brüder aus dem 2. Weltkrieg. Gleichzeitig ist die gegnerische Bewaffnung viel präziser und zielgenauer und kann bereits aus weiten Distanzen eingesetzt werden. Um es kurz zu fassen: Das Schlachtfeld ist heutzutage viel gefährlicher und tödlicher als jemals zuvor.

Luftkampfaktiken

Moderne Kampffjets, wie die Su-27, MiG-29 und die F-15C, wurde für das Erreichen der Luftüberlegenheit über dem Schlachtfeld entwickelt. Obwohl Sie nur eine begrenzte Anzahl an Luft-Luft Waffen mitführen können, ist der Luftkampf ihre Hauptaufgabe. Im Luftkampf ist es immer vorteilhafter, den Gegner aus weiter Distanz anzugreifen, als sich in einen Nahkampf verwickeln zu lassen. Dies ist vor allem seit der Einführung der R-73 und des Helmvisiers bei den sowjetischen / russischen Kampfflugzeugen ein wichtiger Faktor für westliche Jäger. Für Abfangjäger, wie die Su-27 und die F-15C, ist es besonders wichtig, den Gegner auf weite Distanz anzugreifen, bevor er seine Waffen einsetzen kann. Das Ziel ist es, den Gegner lange vor dem Erreichen seines Einsatzzieles zu zerstören. Oft ist es wichtiger, den Feind bei der Erfüllung seiner Mission zu unterbrechen, als ihn letztendlich zu zerstören.

Zielsuche

Moderne Kampffjets besitzen meist ein wirkungsvolles Radarsystem, mit dem sie Ziele auch auf weite Entfernung entdecken können. Zusätzlich zum eigenen Radar ist es sehr hilfreich, ein luftgestütztes Radarsystem (AWACS) oder ein Bodenradar (GCI) zur Verfügung zu haben. Diese können einen großen Luftraum überwachen und anfliegende Feinde schon früh entdecken und melden. Mit dem Einsatz des AWACS und / oder des GCI können Sie relativ unentdeckt in feindliches Gebiet eindringen, ohne das eigene Radar einschalten zu müssen. Durch das schalten des eigenen Radars in den Standby-Modus, haben Ihre Gegner es viel schwieriger Sie zu entdecken (ein Radarwarngerät entdeckt Ihre Radaremission aus der doppelten Entfernung wie Sie den Feind entdecken können). Zusätzlich können die russischen Flugzeuge bei einem solchen "verdeckten" Einsatz das IRST-Zielsystem einsetzen, welches komplett ohne Radaremissionen arbeitet. Setzt ein feindliches Flugzeuge elektronische Störmaßnahmen ein, können Sie mit Hilfe von AWACS oder GCI die Entfernung zu diesem bestimmen.

Steht kein AWACS oder GCI zur Verfügung, müssen Sie ihr eigenes Radarsystem einsetzen. Besteht die Mission aus mehreren Flugzeugen, sollte der Anführer die Formationen "Line abreast" befehlen, um eine möglichst breite Radarabdeckung des vor dem Flug liegenden Raumes zu erreichen.

Piloten müssen sich darüber im Klaren sein, dass die Entdeckungsreichweite des Radars von dem Radarquerschnitt des Zieles abhängt. Die einfache Formel lautet, je größer der Radarquerschnitt des Zieles ist, desto größer die Entdeckungsreichweite. Der Radarquerschnitt hat allerdings keine Auswirkung auf Nicht-Radarsysteme wie das IRST. Zum Beispiel kann eine hoch fliegende Su-27 einen strategischen Bomber mit einem Radarquerschnitt von 70 bis 100 m² auf eine Entfernung von 130 bis

180 Kilometer entdecken. Ein feindlicher moderner Jäger mit einem Radarquerschnitt vom 3 m² kann aus einer Entfernung von 80 bis 100 Kilometern entdeckt werden. Auf niedrigen Flughöhen geht die Entdeckungsreichweite auf Grund der an den Außenstellen der Radarkeule vom Boden zurückgeworfenen Radarstrahlen stark zurück. Eine auf 200 Metern fliegende Su-27 hat eine maximale Entdeckungsreichweite von 35 bis 40 Kilometern gegen hoch fliegende Ziele und 20 bis 25 Kilometern gegen niedrig fliegende Ziele. Dieselben Restriktionen gelten für niedrig fliegende Ziele, selbst wenn Sie selbst auf großer Flughöhe fliegen. In einem solchen "runter schauen" Szenario ist die Radareffektivität durch die vom Boden reflektierenden Radarstrahlen stark eingeschränkt. Hieraus lässt sich folgendes ableiten: Luftkampf langer Reichweite ist in Bodennähe auf Grund diverser Faktoren stark eingeschränkt. Die besten Erfolgchancen haben Sie in einer Flughöhe von mindestens 3000 Metern mit einem leicht über Ihnen fliegendem Ziel.

Luftkampf außerhalb der Sichtweite (BVR)

Sie haben ein feindliches Flugzeug entdeckt und sind bereit, es mit Waffen mittlerer Reichweite anzugreifen. Gleichzeitig möchte Ihr Gegner genau dasselbe tun. In einem solchen Szenario ist der Ausgang vor allem von Faktoren wie einer stabilen Zielaufschaltung und der maximalen Einsatzreichweite Ihrer Waffen abhängig. Haben beide Flugzeuge dieselben Einsatzparameter, hängt der Sieg vor allem von den eingesetzten Taktiken ab.

Die am häufigsten eingesetzte Taktik ist das "taktische Wegdrehen". In einem solchen Fall schießen Sie Ihre Waffe auf das Ziel und drehen vom Ziel ab, aber nur so viel, dass das Ziel weiterhin in den äußeren Bereichen der Radarkeule verbleibt. Während Sie so weiterhin das Ziel aufgeschaltet haben und die Rakete mit Lenksignalen versorgen, verringert sich die Annäherungsgeschwindigkeit. In einem solchen Fall kann es vorkommen, dass das feindliche Waffensystem die Feuerfreigabe verzögert. Feuern beide gleichzeitig eine Rakete ab, wird das taktische Wegdrehen dazu führen, dass die feindliche Rakete einen längeren Weg zu Ihnen zurücklegen muss und dabei mehr Energie verbraucht. Schafft es die feindliche Rakete trotzdem, bis zu Ihnen vorzudringen, kann ein Ausweichmanöver mit hohen G-Kräften die Rakete abschütteln.

Manövrieren

Überleben beide Gegner den BVR-Luftkampf, dann kommt es normalerweise zu einem Nahkampf im Sichtbereich (WVR), der klassische Luftkampf beginnt hier.

DER LUFTNAHKAMPF IST KEIN SCHACHSPIEL. EIN PILOT DENKT NICHT "ER MACHT JETZT EINEN LOOP, ALSO MUSS ICH JETZT DIES UND DAS TUN". DER NAHKAMPF IST EIN FLEXIBLER, DYNAMISCHER, UND SICH STÄNDIG ÄNDERNDER ZUSTAND. PILOTEN VERSUCHEN KONSTANT, SICH IN EINE ANGRIFFSPOSITION ZU BRINGEN, UM DEN GEGNER AUSZUSCHALTEN.

Wende

Dies ist eins der grundlegenden Manöver im Luftkampf. Der Pilot führt eine 180 Grad Kurve durch und versucht gleichzeitig, an Höhe zu gewinnen. Hierdurch sammelt er Energie für das nachfolgende Manöver. Dieses Manöver sollte mit MIL-Schub oder sogar mit Nachbrennern durchgeführt werden. Das Ziel ist es, das Manöver schnellstmöglich ohne den Verlust an Fluggeschwindigkeit durchzuführen.

Befinden Sie sich in der Angriffsposition mit einem Geschwindigkeitsvorteil gegenüber dem Ziel, und das Ziel führt ein Defensivmanöver mit einer harten Kurve durch, dann können Sie das "Hi Yo-Yo"-Manöver ausführen, um Ihre offensive Position gegenüber dem Ziel zu behalten.

"Hi Yo-Yo"-Manöver

Das "Hi Yo-Yo"-Manöver ähnelt der Wende. Führen Sie zuerst einen Steigflug senkrecht zum Flugpfad des Zieles durch. Es ist essentiell, dass Sie den Sichtkontakt zum Ziel nicht verlieren. Sie sollten das Manöver oberhalb und etwas hinter dem Ziel durchführen. Sobald Sie oberhalb des Zieles sind, legen Sie das Flugzeug auf den Rücken und verfolgen den Flugpfad des Ziels. In diesem Moment haben Sie sowohl einen Positions- als auch Energievorteil. Generell gesprochen ist es effektiver, mehrere kleine "Hi Yo-Yo"-Manöver durchzuführen, als ein großes. Achten Sie auf den Feind, er kann das Manöver gegen Sie anwenden, dies endet dann meist in einem Scheren-Manöver.

Schere - Defensives Manöver

Wenn Sie der Feind von hinten angreift und kurz vor dem Feuern ist, müssen Sie sofort reagieren. Eins der effektivsten Verteidigungsmanöver, welches aus einer defensiven Position eine offensive machen kann, ist die "Schere". Die Essenz des Manövers ist sehr einfach: Nutzen Sie den Geschwindigkeitsüberschuss des Gegners, drehen Sie in ihn "hinein" und zwingen ihn in eine Reihe von engen Kurven. Derjenige mit der niedrigeren Geschwindigkeit und der höheren Kurvenrate wird sich hinter dem Anderen positionieren können.

Geschützeinsatz im Luftkampf

Der Einsatz der Bordkanone gegen ein manövrierendes Luftziel ist keine leichte Aufgabe. Zunächst einmal ist die Anzahl der mitgeführten Bordmunition sehr gering. Während des Luftkampfes wird das Ziel alles versuchen, um nicht getroffen zu werden; es ist somit schwer, den entsprechenden Feuerpunkt zu finden, damit die Geschosse auch das Ziel treffen. Piloten im zweiten Weltkrieg mussten den Punkt manuell "antizipieren". Das Ergebnis hierbei war, dass es sich als sehr schwierig erwies, ein manövrierendes Ziel effektiv zu bekämpfen.

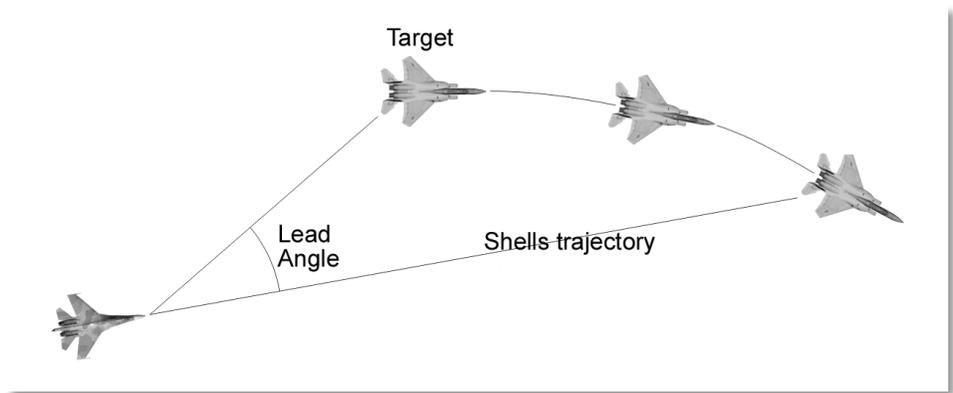


Abbildung 74: Geschützeinsatz im Luftkampf74

Gleichzeitig manövriert das angreifende Flugzeug parallel zum Ziel. Vom Cockpit aus glaubt man, dass die Geschossbahn kurvenförmig verläuft, während sie in Wirklichkeit gerade ist. Wenn alles gut geht,

hält der Pilot entsprechend vor, feuert und sieht die Geschosse auf der "Kurvenbahn" im Ziel einschlagen.

Der wichtigste Faktor hierbei ist die richtige Einschätzung der Entfernung zum Ziel. Je weiter das Ziel entfernt ist, desto länger sind die Geschosse der Gravitation und dem Luftwiderstand ausgesetzt, wodurch der Pilot weiter vorhalten muss, um das Ziel zu treffen. Aus diesem Grund eröffneten die Piloten im ersten und zweiten Weltkrieg erst aus sehr kurzer Distanz das Feuer. Dies gab den Geschossen nur wenig Zeit, um die eben genannten Kräfte einwirken zu können. Der richtige Vorhaltewinkel wird immer komplizierter, je weiter entfernt sich das Ziel befindet.

In modernen Flugzeugen übernehmen diverse Systeme diese Aufgaben, allerdings sind die Systeme ebenfalls limitiert. Um den richtigen Einschlagpunkt zu kalkulieren, muss die Entfernung zum Ziel bekannt sein. Diese Information erhält das Waffenkontrollsystem durch das Radar oder den Laserentfernungsmesser. Basierend auf der Bewegung des Zieles wird der Einschlagpunkt auf dem HUD angezeigt. Der Pilot manövriert das Flugzeug so, dass das Zielkreuz über dem Einschlagpunkt liegt und feuert. Die Visiere der russischen und amerikanischen Flugzeuge unterscheiden sich, haben allerdings dieselbe Bedeutung.

In Situationen, in denen die Entfernungsmessung auf Grund des Einsatzes von Störmethoden oder ausgefallenem Radar nicht möglich ist, werden andere Berechnungsmethoden herangezogen. So ein System ist das "Kamin" System, dieses zeigt die Flugbahn der Geschosse an. Die Mitte des "Kamins" stellt die Flugbahn dar, die zwei äußeren Linien zeigen die Flügelspitzen des Zieles an.

Um diese Methode effektiv einsetzen zu können, müssen Sie das Ziel in der Mitte des "Kamins" platzieren und die Flügelspitzen des Zieles über die äußeren Linien legen. Wird dies korrekt durchgeführt, werden die Geschosse das Ziel treffen. Dies ist allerdings einfacher gesagt als getan, vor allem bei einem sehr stark manövrierendem Ziel.

Ein Angriff mit der Bordkanone sollte gut vorbereitet sein und eine beständige Feuerposition beinhalten, um das Ziel möglichst effektiv zu treffen. Gleichzeitig kann es dazu kommen, dass Sie das Ziel für nur sehr kurze Zeit im HUD sehen, nutzen Sie diese Zeit, um spontan auf das Ziel zu feuern.

Bei hohen G-Belastungen befindet sich der Einschlagpunkt unterhalb des angezeigten HUD-Bereiches. In einer solchen Situation ist es sehr schwer, das Ziel zu treffen. Sie sollten hierbei noch weiter vorhalten, um dann für eine kurze Zeit die G-Belastung zu senken. Sobald sich das Ziel fast im Einschlagpunkt befindet, feuern Sie, um das Ziel durch den Kugelhagel fliegen zu lassen.

Ein effektiver Einsatz der Geschützkanone erfordert sehr viel Übung. Versuchen Sie, möglichst denselben Flugpfad zu halten wie das Ziel. Es gibt zwei Vektoren, die hierbei zu beachten sind: Der Vektor entlang der Längsachse und der Vektor entlang der Hochachse.

Um bestmöglich den Flugmanövern des Gegners zu folgen, versuchen Sie dessen Querneigungs- und Nickwinkel nachzuahmen. Die Trefferwahrscheinlichkeit steigt erheblich, wenn Sie es schaffen, hinter dem Gegner zu bleiben und sich an dessen Manöver anzupassen. Wenn Sie dies gemeinsam mit der prognostizierten Zielflugbahn anwenden, haben Sie das Ziel schnell im Visier.

Taktiken für Luft-Luft-Raketen

Gute Kampfpiloten wissen genau, welche Rakete sie beim Nahkampf und welche beim Kampf ohne Sichtkontakt einsetzen müssen. Der Einsatz dieser Raketen wird im Detail im entsprechenden Kapitel erklärt.

Bevor eine radargelenkte Rakete abgefeuert werden kann, muss vorher eine stabile Radaraufschaltung stattfinden, sowie die bestmögliche Rakete ausgewählt werden. Bei russischen Flugzeugen ist ein abfeuern nur dann möglich, wenn das Waffenkontrollsystem die Feuerfreigabe erteilt hat. Sobald diese gegeben ist, hat das Waffenkontrollsystem die bestmögliche Trefferwahrscheinlichkeit ermittelt. In einer Notsituation kann diese Funktion allerdings übergangen werden. Die F-15C kann wiederum Ihrer Bewaffnung jederzeit abfeuern. Der Pilot erhält allerdings Informationen zur Trefferwahrscheinlichkeit: die minimale Feuerentfernung (R_{min}), maximale Feuerentfernung gegen ein manövrierendes Ziel (R_{tr}) und die maximale Feuerentfernung (R_{pi}).

Das Abfeuern von Raketen auf weite Entfernung verringert die Trefferchance; je kürzer die Entfernung zum Ziel, desto höher die Trefferwahrscheinlichkeit.

Befinden sich Feinde in Sichtweite, dann sollte der Pilot immer wissen, was um ihn herum passiert und wo sich die Feinde befinden. Verlieren Sie den Feind nie aus den Augen, vor allem nicht, wenn Sie defensiv sind. Denken Sie daran, dass Warnsysteme Sie nicht vor einer anfliegenden Infrarotrakete warnen werden. Aus diesem Grund kann Sie jederzeit ohne Vorwarnung eine IR-Rakete treffen. Hier sollten Sie in regelmäßigen Abständen Infrarotfackeln ausstoßen, um mögliche anfliegende Raketen zu stören. Sie werden den Abschuss einer Infrarotrakete nur auf zwei Wegen erkennen können: mit Ihren eigenen Augen oder durch die Warnung des Flügelmannes. Achten Sie im Nahkampf auf die verräterische Rauchspur einer Infrarotrakete im Anflug. Bedenken Sie auch, dass Ihre Triebwerke wie ein Magnet auf IR-Raketen wirken. Nutzen Sie den Nachbrenner nur wenn der Feind nicht auf Sie feuern kann. Erkennen Sie eine IR-Rakete im Anflug, reduzieren Sie die Triebwerksleistung und brechen mit einem Verteidigungsmanöver unter hohen G-Kräften weg und stoßen dabei Fackeln aus. Die besten Resultate erhalten Sie, wenn Sie pro Sekunde zwei bis drei Fackeln ausstoßen.

Flugeigenschaften von Luft-Luft-Raketen

Raketen sind eine tödliche Bedrohung für Sie. Sie sind viel schneller als Ihr Flugzeug, können das drei- bis vierfache an G-Belastung aushalten und sind nur schwer mit dem Auge zu erfassen. Das erfolgreiche Ausweichen vor einer anfliegenden Rakete ist von einigen Faktoren abhängig: dem richtigen Timing, der Entfernung zur Rakete, Raketentyp, Geschwindigkeit sowie Flughöhe. Je nach Situation können Sie Abwehrmaßnahmen einsetzen und Ausweichmanöver starten.

Glücklicherweise (für Sie) unterliegen Raketen denselben physikalischen Gesetzen wie Ihr Flugzeug. Sobald der Raketenmotor den Treibstoff verbraucht hat, fliegt die Rakete nur noch mit der vorher aufgebauten Geschwindigkeit weiter. Manövriert das Flugzeug währenddessen, muss die Rakete ebenfalls manövrieren, was die Fluggeschwindigkeit massiv ausbremst. Je langsamer die Rakete wird, desto ineffektiver werden die Steuerflächen, was im Endeffekt auch zu niedrigeren G-Belastungen der Rakete führt. Die Rakete kann keine engen Kurven mehr fliegen und wird ineffektiv.

Abschusswarnung

Die Abschusswarnung einer radargelenkten Rakete wird durch das RWS ausgelöst. In manchen Fällen wird Ihr Flügelmann einen Raketenstart beobachten und Sie über Funk warnen. Diese Information ist vor allem dann sehr wichtig, wenn Sie von einer Rakete mit Infrarotsuchkopf angegriffen werden. Hierbei wird das RWS keine Warnung von sich geben. Sie sollten trotzdem in beiden Fällen versuchen, die Rakete visuell zu entdecken, um ein Ausweichmanöver zur richtigen Zeit zu starten. Sollten Sie sich über feindlichem Territorium befinden, müssen Sie den Himmel durchgehend nach Signalen einer

feindlichen anfliegenden Rakete absuchen. Beachten Sie, dass manche Raketenmotoren keinen Rauch generieren (zum Beispiel die AIM-120 AMRAAM).

Denken Sie auch daran, dass sobald der Raketenmotor deaktiviert wurde, die Rakete auch keinen Rauchsweif mehr hinter sich her zieht. Raketen langer und mittlerer Reichweite haben ein ballistisches Flugprofil, um die Reichweite zu steigern. Achten Sie deswegen auf mögliche ballistisch geformte Rauchsweife am Horizont.

Wissen ist Macht

Ihre primäre Waffe gegen feindliche Waffensysteme ist das Wissen um die Charakteristika dieser Waffen und das ausnutzen möglicher Schwachpunkte. Ein Beispiel: Sie wissen, dass eine bestimmte Luft-Luft-Rakete bei 5000 Metern Flughöhe eine Reichweite von 30 Kilometern hat. Sie entdecken auf Ihrem RWS ein feindliches Flugzeug bei 30 Kilometer Entfernung und hören einen Raketenabschuss-Warnton. Sie wissen, dass der Feind eine Rakete bei maximaler Reichweite auf Sie abgefeuert hat und Sie gute Chancen haben, der Rakete auszuweichen. Sie drehen um 180 Grad, schalten die Nachbrenner ein und entkommen der anfliegenden Bedrohung. Die zwei wichtigen Faktoren hierbei sind: a) wie schnell können Sie Ihre Flugrichtung um 180 Grad drehen (9 G Kurve ohne Zuladung - 5 G Kurve mit Außenlasten) und b) wie schnell können Sie nach dem Umdrehen beschleunigen. Haben Sie eine Warnmeldung sehr früh nach dem Raketenstart erhalten, haben Sie sehr gute Chancen der Rakete zu entkommen. Haben Sie die Rakete spät bemerkt, oder hat der Gegner die Rakete in seiner WEZ-Zone auf Sie abgefeuert, wird diese Taktik vermutlich nicht funktionieren.

Elektronische Abwehrmaßnahmen

Elektronische Abwehrmaßnahmen (ECM) wurden primär zur Störung feindlicher Radarsysteme entwickelt. ECM-Systeme werden in zwei generelle Kategorien unterteilt: ECM-Systeme, welche auf speziellen, dafür entwickelten Flugzeugen installiert werden (Flugzeuge für elektronische Kampfführung) und ECM-Systeme zur Selbstverteidigung, welche entweder als Behälter oder intern verbaut mitgeführt werden. ECM-Systeme zur Selbstverteidigung untersuchen das feindliche Radarsignal und schicken ein modifiziertes Radarsignal mit falschen Zieldaten zurück an den Angreifer. Solche Systeme werden normalerweise nur bei einer Beleuchtung des eigenen Flugzeuges durch das feindliche Radarsystem aktiviert. Hierbei beherrschen moderne ECM-Systeme verschiedene Störmethoden.

Wie bereits oben beschrieben gibt es neben den reinen Verteidigungsstörsystemen auch speziell ausgerüstete Flugzeuge, die einen bestimmten Luftraum elektronisch stören sollen. Diese führen spezielle ECM-Systeme an Bord, die mit einer großen Sendeleistung und einem großen Frequenzband ganze Bereiche aktiv stören. Eine Folge hierbei ist, dass die feindlichen Radarsysteme keine Ziele mehr aufschalten können. Sie sehen nur noch einen "großen" ECM-Sender, können diesen aber auch nur in der vertikalen grob erfassen. Die Entfernung und Flughöhe des ECM-Systems kann nicht bestimmt werden.

Verringert sich allerdings die Entfernung zwischen dem ECM-Sender und dem Radarsystem, so verbessert sich auch die eigene Signalqualität des Radarsystems. Je nach Sendeleistung des Radarsystems kommt es dann irgendwann zum "durchbrennen" des Radarsignals. Das ECM-System wird wirkungslos gegenüber diesem Radar - die ECM-Plattform kann ausgeschaltet werden.

ECM-Systeme haben einen großen Nachteil; Sie zeigen Ihre Präsenz allen feindlichen Flugzeugen im Kampfgebiet. Stellen Sie sich eine schreiende Person in einem Meeting vor. Diese Lautstärke übertönt die Gespräche der Anwesenden, lenkt allerdings auch die Aufmerksamkeit auf den Schreienden. Dasselbe gilt für sende-starke ECM-Systeme. Die feindlichen Radarsignale werden zwar gestört, die

Aufmerksamkeit des Feindes allerdings nicht. Moderne Luft-Luft-Raketen wie die R-77, AIM-7 und AIM-120 können auf solche ECM-Sender aufschalten und diese angreifen. Auf Grund verschiedener Faktoren ist die Effektivität eines solchen angriffst zwar relativ niedrig, trotzdem aber möglich.

Bei den selbst steuerbaren Flugzeugen im DCS Flaming Cliffs Modul haben nur zwei Flugzeuge ein verbautes ECM-System an Bord: Die MiG-29S und die F-15C. Die MiG-29A kann keine ECM-Systeme mitführen, alle anderen Flugzeuge können mit externen ECM-Systemen als Behälter ausgestattet werden. Sie können das ECM-System mit der Taste [E] aktivieren und deaktivieren.

Raketenausweichmanöver

Es gibt zwei Arten von Raketenausweichmanövern: Unterbrechung der Radaraufschaltung und Ausmanövrieren der feindlichen Rakete

Das erste, was Sie tun sollten, nachdem eine radargelenkte Rakete auf Sie abgefeuert wurde, ist der Versuch, die Aufschaltung zu unterbrechen. Ohne Radaraufschaltung wird die Rakete die Verfolgung abbrechen. Die einfachste Vorgehensweise hierbei ist die Aktivierung des ECM-Systems, dieses wird versuchen, die Aufschaltung durch stören zu unterbrechen. Bedenken Sie aber, dass moderne radargelenkte Raketen sich auf ECM-Systeme aufschalten können. Die Trefferchance ist zwar dadurch gemindert, dass die Rakete die Entfernung zum Ziel nicht kennt, sie ist aber trotzdem vorhanden. Leider ist das ECM-System bei Entfernungen zu feindlichen Radarsystem von unter 25 Kilometern zunehmend ineffektiv. Unter einer solchen Entfernung ist die Chance sehr groß, dass das feindliche Radar genug eigene Signale empfängt, um eine valide Aufschaltung und Feuerleitlösung zu erhalten. In einem solchen Fall, oder falls Sie kein ECM mitführen, müssen Sie eine andere Methode einsetzen.

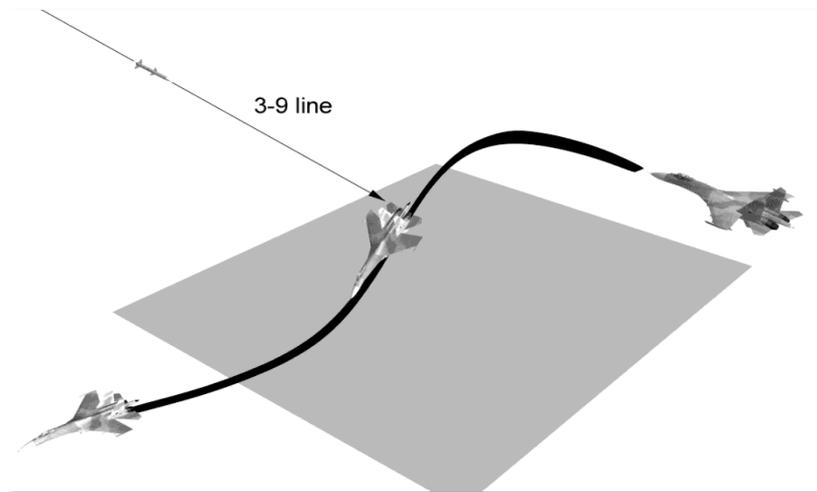


Abbildung 75. Ausweichmanöver bei Lenkraketenbeschuss75

Moderne Doppler-Radare haben trotz all ihrer Vorteile einen wichtigen Nachteil - sie haben Probleme mit der Verfolgung von Zielen, die sich im rechten Winkel zu ihnen bewegen. Befindet sich das Ziel

zusätzlich tiefer als das Radar, verkompliziert sich die Situation zusätzlich. Um die Zielaufschaltung zu unterbrechen, platzieren Sie das Radar auf Ihrer 3 oder 9 Uhr Position und versuchen, tiefer zu fliegen als das Radar.

DAS OPTIMALE AUSWEICHMANÖVER BESTEHT IN EINEM STEILEN TIEFFLUG UND DEM GLEICHZEITIGEN VERSUCH, DAS RADARSYSTEM AUF IHRE 3 ODER 9 UHR POSITION ZU BRINGEN BEI GLEICHZEITIGEM EINSATZ VON ECM UND DÜPPELN.

Meldet Ihr RWS, dass die Radaraufschaltung nicht mehr vorhanden ist, kann das feindliche Radar die anfliegende Rakete auch nicht mehr auf Sie lenken. In einem solchen Fall obliegt es Ihnen, ob Sie zum Angriff übergehen oder weiterhin defensiv agieren.

Hat die Rakete allerdings einen aktiven Radarsuchkopf, kann Sie die Zielverfolgung selbstständig übernehmen.

Sie sollten bedenken, dass ein solches Manöver nur gegen luftgestützte Radarsysteme funktioniert. Diese Systeme können das Ziel auch dann verfolgen, wenn es im rechten Winkel zum Radar fliegt, dann allerdings mit gewissen Einschränkungen.

Ein weiterer Ansatz ist das Ausweichen vor der Rakete. Moderne Raketen berechnen den Einschlagpunkt kontinuierlich. Dies bedeutet, dass jedes Mal, wenn das Ziel manövriert, die Rakete ebenfalls Zeit für ein Anpassungsmanöver hat. Die Rakete wird versuchen, einen Abfangkurs zu halten, um das Ziel treffen zu können. Dieses Verfahren wird auch "proportionales Navigieren" genannt. Sehen Sie die Rakete anfliegen und ändert sich die Position der Rakete auf Ihrer Cockpithaube nicht, obwohl Sie selber manövrieren, dann ist das ein sicheres Zeichen dafür, dass die Rakete aufgeschaltet hat und Sie treffen wird. In einem solchen Fall müssen Sie sofort Gegenmaßnahmen wie den Einsatz des ECM und der Düppel einleiten. Merken Sie dann, dass die Rakete anfängt hinter Ihnen zu bleiben und den Ihren Manövern nicht mehr folgen kann, wurde die Aufschaltung und Verfolgung unterbrochen.

Raketen verbrauchen genau wie Flugzeuge bei jedem Flugmanöver Energie. Die Rakete wird genau wie Sie umso mehr Energie verlieren, je mehr G Sie einsetzen. Je aggressiver Sie manövrieren, desto mehr Energie wird auch die Rakete verlieren.

Es gibt zusätzlich noch einige Faktoren, die zu beachten sind. Je niedriger die Flughöhe, desto höher der Luftdruck und somit auch die Luftdichte. Hierdurch wird die Rakete viel schneller an Geschwindigkeit und Reichweite verlieren. Versuchen Sie immer im rechten Winkel zur anfliegenden Rakete zu fliegen und setzen hierbei Düppel oder Fackeln ein. Versuchen Sie bei Ausweichmanövern immer im Bereich Ihrer kontinuierlichen Kurvengeschwindigkeit zu bleiben. Es kann nämlich sein, dass Sie ein hartes Ausweichmanöver als letzten Ausweg einsetzen müssen. Befindet sich die Rakete nur noch 1 bis 2 Kilometer von Ihnen entfernt (je nach Raketengeschwindigkeit), brechen Sie so hart wie möglich nach unten und in Richtung des Flugpfades der Rakete weg. Der Erfolg dieses Manövers hängt von folgenden Faktoren ab: Erstens: Die Rakete sollte nur noch wenig kinetische Energie besitzen und keine aggressiven Manöver mehr fliegen können. Zweitens: Der Raketensuchkopf ist eine mechanische Einheit und hat hierdurch nur eine limitierte Geschwindigkeit in der der Suchkopf bewegt werden kann. Sollte Ihr Ausweichmanöver radikal genug sein, so kann es sein, dass der Suchkopf der Bewegung nicht folgen kann und die Aufschaltung unterbrochen wird.

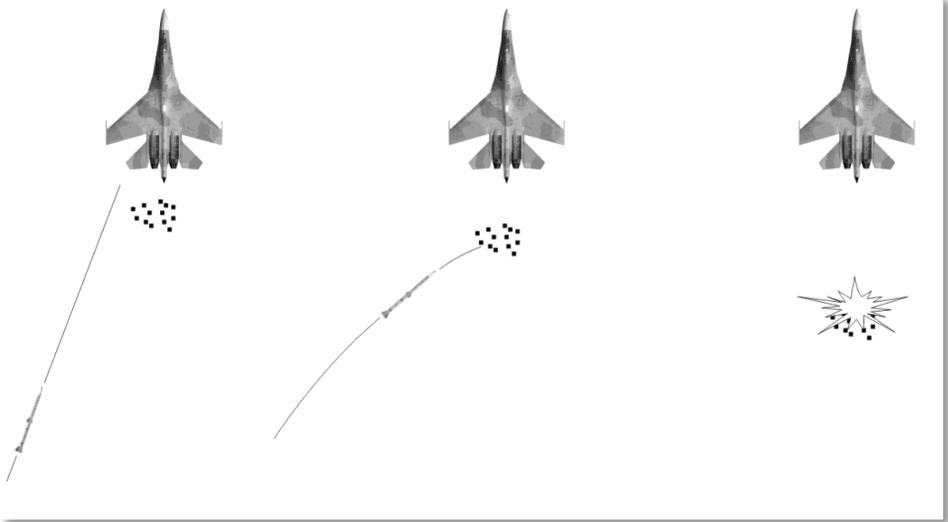


Abbildung 76. Ablenkung anfliegender Lenkraketen mittels Düppel und Fackeln⁷⁶

Sie sollten alle vorhandenen Optionen zur Raketenabwehr einsetzen. Der Schlüssel zum Überleben ist allerdings das frühe Entdecken der abgefeuerten Rakete. Trotz all der beschriebenen Optionen gibt es keine Garantie, dass Sie nicht getroffen werden, vor allem wenn mehrere Raketen auf Sie abgefeuert wurden.

F-15C FLUGDYNAMIKEN



F-15C FLUGDYNAMIKEN

Start

Rollen Sie vor dem Start 10 bis 15 Meter, richten das Bugrad an der Mittellinie der Startbahn aus, bremsen sanft bis zum vollständigen Stillstand und erhöhen Sie anschließend die Triebwerksleistung bis auf 80 % Schub.

Fahrend Sie die Klappen aus und überprüfen Sie die Anzeigen auf Warnmeldungen.



Abbildung 77: Startposition77

Sobald Sie startbereit sind, lösen Sie die Bremsen und bringen sie den Schubhebel in die MIL- oder MAX-Position, je nach Wunsch.

Ziehen Sie für einen normalen Start den Steuerknüppel bei 110 Knoten IAS für etwa eine Sekunde zur Hälfte zurück und halten Sie, nachdem das Bugrad abgehoben hat, die Längsneigung des Flugzeugs bei 10°.



Abbildung 78: 10° Längsneigung

Halten Sie die Längsneigung des Flugzeugs bei 12° nach Abheben des Bugrads.

WARNUNG: ÜBERMÄßIGER EINSATZ DES STEUERKNÜPPELS (SCHNELLE BEWEGUNG NACH HINTEN ODER MEHR ALS DIE HÄLFTE DES WEGES) IST NICHT EMPFEHLENSWERT, DA DIES ZU EINEM ZU SCHNELLEN ABHEBEN DES BUGRADS UND ZU STARKER LÄNGSNEIGUNG DES FLUGZEUGS FÜHREN KANN.

Fahren Sie nach dem Abheben die Klappen und das Fahrwerk ein.

Steigflug

Bei MIL-Leistung beginnen Sie den Steigflug zwischen 350 Knoten und 0,90 Mach und halten anschließend 0,90 Mach.

Bei MAX-Leistung beginnen Sie den Steigflug zwischen 350 Knoten und 0,95 Mach. Wenn die Geschwindigkeit bei einer Längsneigung von 40° 0,95 Mach überschreitet, halten Sie die Längsneigung von 40° und lassen die Geschwindigkeit steigen (sie wird nur geringfügig steigen, bevor sie auf 0,95 Mach zurückfällt).

Regulieren Sie die Geschwindigkeit im Steigflug durch Änderungen der Längsneigung des Flugzeuges.

Im Flug

Überwachen Sie während des Fluges kontinuierlich alle Systeme des Flugzeugs. Überprüfen Sie dabei die Triebwerksinstrumente, die Treibstoffmenge und den -verbrauch, Kabinendruck und die Sauerstoffversorgung häufiger.

Für eine höchstmögliche Reichweite sollten 12 Einheiten AOA beziehungsweise 14,5 Einheiten AOA für eine maximale Ausdauer in allen Flughöhen verwendet werden.

Anflug

Die empfohlene Geschwindigkeit in der Warteschleife beträgt 250 Knoten.

Üblicherweise wird während des Sinkflugs die Nase des Flugzeugs bis zu einer Längsneigung von -10° gesenkt, nachdem die Leistung auf ungefähr 72 % eingestellt wurde. Lassen Sie dabei die Eigengeschwindigkeit auf 300 Knoten ansteigen. Nutzen Sie die Luftbremse, um die Sinkrate zu halten und ein Ansteigen der Geschwindigkeit zu verhindern.

Verringern Sie während der Annäherung an den Endanflugpunkt die Geschwindigkeit auf 200 bis 250 Knoten und fahren Sie das Fahrwerk und die Klappen aus.

Während der Endanflugphase sollte eine minimale Eigengeschwindigkeit von 180 Knoten angestrebt werden. Eine höhere Eigengeschwindigkeit kann bei starker Beladung notwendig sein.

Durchstarten

Steigern Sie die Leistung nach der Entscheidung zum Durchstarten auf MIL oder MAX. Beenden Sie allmählich den Sinkflug und fahren Sie das Fahrwerk ein. Fahren Sie die Klappen ein, sobald Sie eine Geschwindigkeit von 200 - 250 Knoten erreicht haben und beginnen Sie zu steigen.

Landung

Halten Sie im Endanflug eine Eigengeschwindigkeit für 20 - 22 Einheiten AOA . Ziehen Sie die Schubhebel am Abfangpunkt sachte bis IDLE zurück und reduzieren Sie die Sinkrate, um das Ausschweben bei 0,75 - 1 Meter über Grund zu beenden. Bringen Sie das Flugzeug in einer Höhe von 0,75 - 1 Meter über Grund in eine Fluglage für eine sanfte Landung auf dem Hauptfahrwerk.

Anheben der Flugzeugnase um mehr als 22 Einheiten AOA während des Ausschwebens kann in einer harten Landung und zu Bodenberührung der Triebwerke resultieren. Erhalten Sie die Richtungssteuerung nach dem Aufsetzen mithilfe der Ruderpedale aufrecht. Heben Sie die Nase auf ungefähr 13° Längsneigung an, um die beste aerodynamische Bremswirkung zu erzielen.

Die Luftbremsen sind bei Geschwindigkeiten oberhalb von 90 Knoten sehr wirksam. Die Klappen sollten ausgefahren bleiben, da sie für einen erhöhten Luftwiderstand sorgen.

Lassen Sie das Bugrad sanft aufsetzen, sobald die Eigengeschwindigkeit unter 90 Knoten fällt und nutzen Sie, falls notwendig, die Radbremsen.

WARNUNG: BEGRENZEN SIE DIE LÄNGSNEIGUNG DES FLUGZEUGS AUF 15° , UM BODENKONTAKT DES HECKS ZU VERMEIDEN.

MANÖVRIERBARKEIT DER F-15C EAGLE

Grundlagen der Manövrierbarkeit eines Flugzeuges

Die Manövrierfähigkeit eines Flugzeuges ist die Fähigkeit zur Änderung seiner Lage, Geschwindigkeit, Höhe und Flugrichtung im Raum. Mit anderen Worten: es ist die Fähigkeit des Flugzeuges, den numerischen Wert und Richtung seines Geschwindigkeitsvektors zu ändern.

Der Pilot nutzt die Manövrierfähigkeit seines Flugzeuges im Kampf zur Ausführung einzelner oder für Kombinationen mehrerer Flugfiguren, in der Absicht, einen Lagevorteil zu erzielen.

Die Manövrierfähigkeit ist eine der wichtigsten Eigenschaften eines Kampfflugzeuges. Sie ermöglicht es dem Piloten, Luftkämpfe zu gewinnen, die gegnerische Luftverteidigung zu durchbrechen, Bodenziele anzugreifen, Flugformationen zu bilden, aufzulösen und dieser wieder neu zu bilden, zugewiesene Zielorte zur festgelegten Zeit zu erreichen und vieles mehr.

Im Luftkampf ist die Manövrierfähigkeit von entscheidender Bedeutung. Gelingt es, eine taktisch überlegene Position zum Gegner einzunehmen, kann das Ziel mit einer oder zwei Raketen oder durch die Bordkanone abgeschossen werden. Umgekehrt gilt dasselbe: Erreicht der Gegner eine beherrschende Position (zum Beispiel hinter dem eigenen Flugzeug), helfen weder Raketen noch die Bordkanonenmunition.

Eine gute Manövrierfähigkeit ermöglicht es außerdem, erfolgreich aus einem Luftkampf auszubrechen und sich vom Gegner frei zu machen.

Flugbereichsgrenzen

Nur eine grafische Darstellung des vollen Flugbereiches für die Einsatzhöhen und Einsatzgeschwindigkeiten kann einen umfassenden Eindruck über die Geschwindigkeits- und Höhereigenschaften eines Flugzeuges vermitteln.

Flugbereichsgrenzen

Der Bereich aus Geschwindigkeiten und Höhen, in denen Horizontalflug möglich ist, wird linksseitig durch die Mindestgeschwindigkeit (die Überziehgeschwindigkeit), nach oben durch die Dienstgipfelhöhe und rechtsseitig durch die höchstmögliche bzw. zulässige Geschwindigkeit begrenzt. Dieser Bereich wird Horizontalflugbereich genannt.

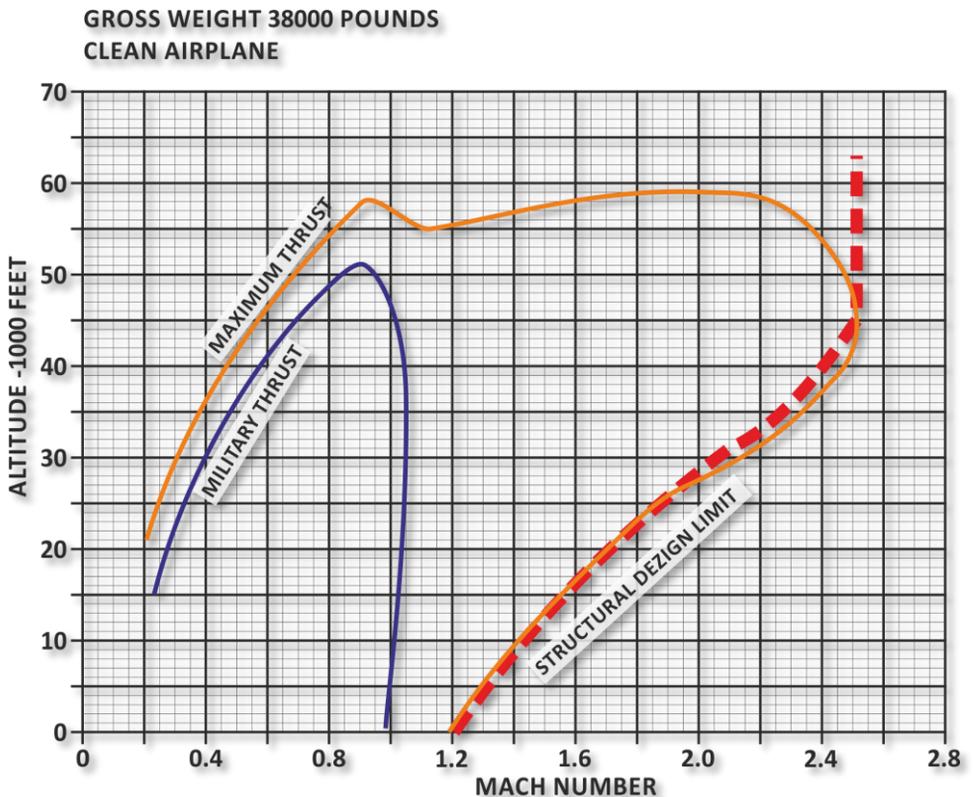


Abbildung 79: F-15C Horizontalflugbereich

Das Diagramm oben basiert auf Testflügen des Flugdynamikmodells des Flugzeuges unter folgenden Bedingungen:

- keine Außenlasten ("clean airplane")
- Gesamtfluggewicht: 38.000 lb (68 % verbliebener Kraftstoff)
- Luftdruck: 760 mm Hg
- Temperatur: 20° C (Standardwerte für Temperatur und Luftdruck in der Simulation)

Die erreichbaren Gipfelhöhen wurden mit MIL- und MAX-Leistung, bei konstanter Mach-Zahl und bei einer Steigrate von bis zu 500 ft pro Minute erzielt.

Innerhalb dieses Bereiches ist ein Horizontalflug mit Beschleunigung und Verlangsamung oder mit konstanter Geschwindigkeit (Langstreckenflug) möglich.

Oberhalb der Gipfelhöhen und rechts der Höchstgeschwindigkeiten ist Horizontalflug innerhalb der zulässigen Geschwindigkeiten möglich, allerdings nur für kurze Zeit und bei gleichzeitiger Geschwindigkeitsabnahme.

Links der Mindestgeschwindigkeiten ist der Flug aus Sicherheitsgründen untersagt, jedoch im Rahmen der zulässigen Anstellwinkel (AOA) und bei einer erhöhten Wahrscheinlichkeit des Überziehens möglich.

Die vom Modell, wie auch dem echten Flugzeug, erreichten Höchstgeschwindigkeiten liegen etwas über den durch die Konstruktionsmerkmale des Flugzeugs bedingten Grenzgeschwindigkeiten.

Flug in der Stratosphäre

Der Flug in der Stratosphäre erfordert spezifische Betrachtungen.

Aufgrund der geringen Dichte der Luft, höhere Eigengeschwindigkeiten und höhere Mach-Zahlen, fällt die aerodynamische Dämpfung von Flugzeugvibrationen schwächer aus. Jede Störung (etwa durch Windböen, Abwurf von Außenlasten, abrupte Steuerimpulse, usw.) erzeugt nur langsam abklingende Schwingungen, die wiederum die Aufmerksamkeit des Piloten stören (d.h. die Anspannung steigern) und das Zielen in Kampfsituationen behindern. Aus diesem Grund muss das Flugzeug in großen Höhen mit kleinen und sanften Bewegungen des Steuerknüppels gesteuert werden. Die Verwendung des Control Augmentation Systems (CAS, automatische Gier- und Nickdämpfung) wird sehr empfohlen.

Flug auf Gipfelhöhe

Auf der Gipfelhöhe bei Unterschallgeschwindigkeit befindet sich das Flugzeug immer im Geschwindigkeitsbereich des geringsten Luftwiderstands. Der Betrag an überschüssiger kinetischer Energie ist niedrig, so dass jede Vor- oder Rückwärtsbewegung des Steuerknüppels in einer Verringerung der Flughöhe resultiert.

Auf der Gipfelhöhe bei Überschallgeschwindigkeit ist der Betrag an überschüssiger kinetischer Energie sehr hoch, so dass das Flugzeug ohne merkbaren Geschwindigkeitsverlust weiter steigen kann.

Im Gegensatz zum Unterschall-Geschwindigkeitsbereich ist im Überschall-Geschwindigkeitsbereich die Gipfelhöhe nicht direkt spürbar, da das Flugzeug leicht an Höhe gewinnt und der dabei stattfindende, allmähliche Geschwindigkeitsverlust nicht unmittelbar wahrgenommen wird.

Andere charakteristische Merkmale des Flugs in der Stratosphäre sind ein verringerter Leistungsbereich der Triebwerke aufgrund der erhöhten Leerlaufdrehzahl, Schwierigkeiten bei der Erkennung von Geländemerkmale und der visuellen Abschätzung von Höhe und Entfernung von Luftzielen, eingeschränkte Manövrierfähigkeit und hohe Annäherungsgeschwindigkeiten an voraus liegende Ziele.

Charakteristika der Quer- und Richtungssteuerung

Die F-15C Eagle ist mit einem elektronischen "Control Augmentation System" (in etwa "Steuerungs-Unterstützungssystem", CAS) und einer Reihe hydromechanischer Steuergeräte zur Verbesserung der Flugzeugsteuerung auf allen Achsen (Nick-, Roll- und Gierachse) ausgestattet.

Der normale Betriebsmodus des Flugsteuerungssystems beinhaltet die aktivierte Gier- (YAW CAS ON) und Roll-Unterstützung (ROLL CAS ON) sowie die automatische Steuerung der Rollrate (ROLL RATIO AUTO). Die Quer- / Seitenruder-Kopplung (Aileron Rudder Interconnect, ARI) reguliert automatisch den entsprechenden Seitenruderausschlag bei seitlichen Steuerknüppelimpulsen.

Bei Anstellwinkeln unterhalb von ungefähr 30 Einheiten AOA produzieren seitliche Bewegungen des Steuerknüppels die höchsten und am besten zu kontrollierenden Rollraten.

Oberhalb von ungefähr 30 Einheiten AOA produzieren die Ruderpedale die schnellsten und am besten zu kontrollierenden Rollraten. Der kombinierte Einsatz von Steuerknüppel und Ruderpedalen resultiert aufgrund der von Quer- und differentiellem Höhenruder erzeugten, gegenläufigen Gierbewegung generell in geringerer, schlechter kontrollierbarer Rolleistung.

Die erzielbare Rollrate sinkt schnell, sobald der Anstellwinkel 35 Einheiten AOA überschreitet. In einigen Fällen können seitliche Bewegungen des Steuerknüppels ergebnislos bleiben, bis der Anstellwinkel reduziert wird.

Besonders während des Unterschall-Tiefflugs sind die zum Einleiten einer Rolle am Steuerknüppel aufzuwendenden Kräfte gering und die initiale Rollbeschleunigung hoch. Diese Tendenz ist bei negativen oder hohen positiven Lastvielfachen und oberhalb 500 KCAS oder Mach 1,4 am stärksten ausgeprägt.

Besondere Vorsicht sollte bei Rollen unterhalb von 30 Einheiten AOA angewendet werden. Um für das Steuersystem vorteilhafte Bedingungen zu erzeugen, sollte der Pilot nur auf einer Achse manövrieren, also entweder bis zur gewünschten Querneigung rollen und dann erst ziehen, oder bis zum gewünschten Anstellwinkel ziehen und dann rollen. Drücken bei gleichzeitiger Querbewegung des Steuerknüppels kann zu einer unkontrolliert anhaltenden Rollbewegung des Flugzeugs ("Autoroll") führen.

Nach der Anwendung von seitlichem Steuerknüppel oder Ruderpedalen bei hohen AOA-Werten ist es normal, dass das Flugzeug kurz innehält, bevor es anfängt zu rollen. Plötzliche und unkontrollierte Stopps in der Rollrate oder abrupte Umkehr der Rollrichtung sind nicht normal und sollten als Anzeichen eines beginnenden Kontrollverlusts betrachtet werden.

Langsamflug

Das Flugzeug zeigt keine unüblichen Charakteristika im Langsamflug auf. Die Manövrierfähigkeit bleibt so lange akzeptabel, bis durch unzureichenden Luftstrom über den Trag- und Steuerflächen nicht mehr genügend Auftrieb und Steuerkräfte erzeugt werden. Oftmals sind bei sehr geringen Geschwindigkeiten ein vollständig zurückgezogener Steuerknüppel oder eine unveränderliche Sinkgeschwindigkeiten die einzigen Anzeichen eines Niedrigenergie-Überzugzustands.

Die empfohlene Mindestgeschwindigkeit von 300 KCAS sorgt für adäquate Manövrierfähigkeit in geringen Höhen.

Horizontalflug mit hohem Anstellwinkel (AOA)

Leichte Flatterschwingungen beginnen bei etwa 18 Einheiten AOA und verstärken sich bis 23 Einheiten AOA. Außenlasten bewirken das Einsetzen der Flatterschwingungen bei geringeren Einheiten AOA und verstärken das Ausmaß der Schwingungen.

Leichte Oszillationen um die Längs- und Hochachse treten oberhalb von 30 Einheiten auf. Die Stärke dieser Oszillationen variiert mit dem AOA und der Zeitspanne mit dem anliegenden AOA. Dabei sind Schiebewinkel von bis zu $\pm 10^\circ$ und Querneigungswinkel bis zu $\pm 45^\circ$ typisch, es können dessen ungeachtet aber auch weitaus extremere Ausschläge (bis zu $\pm 90^\circ$ Querneigung) auftreten, wenn ausreichend Zeit (Zyklen) zum Aufschaukeln eingeräumt wird. Durch die Mitteltank-Konfiguration (CFT) wird dieses Verhalten noch verstärkt. Die benötigte, rückwärtige Kraft am Steuerknüppel steigt mit

zunehmenden Werten des AOA. Bei vollständig zurückgezogenem Steuerknüppel stabilisieren sich die Werte für den AOA bei 45 oder mehr.

Sobald die AOA-Werte 30 Einheiten überschreiten, nimmt die Wirksamkeit seitlicher Steuerknüppelbewegung bei der Erzeugung von Rollbewegungen zunehmend ab. Mit weiterhin steigenden AOA-Werten oberhalb von 35 Einheiten nimmt die Wirksamkeit seitlicher Steuerknüppelbewegung bis hin zur Unwirksamkeit ab. Bei vollständig zurückgezogenem Steuerknüppel kann das Flugzeug entlang der Längsachse über die Ruderpedale gesteuert werden.

Das Variometer verharrt normalerweise in der Anzeige eines Abstiegs. Das Ausleiten eines überzogenen Fluzustands erfolgt unverzüglich, wenn der Steuerknüppel vorwärts bewegt wird. Unerwünschte Roll- und Gierbewegungen sollten durch gegenläufigen Einsatz der Ruderpedale beendet werden.

"Männchen" (Tailslide)

Das "Männchen" ist eine Flugfigur, bei der das Flugzeug absichtlich oder unabsichtlich an Eigengeschwindigkeit verliert und zu sinken beginnt, während es sich in einer extrem aufwärts gerichteten Fluglage befindet. Während das Flugzeug Eigengeschwindigkeit abbaut, kann es für einen kurzen Moment rückwärts rutschen, um dann während des Ausleitens entweder vor-, zurück- oder seitwärts zu kippen. Das CAS kann während dieser Flugfigur kurzzeitig aufgrund der im Fall auftretenden Gierrate oder der Diskrepanz der AOA-Sonde außer Betrieb gesetzt werden. Aufgrund des sehr niedrigen Energiestatus des Flugzeugs wird die Wahrscheinlichkeit des Kontrollverlusts und des Trudelns als extrem gering eingeschätzt.

Das korrekte Vorgehen zum Ausleiten dieser Fluglage besteht darin, die Steuerung anfänglich in ihrer Neutralstellung zu belassen. Um eine eventuelle Unterlastsituation zu vermeiden, sollten ungefähr 2,5 bis 5 cm rückwärtige Steuerknüppelbewegung angewandt werden. Quer- und Seitenrudder sind aufgrund der geringen Eigengeschwindigkeit unwirksam. Kippt das Flugzeug auf den Rücken erfolgt die Ausleitung üblicherweise sanft und schnell.

Die Querlage des Steuerknüppels sowie der Ruderpedale sollten in ihrer Neutralstellung belassen werden, bis genügend Eigengeschwindigkeit aufgebaut wurde, um ihre Wirksamkeit zu gewährleisten. Ab ungefähr 70 bis 100 KCAS kann das Seitenrudder zur Abschwächung von Oszillationen um die Gierachse verwendet werden. Der Steuerknüppel sollte in Querrichtung in seiner Neutralstellung belassen werden, bis sich die Eigengeschwindigkeit auf über 150 KCAS erhöht hat. Ziehen Sie das Flugzeug in eine horizontale Fluglage, sobald mehr als 150 KCAS erreicht wurden.

WARNUNG: UNTER BESTIMMTEN UMSTÄNDEN KANN DAS FLUGZEUG DIE REINE VERTIKALE SEHR SCHNELL DURCHLAUFEN UND IN EINER INVERTIERTEN, NEGATIVEN AOA LAGE VERHARREN. DIESE LAGE KANN DURCH EINE VORWÄRTSSTELLUNG DES STEUERKNÜPPELS ODER KOPFLASTIGE TRIMMUNG VERSCHÄRFT WERDEN. DURCH ZUG AM STEUERKNÜPPEL WIRD DIESE LAGE AUSGELEITET, AUCH WENN DIE HÖHENSTEUERUNG ANFÄNGLICH NUR LANGSAM ANSPRICHT.

Flug mit hohen Geschwindigkeiten und hohen Anstellwinkeln (AOA)

Mit zunehmenden Werten für den AOA treten verschiedene charakteristische Merkmale auf. Bei etwa 18 Einheiten AOA setzt leichtes Schütteln ein, verstärkt sich bis hin zu schwerem Schütteln bei etwa 30 Einheiten AOA und bleibt darüber hinaus einigermaßen konstant. Bei etwa Mach 0,9 und ungefähr 20 Einheiten AOA tritt intensives, starkes Schütteln auf. In Abhängigkeit von der Flugzeugkonfiguration

(Außenlasten) kann im Bereich zwischen 28 und 36 Einheiten AOA deutliches rollen und gieren nach rechts auftreten. Diese Bewegungen können leicht durch entgegengesetzten Einsatz der Ruderpedale beendet werden.

HINWEIS: DIESE ROLLTENDENZ IST BESONDERS AUSGEPRÄGT BEI MACH-ZAHLEN GRÖßER ALS 0,5. GIER- UND ROLLOSZILLATIONEN BIS ZU $\pm 10^\circ$ SCHIEBE- UND 20° QUERNEIGUNGSWINKEL NORMAL, INSBESONDERE BEI MONTIERTEM MITTERTANK. MIT MONTIERTEN AUßENLASTEN SETZT DAS SCHÜTTELN FRÜHER EIN UND IST STÄRKER AUSGEPRÄGT.

Geländefolgeflug

Der Flug in extrem geringen Höhen ist aufgrund der Notwendigkeit, den Geländekonturen in gleichbleibender Höhe zu folgen, durch einen hohen Grad an mentaler und körperlicher Belastung geprägt.

Die Flughöhe wird meistens visuell abgeschätzt und angepasst, sollte aber zusätzlich über den Höhenmesser abgeglichen werden.

Hindernisse sollten mit Voraussicht umflogen werden. Der Pilot sollte den Kurvenradius der erforderlichen Flugbahn visuell bestimmen. Leiten Sie den Steigflug während der Annäherung an das Hindernis etwa ein bis zwei Kurvenradien vor dem Hindernis ein - AB und BC. Geschieht dies nicht rechtzeitig, resultiert das zwar nicht zwangsläufig in einer Kollision, wird aber in einem Flugpfad entsprechend der Kurven B'C' und C'D' resultieren, wodurch das Flugzeug unweigerlich unerwünscht an Höhe gewinnt und durch den Feind entdeckt werden kann.

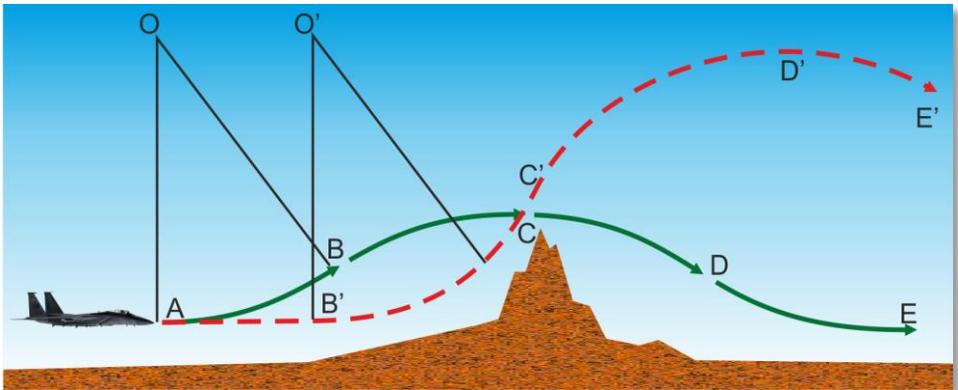


Abbildung 80: Geländefolgeflug⁸⁰

Der Flug in extrem geringen Höhen erfordert vom Piloten die Priorisierung seiner Aufmerksamkeit, so dass die Flughöhenparameter am häufigsten kontrolliert werden.

Neben der Möglichkeit einer Kollision mit dem Boden oder Oberflächenstrukturen, weist der Konturenflug weitere charakteristische Merkmale auf:

- Erhöhter Kraftstoffverbrauch

- Geringere Entfernung für die Erkennung von Bodenreferenzen und weniger Zeit für ihre Beobachtung
- Geringere Reichweite der Kommunikations- und Kontrollausrüstung
- Eingeschränkte Manövrierfähigkeit, insbesondere im Formationsflug (in dieser Situation ist es fast unmöglich, mit zugelassenen oder grenzwertigen Lastvielfachen zu manövrieren)
- Erhöhte Wahrscheinlichkeit, die erlaubte Höchstgeschwindigkeit zu überschreiten (ein hohes Schub-Gewicht-Verhältnis lässt das Flugzeug sehr schnell beschleunigen)

G-Belastungen

Ein wichtiges Merkmal der Manövrierfähigkeit eines Jagdflugzeugs ist dessen Fähigkeit, den Flugweg bei größtmöglichem Lastvielfachen ("G") zu ändern.

Das hohe Schub-Gewicht-Verhältnis der F-15C ermöglicht es ihr, mit hohem Lastvielfachen und ohne Geschwindigkeitsverlust über einen großen Bereich von Flughöhen und Geschwindigkeiten hinweg zu manövrieren.

Normaler Lastfaktor

Ein normaler Lastfaktor ist das Verhältnis von algebraischer Summe aus Auftriebskraft und vertikaler Schubkomponente (Im Koordinatensystem der Geschwindigkeit) zu Flugzeugmasse.

HINWEIS: WÄHREND DES STARTLAUFS TRÄGT DIE KRAFT DES BODENKONTAKTS EBENFALLS ZUM NORMALEN LASTFAKTOR BEI.

Maximaler Normaler (Augenblicklicher) Lastfaktor

Der maximale normale Lastfaktor ist der höchste, im Flug unter Einhaltung aller Sicherheitsanforderungen, erreichbare Lastfaktor.

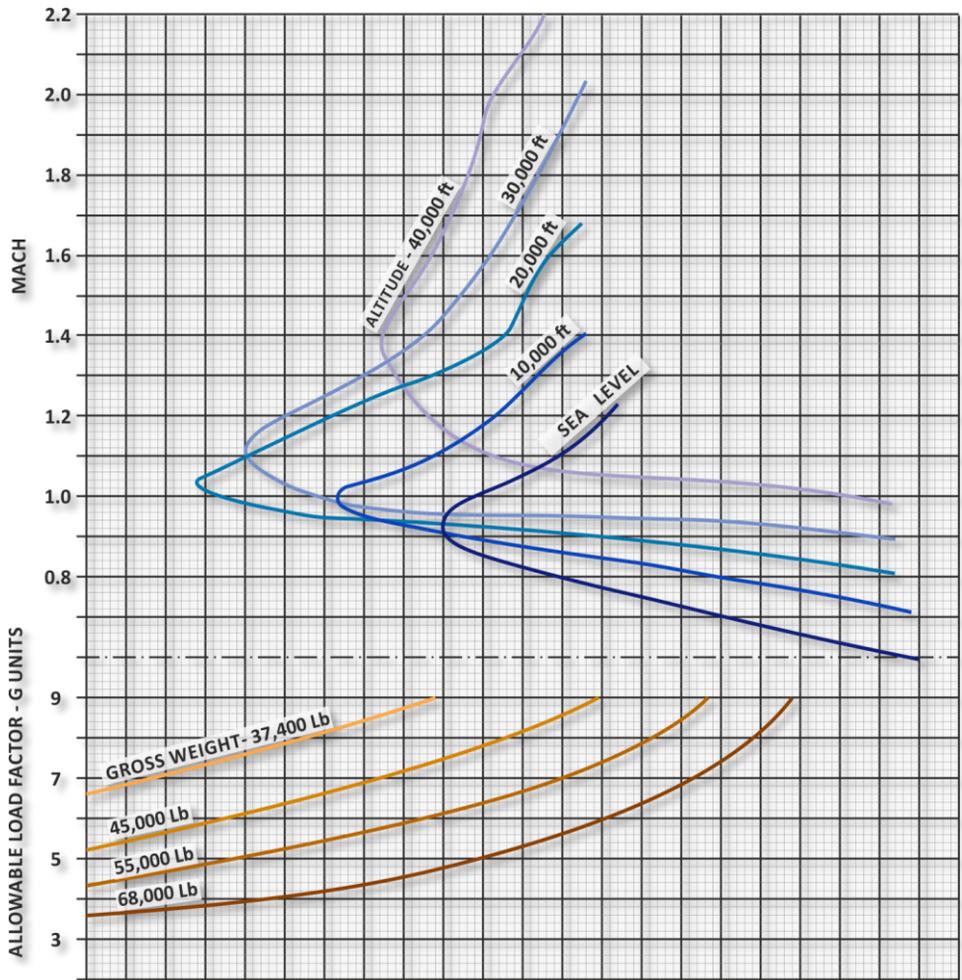


Abbildung 81: Maximaler Normaler (Augenblicklicher) Lastfaktor⁸¹

Normaler (Dauerhafter) Schubbegrenzter Lastfaktor

Ein normaler schubbegrenzter Lastfaktor ist der maximale, bei einer Beschleunigung von 0 (also weder zu- noch abnehmende Eigengeschwindigkeit) und Gleichgewicht von Schub und Luftwiderstand erreichbare Lastfaktor.

Maximaler Normaler (Dauerhafter) Schubbegrenzter Lastfaktor

Der maximale schubbegrenzte Lastfaktor ist der bei einer Beschleunigung von 0 und Gleichgewicht von Luftwiderstand und Maximalschub erreichbare Lastfaktor.

Der maximale schubbegrenzte Lastfaktor ist durch eine konstante Eigengeschwindigkeit charakterisiert. Wenn der Pilot den maximalen schubbegrenzten Lastfaktor überschreitet, wird die Eigengeschwindigkeit beginnen zu sinken. Wird der Lastfaktor unterhalb der durch den Schub gesetzten Grenzen gehalten, steigt die Eigengeschwindigkeit.

Deswegen ermöglichen hohe maximale Lastfaktoren schnelle Flugrichtungswechsel im Luftkampf ohne Energieverlust.

GESAMTGEWICHT 37.000 PFUND

FLUGZEUG OHNE AUSSENLASTEN

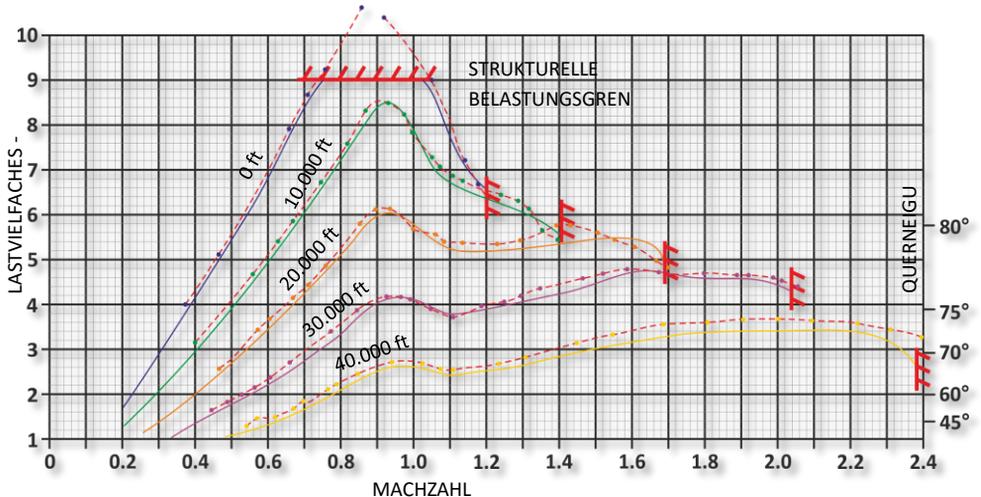


Abbildung 82: Maximaler Normalschub - Begrenzte Lastvielfache82

Das Diagramm oben basiert auf Testflügen des Flugdynamikmodells des Flugzeuges unter folgenden Bedingungen:

- Ohne Außenlasten ("clean airplane")
- Gesamtfluggewicht: 37.000 lb (60 % Restkraftstoff)
- Luftdruck: 760 mm Hg
- Temperatur: 20° C (Standardwerte für Temperatur und Luftdruck in der Simulation)
- Durchgehende Linien – reale F-15 Daten

- Gepunktete Linien – simulierte F-15 Daten

Longitudinaler Lastfaktor

Der longitudinale Lastfaktor ist das Verhältnis aus der Differenz von Schub und Luftwiderstand zur Flugzeugmasse.

Im Horizontalflug bestimmt der longitudinale Lastfaktor die Beschleunigung des Flugzeugs. Darum kann das Flugzeug umso früher seine Grenzggeschwindigkeit erreichen, je höher der longitudinale Lastfaktor ist.

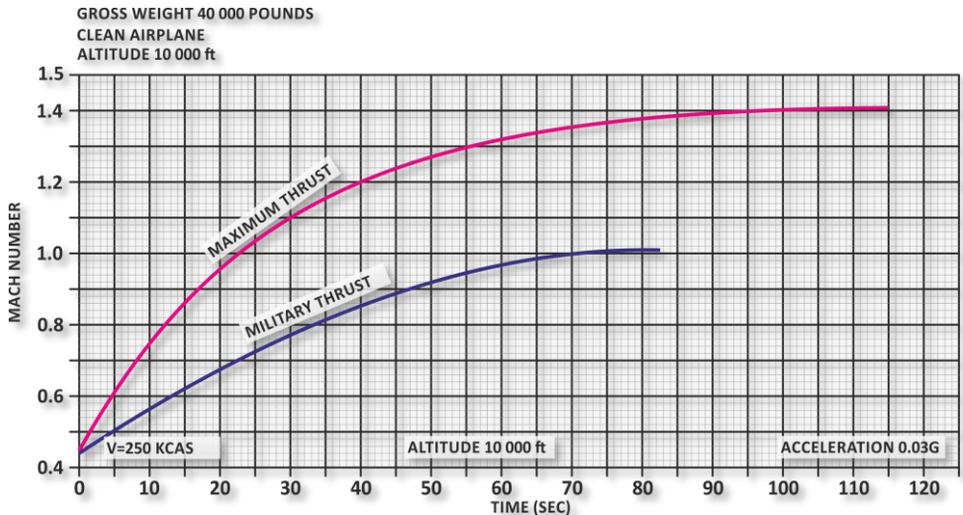


Abbildung 83: Longitudinaler Lastfaktor bei 10.000 ft⁸³

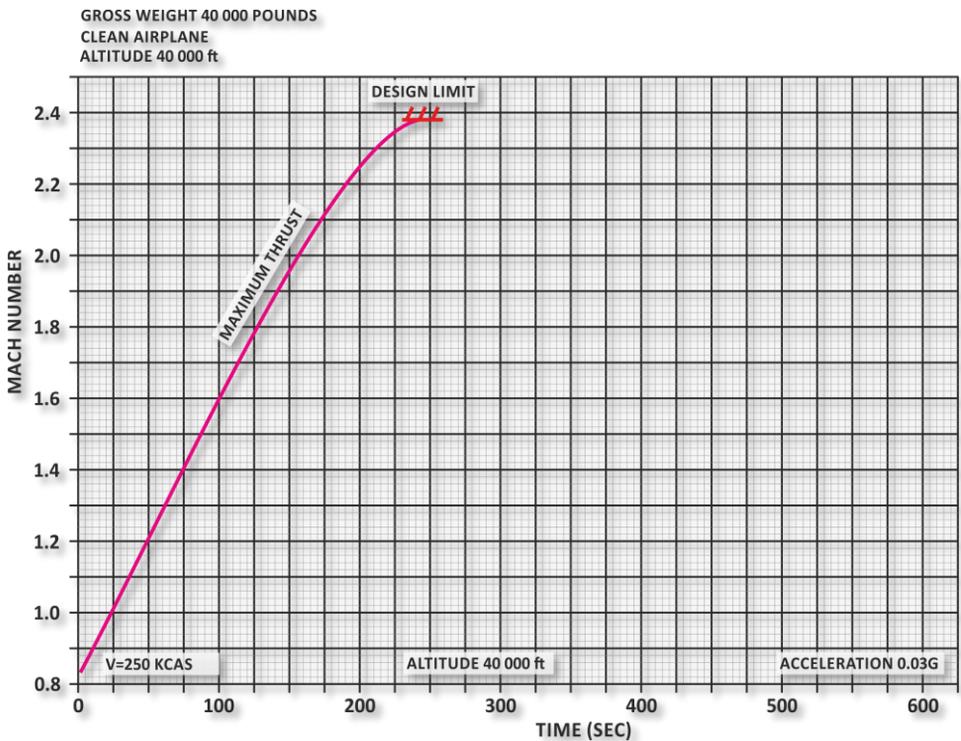


Abbildung 84: Longitudinaler Lastfaktor bei 40.000 ft⁸⁴

Auswirkung externer Faktoren auf die primäre Merkmale der Manövrierfähigkeit

Gewicht

Maximaler normaler Lastfaktor und schubbegrenzter normaler Lastfaktor ändern sich proportional zum Gewicht des Flugzeugs (bei gleicher Geschwindigkeit Höhe).

Für jeden gegebenen normalen Lastfaktor verringert sich der longitudinale Lastfaktor mit zunehmendem Gewicht, allerdings nicht in einem einfachen umgekehrten Verhältnis, da mit zunehmendem Gewicht auch der Luftwiderstand steigt (aufgrund des stärker getrimmten AOA).

Außenlasten

Außenlasten beeinträchtigen die Manövrierfähigkeit durch ihr Gewicht und ihren Luftwiderstand.

Der von den Außenlasten erzeugte Luftwiderstand beeinträchtigt nicht den maximalen normalen Lastfaktor, da dieser ausschließlich von der verfügbaren Auftriebskraft der Tragflächen abhängt.

Der schubbegrenzte normale Lastfaktor reduziert sich in dem Maß, in dem der Luftwiderstand zunimmt. Je höher der Luftwiderstand und je größer die Differenz zwischen maximalem Schub und Luftwiderstand, desto geringer der Einfluss des Luftwiderstands der Außenlasten auf den schubbegrenzten Lastfaktor.

Der maximale longitudinale Lastfaktor verringert sich mit zunehmendem Luftwiderstand. Der Anteil des Luftwiderstands am longitudinalen Lastfaktor wird mit zunehmendem normalen Lastfaktor während eines Flugmanövers größer.

Atmosphärische Bedingungen

Betrachtet man beispielsweise einen Temperaturanstieg von 1 % bei einem Standarddruck, wird die Luftdichte 1 % geringer als der Standardwert sein, woraus folgt:

- Für eine gegebene wahre Eigengeschwindigkeit (TAS, Mach-Zahl) wird der maximale normale Lastfaktor um ungefähr 1 % abnehmen. Für eine gegebene angezeigte Eigengeschwindigkeit (IAS) jedoch wird der Temperaturanstieg den Lastfaktor nicht verändern.
- Der Betrag des schubbegrenzten normalen Lastfaktors für eine gegebene Machzahl wird sinken, da der Temperaturanstieg von 1 % einen Schubverlust von ungefähr 2 % verursacht.
- Mit dem Anstieg der Lufttemperatur wird sich auch der maximale longitudinale Lastfaktor reduzieren proportional zur Schubreduktion.

F-15C CHECKLISTEN



F-15C CHECKLISTEN

Kaltstart

Schritt 1

Schalten Sie die Navigationslichter ein [RStrg + L].

Schritt 2

Schießen Sie die Cockpithaube. [LStrg + C].

Schritt 3

Starten Sie das linke Triebwerk indem Sie den Schubregler auf Leerlauf stellen und [RAlt + Pos1] drücken.

Schritt 4

Starten Sie das linke Triebwerk indem Sie den Schubregler auf Leerlauf stellen und [RStrg + Pos1] drücken.

Rollen und Starten

Schritt 1

Sobald sich die Triebwerksdrehzahl und die Abgastemperatur stabilisiert haben, erhöhen Sie den Schub [Bild hoch].

Schritt 2

Steuern Sie das Flugzeug am Boden mit dem Ruder [Y] und [X]. Um die Radbremsen einzusetzen, drücken Sie [W].

Schritt 3

Folgen Sie den Anweisungen des Turms, um zur Rollbahn zu gelangen.

Schritt 4

Fahren Sie die Landeklappen aus [F].

Schritt 5

Sobald Sie Ihr Flugzeug auf der Rollbahn ausgerichtet haben, erhöhen Sie den Schub auf 100 % [Bild hoch] und halten das Flugzeug mit [Y] und [X] in der Mitte der Rollbahn.

Schritt 6

Ab 150 Knoten können Sie den Steuerknüppel leicht zu sich ziehen bis Ihr Flugzeug von alleine abhebt.

Schritt 7

Ziehen Sie das Fahrwerk ein [G].

Schritt 8

Ziehen Sie die Landeklappen ein [F].

Navigation

Schritt 1

Wechseln Sie in den Navigationsmodus. Dieser wird in der unteren rechten Ecke des HUD mit NAV gekennzeichnet [1].

Schritt 2

Schritt 2 Die Wegpunkte können mit [LStrg + `] umgeschaltet werden. Der aktuell gewählte Wegpunkt wird in der unteren rechten Ecke des HUD angezeigt

Schritt 3

Der Quersteuerungsanzeiger zeigt die Steuerungsrichtung zum gewähltem Wegpunkt an. Rollen Sie das Flugzeug, um den Anzeiger in der Mitte zu halten, und somit auf Kurs zum gewähltem Wegpunkt zu bleiben.

Landung

Schritt 1

Wählen Sie zur Landung den ILSN-Modus aus, welcher in unteren rechten Ecke des HUD angezeigt wird [1].

Schritt 2

Drücken Sie [LStrg + `], um das Richtige Flugfeld für die Landung auszuwählen.

Schritt 3

Steuern Sie Ihr Flugzeug so, dass sich die Flugweganzeige in der Mitte des des ILS-Kreuz befindet.

Schritt 4

Verringern Sie die Fluggeschwindigkeit beim Überfliegen des Platzeinflugzeichens auf 150 Knoten.

Schritt 5

Fahren Sie die Landeklappen aus [F].

Schritt 6

Fahren Sie das Fahrwerk aus [G].

Schritt 7

Der Flugweganzeiger und das ILS-Kreuz sollten sich jetzt zentriert über der Landebahnschwelle befinden.

Schritt 8

Bei einer Flughöhe von etwa einem Meter bringen Sie den Schubhebel in die Leerlaufstellung und halten die Landeposition, um sanft aufzusetzen.

Einsatz der Luft-Luft-Raketen

AIM-120 AMRAAM

Schritt 1

Schalten Sie das Ziel mit dem Radar [1] im LRS [2] oder TWS-Modus [RSTRG + 1] auf.

Schritt 2

Platzieren Sie den Zielcursor über dem Radarkontakt mit den Tasten [.,], [.-], [-], [Ö] und drücken [ENTER], um das Ziel aufzuschalten. Sobald das Ziel aufgeschaltet wurde wechselt das Radar in den STT-Modus.

Im TWS-Modus können Sie bis zu vier Ziele gleichzeitig aufschalten. Das erste Ziel wird zum PDT (engl.: Primary Designated Target) deklariert, alle anderen zu SDT`s (engl.: Secondary Designated Target).

Sollte sich das Ziel in Sehweite befinden, so können Sie es im Visuellen Modus [6] aufschalten.

Schritt 3

Nutzen Sie dynamische Einsatzzone (DLZ) auf dem HUD und dem Vertikalen Situationsdisplay (VSD) um die Entfernung zum Ziel zu bestimmen (im VISUELL-Modus werden keine Entfernungsanzeigen angezeigt).

Befindet sich das Ziel in Rtr-Reichweite dann feuern Sie mit dem Auslöseknopf am Joystick oder [RALT + LEER] eine Rakete auf das Ziel ab.

DIE AIM-120 KANN SOWOHL IM STT- ALS AUCH IM TWS-MODUS EINGESETZT WERDEN. DER TWS-MODUS ERLAUBT IHNEN MEHRERE ZIELE GLEICHZEITIG ANZUGREIFEN.

AIM-7 Sparrow

Schritt 1

Schalten Sie das Ziel mit dem Radar [1] im LRS [2] oder TWS-Modus [RSTRG + 1] auf.

Schritt 2

Platzieren Sie den Zielcursor über dem Radarkontakt mit den Tasten [J], [I], [-], [Ö] und drücken [ENTER], um das Ziel aufzuschalten. Sobald das Ziel aufgeschaltet wurde, wechselt das Radar in den STT-Modus.

Im Visuell-Modus kann der FLOOD-Modus [6] verwendet werden, hierzu muss keine Radaraufschaltung vorliegen.

Schritt 3

Nutzen Sie die Dynamische Einsatzzone (engl. Abk.: DLZ) auf dem HUD und auf dem Vertikalen Situationsdisplay (VSD), um die Entfernung zum Ziel zu bestimmen (im FLOOD-Modus werden keine Entfernungsanzeigen angezeigt).

Befindet sich das Ziel in Rtr-Reichweite dann feuern Sie mit dem Auslöseknopf am Joystick oder [RALT + LEER] eine Rakete auf das Ziel ab.

DIE AIM-7 KANN NUR IM STT-MODUS EINGESETZT WERDEN. WENN SIE IM NAHKAMPF DEN FLOOD-MODUS VERWENDEN, MÜSSEN SIE DAS ZIEL IM ZIELKREIS HALTEN, BIS DIE RAKETE DAS ZIEL GETROFFEN HAT.

AIM-9 Sidewinder

Schritt 1

Schalten Sie das Ziel mit dem Radar [I] im LRS- [2] oder TWS-Modus [RSTRG + I] auf. Im Nahkampf können Sie den VS- [3] oder BORE-Modus [4] einsetzen.

Schritt 2

Platzieren Sie den Zielcursor über dem Radarkontakt mit den Tasten [J], [I], [-], [Ö] und drücken [ENTER], um das Ziel aufzuschalten. Sobald das Ziel aufgeschaltet wurde wechselt das Radar in den STT-Modus.

Platzieren Sie das Ziel im VS-Modus innerhalb oder oberhalb der vertikalen Linien auf dem HUD.

Im BORE-Modus müssen Sie das Ziel im Zielkreis halten.

Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass der im HUD angezeigte Sichtwinkel des Raketensuchkopfes über dem Ziel liegt.

Schritt 3

Nutzen Sie die Dynamische Einsatzzone (engl. Abk.: DLZ) auf dem HUD und auf dem Vertikalen Situationsdisplay (VSD), um die Entfernung zum Ziel zu bestimmen. Beachten Sie, dass der BORE-Modus Ihnen gar keine Informationen zum Ziel angibt. Ein hochfrequenter Ton signalisiert, dass die Rakete das Ziel aufgeschaltet hat.

Befindet sich das Ziel in Rtr-Reichweite dann feuern Sie mit dem Auslöseknopf am Joystick oder [RALT + LEER] eine Rakete auf das Ziel ab.

SOWOHL DAS RADAR ALS AUCH DER RAKETENSICHTMODUS KANN ZUM AUFZEIGEN VON ZIELEN FÜR DIE AIM-9 VERWENDET WERDEN, ALLERDINGS MUSS DIE RAKETE SELBST DAS ZIEL AUFSCHALTEN BEVOR EIN ANGRIFF STATTFINDEN KANN.

M-61 Kanone

Schritt 1

Schalten Sie das Ziel mit dem Radar [I] im LRS- [2] oder TWS-Modus [RSTRG + I] auf. Im Nahkampf können Sie das Ziel im VS- [3] oder BORE-Scanmodus [4] aufschalten. Alternativ können Sie den automatischen Geschützmodus verwenden.

Schritt 2

Platzieren Sie das Ziel im VS-Modus innerhalb oder oberhalb der vertikalen Linien auf dem HUD.

Im BORE-Modus müssen Sie das Ziel im Zielkreis halten.

Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass der im HUD angezeigte Sichtwinkel des Raketensuchkopfes über dem Ziel liegt.

Im automatischen Geschützmodus müssen Sie das Starvisier über dem Ziel platzieren.

Schritt 3

Wählen Sie das Geschütz mit der Taste [C] aus, dies aktiviert die GDS-Geschützansicht und lässt das Radar in den STT- Modus wechseln.

Sobald sich das Ziel im GDS-Visier befindet feuern Sie das Geschütz mit dem Joystick oder der Taste [LEER] ab.

Das Geschütz kann auch ohne Radaraufschaltung eingesetzt werden, ist dann allerdings weniger akkurat.

ZUSÄTZE



ZUSÄTZE

Abkürzungen

AAA	Anti-Aircraft Artillery (Flak-Artillerie)
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
ADF	Automatic Direction Finder (Funkkompass)
ADI	Attitude Direction Indicator (Richtungsanzeiger)
AF	Airfield (Flugplatz)
AGL	Above Ground Level (Höhe über Grund)
AH	Attack Helicopter (Kampfhubschrauber)
ALT	Altitude (Flughöhe)
AMMS	Advanced Moving Map System (Fortgeschrittenes Moving-Map-System)
AOA	Angle Of Attack (Anstellwinkel)
AP	Autopilot (Autopilot)
AP	Armor Piercing (Panzerbrechend)
APU	Auxiliary Power Unit (Hilfstriebwerk)
ASL	Above Sea Level (Über Meeresspiegel)
ATC	Air Traffic Control (Flugverkehrskontrolle)
ATGM	Anti-Tank Guided Missile (Panzerabwehrrakete)
BIT	Built In Test (Selbsttest)
BP	Battle Position (Kampfposition)
CAM	Course Aerial
CAS	Calibrated Air Speed (Kalibrierte Geschwindigkeit)
CDU	Central Distribution Unit (Zentrale Verteilungseinheit)
CDM	Course Doppler
CG	Center of Gravity (Schwerpunkt)
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DCS	Digital Combat Simulator

DH	Desired Heading (Soll-Kurs)
DR	Drift Angle (Abdriftwinkel)
DST	Distance (Distanz)
DT	Desired Track (Soll-Flugweg)
DTA	Desired Track Angle (Soll-Kurs)
EDP	Engine Dust Protectors (Staubschutzeinrichtung für die Triebwerke)
EEG	Electronic Engine Governor (Elektronischer Triebwerksregler)
EGT	Exhaust Gas Temperature (Abgastemperatur des Triebwerks)
EO	Electro Optical (Elektro-optisch)
ETA	Estimated Time of Arrival (Voraussichtliche Ankunftszeit)
ETP	Estimated Touchdown Point (Voraussichtlicher Aufsetzpunkt)
FAC	Forward Air Controller
FARP	Forward Arming and Refueling Point (Vorverlegte Stelle zum Aufmunitionieren und Betanken)
FEBA	Forward Edge of Battle (Vorderer Rand der Verteidigung)
FOV	Field Of View (Sichtfeld)
FPL	Flight Plan (Flugplan)
FSK	Function Select Key (Funktionstaste)
GG	Gas Generator
GNSS	Global Navigation Satellite System (Globales Satellitennavigationssystem)
GS	Ground Speed (Geschwindigkeit über Boden)
HDG	Steuerkurs
HE	High Explosive (Hochexplosive)
HMS	Helmet Mounted Sight (Helmvisier)
HSI	Horizontal Situation Indicator
HUD	Head Up Display
IAF	Initial Approach Fix
IAS	Indicated Air Speed (Angezeigte Eigengeschwindigkeit)
IDM	Inertial Doppler
IDS	Information Display System
IFF	Identify Friend or Foe (Freund-Feind-Erkennung)

IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
IFV	Infantry Fighting Vehicle (Kampffahrzeug der Infanterie)
INU	Inertial Navigation Unit (Gerät für die Trägheitsnavigation)
IWP	Initial Waypoint
LAT	Latitude (Breitengrad)
LLT	Linear Lead Turn
LONG	Longitude (Längengrad)
LWR	Laser Warning Receiver (Laserwarnempfänger)
LWS	Laser Warning System (Laserwarnsystem)
MANPADS	Man-Portable Air Defense System (Portables Luftabwehrsystem)
ME	Mission Editor (Missionseditor)
MILS	Abkürzung für Milliradian, ein Grad entsprechen 17,45 mils
MRB	Magnetic NDB Bearing
MWL	Master Warning Light (Hauptwarnleuchte)
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NDB	Non Directional Beacon (Ungerichtetes Funkfeuer)
NVG	Night Vision Google (Nachtsichtgerät)
OEI	One Engine Inoperative (Ein Triebwerk außer Betrieb)
PT	Free Turbine
PNK	Russisches Flug- und Navigationssystem
PrPNK	Russisches Ziel-, Flug- und Navigationssystem
RAIM	System zur Integritätsprüfung von GPS
RALT	Radar Altitude (Radarflughöhe)
RB	Radio Bearing (Funkpeilung)
RMI	Radio Magnetic Indicator (Variante des Funkkompasses)
U/min	Revolutions per Minute (Umdrehungen pro Minute)
ROF	Rate Of Fire (Feuerrate)
RTB	Return To Base (Rückkehr zur Basis)
SAI	Stand-by Attitude Indicator
SAM	Surface-to-Air Missile (Bodenlufttrakete)
STP	Steerpoint (Steuerpunkt)

TAS	True Air Speed (Wahre Eigengeschwindigkeit)
TCA	True Track Angle (Wahrer Kurs)
TH	True Heading (Wahrer Kurs)
TOW	Takeoff Weight (Abfluggewicht)
TP	Target Point (Zielpunkt)
TV	Television
TVM	Television Monitor
UHF	Ultra High Frequency (Dezimeter-Wellen)
UTC	Coordinated Universal Time (Koordinierte Universalzeit)
VHF	Very High Frequency (Ultrakurzwelle)
VFR	Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)
VMU	Voice Message Unit (Sprachmeldegerät)
VNAV	Vertical Navigation
VOR	VHF Omnidirectional Range (Drehfunkfeuer)
VVI	Variometer
WCS	Weapon Control System (Waffenleitsystem)
WPT	Wegpunkt
XTE	Cross Track Error (Kursversatz)