



LOCK ON[®] *Flaming Cliffs 3*



DCS: Flaming Cliffs 3

Flughandbuch

DCS: Flaming Cliffs 3 ist die nächste Evolutionsstufe der Flaming Cliffs Serie. Flaming Cliffs 3 aktualisiert sowohl Lock On als auch Flaming Cliffs um neue Features und implementiert das Spiel in die DCS World Struktur.

Flaming Cliffs 3 versteht sich als eine Simulation mit mittlerem Simulationsgrad.

Generelle Diskussionen zu Flaming Cliffs 3 finden Sie unter: <http://forums.eagle.ru>

Inhaltsübersicht

FLUGZEUGEINFÜHRUNG	2
SU-27 FLANKER B	2
SU-33 FLANKER D	3
MIG-29 FULCRUM A & MIG-29 FULCRUM C	4
F-15C	5
SU-25 FROGFOOT	6
SU-25T FROGFOOT	7
A-10A	8
ARKADE MODUS	11
NAVIGATIONSMODUS	13
LUFT-LUFT MODUS	14
LUFT-BODEN-MODUS	15
COCKPITINSTRUMENTE DER RUSSISCHEN FLUGZEUGE	17
SU-27 UND SU-33 COCKPITANZEIGEN	18
Fahrtmesser und Machanzeige	19
Höhenmesser	19
Radarhöhenmesser	20
Anzeige aerodynamische Baugruppen	20
Anstellwinkelanzeige und Beschleunigungsmesser	21
Künstlicher Horizont	21
HSI	22
Variometer	23
Flugzeuguhr	23
Drehzahlmesser	23
Treibstoffanzeige	24
Turbinentemperaturanzeige	24
Radardisplay	25
Radarwarnsystem	25
PPD-SP Tafel	26
MIG-29 COCKPITINSTRUMENTE	27
SU-27, SU-33, MiG-29 HUD UND DISPLAY BETRIEBSMODI	29
Grundlegende HUD Symbole	29
Navigationsmodus	31

BVR Luft-Luft Kampfmodus (außerhalb der Sichtweite)	32
Digitaler Datenlink	38
Kämpfen in stark elektronisch gestörten Situationen	39
Vertikaler Scanmodus (VS) - Nahkampfmodus	40
ОПТ – СТРОБ (BORE) Nahkampfmodus	41
ШЛЕМ (HELM) - Nahkampfmodus	42
Фи0 (Fi0) - Horizontales Anvisieren Nahkampfmodus	43
Luft-Boden-Modus	45
Starrvisier	46
SU-25 COCKPITINSTRUMENTE	48
IAS - TAS Anzeige	49
Konfigurationsanzeige	49
Anstellwinkelanzeige und G-Meter	50
Künstlicher Horizont	50
HSI	51
Variometer	51
Radarhöhenmesser	52
Drehzahlmesser	52
Treibstoffanzeige	53
Triebwerkstemperaturanzeige	53
SPO-15 "Beryoza" Radarwarnempfänger	54
Waffenstatustafel	54
Navigationssystem	55
ASP-17 VISIER	55
SU-25T COCKPITINSTRUMENTE	57
Waffensystemtafel	58
Autopilottafel	59
BETRIEBSMODI DER SU-25T HUD UND TV ANZEIGEN	63
Grundlegende HUD Symbole	63
Navigationsmodus	64
Фи0 (Fi0) - Vertikaler Luftkampfzielmodus	65
"Luft-Boden" Waffenmodus	66
Präzisionsangriff	70
Starrvisier	76
COCKPITINSTRUMENTE U.S. FLUGZEUGE	79
F-15C COCKPITINSTRUMENTE	79
Vertikales Situationsdisplay	80
TEWS Display	81
Multifunktionsdisplay (MPCD) Waffensystemtafel	82
Fahrtmesser (IAS) und Machmeter	83
Anstellwinkelanzeige (AoA für "Angle-of-Attack")	84
Beschleunigungsmesser	84
Künstlicher Horizont	84
HSI	85

Höhenmesser	86
Variometer	86
Drehzahlmesser	86
Triebwerkeinlasstemperaturanzeige (FTIT)	87
Treibstoffflussanzeige	87
Anzeige Öffnungsgrad Triebwerksauslassdüsen	88
Treibstoffanzeige	88
Kabinendruckanzeige	89
Düppel, Fackel Anzeige	89
F-15C HUD BETRIEBSMODI.....	91
Grundlegende F-15C HUD Symbole	91
Navigationsmodus	92
Geschützmodus.....	93
AIM-9M Sidewinder Luft-Luft Kurzstreckenrakete-Modi	95
Radarunterstützer Modus.....	97
AIM-7M Sparrow Luft-Luft Mittelstreckenrakete-Modi	99
AIM-120 AMRAAM Luft-zu-Luft Mittelstreckenrakete-Modi	102
Auto ACquisition (AACQ) Radar Modi.....	104
AN/APG-63 RADAR MODI, VSD	106
Long Range Search (LRS) Modus	106
Single Target Track (STT) Modus	107
Track While Scan (TWS) Modus	108
Home On Jam (HOJ) Modus	110
Vertical Scan (VS) AACQ Modus	111
Bore Sight (BORE) AACQ Modus.....	111
AUTO GUNS (GUN) AACQ Modus.....	112
FLOOD Modus	112
A-10A COCKPITINSTRUMENTE.....	114
TV Monitor (TVM)	116
Radarwarnempfänger (RWR)	117
Fahrtmesser	117
Anstellwinkelanzeige (AoA für "Angle-of-Attack")	118
Indexer Anstellwinkel.....	118
Künstlicher Horizont	118
HSI.....	119
Höhenmesser	120
Variometer	120
Beschleunigungsmesser	120
Turbinentemperaturanzeige	121
Turbinendrehzahlanzeige.....	121
Öldruckanzeige	122
Bläserdrehzahl	122
Treibstoffflussanzeige	123
Anzeige Stellung Landeklappen.....	123
Anzeige Stellung Luftbremse.....	124
Anzeige Treibstoffmenge	124

Waffenbedientafel	125
A-10A HUD UND TV MONITOR MODI.....	127
Grundlegende HUD Symbole	127
Navigationsmodus (NAV)	127
ILS Modus	129
Einsatz Bordgeschütz und un gelenkte Raketen (RKT)	129
HUD Anzeige Einsatz un gelenkter Bomben.....	130
Einsatz von Luft-Luft Raketen	132
Der AGM-65 Angriffsmodus	133
ZIELSYSTEME.....	138
RADAR	140
INFRAROTZIELSYSTEM (IRST) UND ELEKTRO-OPTISCHES ZIELSYSTEM (EOS)	144
LASERENTFERNUNGSMESSER / ZIELBELEUCHTUNGSSYSTEM.....	146
OPTISCHES-TV ZIELSYSTEM	147
.....	148
LUFT-LUFT RAKETEN	149
LUFT-LUFT RAKETEN DER RUSSISCHEN STREITKRÄFTE.....	151
Langstreckenraketen	151
Raketen mittlerer Reichweite	153
Kurzstreckenraketen	161
NATO RAKETEN	169
Raketen mittlerer Reichweite	169
Luft-Luft Raketen kurzer Reichweite.....	173
.....	176
LUFT-BODEN WAFFEN.....	177
RUSSISCHE LUFT-BODEN WAFFEN	178
Luft-Boden Raketen	178
Taktische Raketen	178
Antiradar Raketen	183
SEAD - Notizen für Missionsdesigner	185
Anti-Schiff Lenkwaffen	187
Bomben	190
Freifallende Bomben.....	190
Gelenkte Bomben	194
Ungelenkte Luft-Boden Raketen	195
Kanonenbehälter	199
NATO LUFT-BODEN WAFFEN	200

Taktische Raketen	200
Anti-Radar Raketen	203
Freifallende Bomben	204
Ungelenkte Raketen	206
ELEKTRONISCHE GEGENMASSNAHMENSYSTEME.....	208
RUSSISCHE STÖRSYSTEME (ECM-SYSTEME, ENGL.: ELECTRONIC COUNTERMEASURES).....	208
STÖRSYSTEME DER NATO	210
.....	212
RADARWARNSYSTEME	213
RADARWARNSYSTEME RUSSISCHER FLUGZEUGE	214
RADARWARNSYSTEME AMERIKANISCHER FLUGZEUGE	216
FUNKKOMMUNIKATION UND NACHRICHTEN	223
FUNKSPRÜCHE	223
FUNKSPRÜCHE	233
NACHRICHTEN UND WARNUNGEN, DIE DAS EIGENE FLUGZEUG ERZEUGT.	238
.....	240
THEORETISCHE AUSBILDUNG	241
ANGEZEIGTE UND WAHRE FLUGGESCHWINDIGKEIT	241
FLUGWEGANZEIGE	241
ANSTELLWINKELANZEIGE (AOA FÜR "ANGLE-OF-ATTACK")	242
WENDERATE UND WENDERADIUS.....	242
WENDERATE.....	244
DAUERHAFTE UND HARTE KURVENFLÜGE	246
ENERGIEMANAGEMENT	246
.....	248
FLUGSCHULE	249
BENUTZUNG DES KURSANZEIGERS (HSI)	249
LANDUNG	249

INSTRUMENTENLANDESYSTEM (ILS).....	250
LANDUNG MIT SEITENWIND.....	251
SU-25 UND SU-25T BESCHREIBUNG DES ERWEITERTEN- FLUGDYNAMIK-MODELLS	252
SPEZIELLE HINWEISE FÜR DAS FLIEGEN MIT DER SU-25 UND SU-25T.....	255
Rollen.....	255
Starten	255
Starten bei Seitenwind.....	255
Landung	255
Landung mit Seitenwind	256
Übliche Landefehler.....	256
Strömungsabriss und Trudeln	257
GRUNDLAGEN EINSATZTAKTIK.....	259
LUFTKAMPFTAKTIKEN	259
Zielsuche	259
Luftkampf außerhalb der Sichtweite (BVR).....	260
Manövrieren	260
Geschützeinsatz im Luftkampf.....	261
Taktiken für Luft-Luft Raketen	262
LUFTVERTEIDIGUNG	263
Luftabwehrraketen (AAA).....	263
Boden-Luft-Flugabwehr-Raketensysteme (SAM).....	264
SAM Einsatzzonen.....	268
Bodengeführtes Abfangen	269
Durchdringen der feindlichen Luftabwehr.....	269
WEGBRECHEN VOR RAKETEN	271
.....	276
WAFFENEINSATZ.....	277
MIG-29A, MIG-29S, SU-27 UND SU-33.....	278
Luft-Luft-Kampf auf weite Entfernung	278
Luftnahkampf.....	281
Luft-Boden Waffen	285
SU-25.....	287
Luft-Luft Waffen.....	287
Luft-Boden Waffen	288
SU-25T.....	291
Luft-Luft Waffen.....	291
Luft-Boden Waffen	292

F-15C.....	302
Luft-Luft Waffen.....	302
A-10A	305
Luft-Luft Waffen.....	305
Luft-Boden Waffen.....	306
.....	308
ZUSÄTZE	309
ABKÜRZUNGEN	309
ENTWICKLER.....	314
EAGLE DYNAMICS TEAM	314
Management.....	314
Programmierer.....	314
Designer	315
Qualitätssicherung	315
Wissenschaftliche Unterstützung.....	315
IT und Kundenbetreuung	315
MISSIONEN UND KAMPAGNEN	315
AUSBILDUNG	316
TESTER	316
DEUTSCHE LOKALISIERUNG	317



1

FLUGZEUG EINFÜHRUNG

FLUGZEUGEINFÜHRUNG

Der alte Spruch "Nutze das richtige Werkzeug für die Aufgabe" gilt für den Luftkampf genauso, wie für das Teppichknüpfen. Missionsprofile wie Luftüberlegenheit, Bodenunterstützung, Angriff hinter feindlichen Linien etc. haben alle Anforderungen, die gegenläufig sind. Schwere Panzerung, die bei Bodenangriffen als Schutz vor feindlicher Luftabwehr hilfreich ist, wirkt sich im Luftkampf eher hinderlich aus. Erfolg in der Luft hängt zu großen Teilen davon ab, dass man die Vor- und Nachteile eines jeden Flugzeuges auswendig kennt. Nachfolgend wird jedes vom Spieler fliegbare Flugzeug kurz vorgestellt.

Su-27 Flanker B

Die Su-27 Flanker B und ihre Varianten gehören zu den beeindruckendsten und besten Jägern der Welt, entwickelt, um der F-15C Paroli zu bieten. Geboren in den Jahren des Kalten Krieges hatte es die Flanker nie leicht. Das erste Design hatte mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Nachdem die Sowjetunion zerfallen war, stockte die Entwicklung. Die Möglichkeit, sich als einer der besten Jäger der Welt zu behaupten, blieb der Flanker versagt.



Abbildung 1-1: Su-27

Die Su-27 ist auf den Luftkampf zugeschnitten. Bewaffnet mit den R-27 (AA-10) Alamo Luft-Luft Lenk Waffen besitzt die Flanker eine beeindruckende Kampfkraft im BVR Luftkampf (BVR = außerhalb der Sichtweite). Inzwischen ist die Flanker mit einem Helmvisier ausgestattet, was Ihr die Möglichkeit zum Einsatz der R-73 (AA-11) Archer Luft-Luft-Rakete mit einem hohen Abschusswinkel von der Längsachse (60°) erlaubt. Zusammen mit der hohen Triebwerksleistung und den hohen kontinuierlichen Kurvengeschwindigkeiten ist die Flanker extrem wirkungsvoll im Kurzstreckenluftkampf. Die hohen Anstellwinkel mit denen die Maschine geflogen werden kann, erlauben es dem Piloten, seine Waffen jederzeit auf seine Feinde zu richten. Des Weiteren erlaubt die

Möglichkeit, große Mengen an Treibstoff intern mitzuführen, längere Einsatzzeiten. Die Flanker kann bis zu zehn Luft-Luft Waffen mitführen, was Ihre Angriffskraft nochmals steigert.

Kritiker bemängeln die Avioniksysteme sowie das Cockpitlayout der Su-27. Die geringe Anzahl an gleichzeitig verfolgbar Ziel, die hohe Abhängigkeit von der Bodenzielkontrolle sowie die hohe Arbeitslast für den Piloten sind weitere Kritikpunkte. Nichtsdestotrotz erlaubt das passive Elektro-Optische Zielsystem (EOS) das Finden und Angreifen von feindlichen Flugzeugen ohne eigene Radaremissionen. Es wird weiterhin diskutiert, ob die Manöver mit hohen Anstellwinkeln (wie zum Beispiel die "Kobra") im Luftkampf wirklich nützlich sind, oder eher nur für eine Showeinlage auf Flugshows zu gebrauchen ist.

Su-27 Piloten sollten bedenken, dass, obwohl die Flanker sehr viel Treibstoff intern mitführen kann, sie im Luftkampf bei voller Betankung allerdings sehr träge sein kann. Das Flugzeug kann des Weiteren keine externen Treibstofftanks mitführen, die im Notfall zur Verbesserung der Manövrierbarkeit abgeworfen werden könnten.

Su-33 Flanker D

Ursprünglich Su-27K genannt, wurde diese Su-27 Variante speziell für den Einsatz auf Flugzeugträgern modifiziert. Ausgestattet mit Canardflügeln für eine bessere Abhebe- und Landeperformance flog der erste Prototyp 1985. Die Heckpartie wurde zur Vermeidung von Deckkollisionen beim Landen mit hohen Anstellwinkeln gekürzt. Dies hat allerdings nachteilige Auswirkungen auf den verbleibenden Raum für Störkörper. Die Su-33 nutzt das gleiche Radar und zum größten Teil das gleiche Cockpit wie die Su-27. Sowohl die Su-27 als auch die Su-33 haben keine Luft-Boden Radarmodi.



Abbildung 1-2: Su-33

MiG-29 Fulcrum A & MiG-29 Fulcrum C

Westliche Beobachter haben fälschlicherweise angenommen, dass die Su-27 und MiG-29 aus ein und demselben Designprogramm entsprungen sind, welches die F/A-18 der US Navy kopieren sollte. Tatsächlich sehen sich die Su-27 und MiG-29 ähnlich, und viele Menschen verwechseln die Maschinen, obwohl die MiG-29 um einiges kleiner ist als die Su-27. Beiden Entwicklungsteams standen dieselben Daten zur Verfügung und so zogen beide Teams ähnliche Schlüsse aus diesen. Die MiG-29 wurde in viel mehr Staaten des Warschauer Paktes exportiert, von welchen einige inzwischen der NATO angehören (diese brachten die MiG-29 u.a. auch nach Deutschland).

Zu Beginn teilten sich die MiG-29 und die Su-27 viele Avioniksysteme (inklusive Radar, Elektro-Optisches System und dem Helmvisier). Die MiG-29 wurde allerdings als Kurzstreckenjäger und nicht als Langstreckenabfangjäger konzipiert. Das EOS erlaubt der MiG-29 Ziele ohne das Einschalten des Radars zu finden, verfolgen und anzugreifen. Durch die kleineren Abmessungen als die Su-27 kann sie zwar weniger Waffen tragen, allerdings macht sie Ihre sehr große Manövrierbarkeit in Kombination mit dem Helmvisier und der R-73 (AA-11) Archer zu einer tödlichen Waffenplattform. Die MiG-29 fühlt sich bei niedrigen Geschwindigkeiten am wohlsten, wo sie bei hoher Manövrierbarkeit die Bewaffnung effektiv gegen Feinde einsetzen kann. Neuere MiG-29 Modelle führen elektronische Störsysteme, einen größeren Treibstoffvorrat sowie die Möglichkeit zum Einsatz der modernen R-77 (AA-12) Adder Luft-Luft Lenkwaffe mit.



Abbildung 1-3: MiG-29 (9-13)

Wie bei der Su-27 wird vor allem die schwache Avionikausrüstung sowie das schlechte Cockpitdesign kritisiert. Die später eingeführte MiG-29S (Fulcrum-C) wurde signifikant verbessert. Hierzu gehörten eine bessere Selbstverteidigung sowie die Erweiterung der Treibstoffkapazitäten. Die MiG-29 benötigt sehr viel Wartung, vor allem die Triebwerke sind sehr wartungsintensiv. Die deutsche Luftwaffe übernahm eine Reihe an MiG-29 aus NVA Beständen und drosselte die Leistung Ihrer MiG-29

Triebwerke, um die Lebensdauer zu erhöhen. Der Nachschub mit Ersatzteilen stellt manch ein Land des ehemaligen Warschauer Paktes vor massive Probleme.

Die russische Luftwaffe in Flaming Cliffs 3 setzt die MiG-29 und die MiG-29S ein. Die deutsche Luftwaffe setzt nur die MiG-29 ein.

F-15C

Die F-15C wird oft als der beste Jäger aller Zeiten bezeichnet. Entwickelt als direktes Counter-Part 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 die U.S. Air Force errungen.



Abbildung 1-4: F-15C

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 AIM-120C AMRAAM Luft-Luft Lenkkörpern 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 hat allerdings Beschränkungen im Kurvenkampf. 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.

Su-25 Frogfoot

Die Su-25 Frogfoot sieht zwar nicht mal annähernd wie die A-10A der U.S. Air Force aus, wurde aber für dieselbe Aufgabe entwickelt: Luftnahunterstützung. Gebaut um direkt an der Front stationiert werden zu können, kann die Su-25 von unbefestigten Pisten starten und eine ganze Reihe an Versorgungsmaterial (Werkzeug, Ersatzteile, externe Stromversorgung, Treibstoffpumpen usw.) selbst an die vorgeschobenen Flugbasen transportieren. Die Frogfoot kann ein ganzes Sortiment an Bewaffnung mitführen, inklusive Anti-Startbahn Bomben, Personenminen und Anti-Panzer Waffen.



Abbildung 1-5: Su-25

Das gepanzerte und verfestigte Cockpit schützt den Piloten im Tiefflug vor feindlichem Beschuss. Im Tiefflug einfliegend, sucht die Frogfoot ihre Ziele, steigt hoch, greift an und verschwindet wieder im Tiefflug hinter dem Horizont. Die Su-25 gilt als das beste Tiefflugangriffsflugzeug des ehemaligen Warschauer Paktes.

Die Su-25 ist nicht für den Luftkampf ausgelegt. Die primäre Verteidigungsstrategie gegen feindliche Jäger ist die Vermeidung dieser. Wird die Su-25 angegriffen, so sollte sie in den extremen Tiefflug wechseln, was feindlichen Jägern die Suche und Angriff erschwert. Der Su-25 Pilot sollte niemals die Konfrontation mit einem Jäger suchen, sondern möglichst abdrehen und sich unauffällig aus dem Staub machen.

Su-25T Frogfoot

Die Su-25 hat nur limitierte Angriffsmöglichkeiten gegenüber kleinen, mobilen gepanzerten Zielen. Nach ihrer Einführung war es relativ schnell klar, dass eine auf die Bekämpfung von Panzern spezialisierte Version benötigt wird. 1975 entschied der Ministerrat der UdSSR einen Auftrag zur Entwicklung eines All-Wetter, auf Panzerabwehr spezialisierten Erdkampfflugzeuges zu vergeben.

Die primäre Bewaffnung der Su-25T ist die "Vikhr" Anti-Panzer Lenkwaffe. Diese wurde später durch die "Vikhr-M" Anti-Panzer Lenkwaffe ausgetauscht. Das primäre Zielsystem "Shkval" dient der Zielentdeckung und der automatischen Zielverfolgung. Das System arbeitet im Zusammenspiel mit dem "Prichal" Laserentferns- und Zielbeleuchtungssystem.

Das Flugzeug kann auch mit einem Zielbehälter ausgestattet werden, welches eine TV Kamera für schlechte Lichtverhältnisse beinhaltet. Dieser "Mercury" genannte Zielbehälter wird unter dem Rumpf montiert und besteht aus einem für schlechte Lichtverhältnisse angepassten "Shkval" Zielsystem.



Abbildung 1-6: Su-25 T

Das TV Bild wird auf den IT-23M TV Monitor übertragen, welcher sich in der rechten oberen Ecke des Cockpits befindet.

Das integrierte elektronische Warnsystem (EW) bietet die Erkennung und Peilung von Luft-, Boden-, und seegestützten Radarsystemen mit einer Genauigkeit im Winkel von +/- 30 Grad. Das System kann Radarstrahlen im Frequenzband zwischen 1.2 und 18 GHz erkennen und klassifizieren. Ein einstellbares elektronisches Störsystem kann die Effektivität von feindlichen Radaren, die im kontinuierlichen oder im pulsierenden Betriebsmodus senden, effektiv stören. Gegen feindliche Infrarotraketen werden IR-Fackeln mitgeführt. Zusätzlich ist im Heck das elektro-optische Störsystem "Sukhogruz" gegen von hinten anfliegende Infrarotraketen angebracht. Diese Cäsiumlampe mit einer

Leistungsaufnahme von 6 kW erzeugt ein starkes, im Infrarot Bereich leuchtendes Licht, welches anfliegende Infrarotraketen stören soll.

Um feindliche Radarsystem zu bekämpfen, kann die Su-25T mit den "Viyuga" oder "Phantasmagoria" Behältern ausgerüstet werden. Diese erlauben der Su-25T den Einsatz von Anti-Radar Raketen wie der Kh-58 und der Kh-25MPU.

Obwohl die Su-25T gegenüber der Su-25 eine verbesserte Waffeneinsatzplattform darstellt, sind ihre Leistungsdaten, was die Flugperformance angeht, als ein Schritt nach hinten zu bewerten. Das zusätzliche Gewicht geben der Su-25T eine schlechte Performance und Handling in der Luft. Die Su-25T stellt eine mächtige Waffe dar, benötigt aber einen erfahrenen Piloten.

Sie sollten für die Su-25T in DCS World die Achsen unter den Eingabeoptionen auf linear stellen. Dies wird Ihnen die realistischste Erfahrung, was das Fliegen der Su-25T angeht, vermitteln.

A-10A

Entwickelt als Erdkampfflugzeug, welches sich dem massiven Ansturm sowjetischer Panzer im Kalten Krieg entgegenstemmen sollte, ist die A-10 "Warzenschwein" mit einer beeindruckenden Waffenmenge und der tödlichen 30 mm GAU-8A Kanone ausgestattet. Erste Überlegungen, das Flugzeug auszumustern, fanden Anfang der 1980er Jahre statt, wurden aber nach Ihrer beeindruckenden Performance im 2. Golfkrieg zurück genommen.



Abbildung 1-7: A-10A

Das Einsatzprofil der A-10A sieht die Ausnutzung des Terrains zur Vermeidung feindlicher Luftabwehrstellungen vor. Der Tiefflug bringt das Flugzeug allerdings mitten in die Einsatzzone feindlicher Luftabwehrrartilleriesysteme (AAA). Um diese Gefahr abzumildern, sitzt der Pilot in einer

"Titanwanne", um welche das Cockpit gebaut ist. Wurde die SAM Gefahr ausgeschaltet, kann das Flugzeug auch auf mittleren Flughöhen eingesetzt werden, wodurch die AAA Gefahr verkleinert wird.

Die im Unterschallbereich fliegende A-10 kann AIM-9 Sidewinder Luft-Luft Lenkkörper zur Selbstverteidigung mitführen, sollte aber besser jeglichen Luftkämpfen aus dem Weg gehen. Sie kann zwar eine beeindruckende Anzahl an Waffen mitführen, ihr fehlt allerdings die Leistung, um im Kurvenkampf gegen einen dedizierten Jäger bestehen zu können. Sollte die A-10 auf einen feindlichen Jäger treffen, so sollte der Pilot versuchen, seine hervorragende Kurvenrate dazu zu verwenden, die Flugzeugnase mit der gefürchteten 30 mm Kanone auf den Feind zu richten. Schießt der Feind über Sie hinaus, so versuchen Sie zu fliehen und drehen schnellstmöglich wieder auf ihn ein, sobald Sie sehen, dass er Sie wieder angreift.



2

SPIELAVIONIK MODUS

ARKADE MODUS

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

Dieser Modus kann in den Spieleoptionen aktiviert werden.

Arkademodus Radardisplay



Abbildung 2-1: Arkademodus Radardisplay

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

Die folgenden Abbildungen zeigen Ihnen die verschiedenen Möglichkeiten des Arkademodus. 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: [β]

- **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

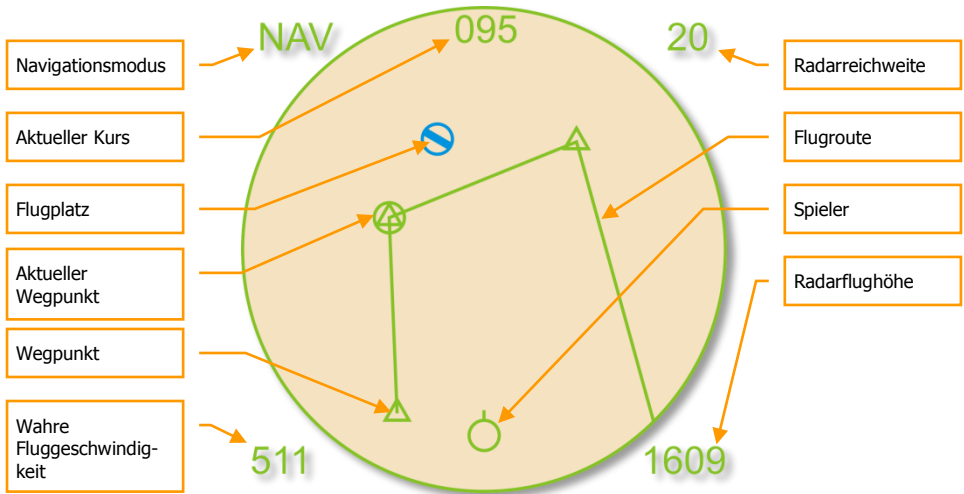


Abbildung 2-2: Navigationsmodus

Nur im Navigationsmodus angezeigte Symbole:

- **Spielersymbol:** Ihr Flugzeug wird als grüner Kreis im unteren Displaybereich angezeigt.
- **Flugfeldsymbol:** Dieses blaue Symbol zeigt befreundete Flugfelder.
- **Aktueller Wegpunkt Symbol:** Dieser grüne Kreis zeigt Ihren aktuellen Wegpunkt an. Sie können mit [LSTRG+<] durch die Wegpunkte schalten.
- **Wegpunkt Symbol:** Diese grünen Dreiecke zeigen Ihnen weitere Wegpunkte auf Ihrer Flugroute an.
- **Flugroute:** Die grüne Linie zeigt Ihnen die Flugroute an.

Luft-Luft Modus

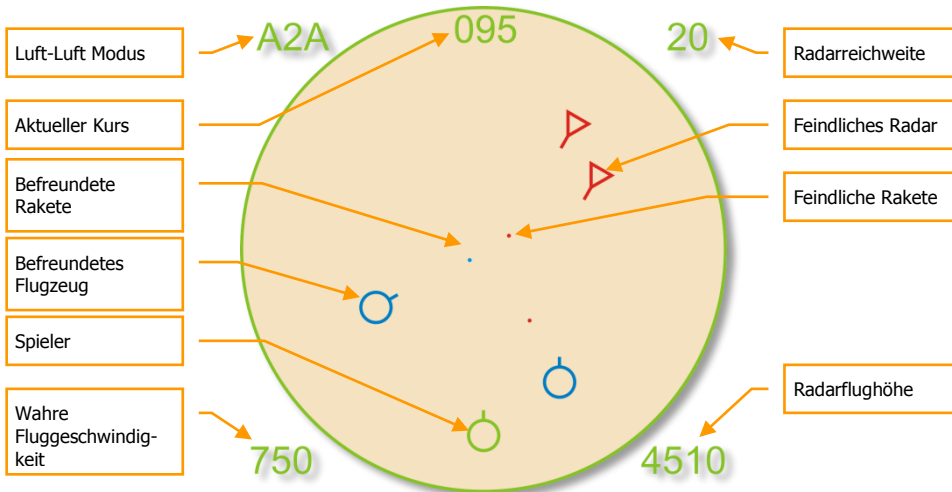


Abbildung 2-3: Luft-Luft Rakete

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 das am nächsten gelegene feindliche Flugzeug aufschalten: [RALT + F5]
- Automatisch das nächste Flugzeug aufschalten: [RALT + F7]
- Automatisch das vorherige Flugzeug aufschalten: [RALT + F8]



3

COCKPITINSTRUMENTE RUSSISCHE FLUGZEUGE

COCKPITINSTRUMENTE DER RUSSISCHEN FLUGZEUGE

Die Instrumentenanordnung innerhalb eines jeden Cockpits wurde jeweils an die Flugzeugaufgaben angepasst. Trotzdem haben die meisten russischen Flugzeuge die gleichen Instrumente im Einsatz. So sind zum Beispiel Anzeigen wie die Fluggeschwindigkeitsanzeige, künstlicher Horizont oder der Variometer ein Muss in jedem Cockpit.

In diesem Abschnitt werden Sie mit den Cockpitinstrumenten vertraut gemacht. Um ein erfolgreicher Pilot zu sein, müssen Sie jedes Instrument auswendig kennen und interpretieren können.

Su-27 und Su-33 Cockpitanzeigen

Die Cockpitanzeigen der Su-27 und Su-33 sind fast identisch. Viele Instrumente ähneln auch denen der MiG-29 und Su-25.

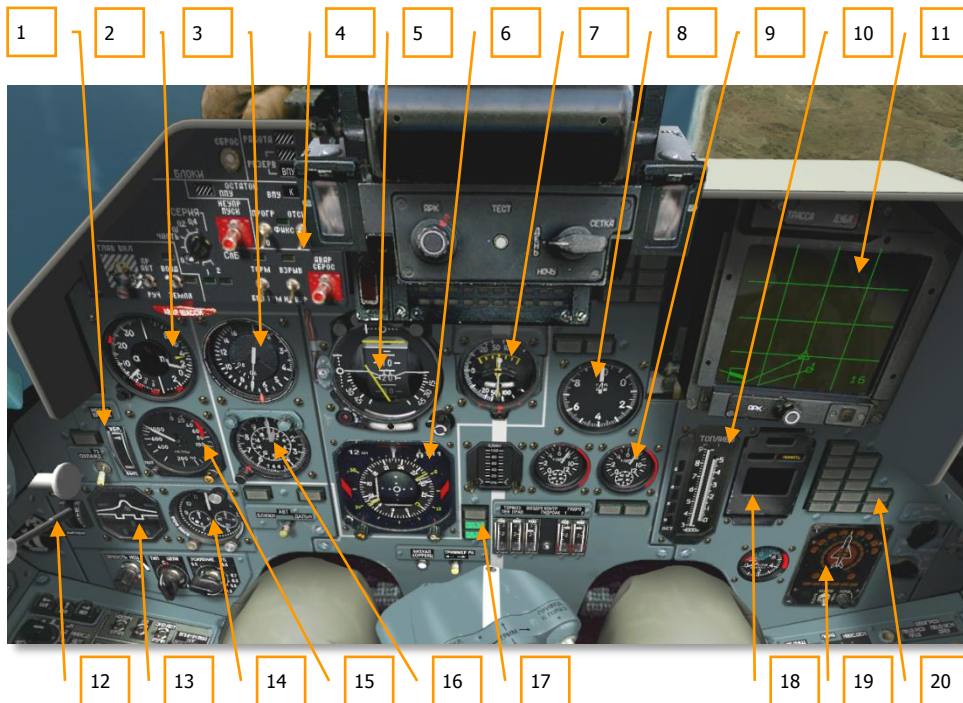


Abbildung 3-1: Su-27 Instrumententafel

1. Vorflügel Positionsanzeige
2. Anstellwinkelanzeige und Beschleunigungsmesser
3. Fahrtmesser und Machanzeige
4. Waffenbedientafel
5. Künstlicher Horizont
6. Horizontal Situation Indicator (HSI)
7. Variometer
8. Drehzahlmesser

9. Turbinenabgastemperatur
10. Treibstoffanzeige
11. Radardisplay
12. Fahrwerkhebel
13. Anzeige aerodynamische Baugruppen
14. Uhr
15. Radiohöhenmesser
16. Höhenmesser
17. Anzeige neutrale Trimmung der Trimmkanäle Nick-, Roll- und Gierwinkel
18. "EKARAN" Kontrolltafel
19. SPO-15 "Beryoza" Radarwarngerät
20. Warnlichter

Fahrtmesser und Machanzeige

Der Fahrtmesser und die Machanzeige zeigen die Fluggeschwindigkeit als Gerätesgeschwindigkeit (engl.: IAS - Indicated Air Speed) an. Hierbei wird eine Geschwindigkeit zwischen 1 km/h und 1600 km/h angezeigt. Die Machanzeige befindet sich im inneren Teil und zeigt die Machzahl von Mach 0.6 bis Mach 3.0 an.



Abbildung 3-2: Fahrtmesser und Machanzeige

Höhenmesser

Der barometrische Höhenmesser zeigt die Flughöhe des Flugzeuges über dem Meeresspiegel an. Die innere Anzeige zeigt 0 bis 20.000 Meter in 1.000 Meter Schritten an. Die äußere Anzeige zeigt die Flughöhe von 0 bis 1.000 Meter in 10 Meter Schritten an. Die Flughöhe ist die Summe aus beiden Anzeigen.



3-3 Höhenmesser

Radarhöhenmesser

Der Radarhöhenmesser zeigt die Flughöhe über dem Boden an. Die Anzeige wird sich deswegen üblicherweise ständig bewegen, da sich die Bodenerhebung unter dem Flugzeug ständig ändert. Es wird die Flughöhe zwischen 0 und 1.000 Meter angezeigt. Die Genauigkeit lässt beim Kurvenflug nach.



Abbildung 3-4: Radaraltimeter

Anzeige aerodynamische Baugruppen

Hier wird die Position des Fahrwerks, der Landeklappen, der Strakes (Strakes sind aerodynamische Baugruppen an Flugzeugen, die die Strömung über den Tragflächen bei hohen Anstellwinkeln in Kombination mit hoher Geschwindigkeit beeinflussen) und der Luftbremse angezeigt. Ist das Fahrwerk nicht komplett ein- oder ausgefahren, so leuchtet die rote Lampe im Zentrum der Anzeige auf.

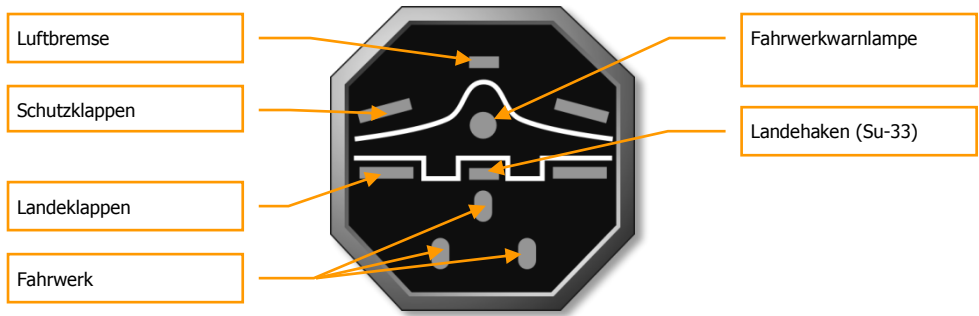


Abbildung 3-5: Anzeige aerodynamische Baugruppen

Anstellwinkelanzeige und Beschleunigungsmesser

Die Anstellwinkelanzeige sowie der Beschleunigungsmesser zeigen den momentanen Anstellwinkel sowie die auf das Flugzeug wirkende G-Belastung an. Die linke Anzeige zeigt den Anstellwinkel in Grad an, die rechte Anzeige zeigt die G-Belastung an. Ein Strich zeigt die höchste, während des Flugs aufgetretene G-Belastung an.



Abbildung 3-6: Anstellwinkelanzeige und Beschleunigungsmesser

Künstlicher Horizont

Der künstliche Horizont zeigt die Flugzeuglage an. Im unteren Bereich wird der Slip des Flugzeuges angezeigt. Der Slip kann mit dem Ruder korrigiert werden: Versuchen Sie, die Slipanzeige immer in der Mitte zu halten. Im vorderen Bereich der Anzeige zeigen zwei Balken die erforderliche Fluglage an, um den nächsten Wegpunkt zu erreichen. Bilden beide Balken ein Kreuz in der Mitte der Anzeige, dann fliegen Sie den richtigen Kurs.



Abbildung 3-7: Künstlicher Horizont

HSI

Das HSI Instrument (HSI = Horizontal Situation Indicator) zeigt von oben die Lage des Flugzeugs in Relation zum gewünschten Flugkurs an. Der Kompass bewegt sich, so dass die aktuelle Flugrichtung immer oben angezeigt wird. Der Kurspfeil zeigt die nötige Peilung, der Peilrichtungszeiger den Kurs zum nächsten Wegpunkt. Die Entfernung und Peilung zum Wegpunkt werden numerisch oben links und rechts angezeigt. In der Mitte befinden sich die Anzeigen für das ILS (Instrumentenlandesystem).



Abbildung 3-8: HSI

Variometer

Das Variometer misst die vertikale Geschwindigkeit, sprich, die Steig- und Sinkrate des Flugzeuges. Die Slipanzeige unterstützt die Slippanzeige des künstlichen Horizonts. Der Wendeanzeiger zeigt die Wenderate an, allerdings nur ungenau.

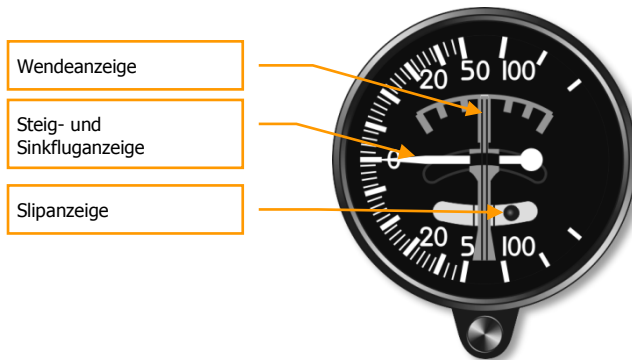


Abbildung 3-9: Variometer

Flugzeuguhr

Die Uhr zeigt die aktuelle, im Missionseditor voreingestellte, Uhrzeit an



Abbildung 3-10: Flugzeuguhr

Drehzahlmesser

Der Drehzahlmesser zeigt die Umdrehungszahlen beider Turbinen in Prozent an. Nachbrenner werden über 100% angezeigt. Bei voll geöffneten Nachbrennern leuchten zusätzlich zwei grüne Lampen über dem Drehzahlmesser.



Abbildung 3-11: Drehzahlmesser

Treibstoffanzeige

Die Treibstoffanzeige (P) zeigt den verbleibenden Treibstoff in den Tanks. Die Treibstoffmenge (T) zeigt die verbleibende Treibstoffmenge im Haupttank an.

Werden externe Treibstoffbehälter mitgeführt, so zeigt eine Warnlampe an, falls diese fast leer sind. Beachten Sie, dass die Su-27 und Su-33 keine externen Treibstofftanks mitnehmen können.

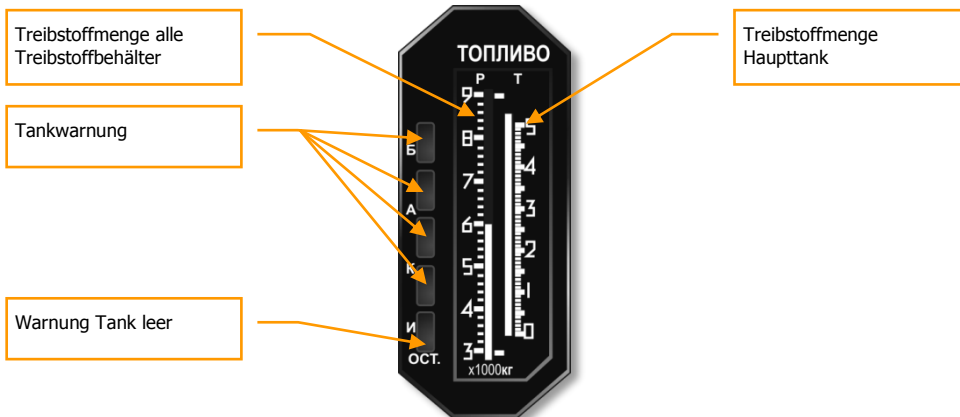


Abbildung 3-12: Treibstoffanzeige

Turbinentemperaturanzeige

Hier werden die Temperaturen der Abgase beider Triebwerke angezeigt.



Abbildung 3-13: Turbinentemperaturanzeige

Radardisplay

Das sogenannte HDD (Head-Down Display) befindet sich auf der rechten Seite des Hauptinstrumentenbretts. Es zeigt Informationen zur geplanten Flugroute, Wegpunkten und Landebahnpositionen. Zusätzlich werden im Kampfmodus Informationen zum Radar sowie dem Elektro-Optischen Zielsystem angezeigt.

Die angezeigte Entfernung kann vom Piloten geändert werden.



Abbildung 3-14: HDD

Radarwarnsystem

Das Radarwarnsystem registriert und zeigt einfallende Radarstrahlen je nach Radarsystem an. Im unteren Bereich zeigen sechs Lampen den Radartyp an. Das System macht keinen Unterschied zwischen befreundeten und feindlichen Radarsystemen. Weitergehende Informationen zur Funktionsweise des Radarwarnsystems befinden sich im entsprechenden Kapitel weiter hinten in der Anleitung.

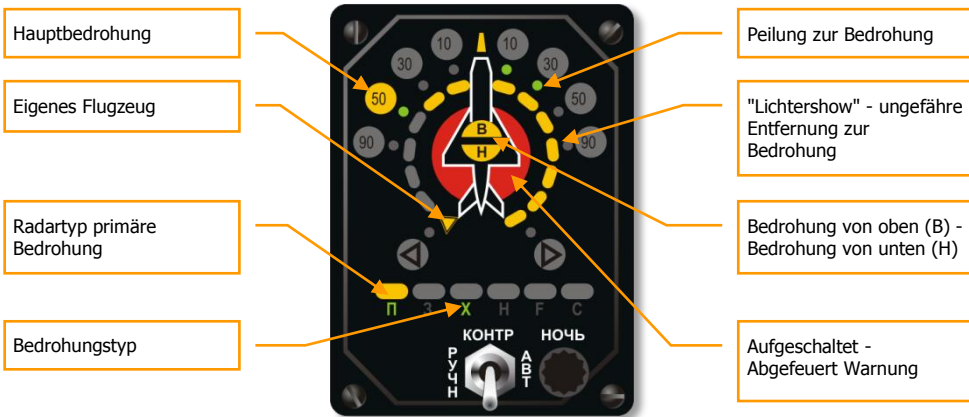


Abbildung 3-15: RWS Display

PPD-SP Tafel

Auf der rechten Cockpitseite befindet sich die PPD-SP Tafel. Im zentralen Tafelbereich befindet sich die PI-SP Anzeige. Hier werden die verbleibenden IR-Fackeln und Düpel angezeigt. Die linke Säule zeigt die verbleibenden Düpel an. Eine Lampe entspricht 16 Düpelbündeln. Die rechte Säule zeigt die verbleibenden IR-Fackeln an. Eine Lampe entspricht 8 Fackelkassetten. Fackeln werden paarweise ausgestoßen.



Abbildung 3-16: PPD-SP Tafel

MiG-29 Cockpitinstrumente

Das MiG-29 Cockpit besteht hauptsächlich aus den unten beschriebenen Instrumenten, wobei das MiG-29 und MiG-29S Cockpit identisch sind. Die meisten Instrumente entsprechen denen der Su-27.

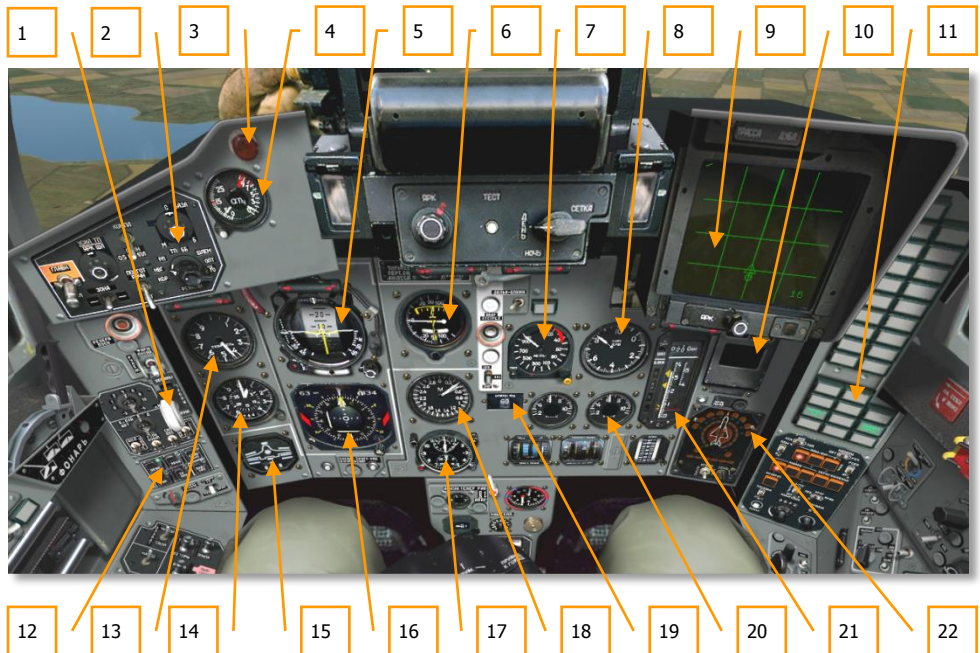


Abbildung 3-17: MiG-29 Instrumententafel

1. Fahrwerkhebel
2. Waffenkontrolltafel
3. Hauptwarnlicht
4. Anstellwinkelanzeige und Beschleunigungsmesser
5. Künstlicher Horizont
6. Variometer
7. Radarhöhenmesser
8. Drehzahlmesser
9. Radardisplay
10. "EKRA" Tafel

11. Warnlichter
12. Autopilottafel
13. IAS Anzeige
14. Barometrischer Höhenmesser
15. Anzeige aerodynamische Baugruppen
16. HSI
17. Flugzeuguhr
18. Machanzeige
19. IR-Fackeln und Störfolienzähler
20. Turbinenabgastemperatur
21. Treibstoffanzeige
22. SPO-15 "Beryoza" Radarwarnsystemtafel

Su-27, Su-33, MiG-29

HUD und Display Betriebsmodi

Grundlegende HUD Symbole

Unabhängig vom Flugzeugtyp sind manche HUD Symbole gleich. Als Beispiel schauen wir uns den Flugroutenmodus "MPW" der MiG-29 an.

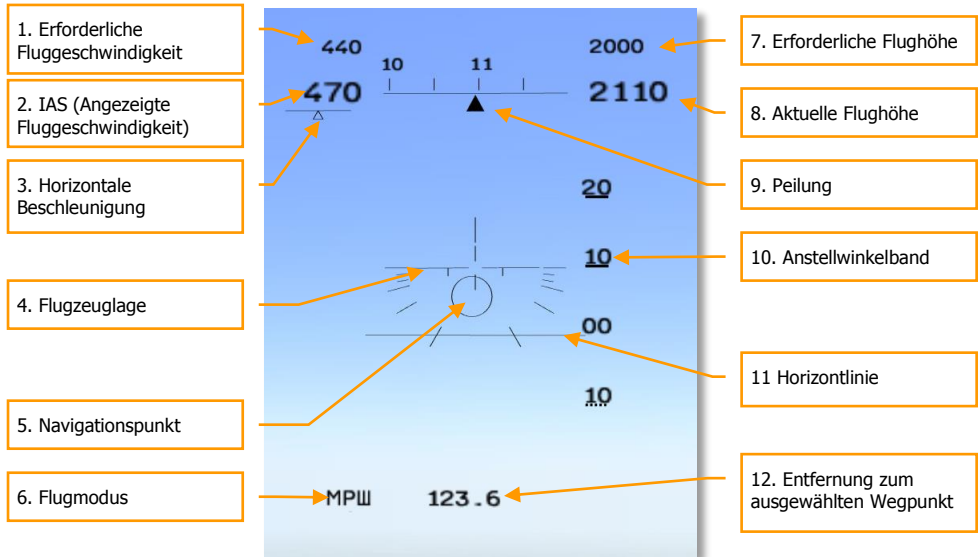


Abbildung 3-18: MiG-29 Basissymbole

1. Die erforderliche Fluggeschwindigkeit zeigt die für den aktuellen Modus voreingestellte Fluggeschwindigkeit an. Im ROUTE Modus wird die für diesen Flugabschnitt eingestellte Fluggeschwindigkeit angezeigt.
2. Die angezeigte Fluggeschwindigkeit (IAS) wird auf der linken Seite angezeigt. Über der IAS Anzeige wird die erforderliche Fluggeschwindigkeit angezeigt.
3. Unterhalb der Geschwindigkeitsanzeige zeigt ein Dreieck die horizontale Flugzeugbeschleunigung an. Befindet sich das Dreieck auf der rechten Seite dann beschleunigt das Flugzeug, links wird es langsamer und in der Mitte findet keine horizontale Beschleunigung statt.
4. In der HUD-Mitte wird die Flugzeuglage angezeigt.
5. Der Kreis zeigt den Navigationspunkt (Wegpunkt) an. Hierbei wird sowohl die Peilung als auch die Wegpunkthöhe angezeigt. Befindet sich der Kreis in der Mitte des HUD, so sind Sie auf dem direkten Weg zum Wegpunkt.

6. In der linken unteren Ecke wird der aktuelle Modus angezeigt.
7. Die erforderliche Flughöhe hängt vom gewählten Modus ab. Im ROUTE Modus wird die erforderliche Flughöhe bis zum nächsten Wegpunkt angezeigt.
8. Rechts neben der Kursanzeige wird die aktuelle Flughöhe angezeigt. Bei Flughöhen unter 1500 Metern wird die vom Radar gemessene Flughöhe mit einer Genauigkeit von einem Meter angezeigt. Bei Flughöhen von über 1500 Metern wird die barometrische Flughöhe in 10 Meter Schritten angezeigt. Über dieser Anzeige wird die erforderliche Flughöhe angezeigt. Diese hängt ebenfalls vom gewählten Modus ab und zeigt im ROUTE Modus die voreingestellte Flughöhe an.
9. Die aktuelle Peilung wird im oberen Teil des HUDs angezeigt. Beispiel: 11 bedeutet einen Kurs von 110 Grad.
10. Der aktuelle Anstellwinkel wird auf der rechten Seite des HUD angezeigt.
11. Der künstliche Horizont wird mit einem Anstellwinkel von 0 Grad angezeigt und soll dem Piloten bei schwierigen Sichtbedingungen helfen, das Flugzeug zu fliegen.
12. Im unteren mittleren HUD-Bereich wird die Entfernung zum aktuellen Wegpunkt in Kilometern angezeigt.

Im Navigationsmodus werden Informationen zur Flugroute (Richtung, Wegpunkte und Landebahnen) auf dem HDD angezeigt.

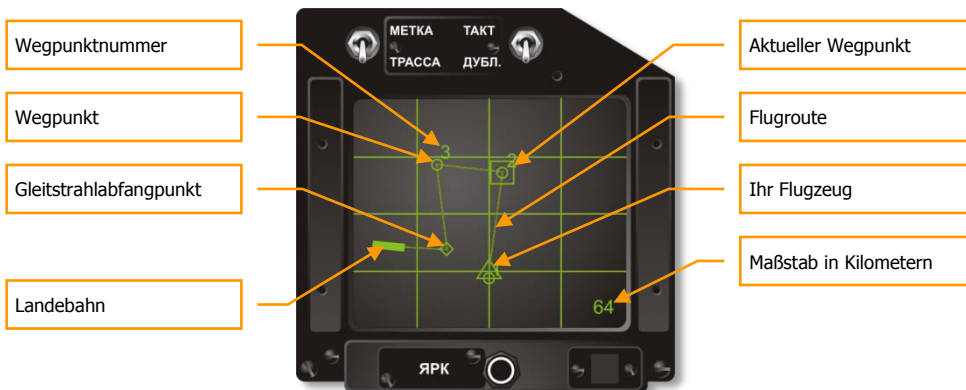


Abbildung 3-19: HDD Anzeigen im Navigationsmodus

- Wegpunkte werden als Kreise angezeigt
- Wegpunktnummern werden neben dem Kreis angezeigt
- Der Initialpunkt für das Abfangen des Landegleitstrahls wird als Diamant angezeigt
- Landebahnen werden als gefülltes Viereck angezeigt
- Der aktuelle Wegpunkt wird in einem Viereck eingekreist angezeigt

- Alle Wegpunkte sind durch eine Linie (Flugroute) verbunden

Im Navigationsmodus werden Informationen zur Route auf dem HUD und dem HDD angezeigt. Es gibt drei Navigations-Submodi: MPLW (ROUTE), B3B (RÜCKKEHR), ПOC (LANDUNG) und einen Modus ohne Aufgabe. Mit der Taste [1] kann zwischen den Modi umgeschaltet werden.

Die Flugroute sowie der nächste Wegpunkt werden auf dem HDD angezeigt.

Im ROUTE Modus folgt die Flugroute (Linie) den geplanten Wegpunkten. Sie können mit [LSTRG+^} zwischen den Wegpunkten schalten. Die Linie wird dann entsprechend von Ihrem Flugzeug zum ausgewählten Wegpunkt zeigen.

Im RÜCKKEHR Modus wird die Linie zum Initialpunkt der Landung zeigen.

Im LANDEN Modus zeigt die Linie zur ausgewählten Flugbasis. Sie können die entsprechende Basis mit [LSTRG+^} auswählen.

Navigationsmodus

Im ROUTE Modus zeigt ein Kreis auf dem HUD die Richtung zum nächsten Wegpunkt an. Die hierfür voreingestellte Flughöhe und Fluggeschwindigkeit wird oben links und oben rechts auf dem HUD angezeigt. Wird der Wegpunkt erreicht, so wechselt der Kreis zum nächsten Wegpunkt. Geplante Flugroute und Wegpunkte werden ebenfalls auf dem HDD angezeigt.

Im RÜCKKEHR Modus zeigt der Kreis den Initialpunkt zum Abfangen des Landestrahls an. Die kürzeste Flugrichtung wird zusätzlich als Linie auf dem HDD angezeigt. Nachdem der Initialpunkt erreicht wurde, wechselt der Modus automatisch in den LANDUNG Modus. Der Tower wird Sie dann für weitere Instruktionen kontaktieren.

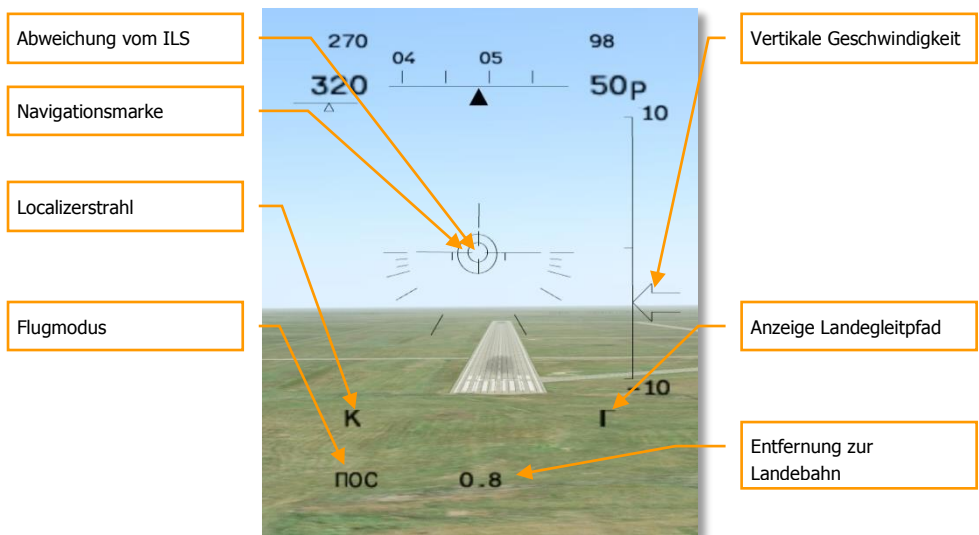


Abbildung 3-20: ILS Landung

Im LANDUNG Submodus zeigt der Kreis auf dem HUD die Richtung zur Landebahn an. Die Flugrichtung wird zusätzlich auf dem HDD angezeigt. Auf der rechten HUD Seite wird die vertikale Geschwindigkeit angezeigt.

BVR Luft-Luft Kampfmodus (außerhalb der Sichtweite)

Es gibt mehrere BVR Submodi: CKAH (SCAN) – Scan, ЧП (TWS) – track-while-scan, und PHП – ANGRIFF (STT) – Einzelzielverfolgung.

CKAN (SCAN) MODUS

Der SCAN Modus wird durch das Drücken der Taste [2] aktiviert. Dies ist Ihr primärer Suchmodus, es können bis zu 24 Ziele entdeckt und angezeigt werden. Sie müssen zusätzlich das Radarsystem oder das IRST einschalten, um sich Kontakte anzeigen zu lassen. Im BVR Modus wird das Radar im normalen Modus betrieben. In diesem Betriebsmodus kann das Radar Kontakte in großer Entfernung entdecken, zusätzlich können semi-aktive radargelenkte Luft-Luft Raketen eingesetzt werden.

Informationen zu den Zielen, sowie zum Aufschalten und Angreifen, werden auf dem HUD angezeigt. Die Radarsuchweite kann mit [+] erhöht und mit [-] verringert werden. Die Suchzone (Radarkeule) kann auf drei Bereiche ausgerichtet werden: Links, mittig oder rechts. Zusätzlich können Sie die Scanhöhe einstellen, entweder in kleinen oder großen Schritten (Entfernung-Winkel Methode). Falls Sie die Entfernung-Winkel Methode anwenden möchten dann stellen Sie zuerst die erwartete Entfernung zum Kontakt mit [RSTRG + +] und [RSTRG + -] ein. Stellen Sie anschließend die Flughöhe relativ zu Ihrem Flugzeug mit den Tasten [RSHIFT + Ö] und [RSHIFT + .], ebenfalls in Kilometern, ein. Die eingestellte Flughöhe wird rechts im HUD angezeigt, die eingestellte Entfernung im unteren Bereich.

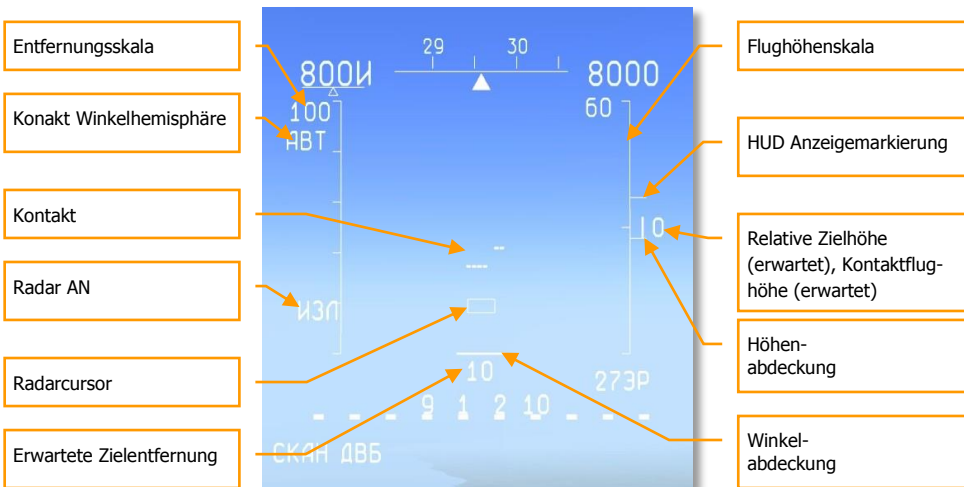


Abbildung 3-21: SCAN Modus - BVR

Entdeckt das Radar einen Kontakt und kann diesen nicht als befreundete Einheit identifizieren, so wird dieser Kontakt als Ziel auf dem HUD dargestellt. Das Ziel wird als eine kurze Reihe, bestehend

aus einzelnen Punkten angezeigt. Kontakte die auf das Freund-Feind-System positiv reagieren werden als befreundet klassifiziert und mit einer doppelten Strichreihe dargestellt.

- Die Radarreichweite kann mit [+] und [-] angepasst werden.
- Die erwartete Winkelhemisphäre zum Ziel wird mit [RSHIFT + I] eingestellt. ABT (ILV) Modus wird verwendet, wenn der Winkel zum Ziel unbekannt ist. Der erwartete Winkel zum Ziel beeinflusst die Pulswiederholungsfrequenz (PWF) des Radarsystems. Eine hohe PWF (engl. PRF) bietet die besten Kontakterkennungschancen auf weite Entfernungen für anfliegende Ziele und wird auf dem HUD als ППС angezeigt. Die mittlere PWF wird für von hinten angeflogene Ziele verwendet, das HUD zeigt dabei ЗПС als Modus an. Im ABT Modus werden beide Modi abwechselnd auf verschiedenen Antennen des Radarsystems verwendet. Dies erlaubt beide Anflugprofile der Ziele zu scannen, der Nachteil hierbei sind allerdings 25% weniger maximale Reichweite.
- Ein Ziel wird auf dem HUD als eine Reihe aus kleinen Punkten dargestellt. Die Anzahl der Punkte gibt Aufschluss über die ungefähre Größe des Kontaktes als Radarquerschnitt. Ein Punkt bedeutete eine Zielgröße von ungefähr 2 m², zwei Punkte 2 bis 30 m², drei Punkte 30 bis 60 m² und vier Punkte 60 m² und mehr. Taktische Jäger haben meist einen Radarquerschnitt von 2 bis 30 m², je nach Typ, externer Zuladung und dem Anflugwinkel. Die meisten Jäger werden mit zwei Punkten angezeigt. Befreundete Einheiten werden mit einer zweiten Punktereihe angezeigt.
- Das "И" signalisiert auf der linken HUD-Seite, dass das Radar eingeschaltet ist und aktiv Wellen aussendet.
- Der Radarcursor zur Zielerfassung kann mit den Tasten [,], [.), [-] und [ö] bewegt werden.
- Die erwartete Entfernung zum Ziel (oft durch AWACS oder Bodenkontrolle angegeben) wird mit den Tasten [RSTRG + +] und [RSTRG +-] eingestellt. Sie wird im unteren HUD Bereich unter der Radarscanzone angezeigt. Der Radarscanwinkel wird aus dieser Angabe berechnet.
- Die erwartete relative Flughöhe des Ziels in Relation zu Ihrer Flughöhe wird mit den Tasten [RSHIFT + ,] und [RSHIFT + .] eingestellt und auf der rechten Seite des HUD angezeigt. Diese Eingabe wird ebenfalls für die Einstellung des Radarscans verwendet.

FLIEGEN SIE BEISPIELSWEISE AUF EINER FLUGHÖHE VON 5 KILOMETER UND DAS AWACS MELDET IHNEN EIN ZIEL AUF EINER FLUGHÖHE VON 10 KILOMETER UND 80 KILOMETER ENTFERNUNG, DANN SOLLTEN SIE AUF DAS ZIEL EINDREHEN UND EINE ENTFERNUNG VON 80 KILOMETER UND EINER FLUGHÖHE VON 5 KILOMETER EINSTELLEN. DAS RADARSYSTEM WIRD DANN AUTOMATISCH AUF DIE EINGESTELLTEN PARAMETER EINGESTELLT.

- Das Radarelevationsband wird ebenfalls auf der rechten HUD Seite angezeigt. Die Radarantenne kann maximal + / - 60 Grad in der vertikalen bewegt werden. Die Begrenzung wird auf dem HUD am Radarelevationsband als kleine, nach innen zeigende Striche angezeigt. Ein dritter nach innen zeigender Strich zeigt den künstlichen Horizont an. Zwei nah beieinander liegende, nach außen zeigende Striche zeigen den Sichtwinkel des HUD an. Neben dem festen Radarelevationsband zeigt ein außen liegender Strich den momentanen Scanbereich der Radarantenne an. Es hilft dem Piloten, die Sicht durch das HUD in Richtung der Radarausrichtung auszurichten. Befindet sich der Strich für den Scanbereich zwischen den beiden Strichen für den Sichtwinkel des HUD, so liegen der Scanbereich des Radars und der Sichtwinkel durch das HUD im selben Blickwinkel.

- Der horizontale Scanbereich wird im unteren HUD Bereich angezeigt. Dieser hat drei Positionen: Links - Mitte - Rechts.

CHП (TWS) MODUS

Ein anderer BVR Kampfmodus ist der CHП (TWS - Track While Scan // Verfolgen beim Scannen) Modus. Er wird im SCAN Modus mit der Tastenkombination [RALT + I] aktiviert. Das Radarsystem kann im TWS-Modus bis zu zehn Ziele gleichzeitig verfolgen. Der Hauptunterschied zum SCAN Modus ist, dass das Radar Zielparameter darstellt und verfolgt, während weiter nach weiteren Zielen gescannt wird. Das HUD zeigt eine "von oben Sicht" der taktischen Situation, inklusive aller verfolgten Ziele an. Zusätzlich wird die Position und die Flugrichtung der Ziele angezeigt.

TWS bietet einen automatischen Übergang in die Zielaufschaltung (STT-Modus). Sie müssen hierzu den Radarcursor über das Ziel auf dem HUD legen. Der Cursor wird auf das Ziel aufschalten und dieses automatisch verfolgen. Die automatische Aufschaltung findet bei einer Zielentfernung von maximal 85% der Waffenaufschaltreichweite statt. Sie können eine Aufschaltung auch schon aus einer weiteren Entfernung mit der [ENTER] Taste manuell auslösen.

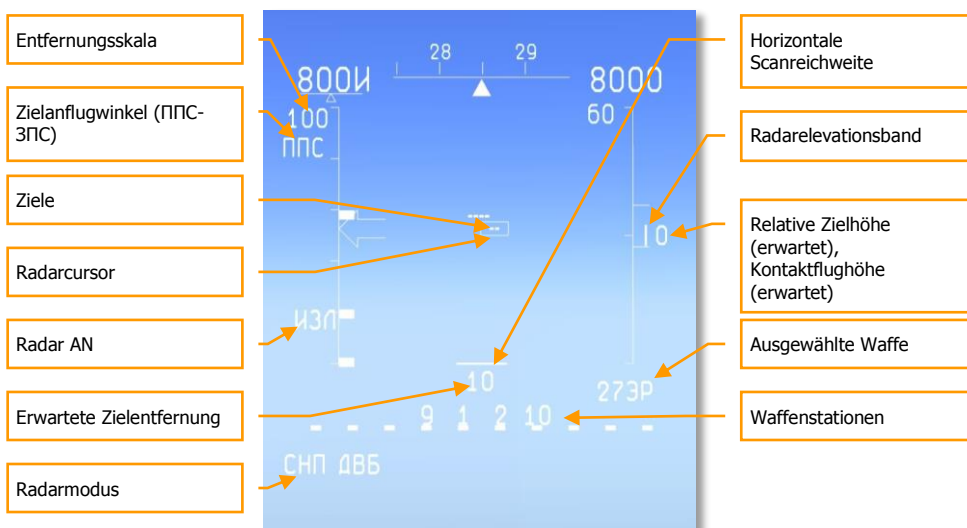


Abbildung 3-22 CHП (TWS) MODUS

Die HUD Symbole im TWS-Modus sind ähnlich dem SCAN Modus

- CHП - ДББ (TWS – BVR) im unteren linken HUD-Bereich zeigt den aktuellen Modus an.
- Die Waffenstationen werden gemeinsam mit der ausgewählten Waffe im unteren HUD Bereich angezeigt.
- Die ausgewählte Waffe wird im unteren rechten HUD Bereich angezeigt. Die im oberen Bild angezeigte "273P" entspricht der R-27ER Rakete.

- Die Entfernungsskala auf der linken Seite hat drei innen zeigende Striche. Diese bedeuten von oben nach unten: Rmax - die maximale Feuerentfernung gegen nicht manövrierende Ziele, Rtr - die maximale Feuerentfernung gegen ein manövrierendes Ziel (keine Chance für das Ziel zu entkommen) und Rmin - minimale Feuerentfernung.

Der TWS-Modus ist nur im ППС oder ЗПС Modus verfügbar. Der PRF-ABT Modus mit den wechselnden Pulsfrequenzen ist nicht kompatibel. Aus diesem Grund müssen Sie das Ziel entweder verfolgen oder direkt auf das Ziel zufliegen.

Folgende Informationen werden im TWS-Modus auf dem HDD angezeigt.



Abbildung 3-23: HDD Abbildung im BVR-TWS-Modus

- Die gescannte Zone wird dunkelgrün angezeigt.
- Die gewählte vertikale Scanzone wird auf der linken Seite angezeigt.
- Die gewählte horizontale Scanzone wird auf der oberen Seite angezeigt.
- Dreiecke zeigen feindliche Ziele an. Eine kurze Linie zeigt die Flugrichtung der Ziele an.
- Kreise zeigen befreundete Flugzeuge an. Eine kurze Linie zeigt die Flugrichtung an.
- Das eigene Flugzeug wird im unteren HDD Bereich angezeigt.
- In der rechten unteren Ecke wird die Entfernungsskala angezeigt.

Атака – РНП (АНГРИФ – STT) MODUS

Nachdem das Ziel im SCAN oder TWS-Modus aufgeschaltet wurde, wechselt das Radarsystem in den STT (engl. Single Target Track / dt. Einzelzielverfolgung) Modus. Hierbei wird die Verfolgung aller anderen Kontakte verworfen, auf dem HUD werden zusätzliche Informationen zum Ziel angezeigt:

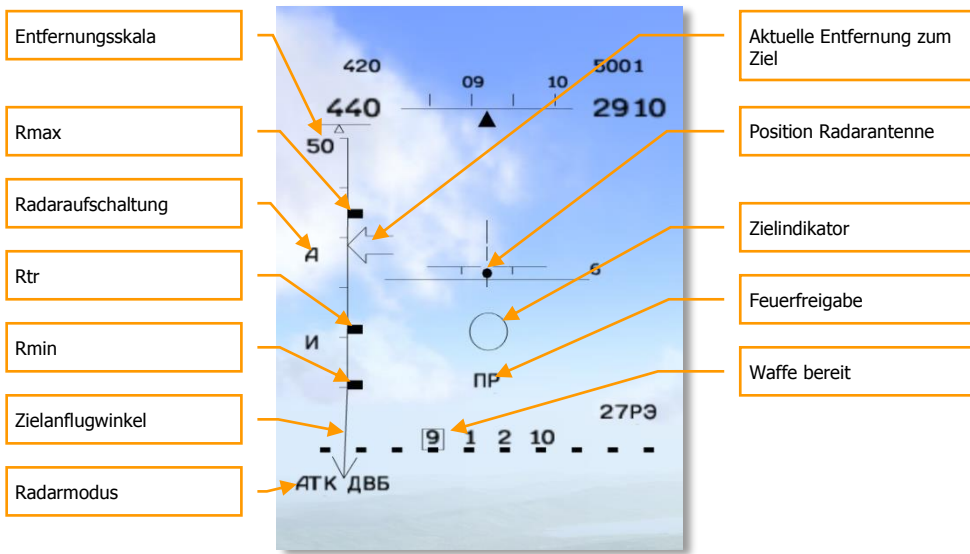


Abbildung 3-24: ATK - DBB (ANGRIFF - BVR) MODUS

- Rmax - maximale Angriffsreichweite gegen nicht manövrierende Ziele
- Rtr - maximale Angriffsreichweite gegen manövrierende Ziele
- Rmin - minimale erlaubte Feuerentfernung
- Das Angriffssymbol zeigt eine aktive Radaraufschaltung an. Nachdem die Rakete abgefeuert wurde blinkt das Symbol mit 2 Hz.
- Zielanflugwinkel im Verhältnis zum eigenen Flugvektor.
- ATK – DBB Modus wird in der linken unteren Ecke angezeigt.
- Der Pfeil zeigt die aktuelle Entfernung zum Ziel an.
- Der kleine schwarze Punkt zeigt die Position der Radarantenne an.
- Der Kreis zeigt die Position des Ziels an.
- Das PP Symbol zeigt die Feuerfreigabe des Zielsystems an.

Im STT-Modus wird die komplette Radarenergie auf das Ziel gerichtet. Diese erlaubt ein Höchstmaß an Genauigkeit sowie Störsicherheit falls das Ziel elektronische Gegenmaßnahmen einsetzt.

Beachten Sie, dass der STT-Modus von feindlichen RWR Systemen als "Aufschaltung" erkannt wird. Aus diesem Grund werden die Ziele höchstwahrscheinlich mit Gegenmaßnahmen und möglicherweise mit Gegenangriffen antworten.



Abbildung 3-25: HDD ATAKA - PHП (ANGRIFF - STT)

Im STT-Modus verkleinert sich die Scanzone auf den angezeigten Radarstrahl.

Nach dem Abfeuern der Rakete wechselt das Radar in die kontinuierliche Zielbeleuchtung. Dies wird vom feindlichen RWR als Raketenabschuss gewertet.

Werden semi-aktive Luft-Luft Raketen (SARH) gegen feindliche Ziele eingesetzt, so muss das Ziel bis zum Einschlag vom Radar beleuchtet werden. Bei aktiven Raketen (ARH) muss das Ziel bis zum einschalten des raketeneigenen Radars weiterhin vom Bordradarbeleuchtet werden. Dies passiert bei ca. 15 Kilometer Entfernung zum Ziel.

SCAN - IRST MODUS

Beim Einsatz des Infrarotzielsystems (IRST) wechselt die HUD Symbologie entsprechend.

Im IRST Modus werden die Zielinformationen im HUD mit horizontalen und vertikalen Koordinaten angezeigt (nicht wie im Radarmodus mit Vektor und Entfernung). Der horizontale Winkel verläuft vertikal und der horizontale Winkel entlang der horizontalen HUD Achse.

Nachdem das Ziel mit dem IRST Cursor aufgeschaltet wurde, wechselt das HUD in den ANGRIFF Modus.

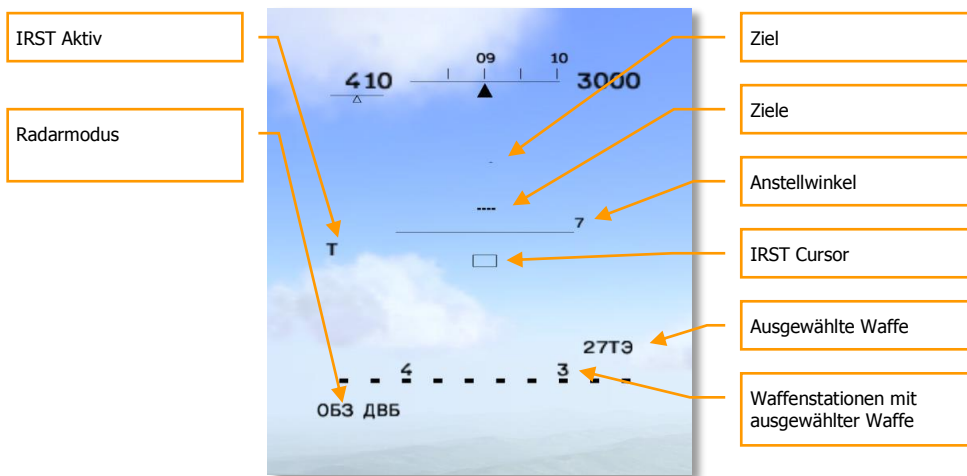


Abbildung 3-26: СКАН – ДВБ (SCAN – BVR) mit IRST als Sensor

- Das "T" Symbol auf der linken HUD Seite zeigt an, dass das IRST im Betrieb ist
- Der aktuelle Modus wird unten links angezeigt.
- Die Zielmarkierung wird als horizontale Punktlinie angezeigt.
- Der Anstellwinkel des Scanbereiches wird auf der rechten HUD Seite mittig angezeigt.

Da das feindliche RWR die Beleuchtung durch den IRST Zielentfernungslaser nicht erkennen kann, sind "verdeckte" Angriffe möglich. Für einen solchen Angriff sollten Sie nur passive Infrarotraketen verwenden.

Digitaler Datenlink

Die Su-27 und Su-33 sind mit Systemen ausgestattet, die eine Zieldatenübertragung von A-50 AWACS und Bodenkontrollen an das Zielsystem auch ohne Funkkommunikation erlauben. Die aktuelle taktische Situation wird an das Flugzeug gesendet und im HDD in der "von oben" Sicht angezeigt. Das HDD zeigt alle bekannten Radarkontakte sowie die eigene Position auf dem HDD an. Der Datenlink ist automatisch an, sobald das erste Mal das Radar mit der Taste [I] aktiviert wurde und ein AWACS oder eine Bodenkontrollstation in Reichweite sind. Der Datenlink bleibt aktiv, selbst wenn das Radar abgeschaltet wurde.

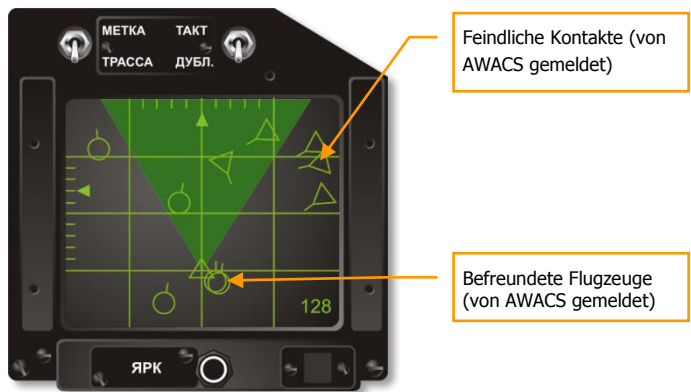


Abbildung 3-27: HDD mit aktivem AWACS Datenlink

Beachten Sie, dass manche der vom AWACS gemeldeten und auf dem HDD angezeigten Ziele von Ihrem eigenen Radar nicht entdeckt werden können. Dies könnte an der Entfernung oder der Flughöhe liegen. Ihr eigenes Radar sollten Sie immer im Zusammenhang mit dem HUD verwenden.

Kämpfen in stark elektronisch gestörten Situationen

Sollte der Luftraum durch passive und / oder aktive elektronische Störmaßnahmen gestört sein, so kann der TWS-Modus nicht benutzt werden. In einem solchen Falle sollte der SCAN Modus verwendet werden. Als zusätzliche Schwierigkeit kann das Radar in einer solchen Situation die Entfernung zum Ziel nicht ermitteln und zeigt auf dem HUD eine vertikale "rauschende" Linie aus der Kontakttrichtung. Zusätzlich wird auf der rechten HUD Seite das Symbol "АП" (aktive Störung) angezeigt. Sie haben trotzdem die Möglichkeit, Ihr Radarsystem in Richtung des feindlichen Störsenders aufzuschalten (AOJ - engl. Angle Of Jam / dt. Störwinkel) und eine halb-aktive radargelenkte Luft-Luft Rakete abzufeuern, welche dann im passiven "Home On Jam" (dt. Aufschalten auf Störsender) Modus in Richtung des Zieles fliegt.

Um das Ziel aufzuschalten, bewegen Sie den Radarcursor mit den Tasten [,], [.] , [-], [Ö] über die rauschende Linie und drücken [ENTER]. Die Radarantenne wird in Richtung des Zieles ausgerichtet und wird dann das Ziel verfolgen. Die angezeigte Entfernung zum Ziel wird vom Piloten manuell eingegeben, standardmäßig sind 10 Kilometer eingetragen. Ist das Ziel weiter entfernt als die Reichweite der aktuell ausgewählten Waffe, so muss die Entfernung zum Ziel entweder manuell verringert werden [RSTRG + -] bis das "ПР" Symbol auf dem Display angezeigt wird oder die Abschussfreigabe muss manuell erfolgen [LALT + W].

Beachten Sie beim Angriff eines Flugzeuges, welches elektronische Störmaßnahmen einsetzt, dass das Fehlen der Entfernungsinformationen einen Abschuss schwierig macht, da das Flugzeug sich außerhalb der Waffenreichweite befinden könnte. Zusätzlich haben Raketen, welche im passiven Modus in Richtung Ziel fliegen, eine niedrigere Trefferwahrscheinlichkeit.

Bei Entfernungen zum Ziel, von 25 Kilometern oder weniger, hat das Radar genug Leistung, um zum Ziel "durchzubrennen". Dies erlaubt eine akkurate Zielpositionsbestimmung sowie Entfernung. In einem solchen Fall wechselt das HUD auf den bekannten SCAN Modus.

DAS "DURCHBRENNEN" BEDEUTET, DASS DIE EIGENE SENDELEISTUNG DES RADARS HÖHER IST ALS DIE STÖRSENDELEISTUNG DES FEINDES. IN EINEM SOLCHEN MOMENT EMPFÄNGT IHR RADAR WIEDER DIE EIGENEN VOM FEINDLICHEN FLUGZEUG ABGESENDETEN RADARWELLEN, ANSTATT DIEJENIGEN DES FEINDLICHEN STÖRSIGNALS.

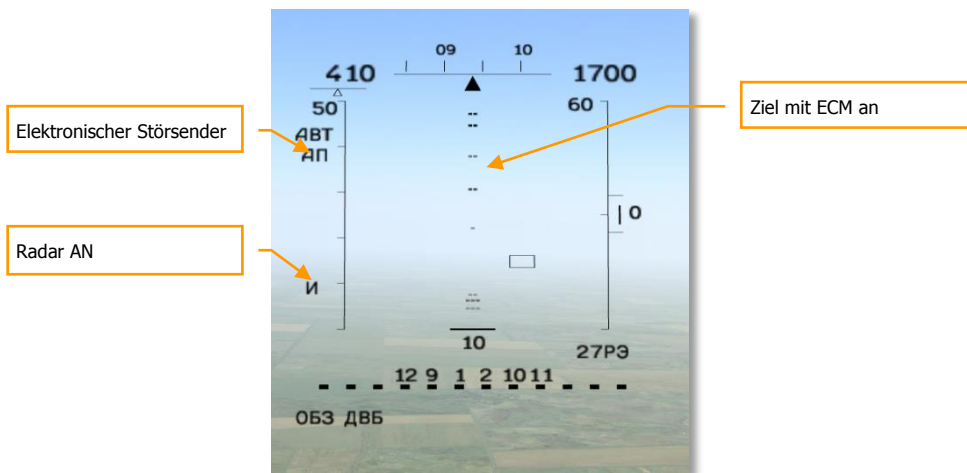


Abbildung 3-28: SCAN Modus mit aktivem feindlichen Störsender

- Die rauschende Zielleiste wird in der Richtung zum Ziel angezeigt.
- Das АП Symbol zeigt an, dass das Ziel einen Störsender einsetzt.

Vertikaler Scanmodus (VS) - Nahkampfmodus

Der mit der Taste [3] ausgewählte Modus wird vor allem im Nahkampf verwendet. In diesem Modus scannt das Radar oder das IRST eine "Leiste" von 3 Grad Breite sowie -10 bis +50 Grad in der Vertikalen ab. Das HUD zeigt den Scanbereich mit zwei Strichen an. Das Ziel wird automatisch beim Durchfliegen der Scanzone aufgeschaltet. Diese beginnt im unteren HUD Bereich und endet ungefähr zwei HUD Breiten über dem angezeigten Bereich. Manövrieren Sie Ihr Flugzeug in den Scanbereich, um es aufzuschalten zu lassen.

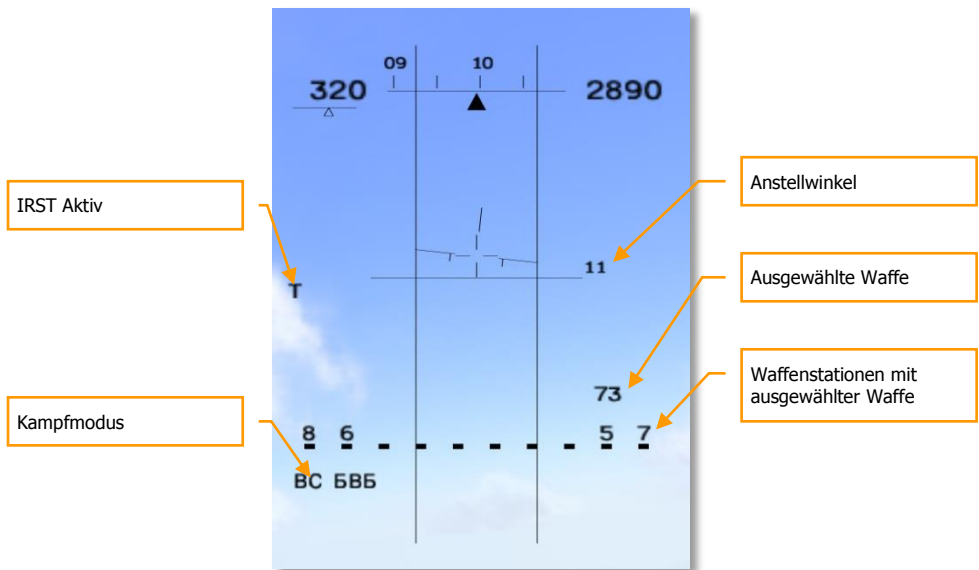


Abbildung 3-29: VS Modus

Die Zielaufschaltung passiert innerhalb von 1 bis 3 Sekunden nachdem das Ziel in die Scanzone eingeflogen ist. Nachdem das Ziel aufgeschaltet wurde, wechselt das HUD in den Angriffsmodus (STT).

Der VS Modus wählt automatisch das IRST als Standardsensor aus. Die Standardwaffe hierbei ist die R-73. Falls Sie das Radar nutzen möchten, so müssen Sie dieses mit [I] aktivieren und die Waffen mit der [D] Taste auswählen.

ОПТ – ЦРОБ (BORE) Nahkampfmodus

Dieser Submodus [4] ähnelt dem VS Modus mit dem Unterschied, dass hier kein größerer Bereich gescannt wird, sondern ein fokussierter Bereich entlang der Längsachse des Flugzeuges (ungefähr 2.5 Grad). Dieser Bereich wird auf dem HUD als ein größerer Kreis dargestellt. Die Zielaufschaltung findet statt, indem das Flugzeug so manövriert wird, dass der Kreis über dem Ziel liegt oder durch das Bewegen des Kreises mit den Tasten [.,] [,], [-], [Ö] und dem anschließenden Aufschalten mit [ENTER]. Nachdem das Ziel aufgeschaltet wurde, wechselt der Modus in den STT-Modus. Dieser Modus bietet eine gute "Zielgenauigkeit" und eine etwas größere Reichweite als der VS Modus.

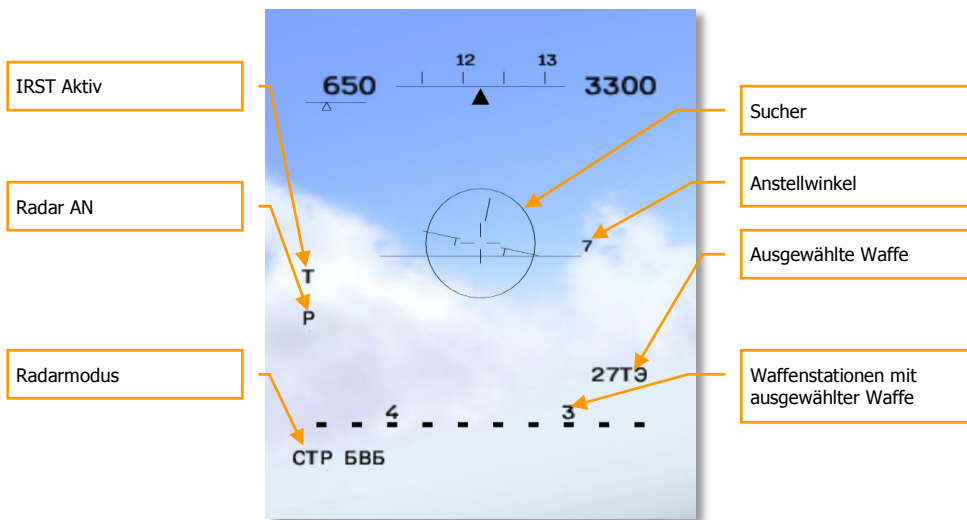


Abbildung 3-30 BORE Modus

Der BORE Modus wählt automatisch das IRST als Standardsensor aus. Die Standardwaffe hierbei ist die R-73. Falls Sie das Radar nutzen möchten, so müssen Sie dieses mit [I] aktivieren und die Waffen mit der [D] Taste auswählen.

ШЛЕМ (HELM) - Nahkampfmodus

Dieser einzigartige Modus ist für einen wendigen Kampf bestimmt und wird mit der [5] Taste eingeschaltet. Der Pilot kann das Waffensystem inklusive der Bewaffnung mit seinem Kopf mit Hilfe des Schel-3UM Helmvisieres auf ein Ziel ausrichten. Der Ring auf dem HUD zeigt die Position an, die der Pilot mit seinem rechten Auge anschaut. Der Pilot visiert das Ziel an, indem er das Helmvisier über das Ziel legt. Der Zielkreis bleibt auf dem HUD angezeigt, selbst wenn der Pilot seinen Kopf zur Seite dreht. Dieser Modus gibt dem Piloten einen Vorteil im engen Kurvenkampf. Er kann das Ziel mit Raketen angreifen, obwohl das Flugzeug noch nicht auf das Ziel ausgerichtet ist. Nachdem das Ziel und der Ring übereinander gelegt wurden, kann das Ziel mit [ENTER] aufgeschaltet werden. Der Visiering blinkt nun mit 2 Hz, das Ziel kann nun angegriffen werden. Bewegt sich das Ziel außerhalb des Sichtwinkels der Rakete, so wird der Kreis durch ein X über dem Ring angezeigt.

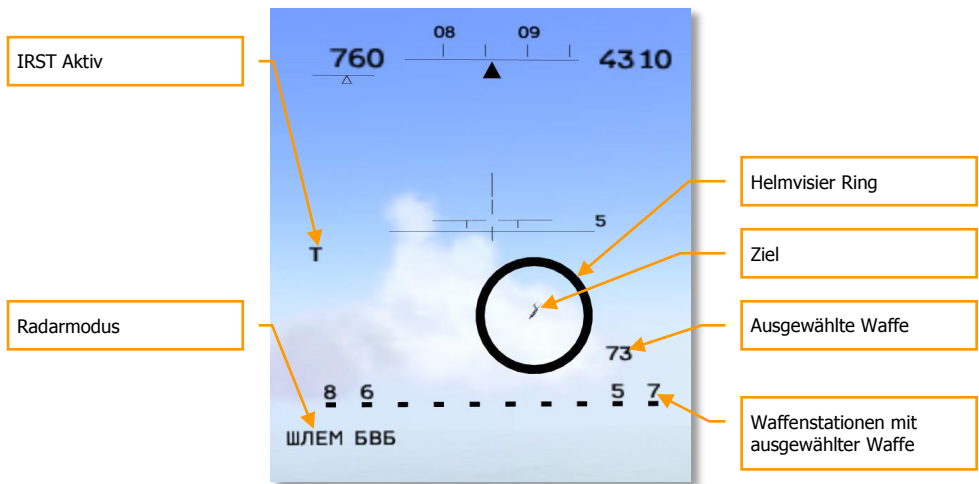


Abbildung 3-31: HELM Modus

Das HUD Display wechselt auf ANGRIFF (STT) Modus nach der Zielaufschaltung.

Es ist effizient, den HELM Modus gemeinsam mit der "Padlock" Sicht zu verwenden. Visieren Sie das Ziel mit [NUM ENT] an und drücken dann die [5] Taste. Der Zielring wird nun über das Ziel gelegt und kann mit [ENTER] aufgeschaltet werden.

Φи0 (Fi0) - Horizontales Anvisieren

Nahkampfmodus

Der Fi0 (Fi-Null) Modus ist ein Backupmodus, falls das Waffenkontrollsystem ausfallen sollte (Radar und IRST). Dieser Modus kann nur mit aktiv-gelenkten Raketen oder passiven Infrarotraketen verwendet werden, da beide über eigene Sensoren zur Zielaufschaltung verfügen. In diesem Modus wird der Waffensuchkopf, der einen Sichtwinkel von 2 Grad entlang der Flugzeuglängsachse verwendet, zum Aufschalten des Gegners verwendet. Sie müssen das Flugzeug auf das Ziel ausrichten, die Feuerfreigabe erscheint sofort nachdem die Waffe das Ziel aufgeschaltet hat, egal wie weit das Ziel von Ihnen entfernt ist. Der Pilot muss die Entfernung zum Ziel selbst einschätzen, dies ist vor allem bei einer Zielverfolgung von hinten schwierig.

Der Einsatz von IR-Raketen im Fi0 Modus löst beim Ziel keine Warnung aus und kann zu "leisen" Angriffen verwendet werden. Das Ziel kann das Abfeuern der Waffe nur visuell feststellen.

Aktive radargelenkte Raketen, wie die R-77, können hierfür nicht verwendet werden, da die Rakete Radaremissionen aussendet und das Radarwarngerät des Ziels Alarm schlagen wird.

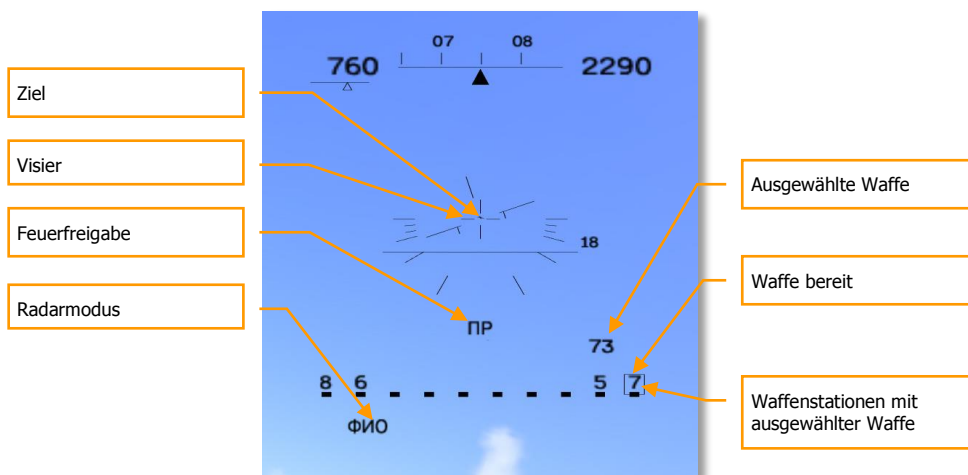


Abbildung 3-32: FiO Modus

Geschützeinsatz

Das eingebaute Geschütz kann in jedem Luft-Luft Modus eingesetzt werden. Um das Bordgeschütz einzusetzen müssen Sie zuerst die Taste [C] drücken. Wurde ein Ziel bereits aufgeschaltet, so wechselt das Waffenkontrollsystem automatisch in den Geschützmodus.

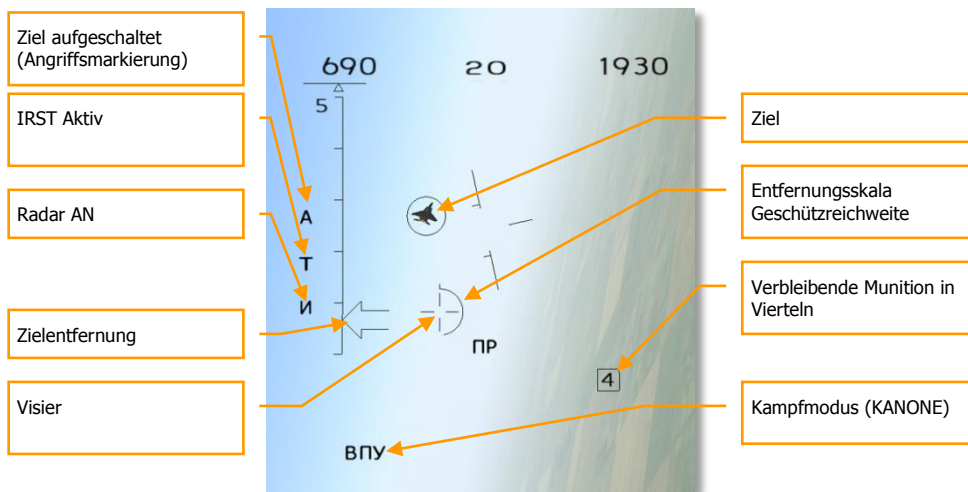


Abbildung 3-33: Geschützmodus

- Das Zielkreuz erscheint, sobald das Ziel weniger als 1200 Meter entfernt ist.

- Die Skala für die Geschützreichweite reicht von 0 bis 1200 Meter.
- Die Zielentfernung wird ebenfalls auf der linken HUD Seite angezeigt. Die maximale Entfernung beträgt 5 Kilometer.
- Die verbleibende Munition wird in Vierteln angezeigt, von 4 bis 1.

Um das Ziele effektiv zu bekämpfen, platzieren Sie das Zielkreuz über dem Ziel und drücken die [LEERTASTE] Taste.

Sollte das Waffenkontrollsystem defekt sein oder nicht richtig funktionieren, so können Sie auch den Schusstunnelmodus einsetzen.

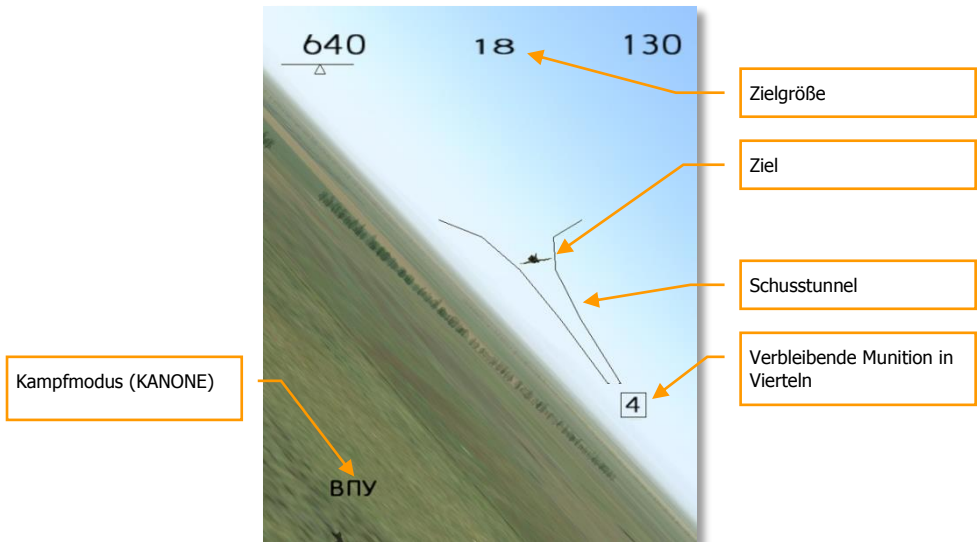


Abbildung 3-34: Schusstunnelmodus

In diesem Modus wird im HUD die Flugbahn der Geschosse dargestellt. Der Abstand zwischen den beiden Linien wird durch die Zielgröße festgelegt, hierbei wird die ungefähre Zielgröße an den Flügelspitzen gemessen. Die Zielgröße kann mit den Tasten [RSTRG + .] und [RSRG + -] in 10er Schritten oder in 1er Schritten mit den Tasten [RALT + ,] und [RALT + ;] eingestellt werden. Die voreingestellte Zielgröße ist 20 Meter.

In diesem Modus zeigt das HUD die Schussbahn der Geschosse an.

Luft-Boden-Modus

Die MiG-29, Su-27 und Su-33 können eine begrenzte Anzahl an Luft-Boden Waffen mitführen. Hierzu gehören ungenlenkte Bomben und ungenlenkte Raketen.

Zum einsetzen dieser Waffen wird der BODEN Modus verwendet [7]. Zielhilfen für den Bodenangriff werden hierbei im HUD angezeigt. Im unteren linken HUD Bereich wird ОПТ ЗЕМЛЯ angezeigt.

Direkt darunter wird die aktuell ausgewählte Waffe angezeigt. Das Einsatzszenario für die Waffen ist generell gleich: Bringen Sie das Visier über das Ziel und warten Sie auf die Feuerfreigabe "LA".

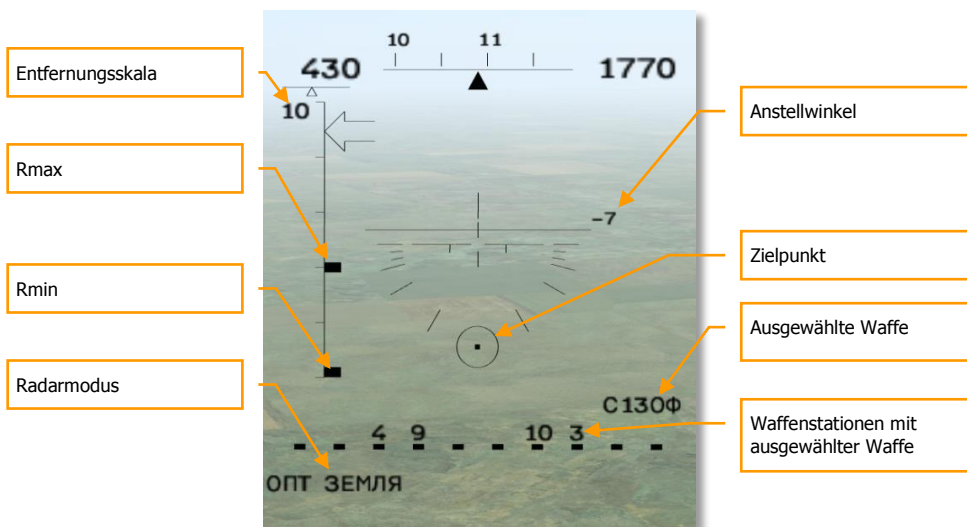


Abbildung 3-35: ОПТ – ЗЕМЛЯ (VISUELL - BODEN) Modus

- Die Displayskala wird oben links angezeigt.
- Rmax und Rmin Markierungen werden auf der Entfernungsskala angezeigt.
- Der ausgewählte Modus " ОПТ – ЗЕМЛЯ" wird unten links angezeigt.
- Der Anstellwinkel wird auf der rechten HUD Seite dargestellt.
- Der Einschlagpunkt der Waffe wird durch den bewegenden Zielpunkt angezeigt.

Fallgebremste Bomben sowie Munitionscontainer für Streubomben haben einen sehr flachen Abwurfwinkel. Aus diesem Grund kann es passieren, dass Sie trotz eines sehr steilen Anstellwinkels das Ziel und den auf dem HUD angezeigten Einschlagpunkt nicht übereinander bringen können. In einem solchen Falle sollten Sie den CCRP Bombenmodus nutzen, dieser wird weiter hinten in der Anleitung beschrieben.

Starrvisier

Das Starrvisier ist keine dynamische Anzeige sondern ein kalibriertes Bild, welches auf die HUD Scheibe projiziert wird und mit der Taste [8] aktiviert werden kann. Das Waffenkontrollsystem behält seinen zuletzt verwendeten Modus, das HUD zeigt allerdings nur das Festvisier an.

Dieser Modus wird allerdings vor allem als Backup im Falle des Ausfalls des Waffenkontrollsystems verwendet.

Stellen Sie sich das Festvisier als eine Zielhilfe vor. Nutzen Sie die angezeigten Markierungen, um das Ziel anzugreifen.

Das Zentrum des Festvisiers ist auf die Schussachse der Bordkanone eingestellt. Das kleine Kreuz unterhalb der Visiermitte zeigt die Sichtachse der Raketen im Fi0 Kampfmodus an.

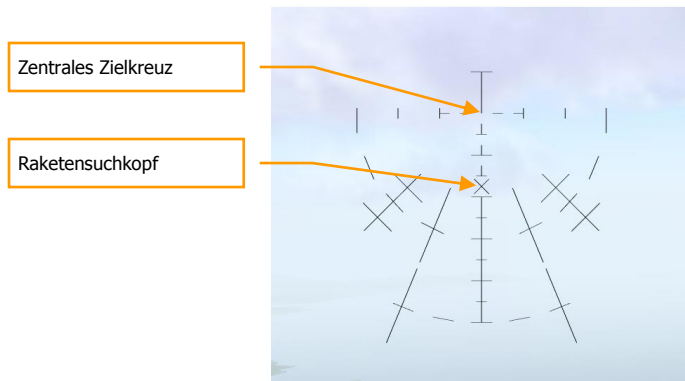


Abbildung 3-36: Festvisier

Su-25 Cockpitinstrumente

Die meisten der Su-25 Instrumente finden sich auch im Su-27 und MiG-29 Cockpit wieder.

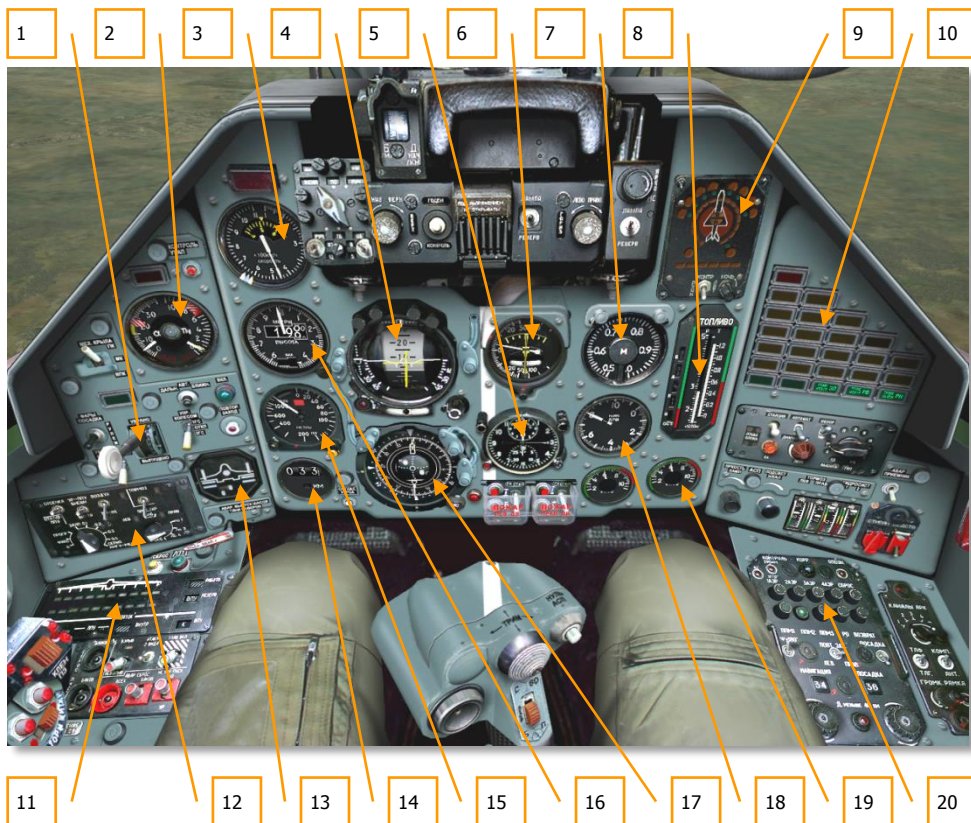


Abbildung 3-37: Su-25 Instrumentenbrett

1. Fahrwerkskontrollhebel
2. Anzeige Anstellwinkel und G-Meter
3. Luftgeschwindigkeitsanzeige (IAS)
4. Künstlicher Horizont
5. Flugzeuguhr
6. Variometer

7. Luftgeschwindigkeitsanzeige
8. Treibstoffanzeige
9. SPO-15 "Beryoza" Radarwarnempfängertafel
10. Warnlichter
11. Waffenstatusafel
12. Waffensystemtafel (WCS)
13. Landeklappen-, Vorflügel- und Fahrwerkanzeige
14. Entfernung zum Wegpunkt
15. Radarhöhenmesser
16. Barometrischer Höhenmesser
17. Horizontal Situation Indicator (HSI)
18. Tachometer (Umdrehungen pro Minute oder RPM)
19. Triebwerkstemperatur
20. RSBN Tafel (Navigation kurze Entfernungen)

IAS - TAS Anzeige

Die IAS - TAS Anzeige zeigt die wahre Fluggeschwindigkeit (TAS) im inneren der Anzeige an und die angezeigte Fluggeschwindigkeit (IAS) in äußeren Bereich an. Die Geschwindigkeitsanzeige zeigt Fluggeschwindigkeiten zwischen 0 und 1100 km/h an.



Abbildung 3-38: IAS-TAS Anzeige

Konfigurationsanzeige

Die Konfigurationsanzeige zeigt die Positionen der mechanischen Flugzeugteile wie Fahrwerk, Landeklappen und Luftbremse an. Wird das Fahrwerk nicht erfolgreich aus- oder eingefahren, so leuchtet in der Mitte der Anzeige eine rote Lampe auf.

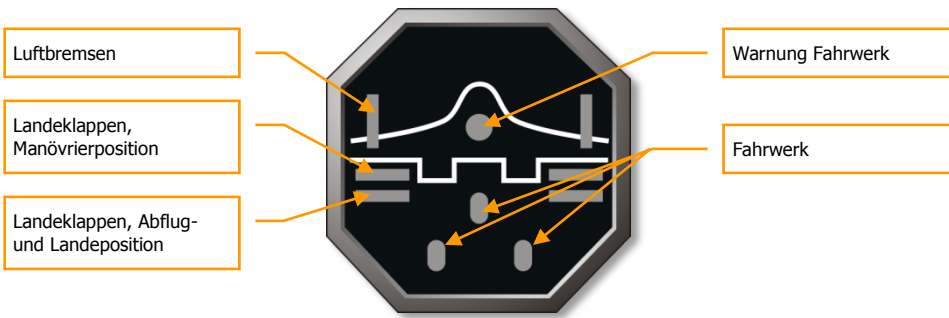


Abbildung 3-39: Konfigurationsanzeige

Anstellwinkelanzeige und G-Meter

Die Anstellwinkelanzeige und der G-Meter zeigen den aktuellen Anstellwinkel und die G-Belastung an. Die linke Seite zeigt den Anstellwinkel in Grad an, während auf der rechten Seite die G-Belastung angezeigt wird.



Abbildung 3-40: Anstellwinkelanzeige und G-Meter

Künstlicher Horizont

Der künstliche Horizont zeigt die Flugzeuglage an. Im unteren Bereich wird der Slip des Flugzeuges angezeigt. Der Slip kann mit dem Ruder korrigiert werden, versuchen Sie die Slipanzeige immer in der Mitte zu halten. Im vorderen Bereich der Anzeige zeigen zwei Balken die erforderliche Fluglage an um den nächsten Wegpunkt zu erreichen. Bilden beide Balken ein Kreuz in der Mitte der Anzeige, dann fliegen Sie den richtigen Kurst.

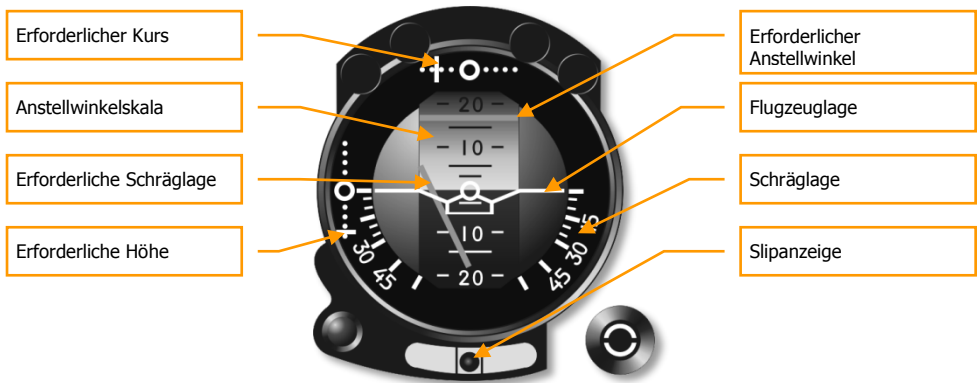


Abbildung 3-41: Künstlicher Horizont

HSI

Das HSI Instrument zeigt von oben die Lage des Flugzeuges in Relation zum gewünschten Flugkurs an. Der Kompass bewegt sich, so dass die aktuelle Flugrichtung immer oben angezeigt wird. Der Kurspfeil zeigt die nötige Peilung, der Peilrichtungsanzeige den Kurs zum nächsten Wegpunkt. Die Entfernung und Peilung zum Wegpunkt werden numerisch oben links und rechts angezeigt. In der Mitte befinden sich die Anzeigen für das ILS System.



Abbildung 3-42: HSI

Variometer

Das Variometer misst die vertikale Geschwindigkeit, sprich die Steig- und Sinkrate des Flugzeuges. Die Slipanzeige unterstützt die Slipanzeige des künstlichen Horizonts. Der Wendeanzeiger zeigt die Wenderate an, allerdings nur ungefähr.

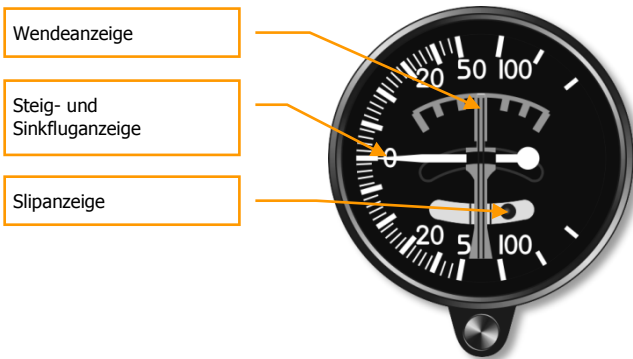


Abbildung 3-43: Variometer

Radarhöhenmesser

Der Radarhöhenmesser zeigt die Flughöhe zwischen 0 und 1500 Metern an.



Abbildung 3-44: Radarhöhenmesser

Drehzahlmesser

Der Drehzahlmesser zeigt die Umdrehungsgeschwindigkeit der beiden Triebwerke an. Angezeigt wird eine Prozentzahl von den maximal erreichbaren Umdrehungen.



Abbildung 3-45: Drehzahlmesser

Treibstoffanzeige

Die Treibstoffanzeige (P) zeigt den verbleibenden Treibstoff in den Tanks. Die Treibstoffmenge (T) zeigt die verbleibende Treibstoffmenge im Haupttank an.

Werden externe Tanks mitgeführt, so zeigt eine Warnlampe an, wenn diese beinahe leer sind.

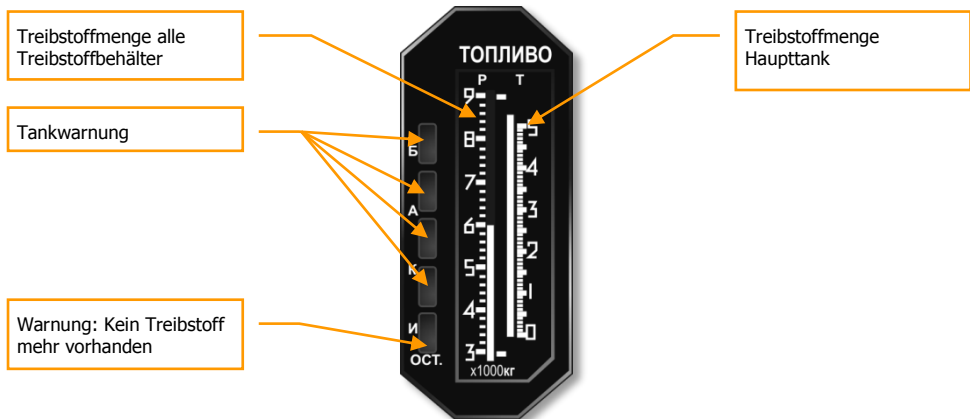


Abbildung 3-46: Treibstoffanzeige

Triebwerkstemperaturanzeige

Hier wird die Abgastemperatur der beiden Triebwerke in Grad Celsius angezeigt..



Abbildung 3-47: Triebwerkstemperaturanzeige

SPO-15 "Beryoza" Radarwarnempfänger

Das RWR Display zeigt alle Radare an, die das Flugzeug "beleuchten". Informationen werden in Form von Symbolen dargestellt, die Bedrohungsart sowie die Richtung der Bedrohung. Sechs beleuchtete Symbole im unteren Teil der Anzeige informieren den Piloten über die Bedrohungsart. Das System zeigt sowohl feindliche als auch befreundete Radare an.

Waffenstatustafel

Die Waffenstatustafel befindet sich auf der linken unteren Seite der Instrumententafel, direkt vor dem Schubhebel. Der Waffentyp, Anzahl, Status sowie die verbleibende Anzahl der Geschützmunition werden hier angezeigt.



Abbildung 3-48: Waffenstatustafel

- Die gelbe Lampenreihe zeigt die Waffenverfügbarkeit sowie das Vorhandensein am Aufhängepunkt an. Wird die Waffe abgefeuert oder abgeworfen, so erlischt die entsprechende gelbe Lampe.
- Die grüne Lampenreihe darunter zeigt an, dass eine Waffe ausgewählt und einsatzbereit ist.
- Der aktuell ausgewählte Waffentyp wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
"Б" für Bomben
"УР" für gelenkte Raketen
"НРС" für un gelenkte Raketen
"ВПУ" für die 30mm Bordkanone

- Die verbleibende Munition in der Bordkanone wird in der rechten unteren Ecke angezeigt:
"K" für volle Munition
"1/2" für halb volle Munition
"1/4" 25% Munition

Navigationssystem

Das RSBN Navigationssystem wird zur Auswahl von Navigationsmodi verwendet. In der Realität kann die echte Su-25 bis zu vier Flughafenpositionen und drei Steuerpunkte in diesem System speichern.

Die Funktionsweise des Systems ist in der Simulation stark vereinfacht. Sie können die Navigationsmodi ROUTE - ZURÜCK - LANDUNG - KEINE AUFGABE mit der Taste [1] durchschalten.

Im ROUTE Modus leuchtet eine der drei Steuerpunktlampen auf, je nach ausgewähltem Steuerpunkt. Ist der ausgewählte Steuerpunkt höher als der dritte Steuerpunkt, so leuchtet keiner der Steuerpunkte auf.

Im ZURÜCK Modus leuchtet einer der drei Flugbasenlampen auf, zusätzlich zur ZURÜCK Lampe.

1AЭP - Startflugbasis
 2AЭP - Landeflugbasis

Im LANDUNG Modus leuchtet einer der drei Flugbasislampen auf.



Abbildung 3-49: Navigationssystem

Im KEINE AUFGABE Modus leuchtet keine der Lampen auf.

Beim Kaltstart des Flugzeuges befindet sich das Navigationssystem im KEINE AUFGABE Modus.

ASP-17 Visier

Im Gegensatz zu anderen Flugzeugen der vierten Generation besitzt die Su-25 kein Head-Up Display, der Pilot fliegt das Flugzeug unter Verwendung der Cockpitinstrumente. Die Su-25 ist allerdings mit einem ASP-17 Visier ausgestattet.

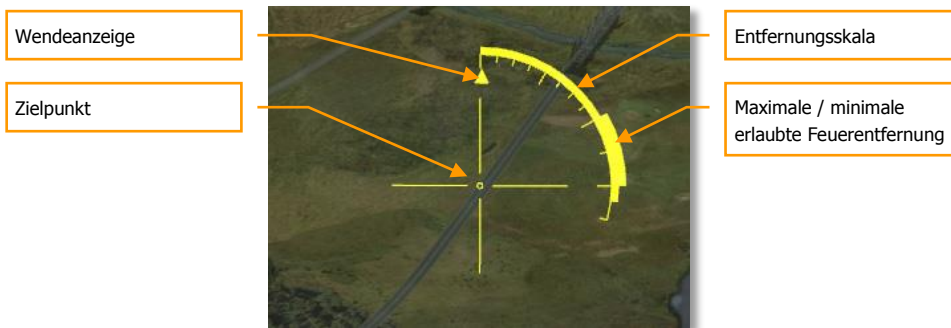


Abbildung 3-50: ASP-17 Visieranzeigen

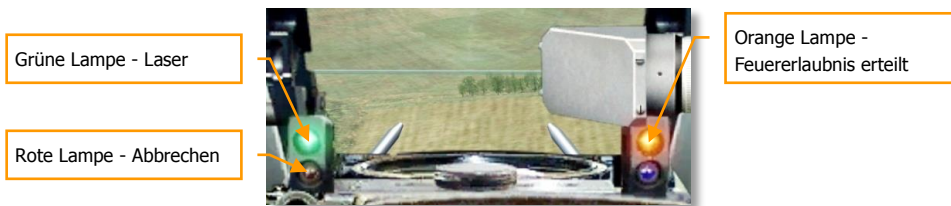


Abbildung 3-51: ASP-17 Visierlampen

Die auf der Scheibe projizierten Symbole sind eher einfach gehalten. Ein Kreuz in der Mitte zeigt das Visier an. Ein Kreis welcher von der "12 Uhr Position" aus in Uhrzeigerichtung angezeigt wird zeigt die vom Laserentfernungsmesser "Klyon-PS" gemessene Entfernung zum Ziel an.

Ein dickerer Streifen zeigt die Abschussreichweite der aktuell ausgewählten Waffe an. Nähert sich das Flugzeug dem Ziel, so verschwindet der breitere Streifen immer mehr. Sobald Sie in Schussreichweite sind, leuchtet die orange Lampe auf und signalisiert die Feuerbereitschaft. Ein kleines Dreieck auf der Visieranzeige zeigt die aktuelle Flugzeuglage an. Die meisten von der Su-25 verschossenen Waffen benötigen einen möglichst kleinen (am besten keinen) Kurvenwinkel.

Drei Lampen im unteren Visierbereich bieten eine zusätzliche visuelle Hilfe.

Die grüne Lampe signalisiert, dass das "Klyon-PS" Laserentfernungs- und Zielsystem aktiviert ist.

Die orange Lampe im unteren rechten Bereich signalisiert die Feuerfreigabe für Raketen, sowie die Abwurf freigabe für Bomben.

Die rote Lampe im linken unteren Bereich zeigt an, dass das Flugzeug die Mindestabschussentfernung für Raketen oder die Abwurfparameter für Bomben überschritten hat und der Angriff abgebrochen werden sollte.

Mit der Auswahl von lasergelenkten Raketen kann das Zielkreuz mit den Tasten [., [.], [-] und [ö] bewegt werden.

Su-25T Cockpitinstrumente

Die meisten Instrumente im Su-25T Cockpit entsprechen jenen der Su-25:



Abbildung 3-52: Su-25T Instrumententafel

1. Fahrwerkskontrollhebel
2. Autopilot Kontrolltafel (ACS)
3. Anzeige Anstellwinkel und G-Meter
4. Geschwindigkeitsanzeige (IAS)
5. Künstlicher Horizont
6. Variometer
7. Tachometer (Umdrehungen pro Minute oder RPM)
8. Treibstoffanzeige
9. "EKARAN" Selbsttestsystem
10. SPO-15 "Beryoza" Radarwarnempfängertafel

11. IT-23M TV-Display
12. Flugzeuguhr
13. "Sukhugruz" Infrarotstörsystem Anzeigelampe
14. Waffensystemtafel (WCS)
15. Landeklappen-, Vorflügel- und Fahrwerkanzeige
16. Radarhöhenmesser
17. Barometrischer Höhenmesser
18. Horizontal Situation Indicator (HSI)
19. Neutrale (Abflug) Trimmung Anstellwinkel, Rollen und Gieren Anzeigelampe
20. Waffenstatus Tafel
21. Triebwerkstemperatur
22. Anzeige hydraulischer Druck
23. Warnlampen

Waffensystemtafel

Die Waffensystemtafel befindet sich in der linken unteren Ecke des Instrumentenbrettes. Neben anderen Funktionen können Sie hier die Abwurfmenge [LSTRG + LEER] und den Abwurfintervall [V] einstellen.



Abbildung 3-53: Su-25T Waffensystemtafel

Die Waffensystemtafel besteht aus:

- Dem Abwurfintervallschalter mit den Positionen ЗАЛП – 0.1 - 0.2 – 0.3 – 0.4 – СЕРИЯ КМГУ-МБД für freifallende Bomben und 0 – ФИКС – ПРОГР für Geschützbehälter.
- Dem Schalter für die Abwurfmenge mit den Positionen ПО 1 - ПО 2 – ПО 4 – ВСЕ.

Der Abwurfschalter bestimmt in welcher Art und Weise Luft-Boden Waffen abgeworfen werden:

ЗАЛП (SALVE) - Alle Waffen werden in der eingestellten Salve gleichzeitig ausgelöst.

0.1– 0.4 - Abwurfintervall in Sekunden

СЕРИЯ КМГУ-МБД (SSC-MJM SERIE) - dies ist ein spezieller Abwurfmodus für die KMGU Munitionsbehälter und die multiplen Abwurfpylonen (MER). KMGU Submunition wird in 2 Sekunden Intervallen abgeworfen, MER Munition in 0,3 Sekunden Abstand.

0 - Kanonenbehälter nach vorne ausgerichtet, zum Abfeuern im Sinkflug.

ФИКС (FIX) - Die Ausrichtung der Kanonenbehälter ist fest eingestellt, um Bodenziele im Horizontalflug bekämpfen zu können. Die Ausrichtung der Geschütze wird mit [RSTRG + Ü] und [RSTRG + +] vorgenommen.

ПРОГР (PROGR) - die Geschütze werden automatisch durch das Waffenkontrollsystem ausgerichtet.

Der Schalter für die Abwurfmenge wird mit [LSTRG + LEER] bewegt und stellt die Abwurfmenge ein.

ПО 1 – ПО 2 – ПО 4 – BCE (einzeln - paarweise - vier gleichzeitig - alle)

Beachten Sie, dass selbst wenn Sie die Einstellung ПО 1 wählen, Munition welche auf den äußersten Station hängt, paarweise abgeworfen wird um eine unsymmetrische Außenbelastung des Flugzeuges zu vermeiden. Nur die vier inneren Waffenstationen erlauben einen Einzelabwurf der Zuladung.

MERs lösen immer die komplette Zuladung ab. Sie können keinen Einzelabwurf von MER Stationen durchführen.

Bei der Verwendung der Bordkanone oder Geschützbehälter hat die Salvoeinstellung eine andere Bedeutung:

ПО 1 - nur interne Bordkanone

ПО 2 - feuern mit zwei Geschützbehältern

ПО 4 - feuern mit allen Geschützbehältern

Mit ausgewählten und aktivierten Geschützbehältern können Sie Bodenziele im ФИКС Modus angreifen.

Der ПРОГР Modus wird zur Feuerkonzentration auf einen Punkt im Horizontalflug verwendet. Hierzu müssen Sie die Geschützläufe mit den Tasten [RSTRG + Ü] und [RSTRG + +] ausrichten und den Laserentfernungsmesser mit [RSHIFT + O] aktivieren. Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass das Ziel im Visier angezeigt wird und feuern. Das Waffenkontrollsystem löst die Geschütze automatisch im richtigen Moment aus und hält die Geschütze auf dem Ziel, während Sie weiterhin im Horizontalflug fliegen.

Autopilottafel

Das ACS-8, automatische Kontrollsystem (ACS oder "Autopilot"), befindet sich auf der linken Seite der Instrumententafel. Es zeigt den Betriebsmodus an und beinhaltet sechs beleuchtete Knöpfe.

Folgende Autopilotmodi stehen zur Verfügung:

- Flugroute folgen und Landung
- Kampfmodus
- Flughöhe halten Modus (Die Fluglage wird stabilisiert)

- Barometrische Flughöhe halten
- Barometrische Flughöhe und Schrägwinkel halten
- Notfall-Horizontallage Modus
- Radarhöhe halten, mit automatischer Terrainvermeidung
- Kurzes-Ausschalten (Programmieren) Modus



Abbildung 3-54: ACS Tafel

Die Betriebsmodi für Fluglage und / oder Flughöhe halten versuchen das Flugzeug in der Fluglage / Flughöhe zu halten die beim Drücken des entsprechenden Knopfes vorlag.

In allen Modi außer "Notfall Horizontalfuglage", "Flugroute folgen" und "Landing" ist das ACS auf ± 60 Grad Kurvenlage und ± 35 Grad Anstellwinkel limitiert. Wird eins der beiden Werte überschritten, so wird das ACS sich ausschalten und das Flugzeug muss wieder manuell gesteuert werden. ACS Modi können über diesen Grenzwerten nicht aktiviert werden.

Das ACS ist weiterhin auf 15 Grad Anstellwinkel und 0-3 G Belastung limitiert. Es ist nicht empfohlen das ACS bei mehr als 12 Grad Anstellwinkel einzuschalten. Sollten Sie das ACS bei mehr als 12 Grad Anstellwinkel aktivieren, so sollten Sie sofort die Triebwerksleistung erhöhen.

Das "kurze Ausschalten" wird durch das drücken der Tasten [LALT - ~] in jedem Autopilotmodus erreicht (entspricht dem SAU Knopf in der echten Su-25T). Dies erlaubt die Kontrolle über das Flugzeug für einen kurzen Moment wieder zu erlangen und Anpassungen an der Flughöhe und / oder Fluglage vorzunehmen. Diese Modus hat zwei Besonderheiten im "Kampfmodus".

Das drücken von [LALT + 9] schaltet alle ACS Modi aus (entspricht dem "OTKL. SAU" Knopf auf dem Steuerknüppel der echten Su-25T).

- Flugroute folgen Modus - АУ-МАРШП. Dieser Modus wird durch das drücken von [A] oder [LALT + 6] aktiviert. Das Navigationssystem muss hierbei im "ENROUTE" oder "RETURN" Navigationsmodus sein. Der Autopilot folgt dann automatisch der Flugroute.
- Landung Modus - АУ-ПОСАД. Diesen Modus können Sie durch das drücken der [A] Taste oder durch [LALT +6] aktivieren. Das Navigationssystem muss sich hierbei im Betriebsmodus "LANDING" befinden. Dieses wird automatisch aktiviert, sobald Sie sich der Landebahn nähern und sich das Navigationssystem vorher im Betriebsmodus "ENROUTE" oder "RETURN" befunden hat. Der Landemodus hält das Flugzeug automatisch auf dem Landegleitpfad. Das ACS schaltet sich bei einer Flughöhe von 50 Metern über Grund (AGL) aus. Verlässt das Flugzeug den Landestrahle der Flugbasis, dann wechselt das ACS automatisch in den Horizontalfugmodus. Normalerweise schaltet der Pilot den Landemodus bei einer Flughöhe von 100 bis 200 Metern AGL aus und landet das Flugzeug ab da manuell. Das automatische Absinken auf 50 Meter AGL ist nur bei schlechter Sicht empfohlen.

- Kampfmodus - AY-MAPWP-KB. Diesen Modus können Sie durch das Drücken der [A] Taste oder durch [LALT +6] aktivieren. Hierzu muss ein Punkt oder ein Ziel im "Shkval" Zielsystem erfasst sein. Der Autopilot steuert den Querneigungswinkel und führt das Flugzeug in Richtung des Zieles. Der Anstellwinkel wird zur Beibehaltung der Flughöhe verwendet. Indem Sie das System über den "kurzes Ausschalten" Knopf deaktivieren, können Sie den Anstellwinkel anpassen. Der Autopilot wird währenddessen weiterhin den Querneigungswinkel steuern. Nachdem Sie den Knopf losgelassen haben, wird der Autopilot das Flugzeug in die ursprüngliche Fluglage zurückführen.
- Flughöhe halten - AY. Dieser Modus wird mit [LALT + 1] aktiviert. Die Fluglage wird stabilisiert und die Flughöhe gehalten.
- Barometrische Flughöhe und Querneigungswinkel halten - AY-KB. Dieser Modus wird mit [LALT + 2] aktiviert. Die aktuelle Querlage und die barometrische Flughöhe werden vom ACS gehalten. Dieser Modus eignet sich vor allem, um eine kontinuierliche Kurve zu fliegen.
- Notfall Horizontalflage - AY-ПГ. Dieser Modus wird mit [LALT +3] aktiviert. Das Flugzeug wird aus jeder Fluglage heraus in den Horizontalflug gebracht. Ist der initiale Querneigungswinkel bei ± 80 Grad, so wird das ACS das Flugzeug erst in der Längsachse und dann im Anstellwinkel stabilisiert. Ist der Querneigungswinkel innerhalb von ± 7 Grad und der Anstellwinkel innerhalb von ± 5 Grad, dann wird der "Barometrische Flughöhe" Modus aktiviert und die Querneigung auf 0 Grad geführt.
- Barometrische Flughöhe halten AY-KB. Dieser Modus wird durch das Drücken der Taste [H] oder [LALT +4] aktiviert. Das Flugzeug wird auf der aktuellen barometrischen Flughöhe gehalten.
- Radar Flughöhe halten - AY-PB. Dieser Modus wird durch das Drücken der Tasten [LALT +5] aktiviert. Das Flugzeug wird auf der aktuellen Radarflughöhe stabilisiert. In diesem Modus wird auch der Submodus "Terrainvermeidung" aktiviert.

Der "Terrainvermeidung" Submodus wird immer aktiviert wenn:

- Die aktuelle Flughöhe über Grund, die vom Radarhöhenmesser gemessen wird, um die Hälfte oder weniger kleiner ist als die initiale Flughöhe im "Barometrische-Flughöhe-halten" ACS Modus oder
- Die Sinkrate die vom Funkhöhenmesser gemessen wird größer ist als -50 m/s.

Ist kein Wegpunkt vorhanden, kein Landestrahle erfasst oder kein Ziel erfasst (sprich kein Navigationsmodus eingestellt), wird durch das Drücken der [A] Taste der Autopilot in den "Notfall Horizontalfluglage" Modus gebracht. Der entsprechende Knopf auf dem ACS leuchtet auf.

Bei einer Landung mit mehr als 10 m/s Seitenwind ist es empfohlen, den Autopiloten bei einer Radarflughöhe von mehr als 100 Metern auszuschalten.

Im "ENROUTE" und "LANDING" Navigationsmodus können die Autopilotmodi "Flughöhe halten" [LALT +1] und "barometrische Flughöhe halten" [LALT + 4] oder "Radar" [LALT + 5] aktiviert werden. Wird einer dieser Modi aktiviert, so sind die Modi "Flugroute folgen" oder "Landung" nicht verfügbar, bis einer der vorherigen Modi mit [LALT + 1], [LALT + 4] oder [LALT + 5] deaktiviert wurde.

"Terrain vermeiden" wird automatisch aus dem "Radarflughöhe halten", "barometrische Flughöhe halten" und "Flughöhe halten" Modus aktiviert. Zusätzlich auch im Navigationsmodus "ENROUTE" und "LANDING":

Der "Notfall Horizontalfluglage" Modus kann durch das drücken von [LALT + 9] oder [A] deaktiviert werden. Im Navigationsbetriebsmodus muss um vom "Notfall Horizontalfluglage" Modus in den "Route folgen" Modus zu wechseln, zweimal die [A] Taste gedrückt werden.

Wird im "Kampf" Modus die Umschaltung auf das Ziel oder einen Punkt deaktiviert, so wechselt der Autopilot automatisch in den "Notfall Horizontalflugmodus".

Betriebsmodi der Su-25T HUD und TV Anzeigen

Grundlegende HUD Symbole

Die Su-25T hat mehrere Betriebsmodi. Einige der Symbole werden in fast allen Betriebsmodi angezeigt.

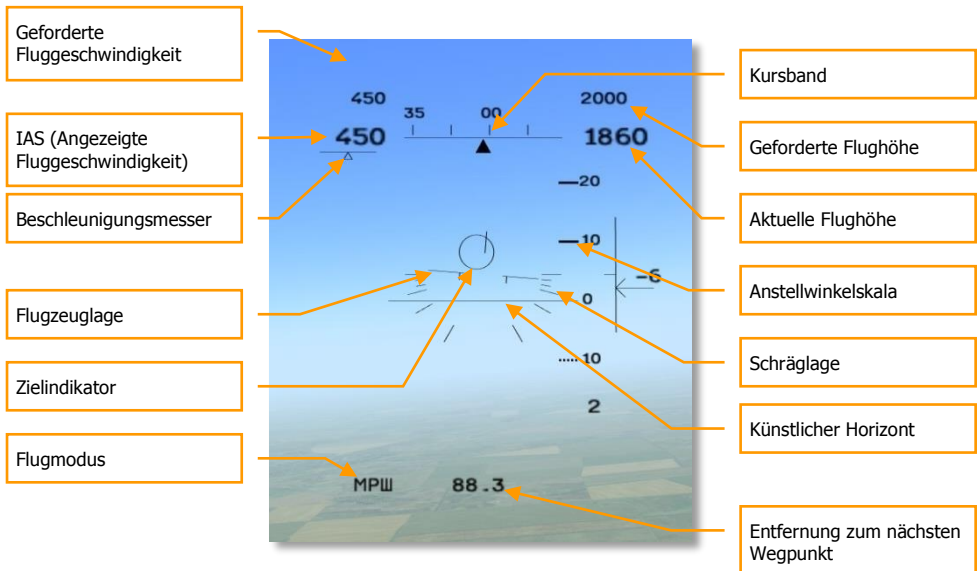


Abbildung 3-55: Su-25T Grundlegende HUD Symbole

- Die Flugzeuglage bewegt sich in der HUD Mitte und zeigt den Querwinkel und den Anstellwinkel an.
- Das Kursband wird oben angezeigt. Die kleinen Striche zeigen den Kurs in 10 Grad an (dies bedeutet das die Nummer "35" einen Kurs von 350 Grad anzeigt).
- Links vom Kursband wird die angezeigte Fluggeschwindigkeit (IAS) dargestellt.
- Ein Beschleunigungsmesser wird unter der IAS Anzeige dargestellt. Die Anzeige besteht aus einem Strich sowie einem Dreieck. Ist das Dreieck rechts der Mitte, so bedeutet dies das das Flugzeug beschleunigt. Steht er links, dann wird es langsamer.
- Rechts des Kursbandes befindet sich die Flughöhenanzeige in Meter. Unterhalb von 1500 Metern wird die Radarhöhe mit einer Genauigkeit von einem Meter angezeigt. Über 1500 Meter über Grund (AGL) wird die Höhe über dem Meeresspiegel (ASL) in 10 Meter Schritten angezeigt. Die Flughöhe für den nächsten Wegpunkt wird direkt oberhalb der aktuellen Flughöhe dargestellt.

- Befindet sich das Flugzeug exakt auf Kurs zum nächsten Wegpunkt, so wird der Richtungskreis genau in der Mitte des HUD angezeigt. Sollte sich das Flugzeug vom Wegpunkt wegbewegen, so wird der Richtungskreis die Richtung zum Wegpunkt anzeigen.
- Rechts vom Flugzeugsymbol befindet sich die Anzeige für den Anstellwinkel. Hier kann der aktuelle Anstellwinkel im Verhältnis zum Flugzeugsymbol abgelesen werden.
- Rechts der Anstellwinkelanzeige befindet sich die Variometeranzeige. Steig- und Sinkflug im Bereich von ± 30 m/s werden hier angezeigt und numerisch dargestellt. Erreicht die Steig- oder Sinkgeschwindigkeit mehr als ± 30 m/s, so fängt die Zahl an zu blinken.
- Der aktuelle Flugbetriebsmodus wird in der linken unteren Ecke angezeigt.
- Die Entfernung zum nächsten Wegpunkt in Kilometern wird im unteren HUD Bereich angezeigt.

Navigationsmodus

Das HUD zeigt Navigationsdaten für die Flugroute an. Es gibt drei Navigationsmodi: MPLW (AUF ROUTE), B3B (RÜCKKEHR ZUR BASIS), ПOC (LANDUNG). Diese drei Submodi werden automatisch vom System ausgewählt, können aber zusätzlich manuell mit der Taste [1] umgeschaltet werden.

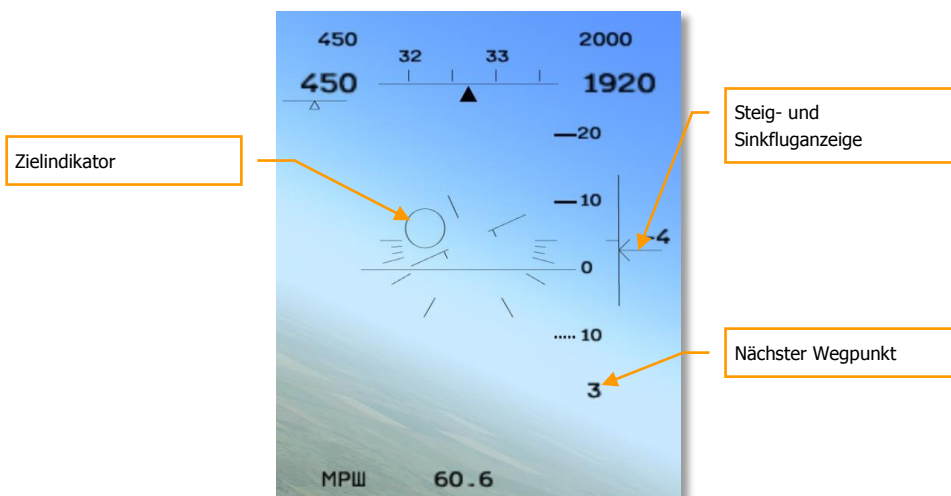


Abbildung 3-56: MPLW (AUF ROUTE) Navigation Submodus

- Der MPLW (AUF ROUTE) Submodus zeigt einen Richtungskreis auf dem HUD an. Dieser zeigt die Richtung zum nächsten Wegpunkt an.
- Die zum nächsten Wegpunkt gehörende Flughöhe und Flugrichtung wird jeweils über der aktuellen Flugrichtung und Flughöhe angezeigt.
- Die Nummer des nächsten Wegpunktes wird unten rechts, unterhalb der Anstellwinkelanzeige dargestellt. Die Entfernung zum nächsten Wegpunkt wird unten mittig

angezeigt. Wird der Wegpunkt erreicht, so zeigt der Richtungskreis die Richtung zum nächsten Wegpunkt, die Wegpunktnummer unten rechts wechselt zum nächsten Wegpunkt.

Im B3B (RÜCKKEHR) Submodus zeigt der Richtungskreis dem Piloten die Richtung zum Gleitpfad des Flugfeldes an.

Die Landeplätze können mit der Tastenkombination [LSTRG + ^] durchgeschaltet werden. Die Luftplatz ID wird rechts unterhalb der Variometeranzeige angezeigt. Der Fluglotse wird Ihnen weitere Anweisungen zur Landung durchgeben.

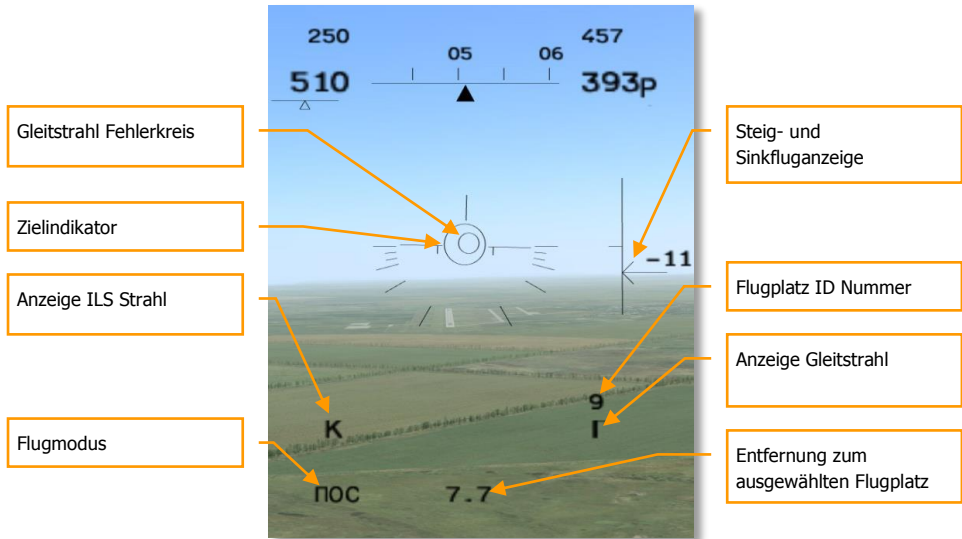


Abbildung 3-57: Landung Submodus

- Im ПOC (LANDUNG) Submodus wird ein Gleitstrahl Fehlerkreis auf dem HUD angezeigt. Das Flugzeug befindet sich genau auf dem Landestrahle wenn sich der kleine Kreis genau im größeren Kreis in der Mitte des HUD befindet.
- Der größere Kreis zeigt dem Piloten die Position des Gleitstrahls des ILS Landesystems des Flugplatzes an.
- "K" und "T" zeigen an, dass Landekursender und Gleitwegsender vorhanden sind.

Phi0 (Fi0) - Vertikaler Luftkampfzielmodus

Fi0 (Phi-Zero) ist der Hauptkampfmodus der Su-25T für die Verwendung von IR-Luft-Luft-Raketen im Luftkampf. Das Zielprinzip ist sehr simpel - nachdem Sie die Modi mit den Tasten [4] oder [6] aktiviert haben, werden die verfügbaren Luft-Luft Raketen R-60 oder R-73 aktiviert und das HUD wechselt auf die unten angezeigte Anzeige.

Der Suchkopf der Rakete entdeckt Ziele in einem Sichtwinkel von zwei Grad, ausgehend von der Längsachse der Rakete. Die Mitte des Sichtfeldes der Rakete wird durch das Zielkreuz in der Mitte des HUD dargestellt. Der Pilot muss das Flugzeug so manövrieren, dass sich das Zielkreuz über der Feindmaschine befindet. Die Feuerfreigabe erfolgt sobald die Rakete das Ziel aufgeschaltet hat, egal ob es in Reichweite ist oder nicht. Da der Suchkopf die Entfernung zum Ziel nicht berechnen kann, müssen Sie sich vergewissern, dass die Rakete das Ziel erreichen kann. Dies ist vor allem essentiell bei Zielen die von Ihnen wegfiegen. Ziele mit einer Fluggeschwindigkeit von 700 km/h sollten mit der R-60 zwischen 1500 und 2000 Meter Entfernung und mit der R-73 zwischen 3000 und 4000 Metern bekämpft werden.

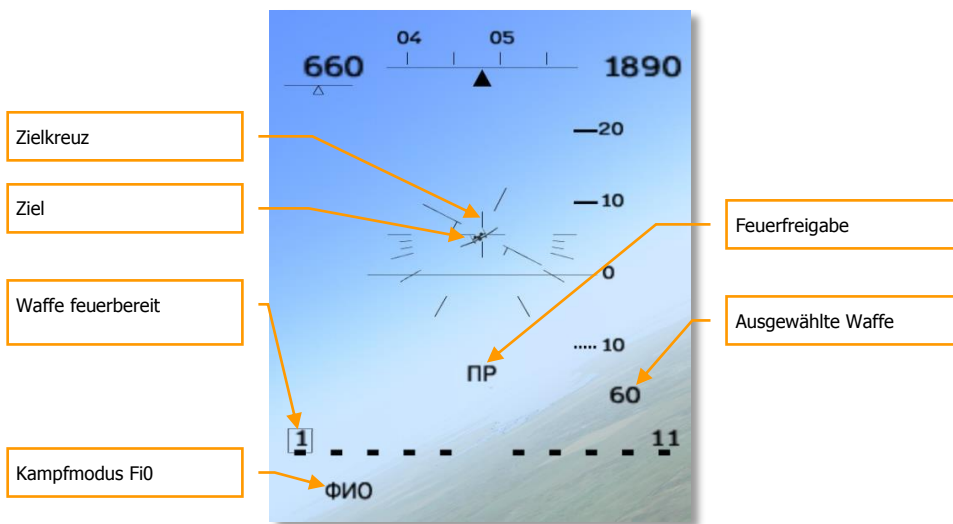


Abbildung 3-58: Φ_0 (Fi0) - Vertikaler Luftkampfzielmodus

- " Φ_0 ", in der unteren linken Ecke, zeigt den vertikalen Luftkampfzielmodus an.
- Der Pilot manövriert das Flugzeug so, dass sich das Ziel im Zielkreuz befindet.
- "ПР" zeigt an, dass die Infrarotrakete das Ziel erfasst und aufgeschaltet hat.
- Die ausgewählte Waffe wird unten rechts angezeigt: Z.B. "60" für die R-60 (AA-8 "Aphid") Raketen und "73" für R-73 (AA-11 "Archer") Raketen.
- Waffenverfügbarkeit und Einsatzbereitschaft werden im unteren HUD Bereich angezeigt. R-60 Raketen auf den Waffenstationen 1 und 11, mit einem blinkenden Viereck um die Station 1. Dies bedeutet dass die Waffe aufgeschaltet hat und feuerbereit ist.

"Luft-Boden" Waffenmodus

Die Su-25T kann eine große Anzahl an verschiedenen Luft-Boden Waffen einsetzen. In ihrem Arsenal befinden sich freifallende Bomben, Streubomben, gelenkte Bomben, Submunitionverteiler, ungelenkte Raketen und Lenkflugkörper. Es ist eines von wenigen russischen Flugzeugen, das moderne Waffen

wie die "Vikhr" (lasergelenkte Panzerabwehrrakete), Kh-25ML und Kh-29T (Laser- und TV-Lenkflugkörper), KAB-500 (TV-gelenkte Bombe) und Kh-25 MPU oder Kh-58 (Anti-Radar-Lenkflugkörper) einsetzen kann.

Freifallende Bomben

Der Kategorie der ballistischen, "frei fallenden" Waffen gehören alle "Eisen" Bomben zu, wie z.B. die FAB-500, FAB-100, BetAB-500 und ODAB-500, RBK Streubomben, der KMGU Streubehälter, die ZAB-500 Brandbombe.

Um Bodenziele bekämpfen zu können, müssen Sie mit der Taste [7] den "ОПТ-ЗЕМЛЯ" (BODEN) Modus aktivieren und freifallende Bomben, Streubomben oder Behälter mit [D] auswählen. Es erscheint daraufhin das Bombenschema auf dem HUD. Dies beinhaltet den "ОПТ-ЗЕМЛЯ" Modusindikator in der unteren linken Ecke. Die gewählte Waffe wird unten rechts auf dem HUD angezeigt, wobei alle freifallende Munition als "АБ" angezeigt wird. Der Einsatz von freifallenden Bomben ist gleich wie bei allen anderen Flugzeugen: Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass sich der CCIP Einschlagspunkt über dem Ziel befindet. Sobald die Abwurfkriterien erreicht werden (Abwurf freigegeben auf dem HUD), drücken Sie den Abwurfknopf.

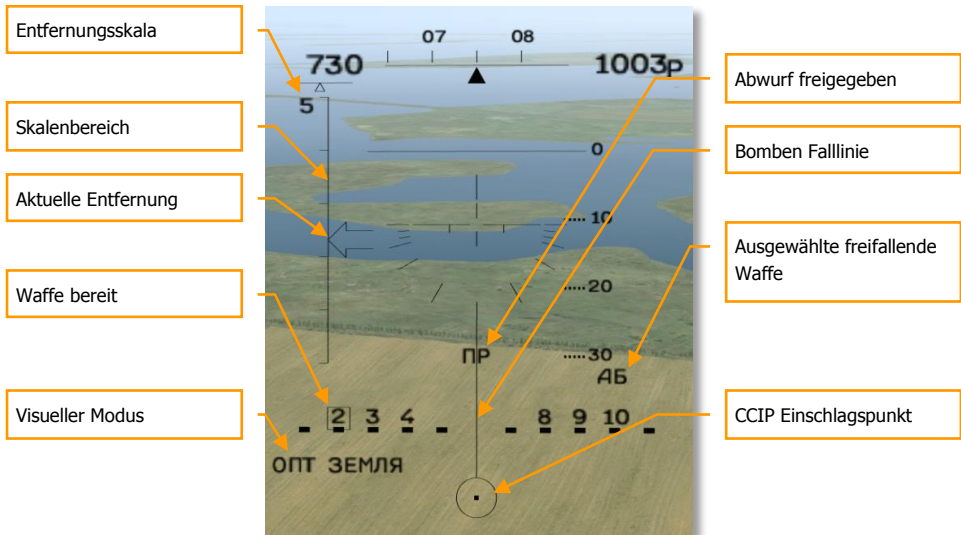


Abbildung 3-59: Modus für freifallende Bomben (CCIP)

- Der kontinuierlich berechnete Einschlagspunkt (engl. CCIP) zeigt den Einschlagspunkt der Bombe an.
- Die Bombenfalllinie, die vom Einschlagspunkt aus angezeigt wird, zeigt die vertikale Erdachse vom Einschlagspunkt aus an.
- Freifallende Bomben werden durch ein "АБ" unterhalb der Anstellwinkelanzeige dargestellt.

- "Abwurf freigegeben" zeigt an, dass die Abwurfparameter der jeweiligen Bombe erreicht wurden und die Waffe sicher eingesetzt werden kann.
- **"ОПТ ЗЕМЛЯ" in der linken unteren Ecke zeigt den visuellen Bombenmodus an.**
- Waffenverfügbarkeit und Waffenstatus werden im unteren HUD Bereich angezeigt. Abbildung 3-59 zeigt Bomben auf den Waffenstationen 2, 3, 4, 8, 9 und 10 an. Das blinkende Viereck, um Waffenstation 2, zeigt an, dass diese Waffe selektiert und einsatzbereit ist.

Manche freifallende Bomben und manche Streubomben haben eine stark gekrümmte Flugbahn, so dass Ihr Einschlagpunkt fast nie auf dem HUD angezeigt werden kann, auch in einem steilen Sturzflug nicht. Der CCIP Einschlagpunkt wird so nicht angezeigt und das Ziel kann nicht effektiv bekämpft werden. In einem solchen Fall wird der CCRP Modus (kontinuierlich berechneter Abwurfpunkt) oder "unsichtbare Zone" anstatt des CCIP Modus eingesetzt.

Im CCRP Modus wird der Einschlagpunkt an der untersten Stelle des HUD angezeigt. Der Pilot manövriert das Flugzeug so, dass sich der Einschlagpunkt über dem Ziel befindet, drückt den Abwurfknopf und hält diesen. Der Einschlagpunkt wechselt seine Form in ein Diamantsymbol mit dem das Ziel markiert wird. Eine Richtungsanzeige erscheint auf dem HUD, um den Piloten die Beibehaltung der Flugrichtung zu erleichtern. Die stilisierte Heckflosse des Flugzeugsymbols auf dem HUD sollte genau mit der Mitte der Richtungsanzeige ausgerichtet werden. Halten Sie den Abwurfknopf so lange gedrückt bis das System die Zuladung automatisch abwirft.

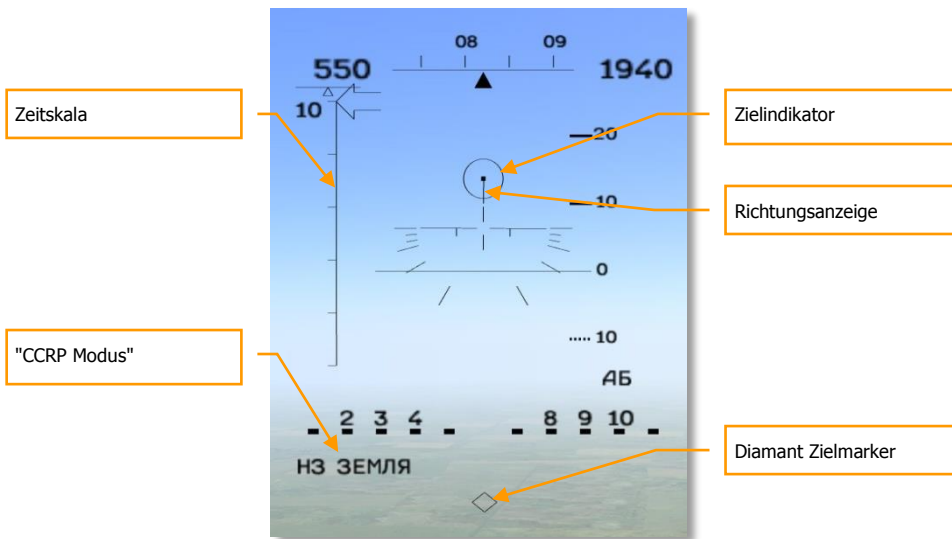


Abbildung 3-60: CCRP Bombenabwurfmodus ("H3")

Die Zeitskala auf der linken HUD Seite zeigt an, in wie vielen Sekunden der automatische Abwurf erfolgen wird. Der Pfeil, der den Abwurfmoment visualisiert, wird erst bei 10 Sekunden anfangen nach unten zu "wandern". Um das Ziel erfolgreich zu bekämpfen, muss der Flugpfad strikt eingehalten werden, die "Heckflosse" des Flugzeugsymbols muss in der Mitte der Richtungsanzeige

gehalten werden. Sobald die Zeit links abgelaufen ist werden die Bomben abgeworfen und der Abwurfknopf kann losgelassen werden.

Ungelenkte Raketen und Bordgeschütz

Als un gelenkte Raketen werden normalerweise Raketen bezeichnet, die keinen Suchkopf besitzen und nach Abschuss nicht mehr gelenkt werden können. Hierzu gehören S-5 Raketen die in UB-32 Abschussbehältern mitgeführt werden, S-8 Raketen in B-8 Behältern, S-13 in UB-13 Behältern und die schweren Raketen S-24 und S-25. Die Su-25T ist mit einer GSh-20 30 mm doppelläufigen Maschinenkanone mit 200 Schuss Munition ausgestattet.

Um Raketen einsetzen zu können, muss der "ЗЕМЛЯ" (BODEN) Modus mit [7] aktiviert werden und die gewünschten Raketen mit [D] ausgewählt werden.

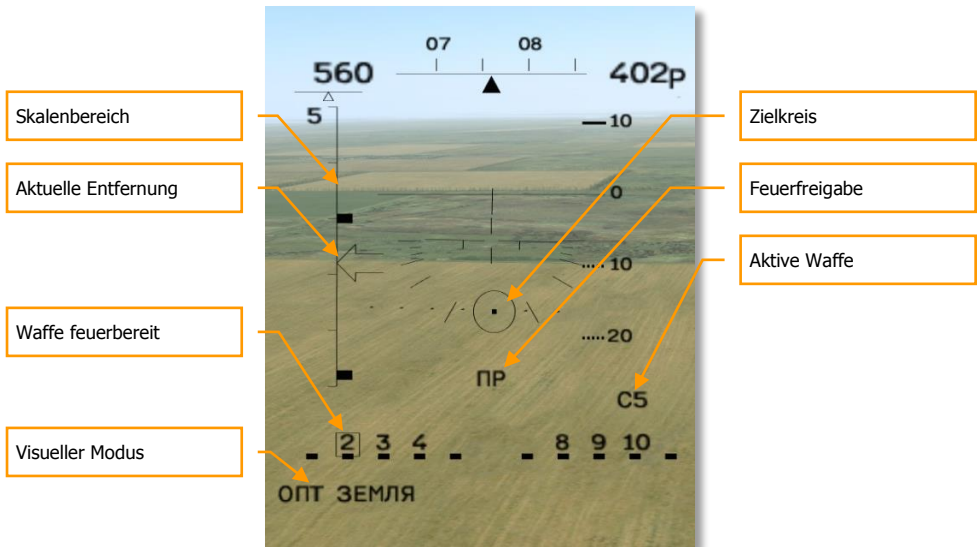


Abbildung 3-61. Einsatz un gelenkte Raketen

- Der Zielkreis unterhalb des Flugzeugsymbols zeigt den Einschlagpunkt der Raketen an.
- Der ausgewählte Rakentyp wird in der rechten unteren Ecke angezeigt. Die angezeigte "C5" deutet darauf hin, dass die S-5 Raketen ausgewählt wurden.
- Verfügbare Waffen dieses Typs werden im unteren HUD Bereich angezeigt.
- **ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUELL BODEN) Modus wird unten links im Display angezeigt.**

Um Raketen einzusetzen, müssen Sie das Flugzeug in einem leichten Sinkflug auf das Ziel ausrichten und den Zielkreis über das Ziel bringen. Die Einsatzreichweite ist erreicht, wenn sich der Pfeil auf der linken Seite innerhalb der angezeigten Reichweite befindet und die Abschussfreigabe im HUD angezeigt wird.

Der Einsatz des Bordgeschützes funktioniert prinzipiell gleich. Aktivieren Sie den ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUELL BODEN) Modus durch das Drücken der Taste [7] und aktivieren Sie das Geschütz dann mit der Taste [C].

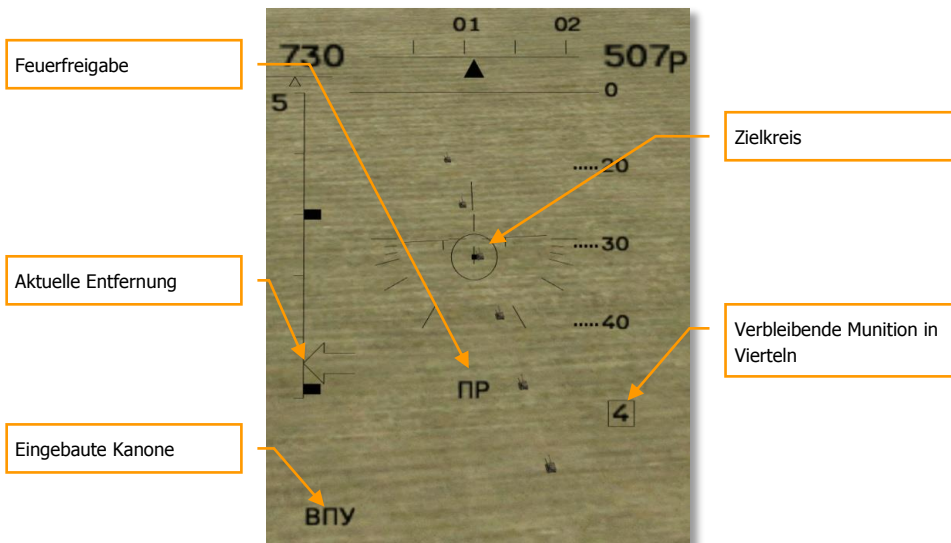


Abbildung 3-62: ВПУ (Internes Geschütz) Modus

- Der Zielkreis zeigt den Einschlagpunkt der Geschosse an.
- Die verbleibende Munition wird in Vierteln, rechts unten auf dem HUD, angezeigt. Beim vollen Magazin wird eine "4" angezeigt, verbleibt nur noch ein Viertel, so wird eine "1" angezeigt.
- **"ВПУ" Internes-Geschütz-Modus wird in der linken unteren Ecke angezeigt.**

Um das Geschütz erfolgreich einzusetzen, sollten Sie im leichten Sinkflug angreifen. Die effektive Reichweite ist erreicht, wenn sich der Pfeil auf der linken Seite innerhalb der angezeigten Reichweite befindet und die Feuerfreigabe im HUD angezeigt wird.

Präzisionsangriff

Präzisionswaffen, die die Su-25T mitführen kann, sind die lasergelenkte Panzerabwehrenkwaffe "Vikhr", die Kh-25ML und Kh-29L, der TV-gelenkte Lenkflugkörper Kh29T und die TV-gelenkte Bombe KAB-500KR. TV-gelenkte Bomben und Raketen gelten als "Feuern und Vergessen" Waffen, da Sie nach dem Abschuss keine weiteren Lenksignale von der Trägerplattform benötigen. Damit lasergelenkte Waffen erfolgreich ins Ziel gelenkt werden können, muss während der gesamten Flugphase der Waffe das Ziel angelasert werden. Die Verwendung von lasergelenkten Waffen wird durch das I-251 "Shkval", während des Tages, und den "Mercury" Zielbehälter, während der Nacht, ermöglicht. Das Bild der beiden Zielsysteme wird auf dem IT-23M TV, in der rechten oberen Cockpитеcke der Su-25T, dargestellt.

Präzisionswaffen werden eingesetzt indem Sie den "ЗЕМЛЯ" (BODEN) Modus [7] aktivieren und entweder das "Shkval" [O] oder das "Mercury" System [RSTRG + O] einschalten. Das HUD zeigt dann das folgende Bild an:



Abbildung 3-63: "Shkval" oder "Mercury" Zielsystem HUD Display

- Der kleine Kreis zeigt die Sichtlinie des Zielsystemsensors an. Auf dem TV Bildschirm wird das Bild des Zielsystemsensors angezeigt. Er kann mit den Tasten [,], [.] , [-] und [Ö] bewegt werden.
- **Auf der linken Seite des HUD wird TB (TV) angezeigt, dies bedeutet dass das "Shkval" Zielsystem aktiv ist. Bei Aktivierung des "Mercury" Systems steht an dieser Stelle (HTB).**
- Die ausgewählte Waffe wird unterhalb der Anstellwinkelanzeige angezeigt. In der unteren Abbildung ist die 9A4172 "Vikhr" Antipanzerrakete aktiviert. Die Kh-25ML (AS10 "Karen") wird als 25MЛ angezeigt, die Kh-29L (AS-14 "Kedge") als 29Л, die Kh-29T (AS-14 "Kedge") als 29Т und die KAB-500KR als 500Kp.
- Waffenverfügbarkeit und Bereitschaftsstatus werden im unteren HUD Bereich angezeigt.
- **ЗЕМЛЯ (GRUND) wird in der unteren linken Ecke angezeigt.**

Nachdem das Zielerfassungssystem aktiviert wurde, wird die Zielerfassung durch das Bewegen des Zieloptiksensors mit den Tasten [,], [.] , [-] und [Ö] erreicht. Das Bild wird auf dem TV im Cockpit angezeigt. Der Lasercursor auf dem HUD folgt dem Zieloptiksensord.



Abbildung 3-64: Angriff mit Anti-Panzer-Rakete

Nachdem das Zielsystem aktiviert wurde zeigt der TV Monitor das, von der in der Nasenspitze eingebauten Kamera, gesendete Bild. Zusätzlich werden einige Informationen eingeblendet:

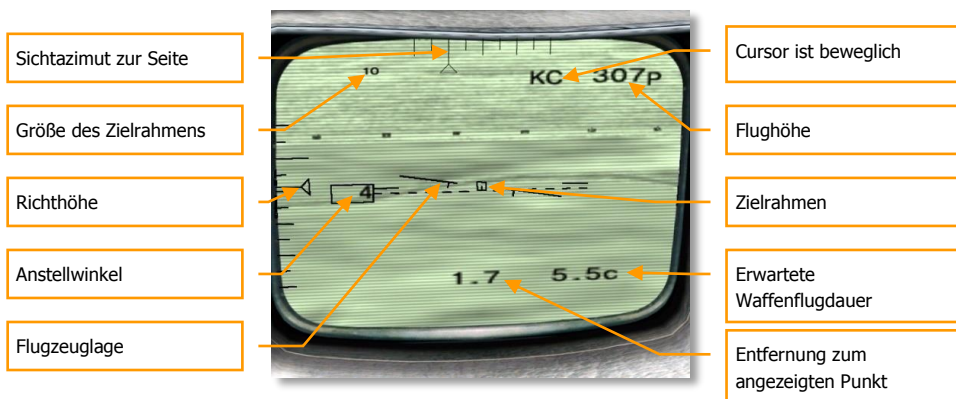


Abbildung 3-65: IT-23M TV Monitor während einer Zielaufschaltung mit dem "Shkval" System

- Der Zielrahmen, dessen Größe von der erwarteten Zielgröße abhängt, wird in der Monitormitte angezeigt.
- Die aktuelle Zielrahmengröße wird in der linken oberen Ecke angezeigt. In der oberen Abbildung ist die erwartete Zielgröße 10 Meter. Gepanzerte Fahrzeuge sind ca. 10 Meter groß, Flugzeuge zwischen 10 und 60 Meter, Schiffe und Gebäude über 60 Meter. Das Ziel wird automatisch aufgeschaltet, sobald sich der Cursor bis auf 5 Meter dem Ziel nähert, außer bei Zielen die größer sind als 60 Meter. Diese können bis zu einer Entfernung von 60

Metern automatisch aufgeschaltet werden. Die Zielrahmengröße kann mit den Tasten [RSTRG + +] und [RSTRG + -] eingestellt werden.

- Auf dem Monitor wird ganz oben die Azimut- und ganz links die Richthöhenskala angezeigt. Der Sichtbereich wird jeweils mit dreieckigen Indikatoren angezeigt. Die obere Skala zeigt einen Bereich von -40 Grad nach links und +40 Grad nach rechts an. Die linke Skala zeigt einen Bereich von +20 Grad nach oben und -90 Grad nach unten an.
- Der Anstellwinkel des Flugzeuges wird auf der linken Bildschirmseite angezeigt.
- In der Bildschirmmitte befindet sich, ähnlich wie auf dem HUD, ein Flugzeugsymbol, welches die aktuelle Flugzeuglage anzeigt. Es zeigt dem Piloten den Querneigungswinkel an, während er nicht nach vorne aus dem Cockpit, sondern auf den TV Monitor schaut.
- Die Flughöhe über Grund (AGL) wird durch den Radarhöhenmesser ermittelt und in der rechten oberen Ecke angezeigt.
- **"KC", neben der Flughöhe, zeigt an, dass die Sensorsteuerung manuell erfolgt und kein Ziel aufgeschaltet wurde.**
- Die erwartete Flugzeit der Waffe bis zum Ziel wird in Sekunden in der rechten unteren Ecke angezeigt. Nach dem Abfeuern eines Lenkflugkörpers wird hier die Zeit bis zum Einschlag angezeigt.
- Die Zielentfernung wird durch den Laserentfernungsmesser ermittelt und in Kilometern angezeigt. Die Anzeige befindet sich unten mittig.

Nachdem Sie ein Ziel entdeckt haben, bewegen Sie den Zielrahmen über das Ziel, das System wird nun automatisch versuchen das Ziel aufzuschalten. Die Kamera besitzt zwei Zoomstufen, 8-fach und 23-fach. Die Zoomstufen können mit den Tasten [+] und [-] umgeschaltet werden.

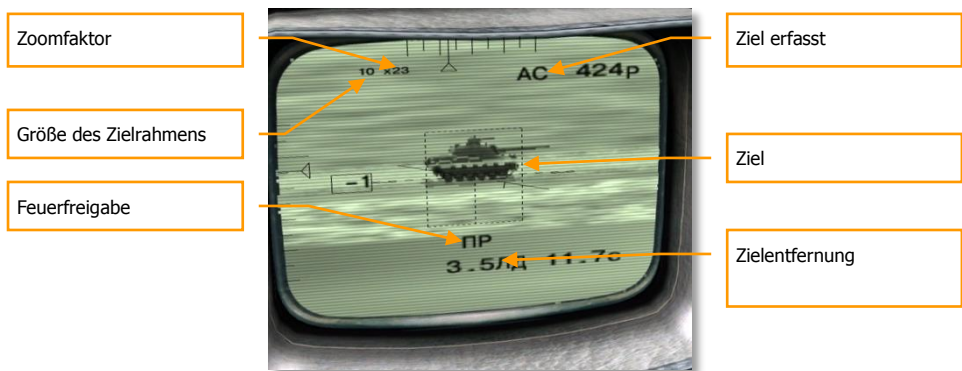


Abbildung 3-66: Das IT-23M TV Display - Ziel mit "Shkval" Zielsystem erfasst

Nachdem das Angriffsziel identifiziert wurde, wählen Sie die richtige Bewaffnung aus und achten auf die maximale Feuerentfernung auf dem HUD. Nachdem das Ziel in Reichweite gelangt ist, drücken Sie bei TV Waffen den Auslöseknopf. Bei lasergelenkten Waffen muss zuerst die Laserbeleuchtung durch das drücken von [RSHIFT + O] aktiviert werden. Dies gilt für folgende Waffen: Kh-25ML, Kh-29L und die "Vikhr" Raketen.

- Oben links wird der aktuelle Zoomfaktor angezeigt.
- "AC" oben im TV Display zeigt an, dass das Ziel aufgeschaltet wurde. Das Zielsystem verfolgt das Ziel automatisch in einem Schwenkbereich von ± 35 Grad horizontal, sowie $+15$ Grad nach oben und -85 Grad nach unten. Die Sichtlinienabweichung von der Flugzeuglängsachse wird in den Skalen oben und links dargestellt.
- Mit einem aktivierten Laserentfernungsmesser, angezeigt durch das Symbol ЛД (LASER), wird die Zielentfernung im unteren Bildschirmbereich angezeigt.
- "Feuerfreigabe" wird im unteren Bereich, über der Zielentfernung angezeigt.

Nachdem das Ziel getroffen wurde, muss der Laser zu Kühlzwecken deaktiviert werden. Im Zielerfassungsmodus generiert der Laser einen sehr starken Lichtbündel und kann nur für eine kurze Zeit in diesem Modus arbeiten. Die erforderliche Kühlzeit entspricht ungefähr der Einsatzzeit. Der Laser wird sich automatisch abschalten wenn er seine maximale Betriebsdauer erreicht hat. Der Laser sollte pro Einsatz für nicht länger als 20 Minuten eingeschaltet sein, da er sonst beschädigt werden kann. Das ЛД (LASER) Symbol wird blinken solange sich der Laser in der Kühlphase befindet.

"Vikhr" Raketen können in kurzen Abständen paarweise abgeschossen werden, wodurch die Trefferwahrscheinlichkeit erhöht wird. Die überschallschnellen "Vikhr" Raketen können auch mehrere Ziele in einem einzigen Angriff attackieren.

"Vikhr" Raketen können auch gegen nicht manövrierende Luftfahrzeuge, wie zum Beispiel Hubschrauber oder Flugzeuge, während deren Start oder deren Landung, eingesetzt werden. Die Zielerfassungsprozedur entspricht der für Bodenziele, wobei die Trefferwahrscheinlichkeit massiv abnimmt.

Unterdrückung feindlicher Luftabwehr (SEAD Modus)

Die Su-25T kann Kh-25MPU und Kh-58 Antiradarlenflugkörper gegen eine Reihe von Radarsysteme einsetzen. Da Radare in einem großen Frequenzband arbeiten, können nicht alle Radarsysteme angegriffen werden. Zum Beispiel können die meisten Antiradarraketen nicht gegen Radarsysteme kurzer Reichweite eingesetzt werden. Für mehr Informationen zum Einsatzspektrum von Antiradarwaffen lesen Sie bitte das Kapitel 6 "Russische Luft-Boden Waffen".

Um Antiradarraketen einsetzen zu können muss der L-081 "Fantasmagoria" Antiradarzielbehälter auf der Waffenstation 6 (unter dem Rumpf) mitgeführt werden.

Antiradarraketen werden im ЗЕМЛЯ (GROUND) Modus [7] eingesetzt. Schalten Sie zusätzlich den Antiradarzielbehälter mit der Taste [I] ein. Fliegen Sie unter Verwendung des SPO-15 Radarwarnempfängers auf das feindliche Radar zu. Befindet sich das Ziel innerhalb der ± 30 Grad Scanzone, so erscheint ein Diamant auf dem HUD. Kann die aktuell ausgewählte Waffe das Ziel bekämpfen, so wird ein Viereck auf dem HUD angezeigt. Das HUD zeigt das folgende Bild an:

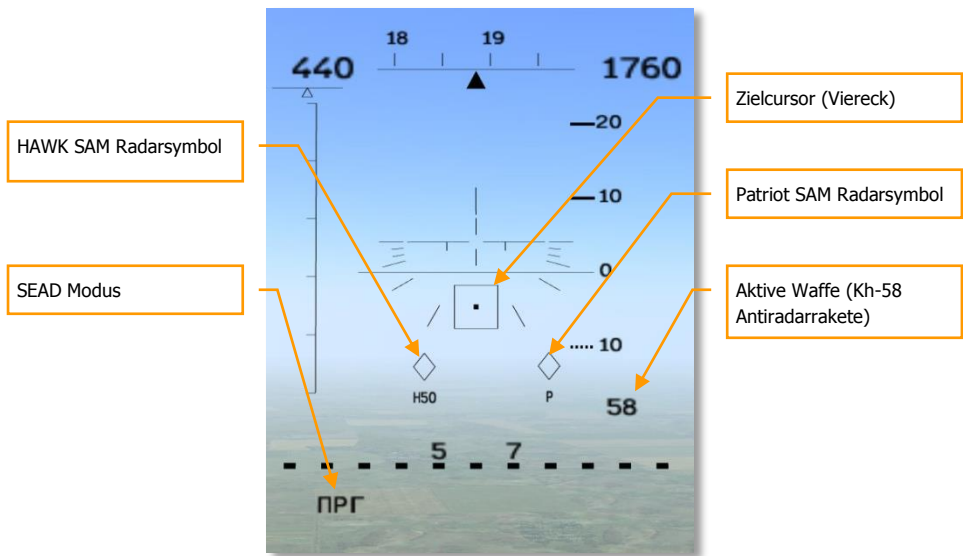


Abbildung 3-67: Unterdrückung feindlicher Luftabwehr HUD Modus

- Bringen Sie unter Verwendung der [,], [.), [-], [Ö] Tasten das Viereck über das Radarsymbol.
- Die ausgewählte Waffe (58 bedeutet Kh-58) wird unterhalb der Anstellwinkelanzeige dargestellt.
- SEAD Modus (ПРГ für "Antiradarsucher") erscheint in der linken unteren HUD Ecke.
- Ziele werden als Diamantsymbole auf dem HUD angezeigt. Ziele, welche ausgeschaltet und angegriffen werden können, werden mit einem Buchstaben gekennzeichnet – „P“ für "Patriot", „H50“ für "HAWK" Luftabwehrradar etc.

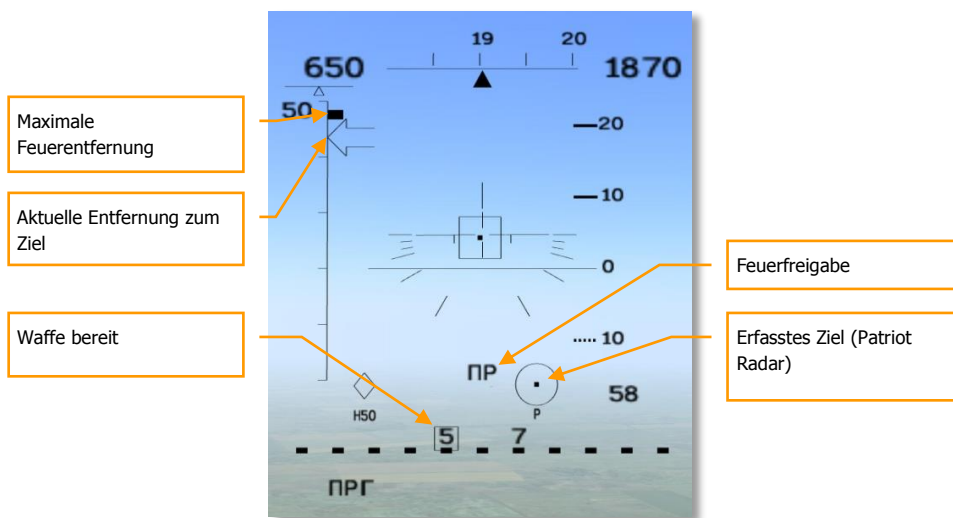


Abbildung 3-68: SEAD HUD mit aufgeschaltetem feindlichen Radar

Suchen Sie ein Ziel aus, sobald die feindlichen Radarsystem im HUD angezeigt werden. Bewegen Sie den Zielcursor auf das entsprechende Ziel und drücken die [ENTER] Taste, um das Ziel aufzuschalten. Das Zieldiamantsymbol wechselt zu einem Kreissymbol. Auf der linken Seite wird die Entfernung zum Ziel angezeigt, sowie die maximale Bekämpfungsentfernung.

- Die maximale Bekämpfungsreichweite wird als dicker Strich auf der Skala angezeigt.
- Ein Pfeil symbolisiert die aktuelle Entfernung und bewegt sich in Richtung der Feuerreichweite.
- Wurde ein Ziel aufgeschaltet, so wechselt das Visier von einem Viereck zu einem Kreissymbol.
- Werden alle Abschussparameter erreicht, so erscheint die "Feuerfreigabe" im HUD.
- Ein blinkendes Viereck um Waffenstation 5 zeigt an, dass das Waffensystem bereit ist.

Die Waffe kann nun mit dem Auslöseknopf am Steuerknüppel abgefeuert werden.

Starrvisier

Sollte das Hauptzielsystem fehlerhaft oder nicht mehr einsatzbereit sein, so können Sie das Starrvisier als Backupsystem verwenden. Das Starrvisier hat zwei kalibrierte Striche entlang zweier Achsen. Diese Ansicht wurde unter bestimmten Flugparametern und mit bestimmten Waffen getestet und eingestellt. Die Mitte der Starrvisieranzeige entspricht der Längsachse des Flugzeugs.

Sie können das Starrvisier aus jedem Kampfmodus durch das drücken der Taste [8] aufrufen. Der aktuelle Modus wird beibehalten, nur das HUD Bild ändert sich. Sie können das Starrvisier durch das drücken der taste [8] wieder umschalten.

Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass sich das Ziel direkt im Fadenkreuz befindet. Ungelenkte Raketen, sowie die Bordkanone, werden aus einer Entfernung von 200 bis 400 Metern eingesetzt.

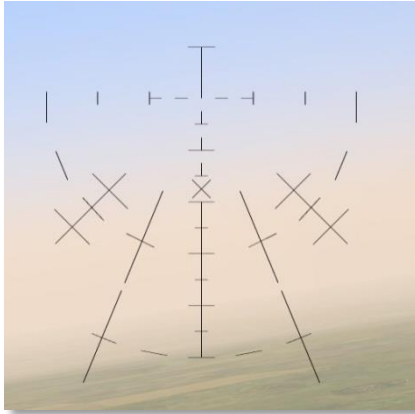


Abbildung 3-69: Starrvisier



4

COCKPIT INSTRUMENTE U.S. FLUGZEUGE

COCKPITINSTRUMENTE U.S. FLUGZEUGE

F-15C Cockpitinstrumente

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

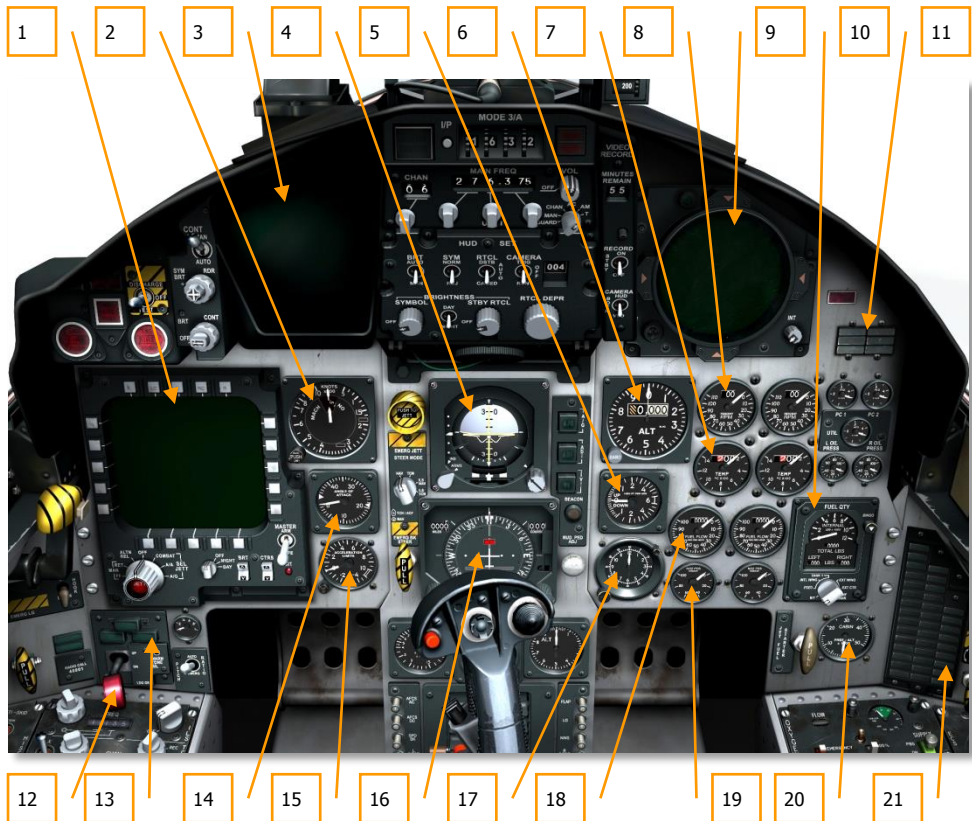


Abbildung 4-1: F-15C Instrumententafel

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 Anzeige
12. Fahrwerkskontrollhebel
13. Anzeige Stellung Fahrwerk
14. Anzeige Anstellwinkel
15. Beschleunigungsmesser
16. HSI
17. Uhr
18. Treibstoffflussanzeige
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, indem es Informationen zu den vom Radar entdeckten Flugobjekten anzeigt. Eine detaillierte Benutzung des Radarsystems wird im entsprechenden Abschnitt erklärt.

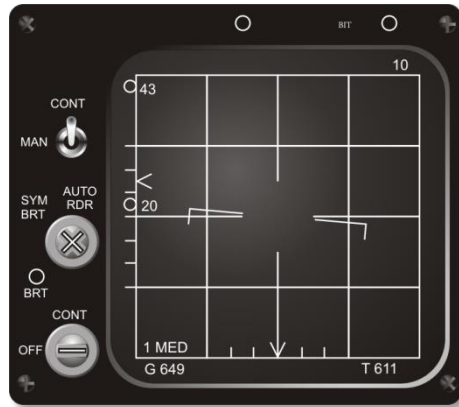


Abbildung 4-2: VSD

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 4-3: TEWS

Multifunktionsdisplay (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.

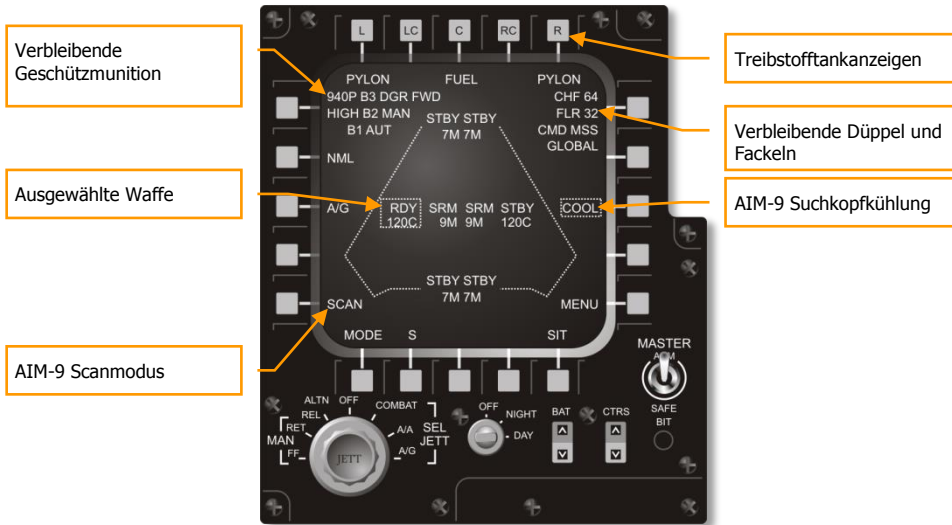


Abbildung 4-4: Waffenkontrolltafel

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, so leuchtet "FUEL" auf. Sollte auf der entsprechenden Aufhängepunkt 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 zum 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 Düppelbündeln und 32 Fackeln ausgestattet werden.

Die "COOL" Anzeige zeigt dem Piloten den Bereitschaftszustand der AIM-9 an. Wird der Hauptwaffenschalter auf ARM gestellt, so wird die COOL Anzeige in einem Viereck angezeigt. Sobald der Hauptwaffenschalter 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 Aufhängepunkte - 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 (Short Range Missiles) Waffen angezeigt; Varianten der AIM-7 und AIM-120 werden als MRM (Medium Range Missiles) angezeigt. Der Typ und Zustand der Raketen wird auf dem entsprechenden Aufhängepunkt angezeigt.

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

Wählen Sie einen SRM Waffentyp auswählen, so 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

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.

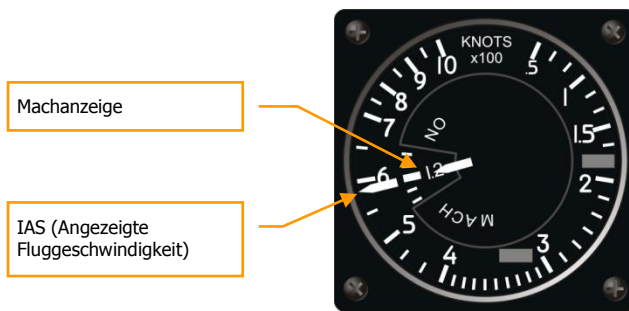


Abbildung 4-5: IAS und Machmeter

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 4-6: Anstellwinkelanzeige

Beschleunigungsmesser

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



Abbildung 4-7: Beschleunigungsmesser

Künstlicher Horizont

Der künstliche Horizont befindet sich im zentralen Bereich der Instrumententafel. Die frei gelagerte Kugel zeigt die Neig- 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 4-8: Künstlicher Horizont

Unterhalb des Künstlichen Horizontes befindet sich der Wendeanzeiger. Wenn dieser nicht zentriert ist, geben Sie etwas Ruder in Richtung des Nadelausschlages, um die Anzeige wieder in die Mitte zu bringen. Hierdurch können Sie den Kurvenflug koordinierter durchführen.

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 zu ILS Anzeige. Beachten Sie allerdings, dass die beiden Anzeigen sich 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 4-9: HSI Anzeige

Höhenmesser

Der Höhenmesser zeigt die barometrische Flughöhe in 20 Fuß Schritten an.



Abbildung 4-10: Höhenmesser

Zusätzlich zeigt eine Trommelanzeige die aktuelle Flughöhe in Fuß an.

Variometer

Der 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, so steigt das Flugzeug. Bewegt sich die Nadel gegen den Uhrzeigersinn, so befindet sich das Flugzeug im Sinkflug.



Abbildung 4-11: Variometer

Drehzahlmesser

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

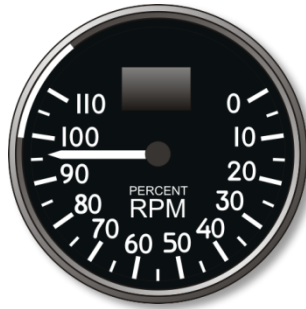


Abbildung 4-12: Drehzahlmesser

Triebwerkseinlasstemperaturanzeige (FTIT)

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



Abbildung 4-13: Triebwerklufteinlaßtemperatur

Treibstoffflussanzeige

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

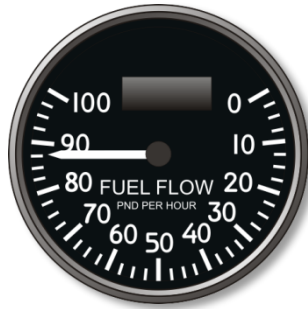


Abbildung 4-14: Treibstoffflussanzeige

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 4-15: Anzeige Öffnungsgrad Triebwerksauslassdüsen

Treibstoffanzeige

Die Treibstoffanzeigen zeigen die verbleibende Treibstoffmenge an. Der Zeiger zeigt die in den internen Treibstofftanks verbleibende Treibstoffmenge an. Die drei digitalen Anzeigen zeigen die totale sowie die im linken und rechten externen Treibstofftank verbleibende Menge an. Die Treibstoffmenge wird in Pfund gemessen.



Abbildung 4-16: Treibstoffanzeige

Kabinendruckanzeige

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



Abbildung 4-17: Kabinendruckanzeige

Düppel, Fackel Anzeige

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



Abbildung 4-18: Anzeige Düppel, Fackel

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 Betriebsmodus angezeigt werden.

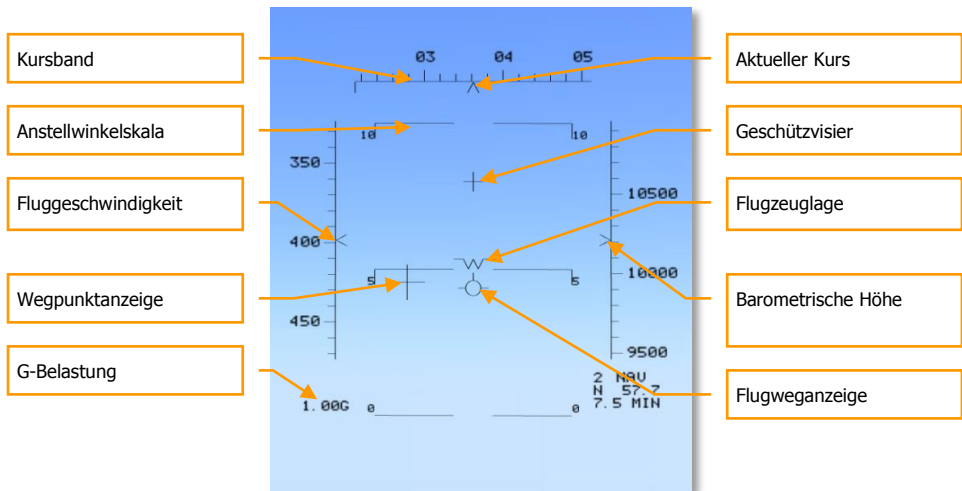


Abbildung 4-19: Grundlegende F-15C HUD Symbole

- Das wie ein "W" aussehende Symbol, im zentralen HUD Bereich, zeigt die Längsachsenposition des Flugzeuges an und wird auch als Flugzeuglage bezeichnet.
- 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 036.
- 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 Flugweglage zeigt die aktuelle Ausrichtung der Flugzeugnase an und kann sich durch Manöver im HUD "bewegen".
- 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.

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)

Folgende Informationen werden auf dem HUD angezeigt:

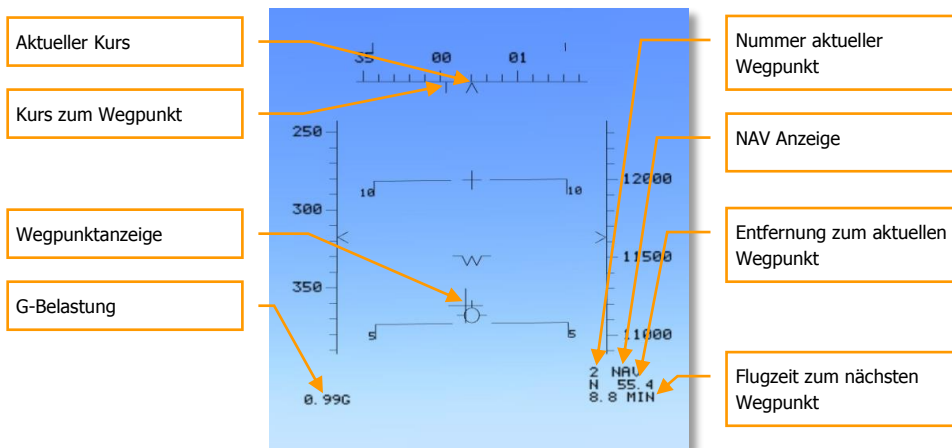


Abbildung 4-20: HUD Navigationsmodus

- Im unteren rechten HUD Bereich wird der aktuelle NAV Modus und die Nummer des ausgewählten Wegpunktes angezeigt (2 NAV).
- Darunter wird die Entfernung zum Wegpunkt in nautischen Meilen angezeigt (N 55.4).
- Die Flugzeit bis zum aktuellen Wegpunkt (bei Beibehaltung der aktuellen Geschwindigkeit) wird als letztes angezeigt (8.8 MIN).
- Die aktuelle G-Belastung wird im unteren linken HUD Bereich angezeigt.
- Die Wegpunktanzeige wird in Form eines Kreuzes auf dem HUD dargestellt. Die Peilung zum nächsten Wegpunkt wird hier in der vertikalen und horizontalen Achse angezeigt. Um einen akkuraten Anflug auf den nächsten Wegpunkt durchführen zu können, sollten Sie die Flugweganzeige und die Wegpunktanzeige übereinander bringen.
- Unterhalb des Kursbandes wird eine kleine Linie angezeigt. Dieses zeigt Ihnen den zum Erreichen des nächsten Wegpunktes benötigten Flugkurs. Liegt dieses Symbol direkt unterhalb des Dreiecksymbols, so fliegen Sie direkt auf den Wegpunkt zu.

Instrumentenlandesystem Navigation (ILSN)

Im ILSN Modus werden folgende, zusätzliche Daten angezeigt:

- Im unteren rechten HUD Bereich wird der ILSN Infoblock dargestellt, dieser informiert den Piloten über den aktuellen Navigationsmodus und die Wegpunktnummer (3 ILSN).
- Direkt unterhalb des Infoblocks wird der Fahrwerkstatus dargestellt. Ist das Fahrwerk ausgefahren, so zeigt die Anzeige "GSUP", ist das Fahrwerk ausgefahren, so wird "GDWN" angezeigt.
- Bei Flughöhen unterhalb von 1000 Fuß wird auf der rechten HUD Seite die Flughöhe gemäß des Radaraltimeters 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.
- Im zentralen HUD Bereich wird das ILS Kreuz dargestellt. Die horizontale Linie repräsentiert den Gleitpfad und die vertikale Linie die gewünschte Peilung (Localizer). Sie erreichen die Landebahn in einem optimalen Winkel, wenn Sie beide Linien zu einem Kreuz, in der Mitte des HUD, bringen können.

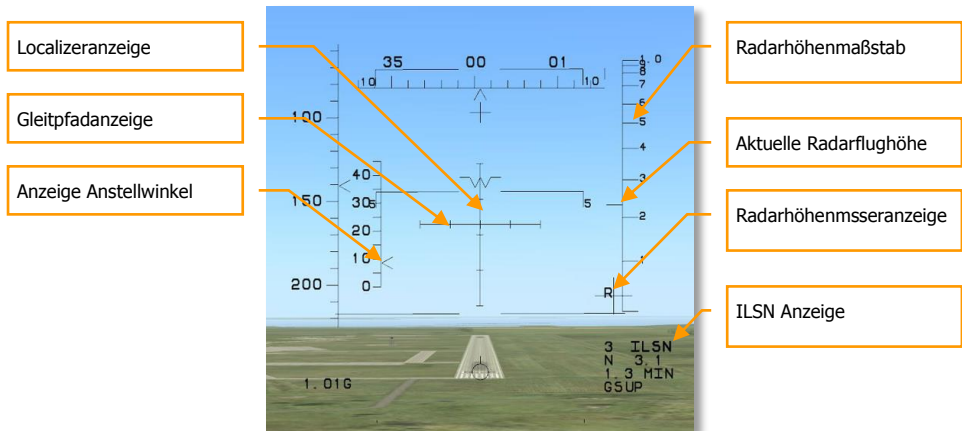


Abbildung 4-21: Instrumentenlandemodus

Geschützmodus

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

Geschützeinsatz ohne und mit 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.
- Links unten im HUD erscheint der Betriebsmodus (GUN). Direkt daneben die verbleibende Geschützmunition. GUN 940P bedeutet, dass noch 940 Schuss PGU-38 Munition verbleiben.
- Direkt darunter wird die Machzahl angezeigt.

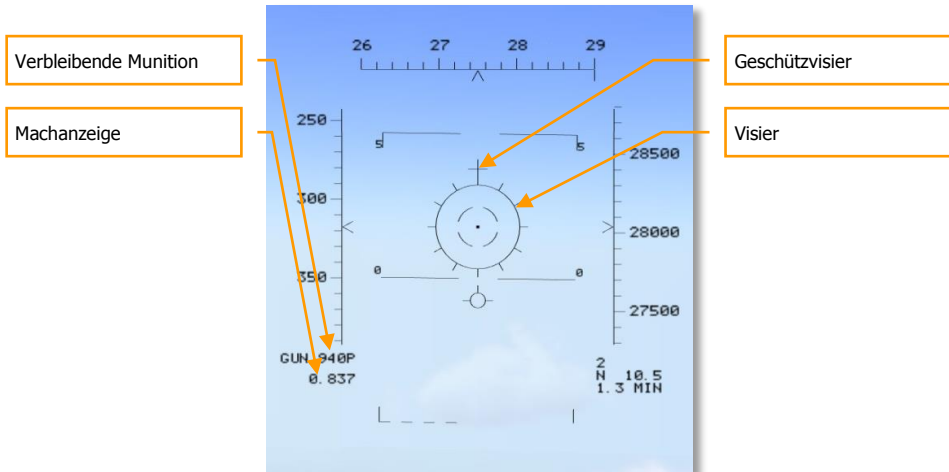


Abbildung 4-22: Geschützeinsatz ohne Radaraufschaltung

Gun Director Sight (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.
- Auf der rechten HUD Seite wird die Entfernung zum Ziel angezeigt. Das Band reicht von 0 bis 10 nautische Meilen.
- Das GDS Visier zeigt den Durchflugpunkt der Geschosse. Um das Ziel zu treffen, muss die Visiermitte über das Ziel gelegt werden.
- Die Markierungen am äußeren Visiering 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 Zielanflugwinkel wird unterhalb der Entfernung zum Ziel angezeigt. Zusätzlich symbolisiert der Buchstabe "T" (engl. Tail - dt. Heck) das Wegfliegen des Zielflugzeugs und "H" (engl. Head - dt. Kopf) das es auf einen zufliegt. Die Buchstaben "L" und "R" symbolisieren, dass sich das Zielflugzeug links oder rechts befindet. Im unteren linken HUD Bereich werden drei Informationen angezeigt: Die ausgewählte Waffe, die eigene G-Belastung, die eigene Machzahl und die Machzahl des Zieles.

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

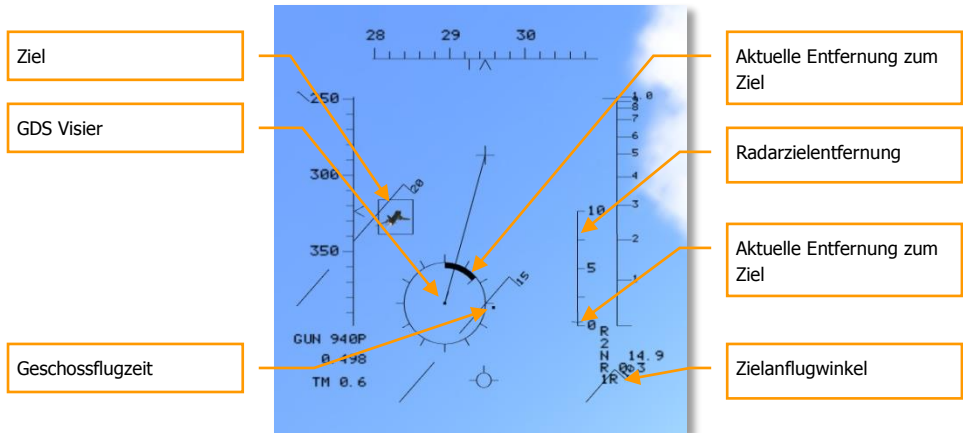


Abbildung 4-23: Geschütz GDS Modus

AIM-9M Sidewinder Luft-Luft Kurzstreckenrakete-Modi

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.

Arretierter Modus (kein Scan)

Drücken Sie die Taste [6], um den Suchkopf der AIM-9M Sidewinder zu arretieren. Drücken Sie nun [D], um die AIM-9M Rakete auszuwählen. Das HUD zeigt nun "9M" als Waffenauswahl an, ein Kreis wird im zentralen HUD Bereich dargestellt. Der Suchkopf ist entlang der Flugzeuglängsachse ausgerichtet. Befindet sich das Ziel im Kreis und ist gegenüber dem Hintergrund "heiß" genug, so wird der Suchkopf das Ziel aufschalten. Bleibt das Ziel außerhalb des Suchkopfes, so wird das Ziel nicht aufgeschaltet.

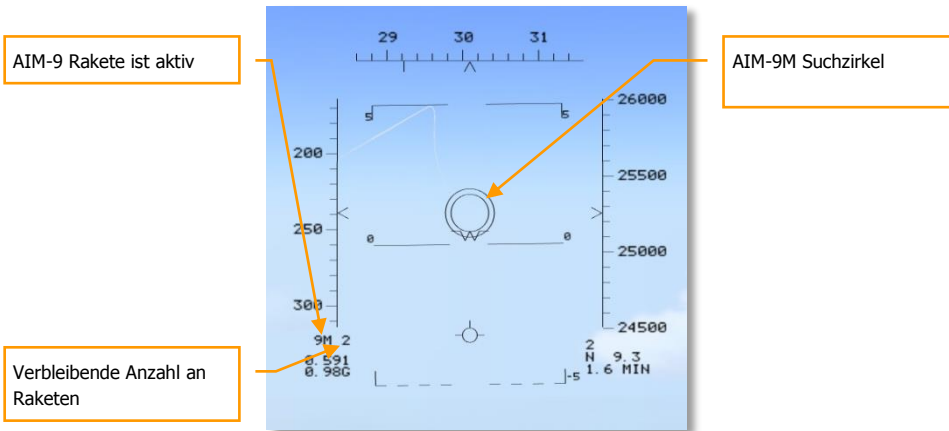


Abbildung 4-24: Arretierter AIM-9M Modus

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. Auf dem HUD erscheinen nun zwei Kreise. Der äußere Kreis stellt den kompletten Sichtbereich des Suchkopfes dar, der kleinere den tatsächlichen Scanbereich.

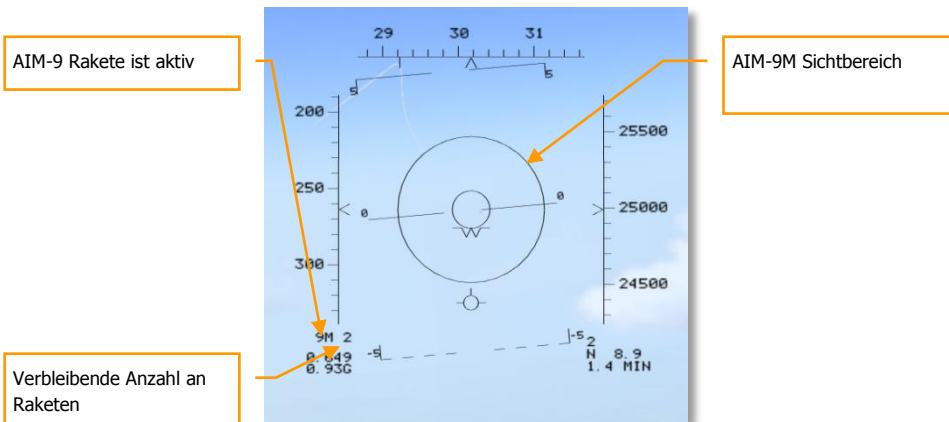


Abbildung 4-25: Scanmodus

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 Aufschallton.

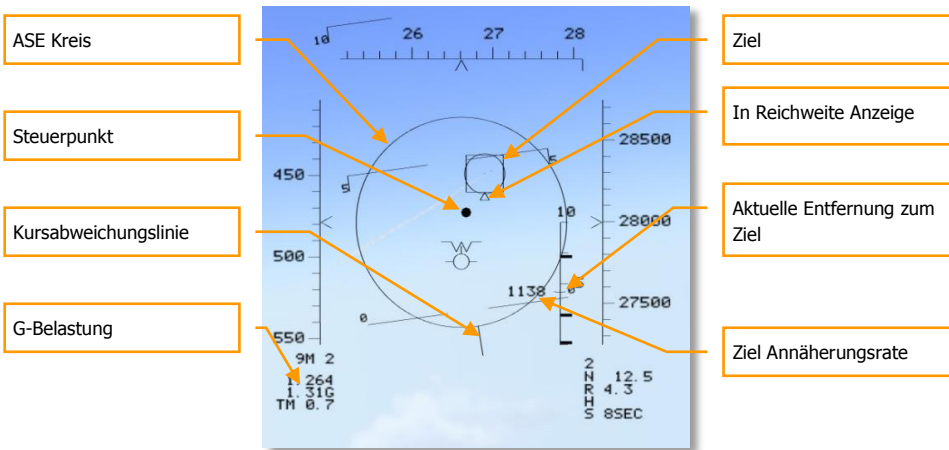
Das Aufschalten von Zielen mit dem Infrarotsuchkopf ist eine gute Strategie für Überraschungsangriffe. Die feindliche Radarwarnsysteme werden nicht ausgelöst, das Ziel wird Ihren Angriff, falls er von hinten stattfindet, vermutlich nicht entdecken und keine Gegenmaßnahmen einleiten.

Radarunterstützter Modus

Im Vertical Scan [3] oder Boresight [4] Air Combat Maneuvering (ACM) Modus werden bei einem Ziel, das mittels Kombination aus Infrarotsucher und Radar aufgeschaltet wurde, zusätzliche Informationen auf dem HUD angezeigt. Sollte die Distanz zum Gegner mehr als 12.000 Fuß betragen (also außerhalb der effektiven Reichweite der AIM-9M), werden folgende Symbole und Zahlen im HUD angezeigt:

- 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.

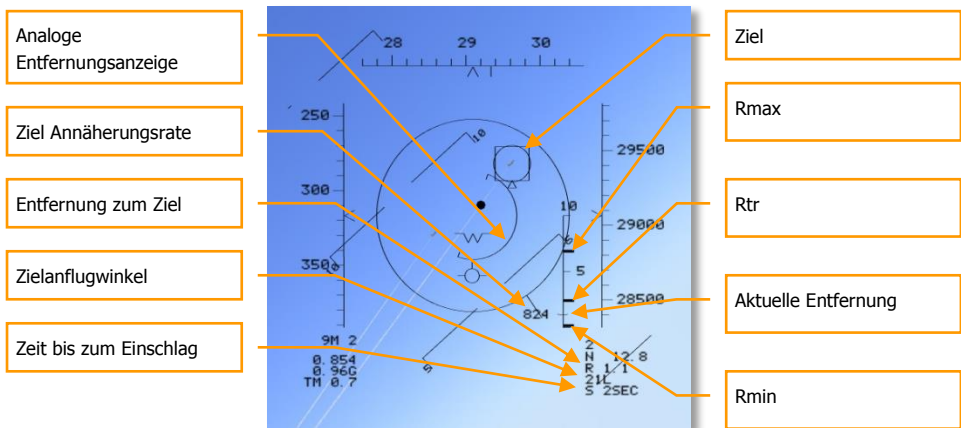
AUCH WENN DIE AIM-9 AUS ALLEN WINKELN ZUM ZIEL ABGEFEUERT WERDEN KANN, WIRD EMPFOHLEN, ZIELE IMMER VON HINTEN ANZUGREIFEN. DIES ERHÖHT DIE WAHRSCHEINLICHKEIT EINES TREFFERS ENORM.



4-26: STT-Modus. Radaraufschaltung für Ziele in mehr als 12,000 Fuß Entfernung.

- 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. Unter der Entfernung zum Ziel wird gleich der Winkel zum Ziel in Grad angezeigt. Auf der untersten Zeile wird die Zeit bis zum Einschlag (TTI) angezeigt.

Ist die Entfernung zum Ziel geringer als 2000 Fuß erscheinen folgende Informationen zusätzlich auf dem HUD:



4-27: STT-Modus. Radaraufschaltung für Ziele in weniger als 12,000 Fuß Entfernung.

- Die analoge Reichweitenanzeige erscheint innerhalb des ASE Kreis. Verringert sich die Distanz zum Ziel nimmt der Reichweitenbalken gegen den Uhrzeigersinn ab. Auf der Reichweitenanzeige ist ebenfalls eine Markierung zur Minimaldistanz zum Ziel angegeben. Befindet sich das Ziel innerhalb der minimalen Distanz beginnt ein großes "X" über dem ganzen HUD zu blinken.
- Unter der Zielauswahlbox wird ein blinkendes Dreieck angezeigt sobald ein Ziel aufgeschaltet wurde und es sich innerhalb gültiger Schussparameter befindet.
- Im unteren linken HUD Bereich werden drei Informationen angezeigt: Die ausgewählte Waffe, die eigene G-Belastung, die eigene Machzahl und die Machzahl des Zieles.

AIM-7M Sparrow Luft-Luft Mittelstreckenrakete-Modi

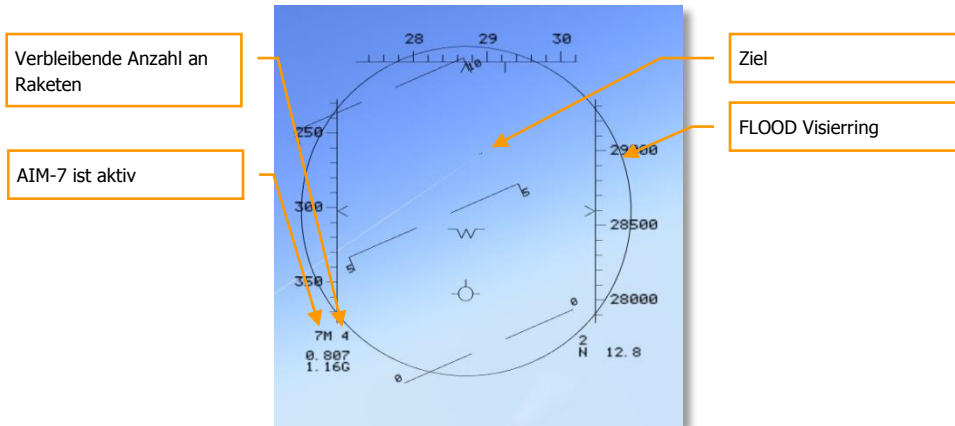
Die AIM-7M Rakete ist eine von zwei Mittelstrecken Luft zu Luft Raketen, die von der F-15C eingesetzt werden können. Der semiaktive Suchkopf (SARH) benötigt während dem gesamten Flug zum Ziel eine Radaraufschaltung im STT-Modus.

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 "FLOOD" Anzeige wird auf dem VSD, sowie am unteren Rand des HUD, angezeigt. Befinden sich mehrere Ziele im Erfassungsbereich des Radars, versucht die Rakete das Ziel mit dem größten Radarquerschnitt oder kürzesten Distanz

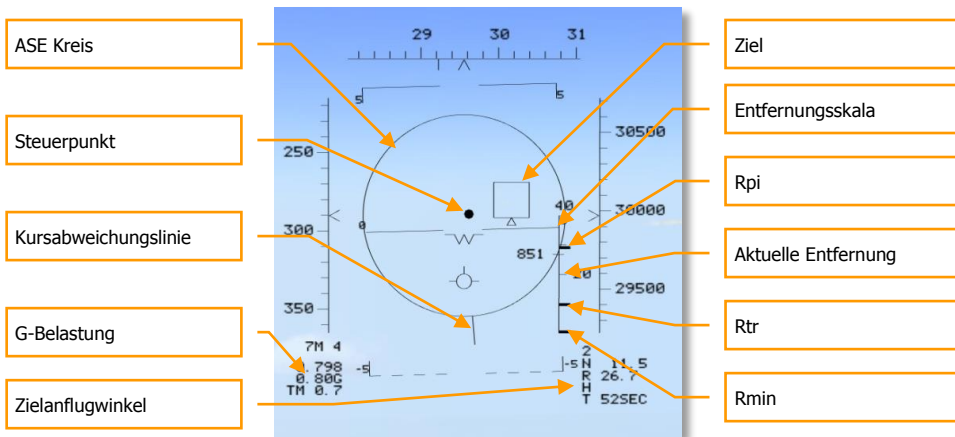
anzugreifen. Ist das Ziel zu weit entfernt oder verlässt es den Bereich des Zielkreises, wird die Rakete den Radarkontakt verlieren und in eine ballistische Flugbahn übergehen.



4-28: FLOOD Modus

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 (LRS) Modus [2] werden die Zielinformationen automatisch in den STT-Modus übergeben. Zusätzliche Informationen erscheinen dann auf dem HUD:



4-29: STT-Modus

- Die Zielauswahlbox zeigt die Position des Zieles 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 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. 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 aktuell gewählte Reichweite des Radars dar. Drei längliche Balken auf der Skala stellen die minimale Feuerentfernung (Rmin), 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. Das beinhaltet 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) das Wegfliegen des Zielflugzeugs und "H" (engl. Head - dt. Kopf) das es auf einen zufliegt. Die Buchstaben "L" und "R" symbolisieren, dass sich das Zielflugzeug links oder rechts befindet.
- Unter dem Zielmarkierer 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 Steering Dot sich im ASE Kreis befindet.
- Im unteren linken HUD Bereich werden drei Informationen angezeigt: Die ausgewählte Waffe, die eigene G-Belastung, die eigene Machzahl und die Machzahl des Zieles.

RAERO – Reichweite bei Optimaler Steuerung, inklusive Abfeuern im Steigflug. Dies ist die maximale Reichweite, welche die Rakete zurücklegen und das Ziel noch treffen kann. Es wird davon ausgegangen, dass das Ziel keine Ausweichmanöver fliegt und dabei eine konstante Geschwindigkeit hält. So wird die früheste Möglichkeit eines erfolgreichen Abschusses berechnet.

ROPT - Maximale Entfernung für einen wahrscheinlichen Treffer mit optimalem Kurs. Der Steuerpunkt muss sich auf dem Ziel befinden. Geht von einem nicht manövrierenden Ziel mit konstanter Geschwindigkeit aus.

RPI - Maximale Entfernung für einen wahrscheinlichen Treffer mit aktuellem Kurs. Geht von einem nicht manövrierenden Ziel mit konstanter Geschwindigkeit aus.

RMNVR – Maximale Reichweite gegen ein manövrierendes Ziel. Es wird davon ausgegangen, dass das Ziel gleich nach Raketenstart ein horizontales 4G Manöver weg von der Rakete durchführt.

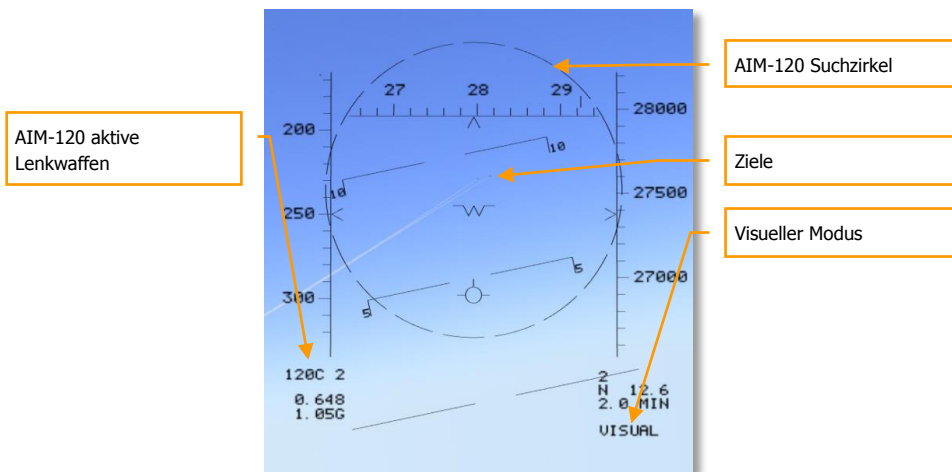
RTR - Range Turn and Run. Maximale Reichweite mit dem aktuellen Kurs gegen ein Ziel, welches ein Ausweichmanöver durchführt und in entgegengesetzter Richtung flieht. Steuert man auf einem Kurs, der Nahe am optimalen Steuerkurs liegt, nähert sich die RPI Anzeige der ROPT Anzeige. Ist der Steuerpunkt genau über dem optimalen Steuerkurs zentriert sind RPI und ROPT identisch.

AIM-120 AMRAAM Luft-zu-Luft Mittelstreckenrakete-Modi

Die AIM-120 Luft zu Luft Rakete ist die primäre Mittelstreckenrakete der F-15C. Im Gegensatz zu der 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 zum Ziel.

Visueller Modus

Dieser Angriffsmodus wird eingesetzt, um Gegner in visueller Entfernung anzugreifen und ein aufschalten per Radar nicht möglich ist. Ist eine AIM-120 als aktive Waffe gewählt, drücken Sie [6], um in den Visuellen-Modus zu wechseln. Der visuelle Modus erlaubt das Feuern von AIM-120 „Slammer“ Raketen, ohne dass das Ziel zuvor mit dem Radar des Flugzeuges aufgeschaltet wurde. Die Rakete benutzt dabei nur seinen eigenen Radarsuchkopf. Um ein Ziel im Visuellen-Modus erfolgreich zu bekämpfen, muss es sich, innerhalb von 10 nautischen Meilen und innerhalb des angezeigten Sichtbereiches des Suchkopfes, auf dem HUD befinden.



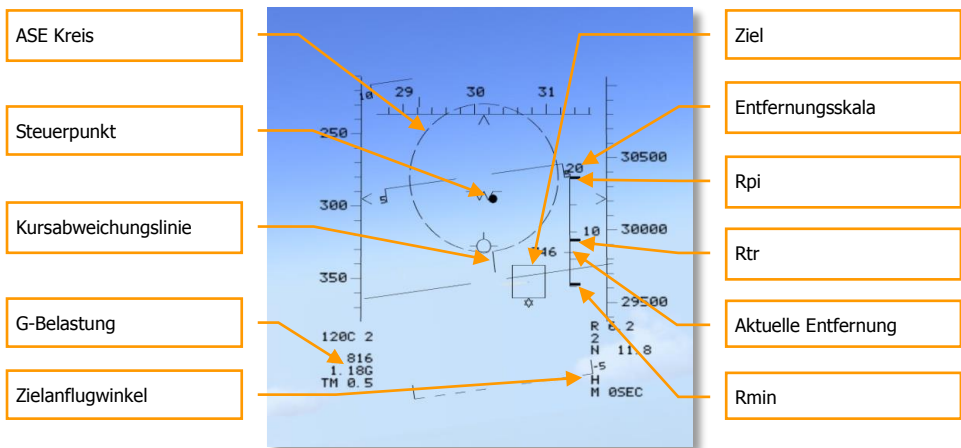
4-30: AIM-120 Lenk Waffen im Visuellen-Modus

Die Anzeige VISUAL erscheint auf der unteren rechten Seite des HUD. Eine Anzeige auf der unteren linken Seite des HUD zeigt an wie viele AIM-120 geladen sind. Darunter wird die aktuelle Mach Zahl und G-Belastung angezeigt.

Vor dem Abfeuern einer AIM-120, im Visuellen-Modus, muss das Flugzeug so manövriert werden, dass sich das Ziel 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

Ein 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-I] doppelt, wechselt das Radar automatisch in den Single Target Track (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:



4-31: AIM-120 STT-Modus

- Der Zielmarkierer (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 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. 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 aktuell 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. Das beinhaltet auch die aktuelle Entfernung zum Ziel. Die Entfernung wird als Zahl mit einem nachfolgendem "R" angezeigt.
- Der Zielaufschlagwinkel wird unterhalb der Entfernung zum Ziel angezeigt. Zusätzlich symbolisiert der Buchstabe "T" (engl. Tail - dt. Heck) das Wegfliegen des Zielflugzeugs und "H" (engl. Head - dt. Kopf) das 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 der Steering Dot sich im ASE Kreis befindet.
- Im unteren linken HUD Bereich werden drei Informationen angezeigt: Die ausgewählte Waffe, die eigene G-Belastung, die eigene Machzahl und die Machzahl des Zieles.

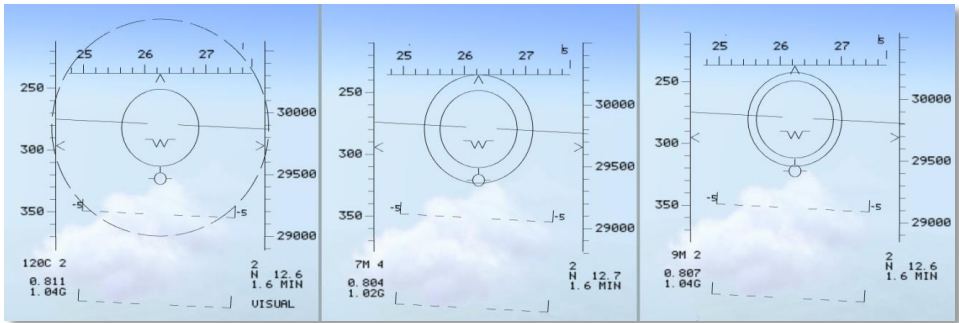
Auto ACQuisition (AACQ) Radar Modi

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

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

Boresight AACQ Modus

Der BORESIGHT [4] Modus 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.

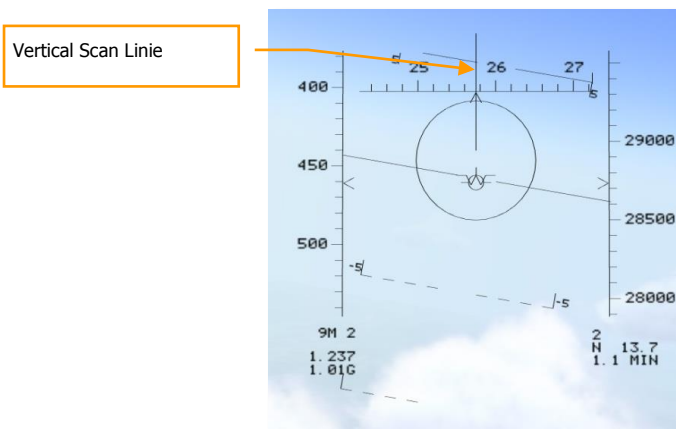


4-32: Bore sight Modus der AIM-120C, AIM-7M und AIM-9M

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 Horizontalbreite 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.



4-33: Vertical Scan Modus (VS)

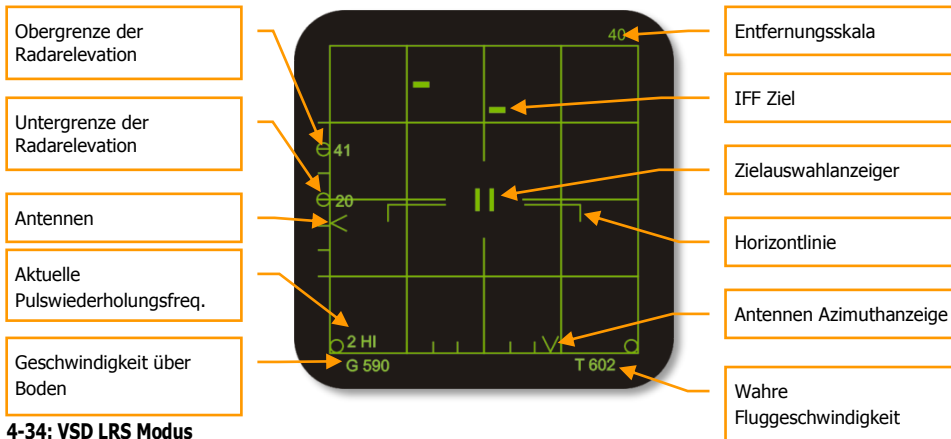
Nach dem Aufschalten des Ziels wechselt das Radar automatisch in den STT-Modus.

AN/APG-63 Radar Modi, VSD

Long Range Search (LRS) Modus

Der LRS [2] Modus 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

Der 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.



4-34: VSD LRS Modus

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.

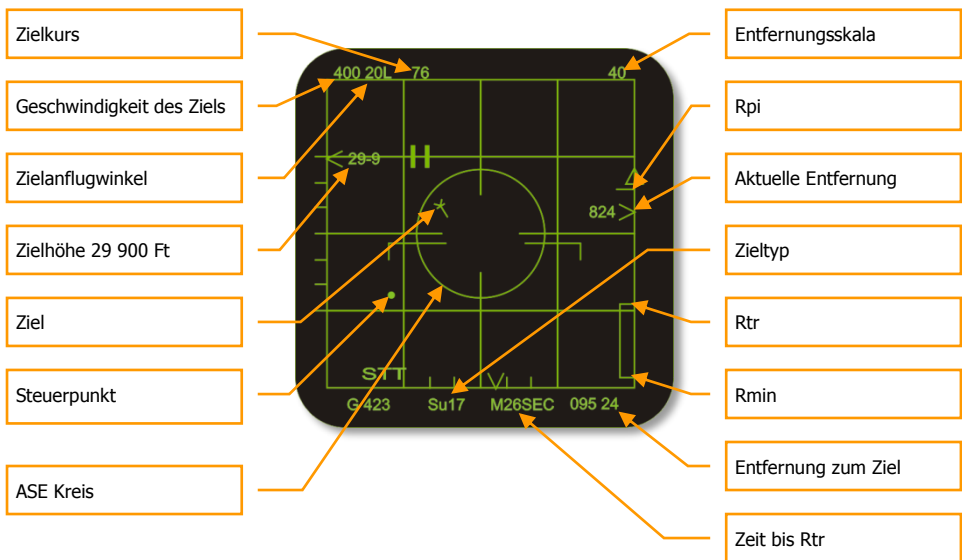
Die Geschwindigkeit über Boden "G" und die wahre Fluggeschwindigkeit "T" werden am unteren Rand des VSD angezeigt. Der konstant wechselnde Radarelevationsbalken und die modulierte wiederholende Pulsfrequenz (PRF) werden in der unteren linken Ecke angezeigt. Das ständige Wechseln zwischen HI - MED PRF 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 [RCtrl+-] kann auch ± 300 gewählt werden. Zwei kleine Kreise repräsentieren das seitliche Scanninglimit 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 [,], [.), [-], [Ö] Tasten über den Radarkontakt und drücken [Enter]. Sind alle Parameter zur Aufschaltung erfüllt wechselt das Radar automatisch in den Single Target Track (STT) Modus.

Single Target Track (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 designiertem Ziel (PDT) macht.



4-35: VSD. STT-Modus

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

Das Nichtkooperierende-Ziel Erkennungssystem (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 Ziels 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, Zielanflugwinkel und Richtung, im Verhältnis zum eigenen Flugvektor, werden am oberen linken Rand des VSD angezeigt. Die Zielhöhe über Meer wird über der Elevationsskala angezeigt. Eine Höhe von 29.900 Fuß 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 Angriffreichweite 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.

Nach dem Feuern einer Rakete erscheint über dem VSD die Flugzeit der Rakete. Beim Feuern einer AIM-7M erscheint ein "T" über dem VSD mit der dazugehörigen Zahl der verbleibenden Zeit bis zum Einschlag. Die gleiche Anzeige der Zeit bis zum Einschlag (TTI) erscheint beim Feuern einer AIM-120, allerdings wird dann ein "M" neben der Zeit bis zum Einschlag angezeigt.

Sobald das Feuerleitsystem gültige Schussparameter errechnet hat erscheint in der unteren Hälfte des VSD der AIM-7M die Feuerfreigabe. Der Feuerhinweis sieht aus wie ein Dreieck. Rechts neben dem Hinweis befindet sich ein Countdown der immer die momentane Flugdauer der Rakete bis zum Ziel anzeigt. Der Countdown gilt nur für Raketen die noch nicht abgefeuert wurden, er zeigt nicht die verbleibende Flugdauer abgefeuerter Raketen an.

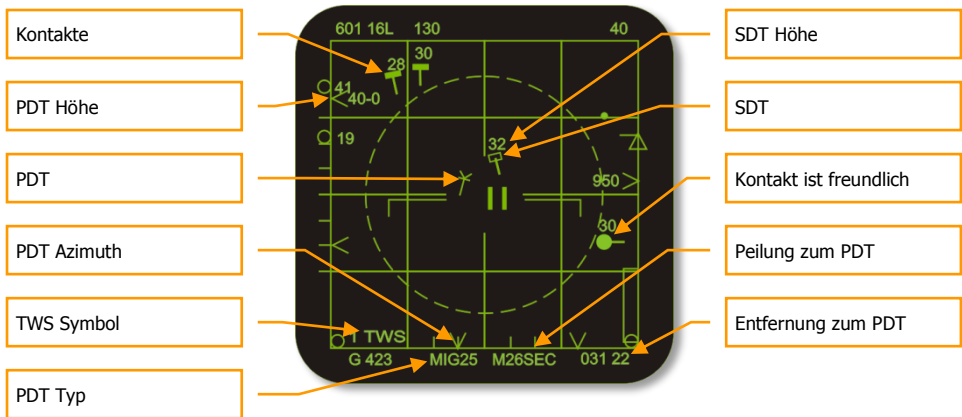
Track While Scan (TWS) Modus

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 [RAIt-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 sternähnlichen Form dargestellt. Durch das nochmalige Aufschalten eines PDT oder SDT wird das Ziel automatisch in den STT-Modus übergeben. Werden mehrere AIM-120 nacheinander abgefeuert greift die erste Rakete das PDT an, die nachfolgenden Raketen greifen die Ziele in der Reihenfolge an in der sie aufgeschaltet wurden. Die Zeit bis zum Abfangen des Ziels ist immer nur auf das PDT bezogen.



4-36: TWS-Modus

SIE KÖNNEN IM TWS-MODUS KEINE AIM-7 ABFEUERN. UM DIESE RAKETE ABZUFUEHREN, MÜSSEN SIE ZUERST, DURCH ZWEIMALIGES AUFSCHALTEN DES ZIELS, IN DEN STT-MODUS WECHSELN.

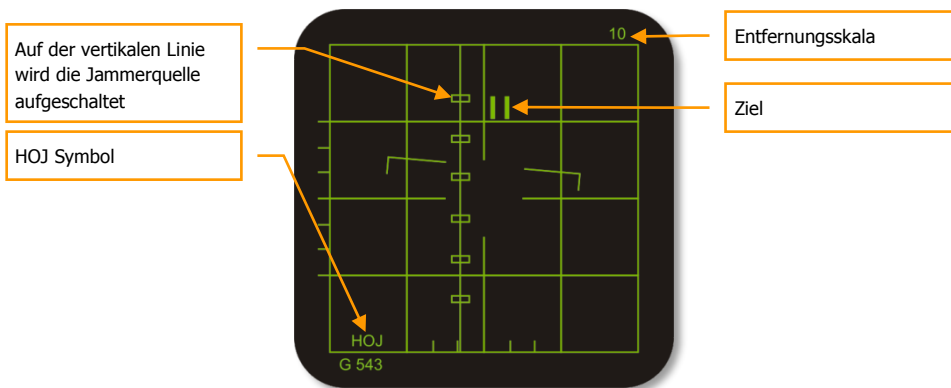
Der TWS-Modus hat einige Beschränkungen. Das Radar versucht für jeden Kontakt ein Bewegungsprofil anzulegen. Durch die hohe Datenmenge vergeht aber zwischen jedem Radarscan eine beträchtliche Zeit. Zwischen jedem Scan schätzt das Radar die voraussichtliche Position des Zieles beim nächsten Scan. Führt das Ziel zwischen den Scans allerdings Ausweichmanöver durch oder wechselt seine Geschwindigkeit und Flugbahn, kann das Radar durch eine falsche Voraussage den Kontakt zum Ziel verlieren. Wendet der Gegner solche defensiven Taktiken an können Sie schnell vom Jäger zum Gejagten werden.

TWS, kombiniert mit der AIM-120, bietet eine sehr wirksame Möglichkeit mehrere Ziele gleichzeitig zu bekämpfen. Allerdings ist die Zuverlässigkeit der Zielverfolgung geringer als im LRS Modus, oder sogar im STT-Modus. Im Gegensatz zum STT-Modus erhält das gegnerische Flugzeug bei der Aufschaltung oder Feuereiner AIM-120 im TWS-Modus keine Warnmeldungen. Somit ist die erste Warnung, die der gegnerische Pilot wahrscheinlich erhält, die Aktivierung des aktiven Radarsuchkopfes der AIM-120, in der Nähe des Ziels.

Home On Jam (HOJ) Modus

Entdecken das Radar und der Radarwarnempfänger aktive elektronische Störmaßnahmen (ECM) werden auf dem VSD entlang des Azimuth des Störsignals nicht ausgefüllte Rechtecke angezeigt. Die Darstellung dieser ECM Symbole wird auch "rauschen" genannt. Um ein Ziel anhand der Quelle des Störsignals aufzuschalten, bewegen Sie den Zielcursor auf ein beliebiges Rechteck und drücken [Enter], um das Ziel aufzuschalten. Beachten Sie, dass Sie dabei das Ziel nicht mit dem Radar aufschalten, sondern nur den Störsender zurückverfolgen. Ist der Störsender aufgeschaltet wird eine durchgehende vertikale Linie entlang der Rechtecke angezeigt. Auf diesem Azimuth befindet sich die Störquelle.

Der 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.



4-37: HOJ Modus

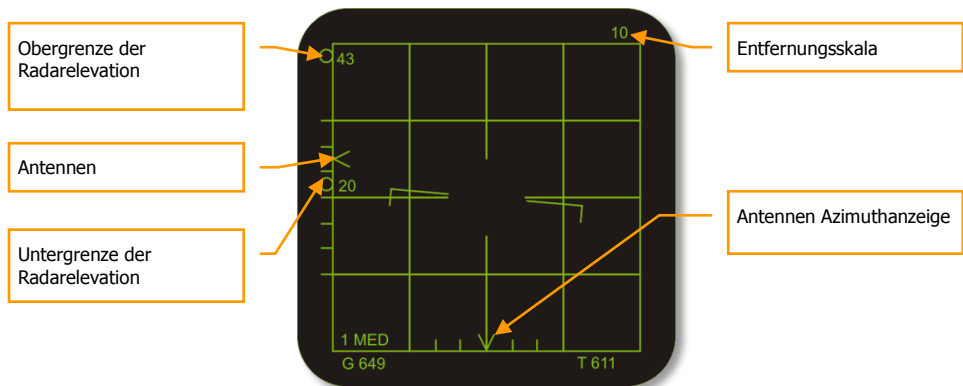
DER HOJ MODUS GIBT IHNEN INFORMATIONEN ZUM WINKEL ZUM ZIEL, ABER KEINE INFORMATIONEN BEZÜGLICH DER ENTFERNUNG, FLUGRICHTUNG, GESCHWINDIGKEIT ODER HÖHE.

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 (VS) AACQ Modus

Im Vertical Scan Modus [3] tastet das Radar einen Bereich von 2,5 Grad in der Horizontalen 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 sich das Ziel sich noch außerhalb des HUD befindet.

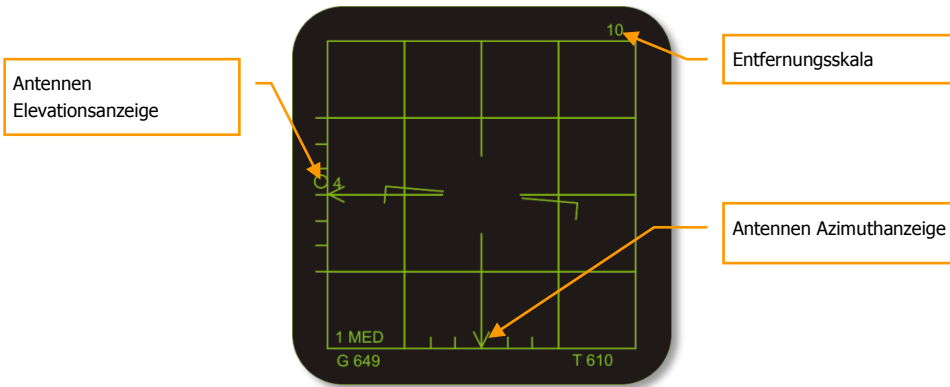


4-38: VS Modus

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

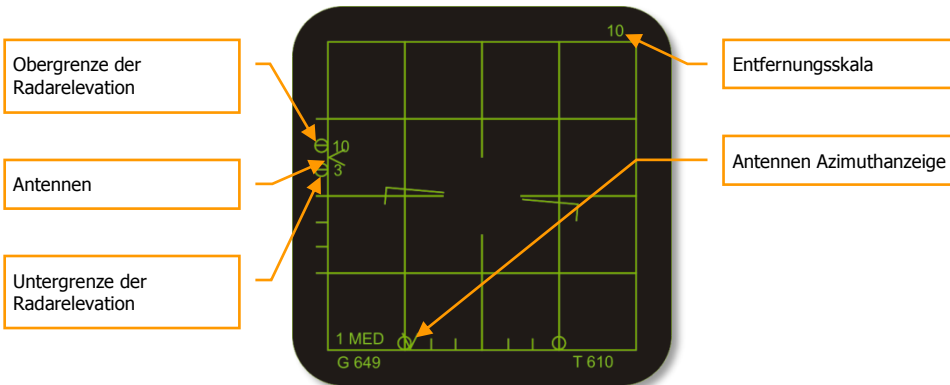
Bore Sight (BORE) AACQ Modus

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.

**4-39: Bore**

AUTO GUNS (GUN) AACQ Modus

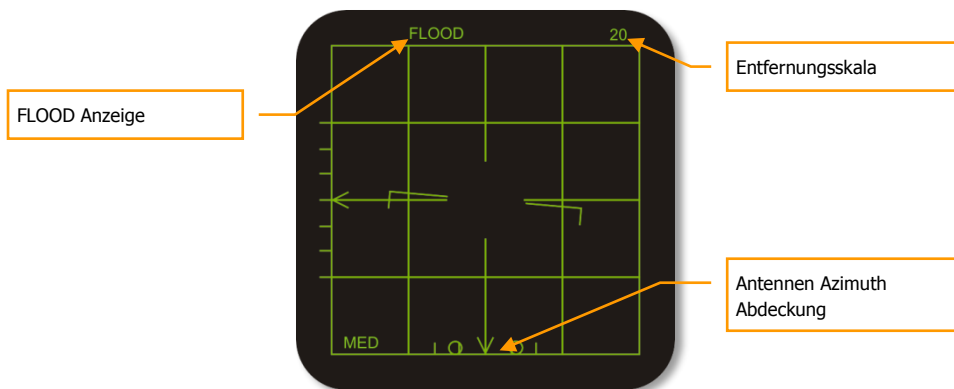
Der AUTO GUNS Modus wird ausschließlich für den Nahkampf mit der M61 20mm Kanone eingesetzt. Der Scanbereich für das Radar ist zentriert auf das Starrvisier. Er ist 60 Grad breit (± 30 Grad) und 20 Grad hoch. Die maximale Aufschaltreichweite beträgt 10 nautische Meilen. Nachdem das Ziel aufgeschaltet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

**4-40: Auto Guns mode**

FLOOD Modus

Der FLOOD Modus [6] wird im Nahkampf mit der AIM-7M eingesetzt. Die Antenne ist auf einen 12 Grad großen Kegelbereich, vor dem Flugzeug, limitiert, der mit kontinuierlicher Wellenenergie (Continuous Wave, CW) bestrahlt wird. 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.



4-41: Flood Modus

A-10A Cockpitinstrumente

Die A-10A wurde für die Luftnahunterstützung von Bodentruppen auf dem Schlachtfeld entwickelt. Für diese Aufgabe ist sie mit allen nötigen Instrumenten ausgestattet. Ein Radar gehört allerdings nicht dazu.

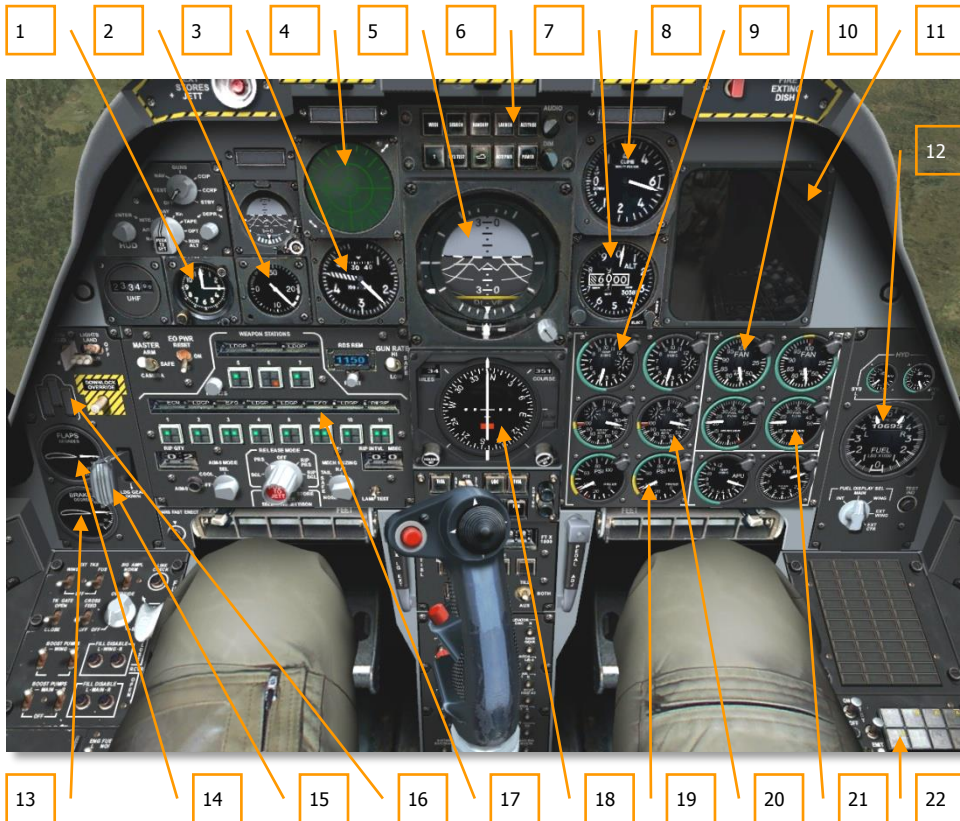


Abbildung 4-42: A-10A Instrumententafel

Die meisten Instrumente im Cockpit dienen der Überwachung der Triebwerke, der elektrischen Systeme und der Steuerinstrumente. Der oben rechts im Cockpit angebrachte TV Monitor (TVM) zeigt das vom Sensor der Maverick erfasste Blickfeld an. Der TVM ist kein Multifunktionsdisplay (MDF).

1. Uhr

2. Anstellwinkelanzeige (AoA für "Angle-of-Attack")
3. Fahrtmesser
4. Radarwarnsystemdisplay
5. Künstlicher Horizont
6. RWR Kontrolltafel
7. Höhenmesser
8. Variometer
9. Turbinentemperaturanzeige (Links und Rechts)
10. Turbinendrehgeschwindigkeit (Links und Rechts)
11. TV Monitor
12. Treibstoffanzeige
13. Anzeige Stellung Luftbremse
14. Anzeige Stellung Landeklappen
15. Fahrwerkshebel
16. Anzeige Stellung Fahrwerk
17. Bewaffnungskontrolltafel
18. HSI
19. Öldruck Triebwerke (Links und Rechts)
20. Turbinendrehzahlanzeige (Links und Rechts)
21. Anzeige Treibstoffdurchfluss
22. ECM Tafel



Abbildung 4-43: Obere Instrumente

1. Beschleunigungsmesser
2. Indexer Anstellwinkel
3. HUD
4. Magnetischer Kompass

TV Monitor (TVM)

Der TV Monitor zeigt das Bild des Suchkopfes der AGM-65 Rakete an. Details zum Einsatz der AGM-65 Rakete können im entsprechenden Kapitel nachgelesen werden.



Abbildung 4-44: TV Monitor AGM-65

Radarwarnempfänger (RWR)



Abbildung 4-45: RWR Display

Die Anzeige des RWRs (dt. Radarwarnempfängers) besteht aus einem Display, welches in der Draufsicht mit Hilfe von Symbolen und Ziffern alle Radarquellen um das Flugzeug in relativer Position darstellt. Hier wird auch in relativer Richtung angezeigt, wenn eines der Systeme einen Raketenstart entdeckt hat. Bitte schlagen Sie im entsprechenden Kapitel nach, um weitere Details zu dieser Anzeige zu erfahren.

Fahrtmesser

Der Fahrtmesser befindet sich unterhalb des RWR Displays und zeigt die kalibrierte Geschwindigkeit (CAS) in Knoten an. Der Abstand zwischen zwei Strichen entspricht einem Unterschied von 10 Knoten, die Zahlen gelten jeweils als x100 Knoten, und die Skala reicht bis 550 Knoten. Mit dem weißen Zeiger wird die aktuelle Geschwindigkeit angegeben, während der schwarz-weiß-gestreifte Zeiger die maximal zulässige Geschwindigkeit je nach Flughöhe anzeigt. Die rotierende Walzen-Anzeige gibt die Einer- und Zehnerstelle der aktuellen Fluggeschwindigkeit an.

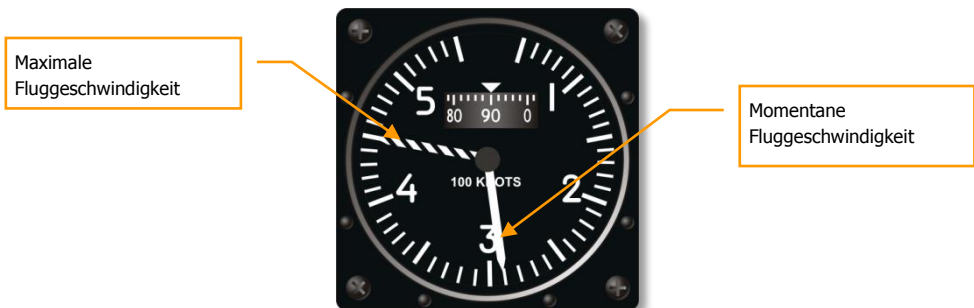


Abbildung 4-46: Fahrtmesser

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

Die Anstellwinkelanzeige befindet sich links vom Fahrtmesser. Sie zeigt den derzeit gemessenen Anstellwinkel des Flugzeuges an, innerhalb des Bereiches von 0 bis 30 Einheiten. Der Anstellwinkelwert auf der Anzeige entspricht dabei aber nicht dem Anstellwinkel des Flugzeuges in Grad. Für die Landung ist der Bereich zwischen 15 und 21 Einheiten markiert.



Abbildung 4-47: Anstellwinkelanzeige

Indexer Anstellwinkel

Die Angle Of Attack-Anzeige (AOA), dt: Anstellwinkelanzeige, befindet sich an der linken Kanzeldachverstrebung, direkt unterhalb des G-Meters und dient primär der Anzeige des optimalen Anstellwinkels bei der Landung. In der Mitte des Instrumentes befindet sich ein Kreis, der die ideale Geschwindigkeit anzeigt. Liegt die Geschwindigkeit unterhalb dessen, leuchtet das "\/" - Symbol oberhalb auf, bei zu hoher das unterhalb befindliche Symbol "\/" . Ist die Differenz zur optimalen Geschwindigkeit nur gering, leuchtet der Kreis gleichzeitig mit dem Symbol oberhalb oder unterhalb, um diesen Zustand zu verdeutlichen. Die AOA-Anzeige wird nur aktiviert, wenn das Fahrwerk ausgefahren ist.

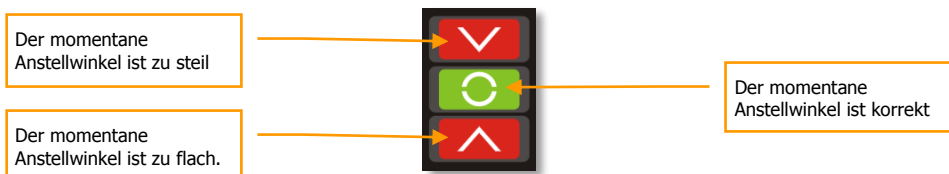


Abbildung 4-47: Anstellwinkelindexer

Künstlicher Horizont

Das ADI ist zentral auf der vorderen Instrumententafel angebracht. Die Horizontkugel zeigt den aktuellen Nick- und Rollwinkel in Relation zum "W" Flugzeugsymbol in der Mitte der Anzeige. Die Nickwinkelanzeige wird in 5 Grad Schritten angezeigt, die Rollanzeige in 10 Grad Schritten. Eine senkrechte und waagerechte Linie verlaufen entlang der Anzeige. Diese zeigen die Höhen- und

Kursabweichung zum nächsten Wegpunkt an. Während einer Landung sollten sich beiden Linien in der Mitte der Anzeige befinden und dort ein "+" abbilden.

Im unteren Instrumentenbereich befindet sich die Wendeanzeige. Diese Pfeil bewegt sich wenn sich das Flugzeug seitwärts bewegt. Befindet sich der Pfeil in der Mitte, tritt keine seitliche Beschleunigung auf.



Abbildung 4-48: Künstlicher Horizont

HSI

Das HSI ist Ihre primäre Navigationsanzeige bei der Navigation zum nächsten Wegpunkt auf Ihrer Flugroute. Hierbei benutzt das HSI Funkfeuer sowie die Trägheitsnavigation beim Anflug auf den nächsten Wegpunkt. Die rotierende Kompassrose zeigt die aktuelle Peilung relativ zu der oberen Linie an. Der Kurs-Pfeil zeigt die Peilung zum nächsten Wegpunkt oder zur Basis an. In der Mitte der Anzeige befindet sich der Ablagenanzeiger. Diese Linie zeigt an, wie genau das Flugzeug dem aktuellen Kurs folgt. Beim Landeanflug zeigt diese Linie die Abweichung vom Landestrahl an. In dieser Situation ist die Anzeige identisch zum künstlichen Horizont.

Im oberen rechten Eck wird der gesetzte Kurs angezeigt, in der oberen linken Ecke die Entfernung. Die Entfernung wird in nautischen Meilen angezeigt.



Abbildung 4-49: HSI

Höhenmesser

Das analoge Instrument zeigt die barometrische Höhe anhand des Luftdruckes in Relation zu dem auf Meeresspiegelhöhe an. Die kleinen Striche zeigen 20 Fuß Schritte an.

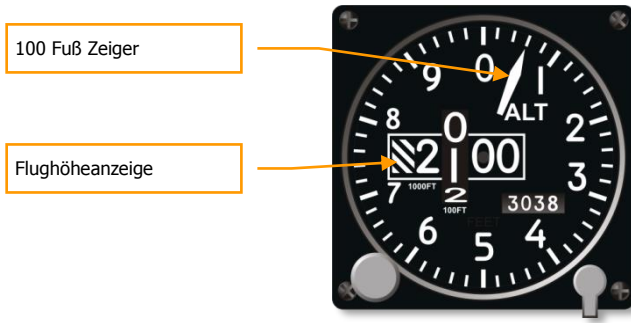


Abbildung 4-50: Höhenmesser

Variometer

Das VVI, deutsch auch Variometer genannt, zeigt die Steig- oder Sinkrate des Flugzeuges in Fuß pro Minute an. Die Skala zeigt die aktuelle vertikale Geschwindigkeit in x1000 Fuß an. Der Pfeil bewegt sich im Uhrzeigersinn, wenn Sie an Flughöhe gewinnen und gegen den Uhrzeigersinn, wenn Sie an Flughöhe verlieren.

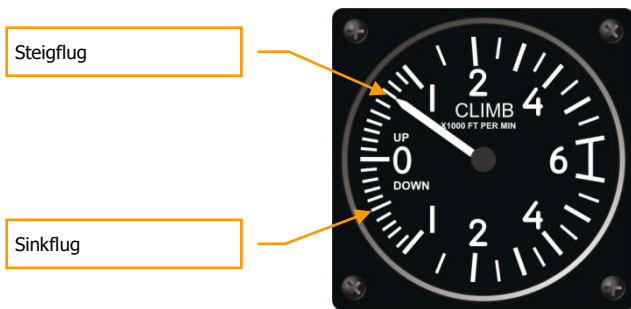


Abbildung 4-51; Variometer

Beschleunigungsmesser

Der Beschleunigungsmesser (auch G-Meter genannt) zeigt die momentan auf das Flugzeug und Piloten einwirkenden G-Kräfte an. Das Instrument kann sowohl positive als auch negative G-Kräfte anzeigen. Die Anzeige ist nicht so genau wie die HUD Anzeige.



Abbildung 4-52: Beschleunigungsmesser

Turbinentemperaturanzeige

Zwei Anzeigen zeigen jeweils die Abgastemperatur zwischen der Hochdruck- und Niederdruckturbinenstufen an. Die Temperatur wird in Grad Celsius gemessen.



Abbildung 4-53: Turbinentemperaturanzeige

Turbinendrehzahlanzeige

Zeigt die Drehzahl der inneren Turbine in Prozent relativ zur maximalen Drehzahl an. Je eine Anzeige pro Triebwerk. Angezeigt wird die Drehzahl in Prozent der maximalen Leistung



Abbildung 4-54: Turbinendrehzahlanzeige

Öldruckanzeige

Jeweils eine Öldruckanzeige für jedes Triebwerk zeigen den entsprechenden Öldruck an. Fällt der Öldruck unter 27,5 Einheiten, so leuchtet die Öldruckwarnlampe auf.



Abbildung 4-55: Öldruckanzeige

Bläserdrehzahl

Zeigt die Drehzahl des Bläasers an. Je eine Anzeige pro Triebwerk. Die Anzeige erfolgt in Prozent der maximalen Leistung.



Abbildung 4-56: Bläserdrehzahl

Die Bläserdrehzahl ist ein Indikator für den vom TF-34 Triebwerk generierten Schub.

Treibstoffflussanzeige.

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



Abbildung 4-57: Treibstoffflussanzeige.

Anzeige Stellung Landeklappen

Hier wird die Stellung der Landeklappen in Grad angezeigt.



Abbildung 4-58: Anzeige Stellung Landeklappen

Anzeige Stellung Luftbremse

Die A-10A ist mit zwei Luftbremseklappen an beiden Flügeln ausgestattet. Diese fahren beim Einsatz der Luftbremse jeweils nach oben und unten aus und bremsen so das Flugzeug ab. Die Anzeige Stellung Luftbremse zeigt den Anstellwinkel der Luftbremseklappen an.



Abbildung 4-59: Anzeige Stellung Luftbremse

Anzeige Treibstoffmenge

Diese Anzeige zeigt die verbleibende Treibstoffmenge in den Tanks an. Die mechanische Anzeige zeigt die gesamte Treibstoffmenge an. Die beiden Nadeln zeigen die verbleibende Treibstoffmenge im linken und rechten Treibstofftank an, beginnend bei 6000 Pfund. Die Treibstoffmenge wird in Pfund gemessen.



Abbildung 4-60: Anzeige Treibstoffmenge

Waffenbedientafel

Die Waffenbedientafel befindet sich in der linken unteren Ecke der Instrumententafel.

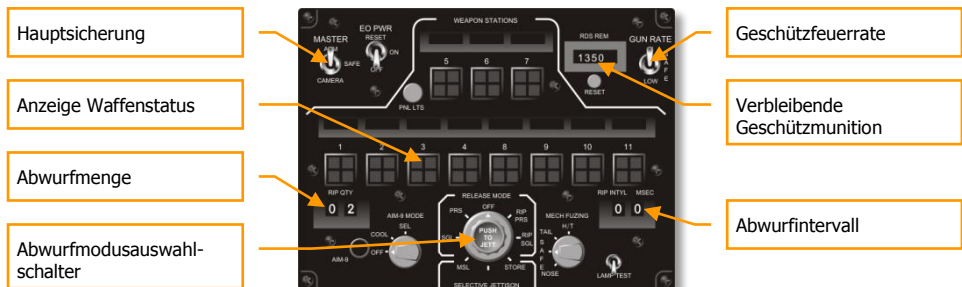


Abbildung 4-61 Waffenbedientafel

Die Waffenbedientafel dient der Waffenauswahl, dem Einstellen der Waffeneinsatzoptionen sowie der Anzeige des Waffenstatus.

Mit dem Abwurfmodusauswahlschalter können Sie den Abwurfmodus für un gelenkte Bomben einstellen [LSHIFT + LEER], hierzu gehören: SGL - Abwurf einer einzelnen Bombe, PRS - paarweiser Abwurf zweier Bomben, RIP PRS - verzögerter Abwurf jeweils zweier Bomben, je nach eingestelltem Abwurfintervall, RIP SGL - Abwurf jeweils einer Bombe nach der anderen, je nach eingestellten Abwurfintervall. Sie können die Anzahl der abzuwerfenden Bomben, die beim Auslösen des Abwurfimpulses abgeworfen werden sollen, mit der Tastenkombination [LSTRG + LEER] einstellen. Die Anzahl der Bomben, die abgeworfen werden, werden auf einer kleinen Anzeige auf der linken Seite der Waffenbedientafel angezeigt. Sie können, wie bereits erwähnt, auch den Abwurfintervall einstellen. Dies erlaubt Ihnen die Einschlagentfernung zwischen den Bomben zu bestimmen. Um den Abwurfintervall zu erhöhen, drücken Sie die Taste [V], um den Intervall zu verkleinern, nutzen Sie die Tastenkombination [LSHIFT + V]. Der eingestellte Abwurfintervall wird unten rechts in der Waffenbedientafel angezeigt. Der Abwurfintervall wird in Millisekunden eingestellt, wobei der höchste Wert bei fünf Millisekunden liegt.

In der oberen rechten Ecke wird die Feuerrate und die verbleibende Munition des Geschützes angezeigt.

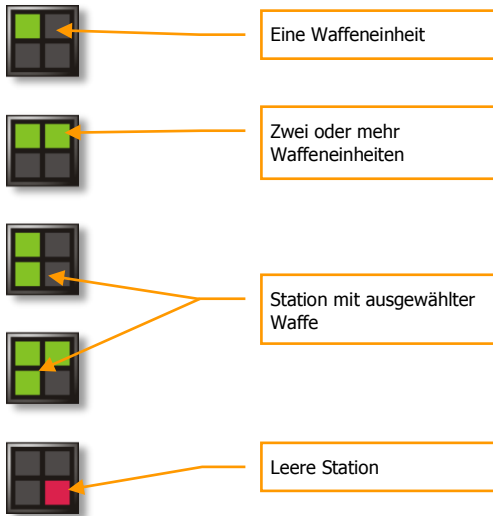


Abbildung 4-62: Anzeige Waffenstatus

Die Waffenstatusanzeige zeigt die Verfügbarkeit sowie den Zustand der Waffen auf den einzelnen Waffenstationen an.

Zwei obere grüne Lämpchen zeigen die Anzahl der Waffen auf der Station an. Es leuchten beide Lämpchen auf, wenn sich zwei oder mehr Waffen an der Station hängen. Ist nur eine Waffen an der Station aufgehängt, so leuchtet nur eine grüne Lampe auf. Ist die Station leer, so leuchtet ein rotes Lämpchen unten rechts auf.

Eine ausgewählte und aktive Waffen wird mit einem grün leuchtenden Lämpchen unten links angezeigt.

A-10A HUD und TV Monitor Modi

Grundlegende HUD Symbole

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

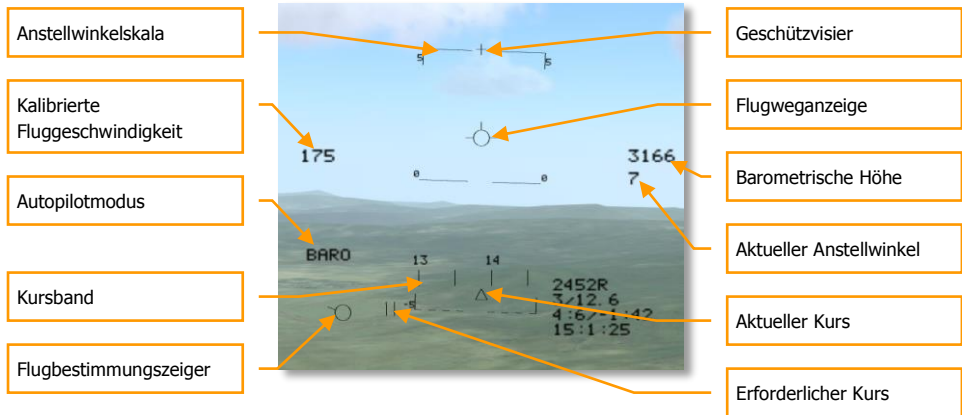


Abbildung 4-63: A-10A HUD Symbologie

- Das Kursband befindet sich in der unteren, zentralen HUD Position. Es zeigt den Kurs in fünf Grad Schritten an. In der Mitte des Kursbandes befindet sich ein Dreieck, welches den aktuellen Kurs anzeigt. Beispiel: Eine 14 auf dem Kursband zeigt einen Kurs von 140 Grad an.
- Die kalibrierte Fluggeschwindigkeit wird auf der linken HUD Seite in Knoten angezeigt.
- Die barometrische Flughöhe wird auf der rechten HUD Seite in Fuß angezeigt. In der linken unteren HUD-Ecke leuchtet BARO auf.
- Der aktuelle Anstellwinkel wird in Grad direkt unterhalb der Flughöhenanzeige angezeigt.
- Die Flugweganzeige zeigt den inertialen Geschwindigkeitsvektor des Flugzeuges an. Befindet sich der Flugpfad außerhalb des HUD und kann somit nicht auf dem HUD angezeigt werden, so wird das Symbol blinken.
- Der Flugbestimmungszeiger ist der kleine Kreis mit einem abgehenden Strich. Um den nächsten Wegpunkt zu erreichen, müssen Sie dieses Symbol über die Flugweganzeige bringen. Sind beide Symbole übereinander und der kurze Strich zeigt nach oben, dann sind Sie genau auf Kurs.

Navigationsmodus (NAV)

Im Navigationsmodus zeigt das HUD dem Piloten verschiedene Symbole zur Erleichterung der Navigation an.

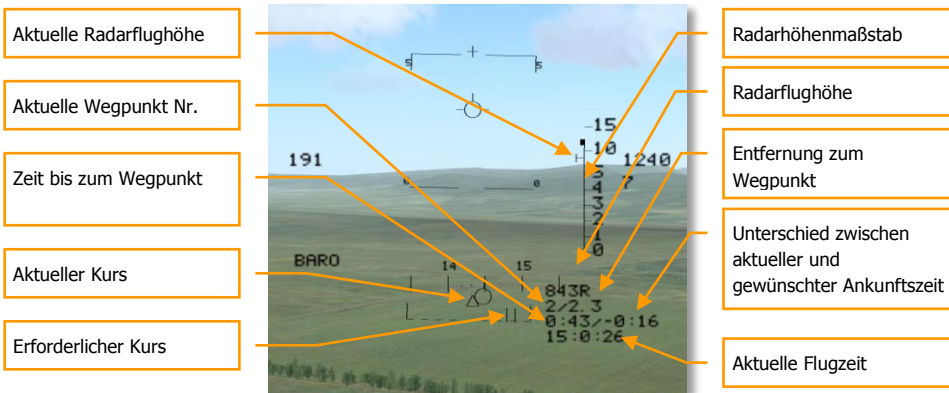


Abbildung 4-64: Navigationsmodus mit Funkhöhenmesser

Im Navigationsmodus [1] werden eine Reihe an Informationen im rechten unteren HUD Bereich angezeigt:

- An erster Stelle wird die vom Radar gemessene Flughöhe über Boden angezeigt.
- Als nächstes wird der nächste Wegpunkt angezeigt. Die Wegpunkte können mit [LSTRG + ^] umgeschaltet werden. Möchten Sie allerdings beim Umschalten zum nächsten Wegpunkt Navigationsdaten angezeigt bekommen, so muss der Navigationsmodus aktiviert sein. Die Ziffern nach dem "/" zeigen die Entfernung zum Wegpunkt in nautischen Meilen.
- Die nächste Zeile zeigt die verbleibende Flugzeit bis zum ausgewählten Wegpunkt. Die Zahl hinter dem "/" zeigt an ob das Flugzeug vor oder nach der geplanten Zeit am Wegpunkt ankommen wird.
- Ein Diamantsymbol auf dem HUD zeigt an, dass ein Ziel für Sie mit einem Laser beleuchtet wird.
- Unten im Informationsblock wird die aktuelle Missionsuhrzeit angezeigt.
- Unterhalb des Kursbandes wird ein Symbol mit zwei kleinen vertikalen Linien angezeigt. Dieses zeigt Ihnen den zum Erreichen des nächsten Wegpunktes benötigten Flugkurs. Liegt dieses Symbol direkt unterhalb des Dreiecksymbols, so fliegen Sie direkt auf den Wegpunkt zu.
- Im linken unteren HUD Bereich wird der aktuelle Autopilotmodus angezeigt:

Meldung	Autopilot Betriebsmodi
PATH HLD	Folgt dem gesetzten Kurs
ALT HLD	Folgt der gesetzten Flughöhe
BARO	Autopilot ist aus

ILS Modus

Im ILS Modus (Instrumentlandesystem) werden die zu einer erfolgreichen Landung nötigen Informationen angezeigt.

Um den ILS Modus einschalten zu können, müssen Sie den Navigationsmodus [1] einschalten. Die Anzeige auf der rechten HUD Seite zeigt die aktuelle, vom Radar gemessene Flughöhe über Grund an.

Die Kurs- und Landestrahlabweichlinien werden im Landemodus angezeigt, sobald der Landestrahle erfasst wurde. Die vertikale Linie zeigt die vertikale Flugzeugabweichung vom Landekurs an. Die vertikale Linie zeigt an, ob sich das Flugzeug oberhalb oder unterhalb des Landestrahls befindet. Bilden beide Linien ein Kreuz in der Mitte des Flugzeuges, so befinden Sie sich genau im Gleitstrahl.

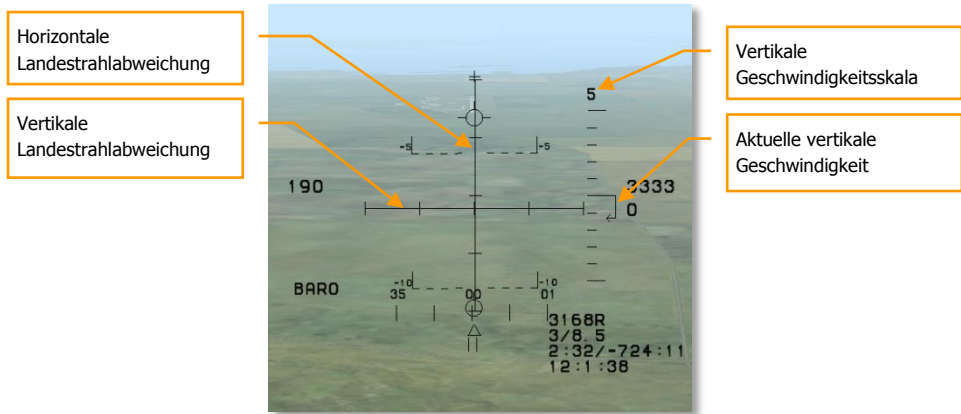


Abbildung 4-65: ILS Landemodus

Um einen erfolgreichen Landeanflug durchführen zu können, müssen Sie die Flugweganzeige und die Anstellwinkelanzeige an der rechten HUD Rahmenseite durchgehend im Auge behalten.

Einsatz Bordgeschütz und un gelenkte Raketen (RKT)

Das Bordgeschütz und die un gelenkten Raketen nutzen die selbe HUD Symbologie.

Nachdem Sie den Luft-Boden-Modus [7] ausgewählt haben, können Sie nun mit [C] die GAU-8A 30mm Bordkanone, oder mit [D] die un gelenkten Raketen auswählen. Nun erscheint ein Zielkreis auf dem Display. Im inneren des Zielkreises befindet sich eine analoge Reichweitenanzeige, die bei abnehmender Entfernung zum Ziel immer kleiner wird. Zusätzlich wird die Entfernung zum Einschlagpunkt digital in nautischen Meilen angezeigt.

Mit ausgewählten un gelenkten Raketen wird unterhalb des Zielkreises "RKT" angezeigt.

Der Punkt in der Mitte des Zielkreises wird auch Pipper genannt. Der Pipper gilt als der kontinuierlich berechnete Einschlagpunkt der Bewaffnung. Dies bedeutet, dass sobald Sie die Waffe auslösen, diese

an dieser Stelle einschlagen wird. Beachten Sie, dass un gelenkte Raketen als eine Waffe zum Einsatz gegen große Flächen konzipiert sind und nicht punktgenau eingesetzt werden können.

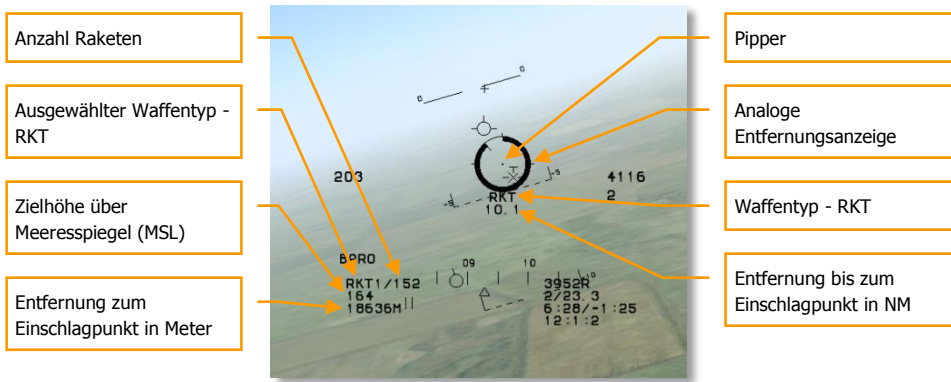


Abbildung 4-66: GAU-8A und RKT Einsatzmodus

Befindet sich das HUD in einem Waffenmodus, so wird in der linken unteren HUD Ecke ein Informationsblock angezeigt. Dieser besteht aus drei Zeilen: die oberste Zeile zeigt die ausgewählte Waffe, sowie die verbleibende Anzahl dieser; die zweite Zeile zeigt die Bodenhöhe in Meter, auf die der Pipper zeigt an; die dritte Zeile zeigt die Schrägentfernung bis zum Punkt, auf den der Pipper zeigt, in Meter an.

HUD Anzeige Einsatz un gelenkter Bomben

Im Spiel wurden zwei Methoden zum Einsatz von un gelenkten Bomben implementiert: CCIP (engl. Continuously Computed Impact Point - deutsch: Kontinuierlich berechneter Einschlagpunkt) und CCRP (engl. Continuously Computed Release Point - deutsch: Kontinuierlich berechneter Abwurfpunkt).

Im CCIP Modus findet der Zielvorgang visuell mit dem Pipper statt. Die Flugzeit der Bombe hängt von Ihren ballistischen Daten, der Geschwindigkeit und Flughöhe bei der sie abgeworfen wurde ab. Bomben mit einem hohen Luftwiderstandswert oder Bremsenheiten haben eine sehr stark gekrümmte Flugbahn. Aus diesem Grund ist der Pipper oft unterhalb des HUDs wenn Sie das Ziel aus einer niedrigen Flughöhe angreifen. Beim Einsatz dieser Bomben ist eine hohe Anfluggeschwindigkeit empfehlenswert.

Folgende Symbole werden nur im CCIP und CCRP Abwurfmodus angezeigt:

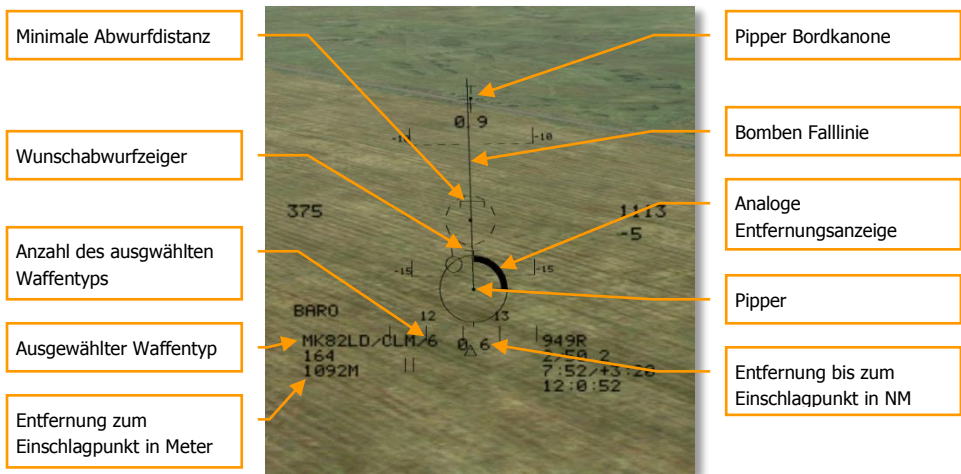


Abbildung 4-67: CCIP Einsatzmodus

- Der durchgehend angezeigte Pipper der Bordkanone zeigt den Einschlagpunkt der 30mm Munition an. Unterhalb des Pipers der Bordkanone wird die Entfernung zum Einschlagpunkt in nautischen Meilen angezeigt. Durchkreuzt ein "X" den Pipper der Bordkanone, so ist die Entfernungsangabe ungenau.
- Die Bombenfalllinie zeigt den Flugweg der Bomben beim Abwurf an.
- Der Pipper zeigt den Einschlagpunkt der Bombe an.
- Die kreisförmige Entfernungsskala zeigt die ungefähre Entfernung zum Einschlagpunkt ab zwei Meilen an.
- Unter dem Pipper wird in digitaler Form die Entfernung zum Einschlagpunkt in Meilen angezeigt.
- Auf der Bombenfalllinie befinden sich zwei kleine horizontale Balken. Der Balken näher zum Pipper ist die Wunschabwurfanzeige - dies ist die optimale Abwurfhöhe der Bombe. Der Balken etwas weiter weg vom Pipper ist ein Indikator für die minimale Abwurfhöhe.
- Im unteren linken HUD Bereich wird der Waffentyp sowie die verbleibende Menge angezeigt. Die Geländehöhe, sowie die Entfernung zum Punkt, auf den der Pipper zeigt, wird in Meter angezeigt.

Der CCRP Modus wird normalerweise dann benutzt, wenn sich das Ziel außerhalb der HUD Sicht befindet. Als erstes müssen Sie den Einschlagpunkt mit dem Zielcursor markieren. Der Zielcursor ist ein gestrichelter Kreis mit einem Punkt in der Mitte. Indem Sie einen Punkt am Boden markieren, kann der Zielcomputer die nötigen Berechnungen für einen CCRP Angriff durchführen. Die Bomben werden dann automatisch ausgelöst, der Pilot muss das Ziel nur überfliegen.

Der Zielcursor kann mit den Tasten [,], [.), [-] und [Ö] bewegt werden. Sobald sich der Zielcursor über dem Ziel befindet, drücken Sie [ENTER], um die Position an den Zielcomputer zu übergeben. Das Ziel wird nun mit einem kleinen Viereck auf dem HUD angezeigt.

Drücken Sie nun [O] um den CCRP Steuerungsmodus zu aktivieren. Der Zielmarker wird sich nun auf dem HUD nach oben bewegen, um den Piloten die nötige Peilung auf das Ziel anzuzeigen. Um einen akkuraten Angriff durchführen zu können, muss der Pilot den Zielmarker mit der Bombenfalllinie übereinander legen. Sobald sich das Flugzeug dem Ziel nähert, fängt der Zielmarker an sich auf der Bombenfalllinie nach unten zu bewegen. Sobald er den Pipper erreicht hat werden die Bomben automatisch ausgelöst.

Der CCRP Vorgang wird nachfolgend illustriert.

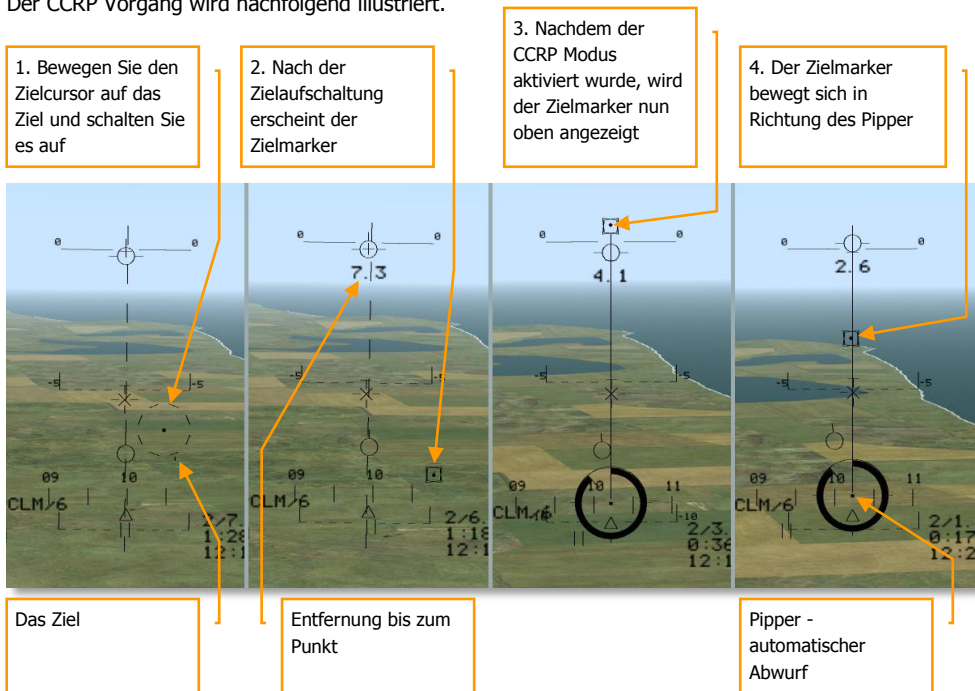


Abbildung 4-68: CCRP Bombenmodus

Sobald das Ziel erfasst wurde, wird die Entfernung unterhalb der Flugweganzeige in Meilen angezeigt.

Einsatz von Luft-Luft Raketen

Die A-10A kann sowohl das Bordgeschütz als auch die Luft-Luft Raketen gleichzeitig einsetzen. Der Luft-Luft Kampfmodus kann mit den Tasten [2] und [3] aktiviert werden. Die zum Einsatz gegen Luftziele nötigen Informationen werden nun auf dem HUD dargestellt. Hierbei ist die HUD Anzeige fast identisch zu den anderen HUD Modi, bis auf wenige Ausnahmen:

- Auf dem HUD wird ein Kreis dargestellt, dieser zeigt den Sichtwinkel des Raketensuchkopfes an. Um ein Ziel aufzuschalten, müssen Sie das Flugzeug so manövrieren, dass sich das Ziel in diesem Kreis befindet. Sobald der Suchkopf ein Ziel aufgeschaltet hat, hören Sie einen hohen Aufschalton, der Kreis auf dem HUD folgt nun dem Ziel bis die Aufschaltung unterbrochen wird.
- Der Geschosskanal befindet sich im oberen HUD Bereich, über dem AIM-9 Zielkreis. Dieser zeigt die Flugbahn der 30 mm Geschosse an. Um Ziele erfolgreich mit dem Geschütz bekämpfen zu können, müssen Sie die Flügelspitzen des Ziels über die Seitenlinien des Geschosskanals bringen. Beachten Sie, dass der Geschosskanal auf ein Ziel von der Größe eines Jäger kalibriert ist. Bei größeren Zielen müssen Sie Ihren Angriff entsprechend anpassen.

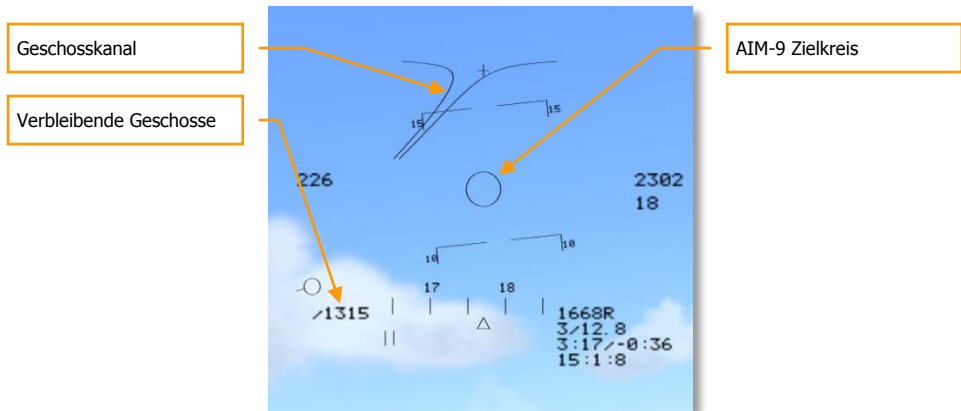


Abbildung 4-69: Luft-Luft Modus (Geschütz und Raketen)

Der AGM-65 Angriffsmodus

Da die A-10A kein Radarsystem mitführt, wird das Finden von Zielen visuell durch den Piloten, sowie mit dem Suchkopf der AGM-65 Maverick Luft-Boden Raketen durchgeführt. Die A-10A kann zwei Versionen der AGM-65 mitführen, jeweils mit einem anderen Suchkopf. Hierzu gehört eine Version mit einem TV Suchkopf und eine mit einem Infrarotsuchkopf.

Der Angriffsmodus der AGM-65 zeigt dem Piloten die Blickrichtung des Suchkopfes auf dem HUD und dem TVM, inklusive der Blickwinkellimitierungen und der Entfernung zum Ziel. Die AGM-65K kann Ziele aus bis zu drei nautischen Meilen aufschalten, die AGM-65D aus bis zu acht nautischen Meilen.

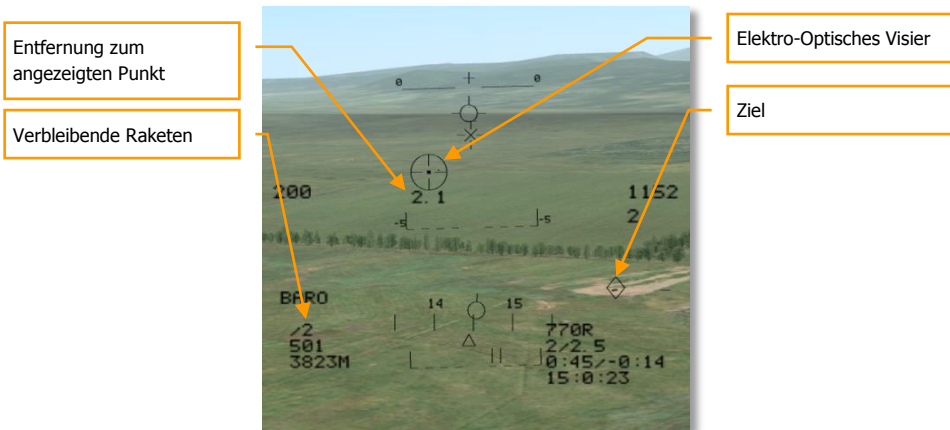


Abbildung 4-70: AGM-65 Angriffsmodus

Das Bild welches der Suchkopf "sieht", wird direkt auf den TV Monitor im Cockpit übertragen. Der TV Monitor befindet sich in der rechten oberen Ecke der vorderen Instrumententafel. Die ausgewählte Rakete kann durch das dargestellte Bild erkannt werden. Die AGM-65K Bilder sehen auf dem Monitor schwarz-weiß aus, während das Bild der AGM-65 D in 16 Stufen grau-grün dargestellt wird.

Sowohl die AGM-65K als auch die AGM-65D verfügen über einen Dreifach-Zoom, zusätzlich verfügt der Suchkopf der AGM-65D über einen Sechsfach-Zoom. Der Zoom kann mit den Tasten [B] und ['] eingestellt werden. Sie erkennen einen sechsfachen Zoom, bei der AGM-65D Rakete, durch die fehlenden Sichtbegrenzungsstriche auf dem TV Monitor.

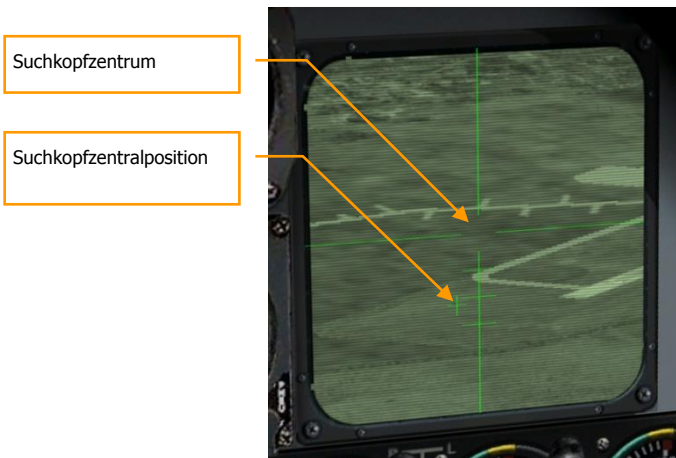


Abbildung 4-71: AGM-65 Symbolik auf dem TV Monitor

Der erste Schritt, beim Einsatz der Maverick, ist die Zielaufschaltung. Nutzen Sie die Tasten [.,], [.), [-], [Ö], um den Suchkopf auf das Ziel auszurichten. Sobald Sie den Suchkopf bewegen, bewegt sich hierzu analog die Suchkopfanzeige auf dem HUD. Die Suchkopfanzeige ist ein gestrichelter Kreis mit einem Punkt in der Mitte. Unterhalb der Suchkopfanzeige wird die Entfernung zum Zielpunkt, auf den der Pipper zeigt, dargestellt. Gleichzeitig zeigt der TV Monitor den Sichtbereich des Suchkopfes an. Sie sollten sowohl das HUD als auch den TV Monitor zum Finden von Zielen benutzen.

Sobald Sie ein Ziel ausgemacht haben, bewegen Sie den Suchkopfindikator in Zielnähe und drücken die [ENTER] Taste. Der Suchkopf wird nun auf das Ziel stabilisiert. Sie können nun Korrekturen vornehmen, um den Suchkopf näher auf das Ziel zu bewegen. Sobald der Suchkopf das Ziel erfasst hat, wird er auf dieses "einrasten". Der Suchkopf wird das Ziel nun so lange erfassen und verfolgen wie es ihm möglich ist. Sobald das Zielkreuz auf dem TV Monitor anfängt zu blinken, können Sie das Ziel angreifen.

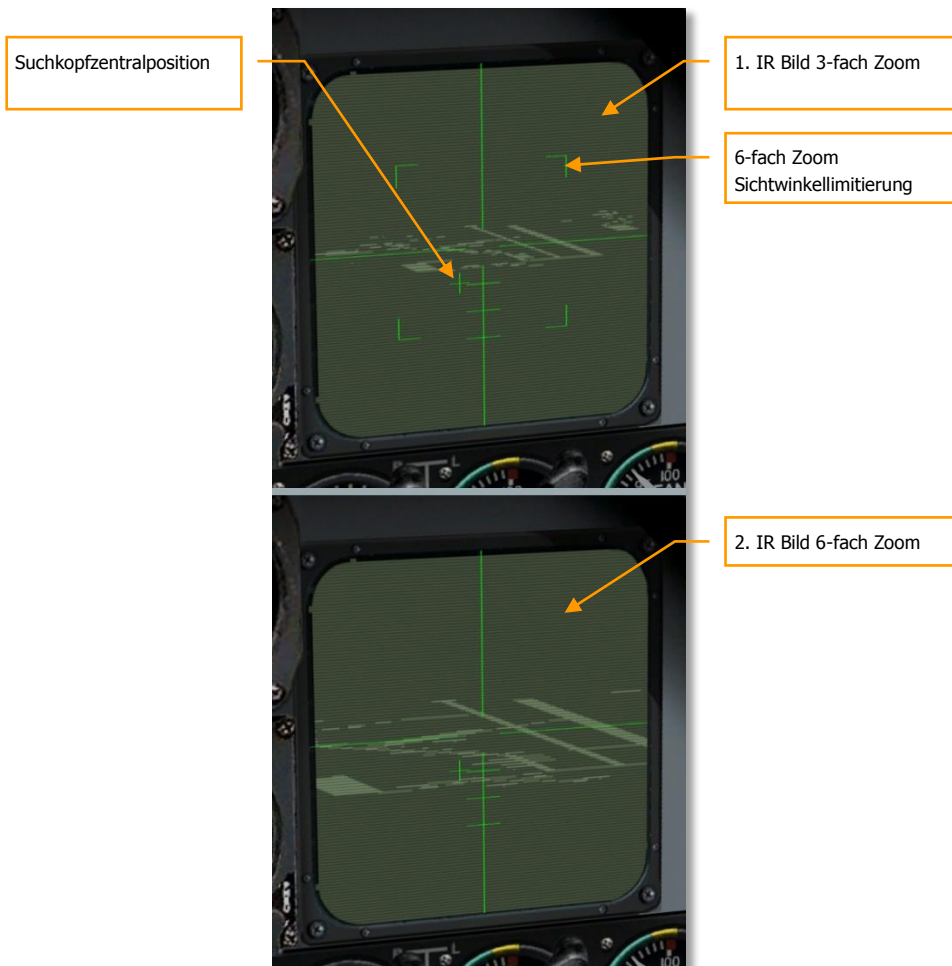


Abbildung 4-72: AGM-65 TV Bild

Der TV Monitor zeigt die Suchkopfposition in Relation zur Längsachse des Flugzeuges als ein Kreuz, Sobald das Kreuz blinkt, bedeutet dies eine erfolgreiche Aufschaltung. Befindet sich das Kreuz auf der linken unteren Bildschirmseite, so bedeutet das, dass der Raketensuchkopf nach unten links "schaut". Die Winkellimitierungen des Suchkopfes liegen bei ± 60 Grad. Für das Abfeuern der Rakete ist es allerdings notwendig, dass sich das Ziel innerhalb von ± 30 Grad befindet.



5

ZIELSYSTEME

ZIELSYSTEME

Moderne Radartechnologie erlaubt die Erkennung von Zielen aus mehreren zehner und sogar aus mehreren hundert Kilometern. Radarsysteme, elektro-optische Suchsysteme, Infrarotsuchsysteme und Laserentfernungsmesser sind heute Bestandteile der modernen Jagdflugzeuge. Trotz verschiedener Lösungsansätze sind die in der Simulation vorhandenen Radarsysteme, das AN/APG-63 (F-15C), N-001 (Su-27, Su-33) und das N-019 (MiG-29) alles Puls-Doppler Radare, die nach denselben Prinzipien funktionieren und dieselben Nachteile mit sich bringen.

Erdkampfflugzeuge (CAS) führen nicht zwangsweise ein Radarsystem mit sich. Es lohnt sich einfach nicht, relativ teure Radarsysteme in relativ günstige Flugzeuge zu verbauen, die meist niedrig über dem Schlachtfeld operieren. Diese Flugzeuge nutzen meist ausschließlich optische Zielsysteme zur Zielerfassung.



Abbildung 5-1: A-10 Pave Penny Zielbehälter

Das Trägheitsnavigationssystem der A-10A wird in Verbindung mit dem LASTE System für die Zielberechnung der meisten un gelenkten Waffen verwendet. Lenkflugkörper, wie die Maverick, bringen meist ihre eigenen Sensoren zur Zielerfassung mit. Das hierbei vom Suchkopf der Maverick erfasste Suchfeld wird auf dem Monitor im Cockpit dargestellt. Der Pilot kann so auch Ziele außerhalb seiner Sichtweite erkennen und erfassen. Zur Koordination mit Bodenleitoffizieren und für präzise Koordinatenbestimmung von Zielen wird der "Pave Penny" Zielbehälter verwendet, der reflektierte Laserenergie aufspüren kann. Er erfasst die vom Ziel reflektierten Laserstrahlen, hierbei muss das Ziel von einem Dritten mit dem Laser beleuchtet werden. Der „Pave Penny“ Zielbehälter führt selber keine aktive Laserquelle mit und kann somit auch keine Ziele selbst beleuchten.

Die russische Su-25 hat ein simples Visier, welches mit dem Laserentfernungsmesser und dem Laserzielbeleuchtungssystem gekoppelt ist. Dieses System berechnet den Einschlagpunkt für ungelenkte Waffen, misst die Entfernung zum Ziel und bietet einen Gleitstrahl für lasergesteuerte Raketen.



Abbildung 5-2: Laserentfernungsmesser und Zielbeleuchtungssystem "Klen" an einer Su.25

Die Su-25T ist ein komplexeres Erdkampfflugzeug und führt das optische TV Zielerfassungssystem "Shkval" mit. Dieses erlaubt die Entdeckung, Erkennung und Verfolgung von kleinen Zielen bis zu einer Entfernung von zehn Kilometern. Genau wie die A-10A ist die Su-25T primär zur Panzerbekämpfung entwickelt worden.

Um Boden-Luft Abwehrsysteme (SAM) angreifen zu können, kann die Su-25T auch Anti-Radar (ARM) Raketen mitführen. Hierzu wird der "Fantasmagoria" Behälter mitgeführt, welcher die feindlichen Radarstrahlen erfassen kann und die Zielkoordinaten an die Anti-Radar Bewaffnung übermittelt. Hierdurch kann die Su-25T, im Gegensatz zur A-10A, Luftabwehrsysteme vor dem Einflug ins Kampfgebiet, selber angreifen.

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 bzw. das 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.



Abbildung 5-3: N019 Radarsystem einer MiG-29

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 Entdeckungsreichweite 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 defensiven 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.



Abbildung 5-4: AN/APG-65 Radar der F/A-18C

Moderne Puls-Doppler Radarsysteme, wie die 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 die von fliegenden Zielen reflektierten Radarstrahlen, auf kleinste Frequenzunterschiede, im Vergleich zu den vom Boden reflektierten Radarstrahlen, zu untersuchen. Aus diesem Grund haben moderne Puls-Doppler Radarsysteme die Eigenschaft auch niedrig fliegende Ziele entdecken, 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.

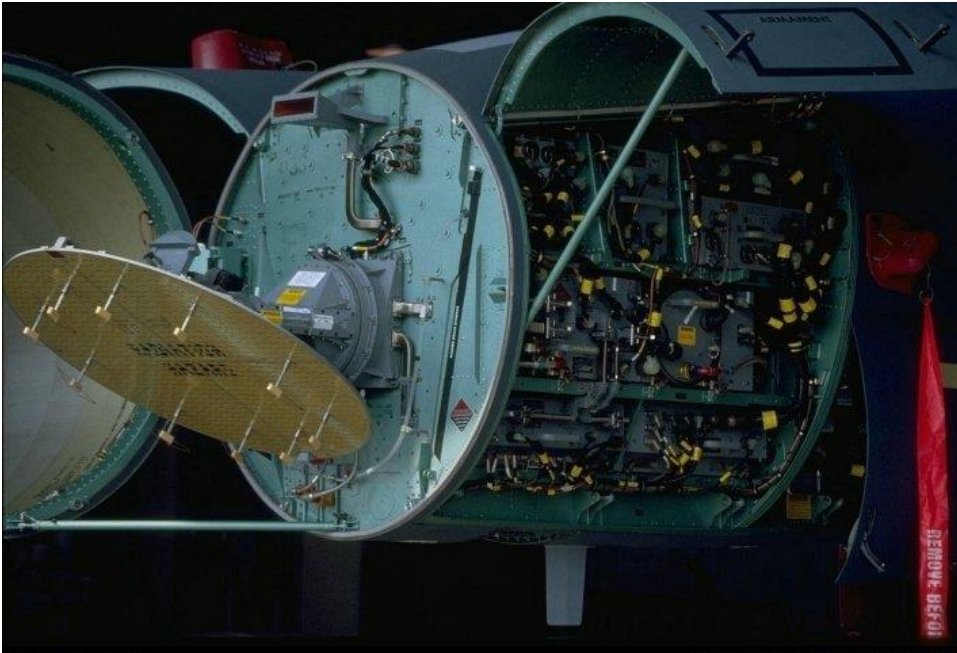


Abbildung 5-5: AN/APG-70 Radar der F-15E

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 der Jäger ein fliehendes Ziel, welches in derselben Höhe und mit derselben Geschwindigkeit fliegt, 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, haben 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 und 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.

Nachfolgend eine Datentabelle mit den technischen Eigenschaften moderner russischer Radarsysteme.

Name		BRLS-8B	N-001	N-019	N-019M Topaz
Radarsystem		SUV "Zaslon"	SUV S-27	SUV S-29	SUV 29S
Flugzeug		MiG-31	Su-27	MiG-29	MiG-29S
Antennentyp		Phased array	Cassegrain	Cassegrain	Schlitzstrahler
Zielentdeckungs- reichweite in großer Höhe	Von vorne	180...200	100	70	90
	Von hinten	60...80	40	40	40
	Ziel Radarquerschnitt m ²	19	3	3	5
Verfolgungswinkel in Grad	Winkel-	±70	±60	±60	±70
	Höhen-	-60 +70	±60	-45 +60	-40 +50
Gleichzeitig verfolgbare Ziele		10	10	10	10
Gleichzeitig angreifbare Ziele		4	1	1	2

Sender durchschnittliche Leistung in Watt	2500	1000	1000	
Leistung, kW	31			
Gewicht, kg				380
Zuverlässigkeit in Stunden	55	100		

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 Pulswiederholungsfrequenzen und verschiedenen Scanzonen. Mit PRF (Pulswiederholungsfrequenzen) wird die Anzahl an Radarimpulsen pro Sekunde angegeben. Das Ändern der PRF wird zur Entdeckung von niedrigfliegenden 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. Im normalen Radarbetriebsmodi findet ein Wechsel zwischen den mittleren und hohen PRF Werten statt, 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). 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 der Scanintervall relativ schnell ausgeführt wird, können schnelle und sehr manövrierbare Flugzeuge ihren Kurs wechseln und die Scanzone verlassen. Der Radarbildschirm zeigt weiterhin den vorausberechneten Flugpfad des Zieles an. Das nächste Update der Zielposition wird erst nach einer bestimmten Zeit durchgeführt und wenn ein Flugpfad errechnet werden konnte.

Infrarotzielsystem (IRST) und Elektro-Optisches Zielsystem (EOS)

Flugzeugtriebwerke geben große Mengen an Hitze ab, welche entdeckt werden kann. Diese Eigenschaft führte zur Entwicklung von Infrarotzielsystemen. Frühe Infrarotsuchsysteme konnten Flugzeuge nur von hinten erfassen, dort wo sich der Triebwerksauslass befindet. Moderne, hochempfindliche IR-Systeme können eine Hitzequelle aus allen Richtungen erfassen. IRST Systeme werden heutzutage von vielen Flugzeugen mitgeführt. Im Gegensatz zu Radarsystemen sind die IRST Systeme passiv und können vom feindlichen Radarwarngerät nicht entdeckt werden. Die Chance ein Ziel zu zerstören steigt, da der Feind im Stillen angefliegen und angegriffen werden kann.

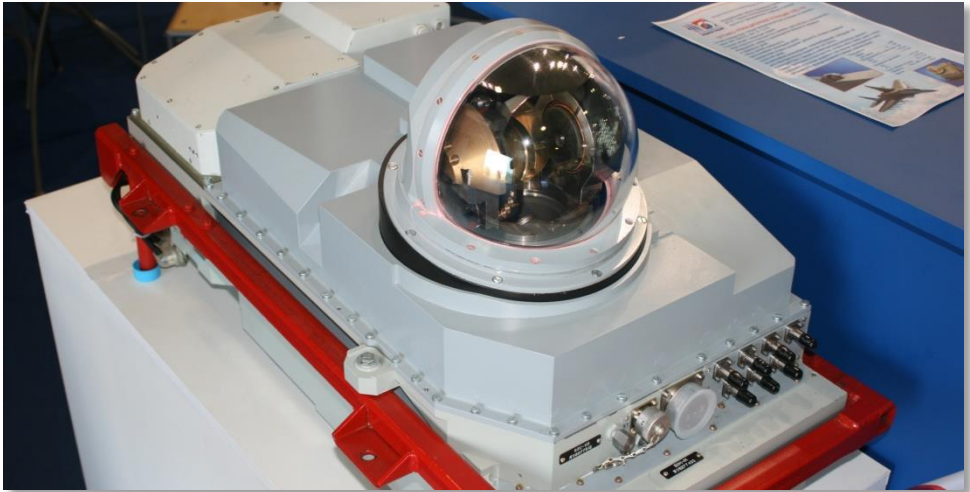


Abbildung 5-6: Russisches IRST System (EOS)

Elektro-Optische Systeme werden von Angriffsflugzeugen und Jägern verwendet. Teilweise kombinierte Systeme, mit Tag- und Nacht-TV-Systemen und Infrarotsensoren, erlauben den Flugzeugen Bodenziele zu jeder Tag und Nachtzeit anzugreifen. Wie bei optischen Systemen sinkt die Effektivität der EOS Systeme mit schlechtem Wetter, Nebel, Rauch und Staub in der Luft.

Laserentfernungsmesser / Zielbeleuchtungssystem

Ein Entfernungsmesser dient der Messung der Entfernung zwischen dem Flugzeuge und Luft-, Boden-, See- oder Luftzielen. Die Entfernungsmessung ist sehr genau, allerdings in einer relativ niedrigen Distanz. Lasersysteme werden oft zur Zielbeleuchtung für Luft-Boden Raketen verwendet. Das System bietet genug Genauigkeit, um einzelne Panzer oder andere mobile Bodeneinheiten angreifen zu können.

Lasersysteme funktionieren am besten in guten meteorologischen Zuständen. Wolken, Nebel, Regen und Staub verringern Ihre Effektivität.



Abbildung 5-7: Su-25 Laserentfernungsmesser / Zielbeleuchtungssystem "Klen-PS"

Die Su-25 und Su-17M4 nutzen das "Klen-PS" Laserentfernungs- / Zielbeleuchtungssystem.

Optisches-TV Zielsystem

Die Su-25T ist mit dem SUV-25T "Voshkhod" Waffenkontrollsystem ausgerüstet. Dieses dient der Erfassung und automatischen Verfolgung von kleinen, mobilen Zielen wie Panzern, LKWs, Schiffen etc.. Geschütze und un gelenkte Raketen können ebenfalls mit diesem System verwendet werden. Das System besteht aus dem Tages- und Nachtlicht fähigen, automatisierten Zielsystem "Shkval". Das I-251 "Shkval" ist in der Flugzeugnase angebracht und zeigt auf einem im Cockpit montierten TV Monitor das Zielgebiet. Das System ist gleichzeitig mit einem automatisierten Zielverfolgungssystem und dem Laserentfernungsmesser verbunden. Zusätzlich zeigt es dem Piloten wichtige Daten an. Für Nachteinsätze kann die Su-25T mit dem "Mercury" Behälter ausgerüstet werden. Dieser wird unter dem Flugzeug angebracht und dient zur Verstärkung des Restlichtes während der Dämmerung und der Nacht.

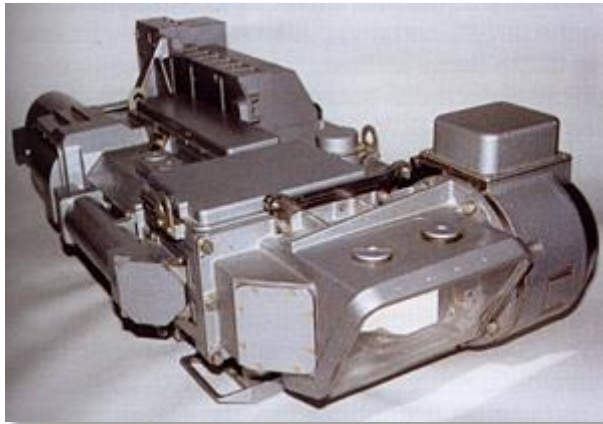


Abbildung 5-8: Optisches TV-Zielsystem I-251 "Shkval"



6

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, haben sie auch einige Nachteile. Um eine Rakete erfolgreich einzusetzen, müssen sehr strikte Prozeduren eingehalten werden. Jede Rakete benötigt eine eigene Vorgehensweise für einen erfolgreichen Einsatz.

Eine Luft-Luft Rakete besteht aus mehreren Komponenten: dem 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 war, desto schneller fliegt die Rakete und desto größer auch ihre Einsatzreichweite.

Die Einsatzreichweite der Rakete wird durch die Flughöhe des Flugzeuges massiv beeinflusst. Dieser Effekt tritt aufgrund der höheren Luftdichte in niedrigen Flughöhen zu Tage. Ist die Flughöhe beim Abfeuern um 20.000 Fuß höher, ist die Reichweite etwa doppelt so hoch. Zum Beispiel verdoppelt sich die Einsatzreichweite der AIM-120, wenn Sie auf 20.000 Fuß abgefeuert wird, statt 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, so 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 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. Je nach Reichweite:

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

- Hohe Reichweite. 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 Zielpfeilung, normalerweise kombiniert mit semi-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.
- Semi-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 Radazielführung (engl.: Active Radar Homing - ARH). Diese Raketen besitzen einen eigenen Radarsuchkopf. (R-77, AIM-120, AIM-54).

Raketen mittlerer und hoher Reichweite sind oft mit einem Trägheitsnavigationssystem und einem Datalink System 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.

Semi-Aktive Lenkwaffen schalten sich auf das vom Ziel reflektierende Radarsignal 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 semi-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 Lenkwaffe 10 bis 20 km entfernt vom Ziel befindet, 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 durch die 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 Rakete 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, welcher von einer Anzahl an Faktoren abhängt: initiale kombinierte Flughöhe, kombinierte Fluggeschwindigkeit und dem Winkel zum Ziel. Um eine möglichst hohe Feuerreichweite zu erreichen, sollte das Ziel aus einer möglichst hohen Geschwindigkeit, einer großen Flughöhe und einem hohen Zuschärftungsverhältnis angegriffen

werden. Wird, zum Beispiel, bei einem Angriff mit einem hohen Zuschärfungsverhältnis das Ziel bei einer Entfernung von 50 km angegriffen, wird die Rakete nur 30 bis 35 km fliegen. Dies passiert, da das Ziel auf Sie zufliegt. In Bodennähe, wo die Luft sehr dicht ist, beträgt die Reichweite nur 50%.

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 wegfliegendes 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 Berücksichtigung dessen, 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.

Luft-Luft Raketen der russischen Streitkräfte

Langstreckenraketen

R-33

Das Erscheinungsbild der R-33 ähnelt stark der amerikanischen AIM-54 "Phoenix". Der Durchmesser beider Lenkwaffen ist bis auf den Millimeter gleich. Kennt man die Entwicklungsgeschichte der K-13 Raketen, so müsste man behaupten, dass dies eine weitere erfolgreiche Kopie einer westlichen Waffe ist. Die R-33 ist allerdings eine reine russische Entwicklung, die alleine aufgrund der gleichen Anforderung der AIM-54 sehr ähnlich sieht.

Die Entwicklung begann bevor die P-40 und die MiG-25P Waffensysteme fertiggestellt waren.

In einer Resolution vom 24. Mai 1983 wurde entschieden, eine modernisierte Version der MiG-25 zu entwickeln, das Projekt E-155МП. Dieses Projekt wurde später die MiG-31. Die MiG-31 sollte mit dem neuen "Zaslon" Radarsystem ausgestattet werden. Die eingesetzten Lenkwaffen sollten eine Mindestreichweite von 120 km besitzen. Es wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben, bei dem sich am Ende zwei Kandidaten gegenüber standen: Die K-33 des "Vympel" Chefdesigners A. Lyapin gegen

PKPK's Chefdesigner M. Bisnovat's K-50. Der Entwurf von "Vypel" gewann den Wettbewerb. Die K-33 Bezeichnung wurde in der Tradition der erfolgreichen Projekte K-13 und K-23 beibehalten. Das Projekt wurde vom Chefdesigner V. Zhuravlev und später vom Chefdesigner Y- Zakharov geleitet.



Abbildung 6-1: R-33 Luft-Luft Rakete

Die erste Version sollte noch mit Canardflügeln ausgestattet werden. Es war geplant, die Raketen analog zu der K-40 Bewaffnung der MiG-25 auf Pylonen unterhalb des Flugzeugrumpfes zu montieren. Das Design wurde später in Richtung eines eher traditionellen "aerodynamischen" Designs geändert. Dies führte zu aerodynamischen Verbesserungen, was für Langstreckenraketen sehr wichtig ist. Die Entwicklung fand unter enger Abstimmung mit dem Mikoyan Designbüro statt. Zur Verkleinerung des Strömungswiderstandes, sowie der Verringerung der Erhitzung der Außenhaut, entschied man sich, die Raketen im Rumpf zu "versenken". Um eine ausreichende Anzahl an Raketen mitzuführen zu können, entschied man sich dazu, vier Raketen, je zwei paarweise, im Rumpf zu platzieren. Hierdurch sind die Raketen sehr kurz. Eine weitere Vorgabe war eine semi-aktive Radarantenne mit großem Durchmesser im Suchkopf der Rakete. Durch "halb versteckte" Anbringung der Rakete im Flugzeugrumpf sind zwei Drittel der Raketenflügel bis zum Feuern angewinkelt. Dies führt dazu, dass die Flügelspannweite 900 mm anstatt 1100 mm beträgt. Durch das Fehlen von Pylonen ist ein Katapultstart der Raketen notwendig.

Es sollte nicht unerwähnt bleiben, dass es während der Entwicklungsphase verschiedene Varianten der R-33 gegeben hatte: mit semi-aktivem Radarsucher, mit aktivem Radarsucher, mit Infrarotsuchkopf und eine Kombination aus infrarot und semi-aktivem Radarsucher. Auf Grund von technischen, taktischen und ökonomischen Gesichtspunkten entschied man sich schlussendlich für die Entwicklung der semi-aktiven Radarsuchkopfversion.

Entgegen einer mechanischen Suchantenne, wie zum Beispiel beim amerikanischen AWG-9 Radar der F-14A, entschied man sich bei der MiG-31 für eine passiv gelenkte Radarantenne, gebaut von "Zaslon". Solch eine Radarkonfiguration erlaubt eine sehr schnelle Steuerung der Radarkeule sowie die gleichzeitige Zielführung mehrerer semi-aktiver Luft-Luft Raketen. Hierdurch sind die Kosten für eine R-33 Rakete, im Vergleich zur AIM-54 Rakete, durch den kleineren Einsatz von Equipment geringer.

Das erste Drittel der Flugphase einer R-33 wird durch ein kreiselstabilisiertes Navigationssystem unter Zuhilfenahme eines Geschwindigkeitssensors durchgeführt.

Neben den neuen Einsatzcharakteristika unterscheidet sich die R-33 von der R-40 durch einen passiven Hitzeschutzschild. Während der Entwicklung und dem Einsatz der MiG-25 konnten mehr und bessere Daten zum Einsatzprofil und der auf die Raketen entstehenden Belastungen gesammelt werden. Als Ergebnis dessen entschied man sich gegen ein Kühlsystem, dies würde die Rakete nur unnötig kompliziert machen.

Wie beim klassischen Raketendesign besteht die Rakete aus vier Modulen, welche über Klammern miteinander verbunden sind. Die erste Sektion besteht aus einem semi-aktiven Radarsuchkopf, einen Gefechtskopf mit Aufschlagsensor sowie einen Annäherungszünder. Das zweite Segment besteht aus einer Autopiloteinheit und einem Sprengkopf mit einem Sicherungs- und Scharfschaltmechanismus. Die dritte Sektion besteht aus einem Dual-Modus Raketenmotor mit einer verlängerten Abgaspassage und einer Ansammlung von Raketendüsen. Die vierte Sektion wird um den Raketenmotor montiert und besteht aus einem Gasgenerator, einem Turbinengenerator mit einer Steuereinheit und durch heißes Gas betriebene Servomotoren für die Steuerflächen.

Die Tests fanden von 1975 bis 1980 statt. In diesen wurde das Design der Steuerflächen optimiert und der Luftwiderstand möglichst minimiert. Gleichzeitig wurde das Raketensteuersystem, der Störschutz des Suchkopfes, das Steuerungssystem und der Funkannäherungszünder bei niedrigen Flughöhen entwickelt. Das erste Flugzeug (eine MiG-17 Drohne) wurde am 26. März 1976 erfolgreich bekämpft. Davor wurden nur PRM-2 Fallschirmziele bei Feuertests verwendet.

Die R-33 wurde an die Streitkräfte als Teil der MiG-31-33 Bewaffnung am 6. Mai 1981 unter der Bezeichnung R-33 übergeben. Die Serienfertigung wurde durch die Dolgoprudny Fabrik übernommen. Dieselbe Fabrik arbeitete bereits mit "Vypel" an der Produktion der "Kub" Luftabwehrraketen. Im Westen ist die R-33 als AA-9 "Amos" bekannt.

Raketen mittlerer Reichweite

R-40

Die Entwicklung der K-40 Rakete begann, nachdem die Streitkräfte vom einstrahligen schweren Jäger der E-150 Familie, welche mit K-8 und K-9 Raketen ausgerüstet waren, auf die zweistrahlige MiG-25 S-155 Abfangversion und E-55P Aufklärungseinheit wechselten. Hieraus folgte das Dekret 131-62 vom 5. Februar 1962. Die Dekret sagte auch aus, bis wann die neu entwickelte Waffe den Streitkräften zur Verfügung gestellt werden sollte - bis Ende 1964. Die Entwicklung der neuen Rakete wurde dem OKB-4 Designbüro unter Leitung von M. Bysnovat übertragen. Der semi-aktive Suchkopf wurde durch das Forschungsinstitut Nr. 648 entwickelt, der Infrarotsuchkopf durch das Designbüro TZKB-589, die Autopiloteinheit durch das Designbüro OKB-3, der kombinierte radio-optische Gefechtskopf wurde durch das Institut Nr. 571 und der Festtreibstoffmotor durch das Designbüro KB-2 der Fabrik Nr. 81 entworfen.

Das Flugzeuggewicht wurde zweimal angehoben, dies bedeutete, dass die Rakete ein ähnliches Gewicht und ähnliche Abmessungen wie die MiG-25P, bewaffnet mit R-40T und R-40R Raketen, haben konnte. Parallel hierzu wurde die K-80 Rakete für die Tu-128-80 entwickelt. Für das Projekt E-155P (MiG-25 A) sollte das "Smerch-A" Radarsystem verwendet werden. Dieses Radar wurde auf Basis des "Smerch" Radars entwickelt, welche auf der Tu-128-20 installiert worden war.

Während der Entwicklung traten Komplikationen mit dem neuen Design auf. Der S-155 Abfangjäger wurde für Flüge von über 10 Minuten bei Mach 2 entwickelt. Durch die Komponenten des Flugzeuges und der Rakete, musste die Rakete an den unteren, äußeren Flügelen angebracht werden. Bei sehr hohen Geschwindigkeiten können sich diese Flugzeuggbereiche auf Temperaturen von bis zu 300 Grad Celsius erhitzen. Neben dem zu lösenden Problem der Hitzebeständigkeit der Außenhaut musste noch für Equipmenteffizienz sowie für Treibstoffkühlung gesorgt werden. Gleichmäßige Flugparameter während der gesamten Flugphase konnten nur in einem schmalen Temperatursegment erreicht werden. Es war überaus wichtig im gesamten Flugsegment gleichwertige Ergebnisse zu erzielen.

Daraus resultierend musste das Design bei null anfangen und hatte nichts mit der K-80 Rakete zu tun. 1962 wurde ein konzeptionelles Modell der K-40 Rakete vorgestellt ("Produktion 46"). Es wurde in zwei verschiedenen Varianten vorgestellt. Während der Designphase entschied man sich für Canardflügel, entgegen dem Design der K-80 Rakete. Der Raketentriebwerk wurde in der Mitte des Flugkörpers angebracht, was eine dynamischere Kontrolle über die Rakete erlaubte. Große Flügelflächen erlauben gute Manövrierbarkeit und eine kleinere Fehleranfälligkeit. Das primäre System der Avionik wurde im vorderen Flugzeugteil angebracht; der Gefechtskopf sowie die Energiequelle im hinteren Teil. Zum ersten Mal wurde ein Splittergefechtskopf mit Explosionssteuerung im KU-46 Gefechtskopf realisiert. Für eine präzise Gefechtskopfdetonation wurde eine gegen Störungen abgeschirmte Zünderversion mit dem "Aist-M" radio-optischen Annäherungszünder kombiniert.

Der Raketentriebwerk hat zwei Düsen. zum ersten Mal wurde bei sowjetischen Luft-Luft Raketen eine Metaleinspritzung beim Raketentreibstoff verwendet. Um die Hitzeentwicklung zu minimieren, wurde die Titanhaut der Rakete mit zusätzlichen Hitzeschildern verkleidet.

Um die Temperaturen im Zaun zu halten, wurde eine spezielle auf Freon basierende Kühlung, welche in der Raketenauflage angebracht war, verwendet. Die Radarspitze der Rakete bestand aus Glas und keramischen Komponenten. Dasselbe Design wurde für die Infrarotversion im T-40AI Infrarotsuchkopf verwendet.



Abbildung 6-2: R-40 T Rakete

Die Entwicklung der R-40T wurde aufgrund von Veränderungen während des Designprozesses verlangsamt. Zu Beginn wurde aufgrund eines Dekretes vom 25. Mai 1964 das Entwicklungsbüro OKB-3 (die Entwickler des Autopiloten) in das "Chelomey Reich" - Entwicklungsbüro OKB-52 eingeordnet. Vladimir Nikolaevich war als großartiger Projektmanager bekannt, sowie als Experte für das Einführen von neuen Teams und bestehenden Projekten. Die Entwicklung des Autopiloten für die K-40 wurde an Fabrik Nummer 118 übertragen. Die Entwicklung des Radarsuchkopfes wurde kurz darauf vom Forschungsinstitut Nummer 648 an die "Smerch-A" Entwickler vom Institut Nummer 131 übertragen. Hier entwickelte ein Team unter Leitung von E. Genishta den K-40 Suchkopf. Die Entwicklung der Rakete verlangsamte sich. Die Projektmanager überlegten sogar, die Testflüge von Projekt S-155 (MiG-25A) mit der K-80 Rakete, welche eigentlich für die Tu-128 entwickelt war, durchzuführen. Es begannen die Arbeiten an der Verbesserung des "Smerch-A" Radars sowie der K-80 Rakete für die E-152 Flugzeugfamilie. Auch andere Teilprojekte verzögerten sich und allen war klar, dass das anvisierte Projektende nicht zu halten war.

Der erste sowjetische mono-puls, semi-aktive Radarsuchkopf PARG-12 enthielt eine Reihe an Neuerungen. Eine der neu eingesetzten Lösungen war eine Anordnung von vier Radarantennen mit einer Winkelabstrahlung von bis zu 70 Grad. Eine Cassegrain-Antenne wurde hierfür verwendet. Der Suchkopf enthielt einen Computer auf Basis eines rotierenden Sinus-Cosinus Transformators, eines Entfernungsmessers mit zwei Integrierschaltungen sowie einem Mikrowellenoszillator und Empfänger mit logarithmischen Charakteristika, welches das Stören der Einheit bei hohen Störungsenergien

unterbinden sollte. Die Entwicklung des Infrarotsuchkopfes beinhaltete eine möglichst hohe Störresistenz gegen Infrarotstörkörper.

Die Entwicklung des "Smerch-A" Radars sowie des Raketenequipments wurde unter anderem am Bord eines fliegenden Labors durchgeführt - einer modifizierten Tu-104 42736.

Der erste Flug einer MiG-25 mit der Aufklärungsmodifikation fand am 15. März 1965 statt. Die erste Abfangjägervariante flog am 26. Oktober 1965. Der dritte Abfangjägerprototyp, bereits mit dem Radarsystem ausgestattet, begann am 16. April 1967 die Flugtests. Waffentests wurden zwischen August 1968 und Februar 1970 auf der Luftwaffenbasis Vladimirovka durchgeführt. Ein Dekret vom 12. Februar 1971 bestätigte die Aufnahme des Waffensystems in den aktiven Dienst und der Bezeichnung MiG-25-40. Das Radar wurde RP-SA und die Rakete R-40 genannt.



Abbildung 6-3: R-40R Rakete

Die Serienproduktion der R-40 wurde in der Ukraine, im Kiever Produktionsbetrieb "Benannt nach Artem Mileyskiy" aufgenommen. Mitte der 1970er wurde in der Sowjetunion eine Dokumentation über moderne Düsenjäger gezeigt. Manche Aufnahmen in dieser Dokumentation zeigten die MiG-25 bewaffnet mit Raketen. Diese Aufnahmen wurden auch im Westen immer wieder gezeigt. Die R-40 hat den NATO Code AA-6 "Acrid" erhalten.

R-24

Während der Entwicklung der K-23 Rakete wurden neue Raketenlenksysteme entwickelt, welche die Reichweite erheblich steigern konnten. Für die K-23 Rakete wurde ein Aufschaltmechanismus mit neuer Zielverfolgungslogik entwickelt. Allerdings waren die Aufschaltentfernungen aufgrund von Radarfehlern oft nur knapp über den Feuerentfernungen. Bei Radarfehlern konnte auf kurze Entfernungen auch der interne Suchkopf der Rakete verwendet werden. In diesem Fall wurde die Reichweite der Rakete durch ein Summen signalisiert.



Abbildung 6-4: R-24R Rakete

Während der Indienststellung der R-23, zusammen mit der MiG-23M, wurde am 9. Januar 1974 ein Dekret aufgesetzt, welches die Entwicklung einer neuer "Vympel" Rakete unter der Aufsicht von

Pustovoitov erließ. Eine erste Zeichnung einer verbesserten K-24 Rakete wurde 1975 vorgestellt. Die Rakete wurde mit einem neuen semi-aktiven Radarsuchkopf mit verbesserten Aufschaltkapazitäten und größerem Störwiderstand ausgestattet, dem RGS-24 (9B-1022) Radarsuchkopf. Die autonome Flugzeit wurde durch die Einführung eines "pseudo-kinematischen" Links mit einer analogen Recheneinheit auf 10 Sekunden erhöht. Trotz Zielführungsfehlern erlaubte dieser eine um 30% erhöhte Reichweite gegenüber der maximalen Aufschaltreichweite des Suchkopfes. Zur autonomen Zielführung trägt in der ersten Flugphase ein Trägheitsnavigationssystem unter Zuhilfenahme von Beschleunigungssensoren bei. Dies führte dazu, dass das erste Mal in der russischen Luft-Luft Raketenentwicklung auch schwebende Hubschrauber und langsam fliegende Ziele angegriffen werden konnten. Die Abschusswahrscheinlichkeit von niedrig und langsam fliegenden Zielen konnte bei gleichzeitiger Erhöhung der Widerstandskraft gegen elektronische Störsysteme erhöht werden.

Das anfängliche Ziel nur eine neue "Topaz-M" zu entwerfen wurde schnell wieder verworfen. Um eine maximale Effektivität zu erzielen wurde ein neuer Sprengkopf und ein leistungsstärkerer Raketenmotor eingesetzt und das Layout erheblich verändert.

Der größte sichtbare Unterschied zur vorherigen Rakete war die Einführung von nach vorne gerichteten Flügeln am Heck. Das interne Layout wurde ebenfalls geändert, die Anzahl der Kammern wurde von acht auf fünf reduziert. Das erste Segment wurde vom Suchkopf verwendet. Die zweite Sektion enthielt den funkgesteuerten Annäherungszünder "Skvoretz", den Autopiloten und einen Turbogenerator, der von einer unter Druck stehenden pulvergetriebenen Batterie angetrieben wurde. In der dritten Sektion war der Gefechtskopf mit einer Sprengreichweite von 10 Metern sowie der Sicherungsmechanismus untergebracht. Danach folgte der Feststoffantrieb PRD-287. Als letztes folgte ein Gasgeneratorblock, der die Steuerflächen der Rakete mit Energie versorgte.

Eine Version mit Infrarotsuchkopf der R-24 (Produktion 160) wurde ebenfalls entwickelt. Diese Version benutzte einen modifizierten TGS-23T4 Suchkopf.

Die R-24 wird an einem modifizierten APU-23M Pylon aufgehangen.

Die maximale Einsatzreichweite: 50 km für die R-24R, 35 km für die R-24T. G-Belastung 5 bis 8 G, Zielflughöhe: 0,04 bis 25 km.

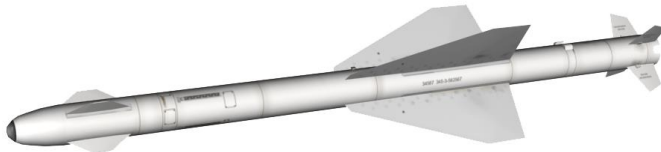


Abbildung 6-5: R-24T Rakete

Die Entwicklung und Einsatztests der R-24 verliefen besser als geplant, allerdings führten stetige Änderungen am Einsatzprofil zu Verzögerungen bei der Freigabe der Waffe für die MiG-23ML und MiG23P bis 1981.

1982 wurde die R-24 erfolgreich von einer MiG-23ML im Süd-Libanon Konflikt eingesetzt. Nach offiziellen syrischen Berichten schafften es MiG23ML Jäger drei F-15C sowie eine F-4E abzuschießen. Dies wurde allerdings niemals bestätigt, zusätzlich sprechen andere Berichte dagegen.

Zuletzt wurde die R-24 mit einem modernen Suchkopf, mit verbesserter Resistenz gegen Störmaßnahmen, ausgestattet. Diese Variante wird als R-24M bezeichnet.

Ein wichtiger Schritt für die Entwicklung der R-23/R-24 Familie war die beschleunigte Entwicklung neuer Radarsysteme und Zielsysteme, nachdem ein sowjetischer Pilot namens Belenko mit einer MiG-25 nach Japan floh. Als Ergebnis dessen wurden russische Jäger schnellstmöglich mit "Saphir-25" (RP-25) Suchern, welche auf Basis der "Saphir-23" Sucher entwickelt wurden, ausgestattet. Des Weiteren wurden die R-40D Raketen mit dem neuen RGS-25 Sucher ausgestattet, welche auf dem RGS-24 Sucher basierten.

Als ganzes betrachtet war die K-24 Rakete ein wichtiger Schritt in der Entwicklung russischer Luft-Luft Raketen. Durch die Implementierung der originalen Baupläne der AIM-7 "Sparrow" konnten die Designer sogar die maximale Reichweite des amerikanischen Gegenstücks, der AIM-7F, übertreffen.

R-27

Die R-27 Rakete, mittlerer Reichweite, wurde für das Abfangen und Zerstören aller Flugzeugtypen, Hubschrauber, unbemannter Drohnen und Marschflugkörper konzipiert. Die Rakete kann von einer einzigen Plattform im Luftkampf mittlerer und langer Reichweite als auch als Teil eines Verbandes sowohl zur Tages als auch Nachtzeit eingesetzt werden. Die R-27 kann in jedem Wetter eingesetzt werden und ist sehr effektiv gegen langsam fliegende und stark manövrierende Ziele.

Die R-27 wird in verschiedenen Varianten hergestellt, die sich beim Suchkopf (semi-aktiver Radarsuchkopf oder Infrarotsuchkopf) und im Antriebssystem (Standard oder Erweitert) unterscheiden. Die Varianten mit dem semi-aktiven Radarsuchkopf werden R-27R bzw. R-27ER genannt. Die mit einem Infrarotsuchkopf ausgestatteten Varianten heißen R-27T sowie R-27ET. Sowohl die R-27ER als auch die R-27ET Varianten haben eine längere Reichweite.

Der Raketenkörper besteht zum größten Teil aus Titan, die Motorummantelung aus Stahl.

Beide Versionen der R-27 nutzen denselben Pylonentyp. Der APU-470 Pylonentyp wird für unter den Flügeln angebrachte Raketen verwendet, der AKU-470 Katapultpylon wird für Raketen, die unter dem Rumpf oder an Flügeln angebracht werden, verwendet.

Zusätzlich zum Suchkopf besteht die Raketenlenkung aus einem Trägheitsnavigationssystem mit Funknachlenkung. Die Rakete kann das Ziel aus allen Richtungen bekämpfen, wobei der Radarsuchkopf einen 50 Grad Blickwinkel und der Infrarotsuchkopf einen 55 Grad Blickwinkel hat. Die maximale G-Belastung der Abschussplattform beim Abfeuern darf 5 G nicht übersteigen. Die Rakete kann Ziele bis zu einer Geschwindigkeit von 3500 km/h und einer Flughöhe zwischen 20 Meter und 27 Kilometer abfangen. Der Flughöhenunterschied zwischen Abschussplattform und Ziel darf 10 Kilometer nicht übersteigen. Die maximale G-Belastung der Rakete beträgt 8 G. Das Abfeuern zweier verschiedener R-27 Varianten auf ein Ziel erhöht die Trefferwahrscheinlichkeit. Die R-27 Raketenfamilie wurde durch das Konstruktionsbüro Vypel entwickelt und wurde zwischen 1987 und 1990 in Dienst gestellt. Heutzutage können alle Versionen der MiG-29 und Su-27 die R-27 Raketen einsetzen.

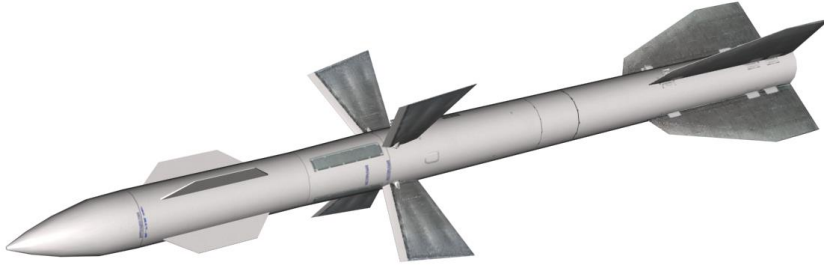


Abbildung 6-6: R-27R Rakete

R-27R: "Produkt 470R" (NATO CODE: AA-10A ALAMO) ist eine radargelenkte Rakete mittlerer Reichweite, welche 1987 in Dienst gestellt wurde. Die Rakete hat ein Trägheitsnavigationssystem mit Funknachlenkung. In der letzten Flugphase setzt die Rakete den semiaktiven Radar-Suchkopf ein. Die maximale Feuerentfernung zum Ziel liegt bei 30 bis 35 Kilometer. Die maximale Zielgeschwindigkeit liegt bei 3500 km/h, Ziel G-Belastung 8 G. Die Rakete wiegt 235 kg. Die Länge beträgt 4 Meter, der Körperdurchmesser 23 cm und die Flügelspannweite 77 cm. Die Flügelspannweite der größeren Flügel beträgt 97 cm, der Sprengkopf wiegt 39 kg.

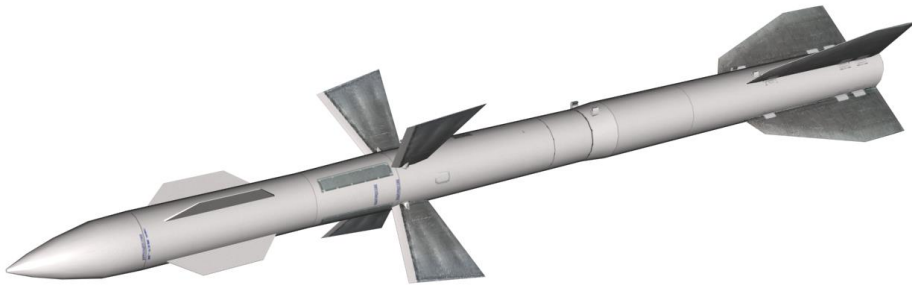


Abbildung 6-7: R-27ER Rakete

R-27ER: "Produkt 470ER" (NATO CODE: AA-10C ALAMO) ist eine radargelenkte Rakete mittlerer Reichweite, welche eine Modifikation der R-27R mit einem größeren Raketenmotor darstellt. Die Rakete hat ein Trägheitsnavigationssystem mit Funknachlenkung. In der letzten Flugphase setzt die Rakete den semiaktiven Radar-Suchkopf ein. Die maximale Feuerentfernung zum Ziel liegt bei 66 Kilometern. Die maximale Zielgeschwindigkeit liegt bei 3500 km/h, Ziel G-Belastung 8 G. Die Rakete wiegt 350 kg. Die Länge beträgt 4,78 Meter, der Körperdurchmesser 26 cm und die Flügelspannweite 80 cm. Die Flügelspannweite der größeren Flügel beträgt 97 cm, der Sprengkopf wiegt 39 kg. Die R-27ER kann von der Su-27 mitgeführt werden.

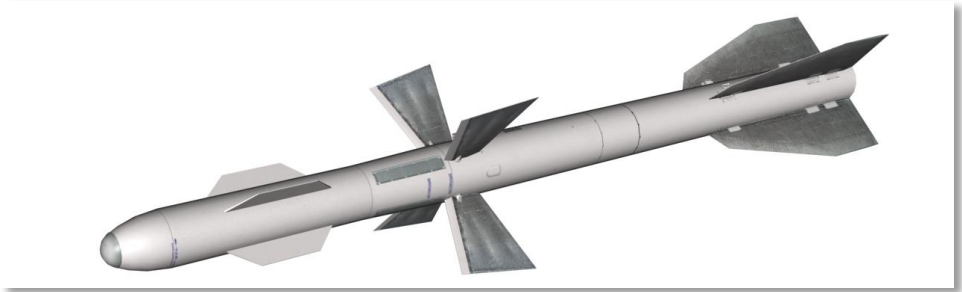


Abbildung 6-8: R-27T Rakete

R-27T: "Produkt 470T" (NATO CODE: AA-10B ALAMO) ist eine Rakete mittlerer Reichweite, welche 1983 in Dienst gestellt wurde. Diese Version der R-27 verwendet einen Infrarot-Suchkopf. Die R-27T muss ein Ziel aufgeschaltet haben bevor sie abgefeuert werden kann. Die maximale Reichweite beträgt 30 km, es können Ziele bis zu einer Flughöhe von 24 km bekämpft werden. Die Rakete wiegt 254 kg, die Länge beträgt 3,7 Meter und der maximale Durchmesser beträgt 23 cm. Der Sprengkopf wiegt 39 kg. Su-27 sowie MiG-29 können die Rakete mitführen.

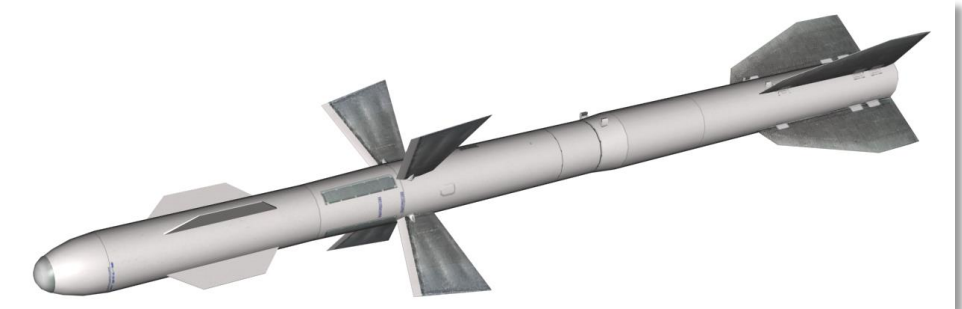


Abbildung 6-9: R-27ER Rakete

R-27ET: "Produkt 470ET" (NATO CODE: AA-10D ALAMO) ist eine Rakete mittlerer Reichweite, welche 1990 in Dienst gestellt wurde. Diese Version der R-27 verwendet einen Infrarot-Suchkopf. Die R-27ET muss ein Ziel aufgeschaltet haben bevor sie abgefeuert werden kann. Genau wie die R-27 ER hat auch die ET Version einen größeren Raketenmotor. Die maximale Reichweite beträgt 60 km, es können Ziele bis zu einer Flughöhe von 27 bekämpft werden. Die R-27ET Rakete wiegt 343 kg, die Länge beträgt 4,5 Meter und der maximale Körperdurchmesser beträgt 26 cm. Der Sprengkopf wiegt 39 kg. Su-27 Varianten können die Rakete mitführen.

R-77

Die Entwicklung von Luft-Luft Raketen für russische Jäger der 4. Generation wurde mit der Einführung der MiG-29 und der Su-27 abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt wurden bereits die ersten Merkmale für russische Jäger der 5. Generation definiert. Genauso wichtig war die Einführung der AIM-120A AMRAAM Luft-Luft Rakete mit aktivem Radar-Suchkopf durch die USA.

Das R-27 Raketendesign beinhaltet vordere Flügelflächen, hierdurch müssen keine Querruder eingesetzt werden. Stattdessen wurden größere Steuerflächen verwendet. Hierdurch kommt es zu der Problematik, dass nur wenige Waffen in inneren Schächten eingesetzt werden können. Das Mitführen von Waffen im Inneren eines Flugzeuges war eine der Anforderungen an einen russischen Jäger der 5. Generation. Die AMRAAM ist um einiges kompakter als die R-27ET und wiegt zusätzlich nur ungefähr die Hälfte. Die neue amerikanische Rakete wiegt ungefähr nur ein Drittel der AIM-7M.

Resultierend aus diesen Erkenntnissen fing man Anfang der 1990er Jahre mit der Entwicklung einer neuen Luft-Luft Rakete mittlerer Reichweite, einem maximalen Gewicht von 160 bis 165 kg und einem aktiven Radar-Suchkopf an. Die Rakete musste des Weiteren mit einem neu entwickelten Radarsystem für die MiG-29M und Su-27M arbeiten können. Die neue Rakete, welche auf sehr vielen Luftfahrtausstellungen als "RVV-AE" gezeigt wurde, unterschied sich signifikant von der amerikanischen AMRAAM durch die markanten am Heck angebrachten gitterförmigen Steuerflächen.

Die Entwicklung der R-77 (auch bekannt als RVV-AE) wurde durch eine Gruppe von Entwicklungsbüros, unter anderem "Vypel" und "Molniya" unter der Leitung von G. Sokolovsky und unter direkter Aufsicht von V. Pustovoirov, durchgeführt. Die Arbeiten wurden unter dem neuen Chefdesigner V. Bogatsky beendet.

Im Gegensatz zum konventionellen Flügeldesign mit abstehenden Steuerflächen wurden bei der R-77 kurze "Leitschienen" als Flügel verwendet. Dieses Design wurde vorher bereits bei der amerikanischen Luftabwehrrakete RIM-24 "Tartar" verwendet. Ein einzigartiges Merkmal der R-77 sind die eingeklappten als bewegliche Gitter ausgelegten Steuerflächen im Heck der Rakete. Im eingeklappten Zustand wird der Gesamtdurchmesser der Rakete nicht überschritten. Durch das relativ niedrige Gewicht und der kurzen Länge der Rakete können sehr viele R-77 von einem Flugzeug mitgeführt werden. Durch die geringe Flügeltiefe der Gitterflossen sind die daraus resultierenden Stellkräfte gering und nur wenig abhängig von Fluggeschwindigkeit, Flughöhe und Anstellwinkel. Das erforderliche Drehmoment der Stellmotoren überschreitet nicht 1,5 kgm (9,81 Nm). Dies erlaubt den Einsatz von kleinen, leichten Stellmotoren für die Gitterflossen. Die Steuerflächen sind bis zu einem Anstellwinkel von 40 Grad aerodynamisch effektiv und bieten zusätzlich eine hohe Verwindungssteifigkeit. Solch ein Design bringt auch Nachteile mit sich - die Steuerflächen haben einen höheren Luftwiderstand als ein konventionelles Design. Gesamtheitlich betrachtet überwiegen allerdings die Vorteile.



Abbildung 6-10: R-77 (RVV-AE) Rakete

Die strikten Gewichtsvorgaben erforderten unkonventionelle Ansätze bei der Realisierung der einzelnen Raketenmodule. Dies führte zu einem einzigartigen Vorgehen beim Raketendesign. Dem angeordneten Design mussten nicht nur die Hersteller zustimmen, es wurde auch vom Minister der Luftfahrtindustrie persönlich genehmigt.

Die R-77 besteht aus fünf Sektionen, welche mit Spannklemmen miteinander verbunden sind. Die erste Sektion beinhaltet den Radarsuchkopf. Die zweite Sektion beinhaltet den Laserannäherungszünder mit je nach Zielgröße anpassbaren Parametern, Kontaktflächen sowie dem Autopiloten. Das dritte Abteil besteht aus dem Sprengkopf sowie der Sicherung. Die Explosion des Sprengkopfes führt zur Expansion eines um den Sprengkopf gewickelten Stahlringes. Der Explosionsradius beträgt 7 Meter. Die vierte Sektion besteht aus einem Festtreibstoffmotor. Die Hecksektion besteht aus der Batterie, welche sich vor den Steuerungsgittern befindet.

Die Rakete wird komplett zusammengebaut angeliefert und kann von APU-170 und AKU-170 Pylonen abgefeuert werden. Im Mai 1984 begann die Testphase der R-77, als Teil des MiG-29C Waffensystems. Im selben Jahr wurde die Produktion aufgenommen. Die staatlichen Tests wurden 1991 beendet und am 23. Februar 1994 wurde die R-77 in Dienst gestellt.

Die maximale Einsatzreichweite gegen große Ziele (Bomber) in großer Höhe beträgt 50 Kilometer, für Flugzeuge mit Jägerabmessungen beträgt die Reichweite 45 km. Die minimale Abschussentfernung 300 Meter. Das Abschussgewicht der Rakete beträgt 177 kg, der Sprengkopf wiegt 21 kg. Die Rakete ist 3,6 Meter lang, der Körperdurchmesser beträgt 20 cm, die Flügelspannweite 40 cm.

In den 1990ern wurde die Rakete mehrfach auf internationalen Ausstellungen gezeigt. Im Westen ist die R-77 als AA-12 Adder bekannt.

Kurzstreckenraketen

R-60

In Szenarios, bei denen vor allem Luftkämpfe ausserhalb der Sichtweite durchgeführt werden, ist die Freund-Feind Identifizierung zu einem fast unlösbaren Problem geworden. Die eindeutige visuelle Identifizierung kann zwar aus mehreren Kilometern Entfernung erfolgen, meist liegt diese aber unter der minimalen Einsatzentfernung der amerikanischen AIM-7 "Sparrow".

Sowohl amerikanische als auch sowjetische Kurzstreckenraketen - amerikanische AIM-9B "Sidewinder" und die sowjetische K-13A - erwiesen sich als ineffektiv bei Luftkämpfen mit hoher G-Belastung und eng geflogenen Flugmanövern. Die sehr restriktiven Abschussparameter dieser Waffen (maximal 2 G Belastung) erlaubten es den Piloten nicht, diese jederzeit einsetzen zu können. Aber selbst nach dem Abfeuern konnten diese frühen Versionen keine engen Manöver fliegen und konnten somit kaum einen feindlichen Jäger treffen. Für diese Raketen waren die Abschussparameter auf einen Abschuss "auf 6 Uhr "des Feindes limitiert.

Kurzstreckenraketen benötigen einen Autopiloten, der die Flugparameter im Flug steuert. Die Aufschaltzeiten der sowjetischen K-13A Raketen waren sehr lang, der Abschusswinkel sehr begrenzt. Dies erforderte sehr gutes fliegerisches Können der Piloten, um dem feindlichen Ziel zu folgen, und es aufgeschaltet zu halten. Dies führte im Vietnamkrieg zu vielen Verlusten, da die Jäger auf beiden Seiten keine Bordkanone mitgeführt hatten. Sowohl die MiG-21PF als auch die F-4C Phantom waren reine "Raketenträger".

Als Resultat dessen, begannen die USA, die USSR und Frankreich quasi gleichzeitig mit der Entwicklung einer neuen, wendigen Kurzstreckenrakete in den 1960er Jahren. Diese Raketen waren ausschließlich für den Nahkampf vorgesehen. Die Einsatzreichweite war kurz, was Gewicht und Größe gering hielt. Durch ihre verbesserten Einsatzparameter und das schnelle Umschalten auf das Ziel waren diese Raketen aus taktischer Sicht eher als Bordgeschütz zu verstehen. In der Sowjetunion

zeichneten sich vor allem das Minaviaprom Forschungsinstitut Nr. 2 mit der Entwicklung von Kurzstreckenraketen aus.

Gleichzeitig wurde in den späten 1960ern eine eher kleine Luftabwehrrakete, die 9M31 für das Luftabwehrsystem "Strela-1" entwickelt. Die Rakete war 1,5-mal so klein wie die K-13A und fast dreimal so leicht. Dies wurde vor allem durch den viel leichteren Sprengkopf (viermal so leicht) erreicht. Die neue Kurzstreckenrakete K-60 sollte ungefähr dieselben Parameter haben wie die 9M31.

Nichtsdestotrotz erfüllte die 9M31 nicht alle an die neue Luft-Luft Rakete gestellten Anforderungen. Die 9M31 wurde mit einem Foto-Kontrast Suchkopf ausgestattet, welcher nur gegen Luftziele ohne Boden als Hintergrundstrahlung eingesetzt werden. Zusätzlich machte das Zielen entlang der Raketenlängsachse im engen Luftkampf zusätzliche Probleme. In solchen Umständen hätte die Rakete genau nach den Angaben des Waffenkontrollsystems ausgerichtet werden müssen. Der Raketenmotor der 9M31 erlaubte nur den Einsatz gegen Ziele bis zu einer Fluggeschwindigkeit unterhalb von Mach 1.

Es ist wichtig zu erwähnen, dass die Entwicklung der K-60 nicht den Entwicklern der 9M31 Rakete des Minoboroprom Entwicklungsbüros anvertraut wurde, sondern dem Minaviaprom PKPK (ehemaliges Entwicklungsbüro OKB-4). Unter der Leitung vom Chefentwickler M. Bysnovaty und seinem Vertreter V. Elagin wurde die Entwicklung von A. Kegeles, G. Smolsky und I. Karabanov durchgeführt. Als Konsequenz daraus und entgegen dem ursprünglichen Plan wurden nur zwei Parameter der K-60 Rakete von der "Strela-1" übernommen: das Kaliber 120 mm und die Sprengkopfgroße. Das Abschussgewicht der K-60 ist anderthalbfach so hoch wie das der 9M31.

Obwohl die Entwickler bereits erfolgreich relativ große Mittel- und Langstreckenlenkwaffen wie die K-8 und K-80 produziert hatten, entschieden Sie sich, beim Betrachten der technischen Spezifikationen der K-60, auch die Erfahrungen ihrer Kollegen zu verwenden, welche die K-13 Lenkwaffe entwarfen. Die K-60 unterschied sich in einigen fundamentalen Punkten von den Lenkwaffen die von "Vympel" produziert wurden.



Abbildung 6-11: R-60M Rakete

Wie bei der K-13 besteht der vordere Bereich aus einem Infrarot-Suchkopf. Das von S. Alekseenko geleitete Entwicklungsbüro "Arsenal" hatte den "Komar" (OGS-60TI) Infrarot-Suchkopf entwickelt. Dieser hatte einen auf Trägheitsnavigation basierenden, kreiselstabilisierten Suchkopf, welcher Ziele in einem Sichtwinkel von 12 Grad entdecken und verfolgen konnte. Um die Tragflächeneffektivität bei hohen Anstellwinkeln zu verbessern und den anströmenden Luftstrom zu begradigen wurden zusätzliche Leitschienen am Suchkopf angebracht.

Die kleinen Abmessungen des Sprengkopfes machten einige neuartige Lösungen notwendig. Ein Annäherungszünder erlaubte die Bekämpfung von Zielen auf bis zu 2,5 Meter vom Sprengkopf entfernt, zur Zielzerstörung war aber ein direkter Treffer notwendig. Der größte Schaden konnte angerichtet werden, wenn der Sprengkopf in das Ziel eindringen konnte. Aus diesem Grund wurde der Continuous-Rod Sprenging weit vorne in der Rakete angebracht. Durch das geringe Gewicht und

dem großen Kaliber hat der Sprengkopf einen relativ großen "Kanal". Im dritten Abschnitt der Rakete ist die Sprengkopfsicherung, die Hilfsmotoren und der Autopilot untergebracht. Der Autopilot war besonders wichtig, um die gegenüber der K-13 Rakete höheren Erwartungen an die Raketenperformance zu erfüllen. Außerhalb der dritten Sektion befinden sich die Steuerflächen der Rakete. Im vierten Abschnitt befindet sich der Funkannäherungszünder zusammen mit der Energiequelle - zwei vom Abgasstrahl des Raketenmotors angetriebene Generatoren.

Im fünften Abschnitt befindet sich der PRD-259 Festtreibstoffraketenmotor mit einem zeitlich gesteuerten Performancediagramm. Am Raketenkörper befinden sich die dreieckförmigen Flügel. Die kleinen Abmessungen erlauben genug Steuerfläche für jegliche Manöver und sind klein genug, um die Rakete in großer Menge an Flugzeugen anbringen zu können.

Die K-60 Rakete (Produkt 62) wurde in sehr kurzer Zeit entwickelt. 1971 begannen die Feldtests. Die Rakete wurde am Boden auf einer Abschussrampe montiert und eine Wärmequelle auf einem Turm beschossen. Kurz darauf begannen die Tests mit einem MiG-21 Jäger. Im Dezember 1973, zwei Jahre vor der französischen "Magic" Kurzstreckenrakete, wurde die K-60 unter der Feldbezeichnung R-60 in Dienst gestellt.

Nachdem die neue MiG-23 mit untergehängten R-60 Raketen präsentiert wurde, bekam die Rakete den Nato Code AA-8 "Aphid".

Die R-60 kann Ziele bis zu einer Entfernung von 7,2 Kilometern bekämpfen. Solche Zielentfernungen sind nur möglich, wenn sich das Ziel in einer Flughöhe von mehr als 12 Kilometern befindet. In Bodennähe beträgt die Distanz nur noch ein Drittel davon. Die Rakete kann bis zu einer G-Belastung von 7 G abgefeuert werden. Der Infrarot-Suchkopf hat einen Sichtwinkel von 5° Grad. Nachdem ein Ziel aufgeschaltet wurde, können Ziele bis zu einem Winkel von 30° bis 35° Grad verfolgt werden.

Es können Ziele bis 8 G bekämpft werden. Durch den Einsatz von zwei Raketen kann eine Abschussquote von 70 bis 80 % erreicht werden.

Durch die kleinen Abmessungen und dem geringen Gewicht der Rakete wurden Pylonen für eine, zwei und drei Raketen entwickelt. PU-62-I kann eine Rakete aufnehmen und PU-62-II zwei. Der PU-62-II hat jeweils eine Version für den rechten und linken Flügel.

Die gute Performance der R-60 führte dazu, dass sie von vielen verschiedenen Flugzeugen des Warschauer Paktes eingesetzt werden konnte: MiG-21, MiG-23, MiG-27, MiG-29, MiG-25, MiG-31, Su-15 und Su-17. Sie kann zur Selbstverteidigung auch von der Su-25 und Su-25T mitgeführt werden, dazu führten die Änderungen an den PU-62-I und PU-62-II Pylonen (der APU-60-II Pylon kann gleichzeitig zwei Raketen verschießen). Die Raketen können an normalen Waffenstationen mitgeführt werden, haben normale mechanische Befestigungen sowie Verkabelung zur Übermittlung von Daten. Die Exportvariante der R-60 wird R-60K genannt. Die Einsatzqualität der R-60 wurde im Kampf Syriens gegen Israel 1982 über Libanon bewiesen. Mehrere israelische Flugzeuge wurden von R-60 Raketen getroffen.

Mit der Indienststellung der R-60 begann gleichzeitig ein Programm zur deren Modernisierung. Der verbesserte Suchkopf - "Komar-M" (OGS-75) wurde als R-60M Variante installiert. Der Sichtwinkel des Suchkopfes wurde auf 17° verbessert und erlaubte, durch das aktive Kühlen des Suchkopfes, Ziele von vorne anzugreifen. Durch die Verwendung leistungsfähigerer Bestandteile, erhöhte sich das Gewicht des Sprengkopfes um 17 %. Infolgedessen erhöhte sich das Gesamtgewicht, und die Länge erhöhte sich um 43 mm. Die minimale Abschussentfernung konnte um ein Drittel gesenkt werden, die maximale Einsatzreichweite um 500 Meter erhöht werden.

Die R-60 und R-60M wurden in den vergangenen 30 Jahren an sehr vielen verschiedenen Jägern verwendet. In letzter Zeit wurden sie als "Sekundärwaffen" zusammen mit neuen, performanteren Waffensystemen verwendet. Wenn diese Raketen an Flugzeugen, wie der MiG-31, die 3000 km/h schnell fliegen kann, montiert sind, können Hitze Probleme auftreten. Deshalb wurden zusätzliche Änderungen vorgenommen, damit die Raketen die Hitzeentwicklung verkraften können.

R-73

Gefolgt von schwachen Resultaten bei Kampfeinsätzen in Vietnam in den späten 1960er Jahren, begann die USA mit der Entwicklung neuer Jäger - der F-14 und F-15. Ähnlich der leichten Jäger F-16 und F/A-18 sollten diese beiden Flugzeuge als Luftüberlegenheitsjäger dienen, was auch den Luftnahkampf beinhaltet. Dies beinhaltet den Nahkampf. Parallel hierzu begann man in der UdSSR mit der Entwicklung entsprechender "Gegenantworten": die MiG-29 und die Su-27.

Die angenommenen Anforderungen an eine Kurzstreckenrakete für die neuen sowjetischen Jäger zeigt auf, dass die R-60M, die sich bereits am Ende ihrer Entwicklungszyklen befand, die neuen Anforderungen nicht erfüllen konnte. Eine Analyse der Anforderungen zeigte, dass eine neue Raketengeneration eine sehr hohe Manövrierbarkeit und die Zielbekämpfung aus allen Richtungen bieten müsste.

Zuerst wurden diese Anforderungen an zwei verschiedene Entwicklungsbüros übermittelt. Die Durchsicht der ersten Ergebnisse führte zu einem am 26. Juli 1974 erlassenen Dekret in dem die Anforderungen für die neue Jägergeneration Mig-29 und Su-27 spezifiziert wurden. Die Aufgabe der Entwicklung einer solchen kleinen, sehr schnellen und manövrierbaren Kurzstreckenrakete K-73 wurde an das Büro "Molnija" übertragen. Die Rakete wurde anfangs als eine verbesserte Version der P-60 gehandelt, wurde dann aber aufgrund des erhöhten Gewichtes als eine Version zwischen der R-60 und der R-13 platziert.



Abbildung 6-12: R-73 Rakete

Am selben Tag wurde das "Vypel" Entwicklungsbüro mit der Entwicklung einer Kurzstreckenrakete betraut. Die K-14 war eine Weiterentwicklung der K-13 Raketenfamilie mit einem Infrarotsuchkopf und sehr guten aerodynamischen Eigenschaften.

Die "Super-Manövrierbarkeit" verlangte von der R-73 Rakete sehr hohe Anstellwinkel von über 40 Grad. Bei solch hohen Anstellwinkel verlieren die Tragflächen einer klassischen Luft-Luft Rakete komplett Ihre Wirksamkeit. Der Einsatz einer Vektorsteuerung unter Verwendung des Abgasstrahls

war unumgänglich. Änderungen der Steuer- und Tragflächen wurden aufgrund der kurzen Einsatzreichweite ausgeschlossen.

Auf Grund der Abmessungen der ersten K-73 Varianten wurde der Einsatz eines Suchkopfes, der Ziele von allen Seiten verfolgen kann, nicht betrachtet. Trotz dessen entwickelte das Kiever Entwicklungsbüro "Arsenal", in Zusammenarbeit mit dem Moskauer Entwicklungsbüro "Geophysic", einen neuen kompakten Suchkopf: den "Mayak" (OGS MK-80). Der neue Suchkopf erlaubte die Zielsuche im Umkreis von 60 Grad, was eine Verbesserung gegenüber der R-60 Rakete um den Faktor 12 bedeutete. Später wurde dieser Wert noch auf 75 Grad erhöht und eine Kurvengeschwindigkeit von 60 Grad pro Sekunde erreicht. Zusätzlich wurde neue Verfahren zum besseren Ignorieren feindlicher Störversuche im IR-Bereich implementiert. Zudem wurde die Sensorreichweite erhöht und eine digitale Signalverarbeitung mit mehreren Kanälen implementiert. Um die Einsatzeffektivität zu erhöhen, wurde die Raketenleittechnik so modifiziert, dass der Zielpunkt immer vor den Triebwerksauslässen des Zieles lag. Dies sollte der Rakete ermöglichen, vitalere Teile des Flugzeuges, inklusive des Piloten, zu treffen.

Obwohl es keine formelle Anforderung zu einem IR-Suchkopf gab, der die Ziele aus allen Richtung angreifen kann, entschieden sich die K-73 Entwickler trotzdem für den K-73 "Mayak" Suchkopf. Allen Beteiligten war es klar, dass diese Anforderung früher oder später kommen würde. Dies führte zu einer Gewichtszunahme und größeren Abmessungen der K-73.

Das originale, flügellose Design hatte eine verringerte Manövrierbarkeit. Hohe Anstellwinkel sind im engen Luftkampf zwingend erforderlich, was bei einem solchen Design eher nicht möglich ist. Eine Zeit lang wurde ein Design mit sechs speziellen Auslegern bevorzugt.

Die Verwendung einer Vektorsteuerung, unter dem reinen Einsatz der Abgase, führte zur verkürzten Einsatzreichweite. Dies reduzierte massiv die taktische Einsatzbarkeit der Rakete. Nach der Beurteilung durch G. Dementiev wurde entschieden aerodynamische Steuerflächen ähnlich der K-60 einzusetzen. Diese mussten allerdings anders als beim Prototypen zusätzlich für die Querstabilisierung sorgen, sollte die Rakete mit traditionellem Autopiloten mit Kreiseln ausgestattet sein. Der Einsatz von Querrudern ist aufgrund der damit verbundenen Gewichtserhöhung nicht möglich, man entschied sich stattdessen für sehr kleine Steuerflächen (engl.: Rollerons), die die Heckpartie der Rakete gegen Drehung stabilisieren. Der Autopilot erhielt seine Informationen aus dem Anstellwinkelsensor sowie dem Seitenwinkelsensor. Wie bei der P-60 wurde die anströmende Luft vor den Kontrollflächen zwecks besseren Anströmwinkel über Destabilisatoren gelenkt.

Ein Satz an Sensoren und Destabilisatoren bilden die erste Raketensektion. Die Canardflügel und deren Steuerungsmotoren, sowie die Autopiloteinheit und der Annäherungszünder befinden sich im zweiten Abschnitt. Der dritte Abschnitt beinhaltet den Feststoffgasgenerator. Die hier entstehenden Antriebsflüssigkeiten werden zur Flächensteuerung verwendet. Zusätzlich führt ein Abgasrohr durch die Rakete in den hinteren Teil, wo mittels der Abgase die hinteren Steuerflächen sowie die Vektorschubsteuerflächen angetrieben werden. Die vierte Sektion beinhaltet den Sprengkopf sowie die Sprengkopfsicherung. Der Explosionsradius des Sprengkopfes beträgt ca. 3.5 Meter. Im fünften Abschnitt befindet sich der Reststoffraketenmotor, und dahinter der Antrieb für die Steuerflächen.

Das Gehäuse des Raketenmotors besteht aus Stahl, der restliche Raketenkörper besteht aus Aluminiumlegierungen. Die einzelnen Elemente sind durch Bajonettverschlüsse verbunden, nur die hinteren Segmente sind angeflanscht. Die Rakete wird, hermetisch versiegelt, in einer Holzkiste angeliefert. Die Rakete kann von P-72 und P-72D Pylonen (APU-73-1 oder APU-73-1D) verschossen werden.

Als ein Ergebnis der Zusammenführung zweier Projekte, zur Entwicklung einer neuer Kurzstreckenrakete K-73, wurde das Projekt durch das "Vypel" Designbüro vollendet. Die Raketen wurden durch ein Dekret am 22. Juni 1984 in Dienst gestellt. Die maximale Einsatzentfernung beträgt 30 Kilometer beim Abschuss von vorne und in großer Höhe. Die Einsatzreichweite übertraf die Anforderungen, allerdings wiegt die Rakete auch das Anderthalbfache der eigentlichen Vorgabe.

Die R-73 wurde als R-73E Variante in viele Länder exportiert, die erste Lieferung ging 1988 an Ostdeutschland. Die Rakete trägt die NATO Bezeichnung AA-11 "ARCHER". Der Einsatz der Rakete zusammen mit dem Helmvisier "Shel-3UM" gibt dem Piloten einen großen Vorteil im Luftkampf. Dies wurde vor allem durch gemeinsame Trainingsluftkämpfe nach dem Mauerfall bestätigt. Die Piloten aus dem Osten hatte einen signifikanten Vorteil im Nahkampf gegenüber ihren Kollegen auf den neuesten westlichen Maschinen.

In den 1990er Jahren stellte "Vypel" auf verschiedenen Messen und Ausstellungen diverse verbesserte Versionen der R-73 vor. Besonders Fotos von Flugzeugen, welche die R-73 rückwärts verschießen konnten, machten Furore.

Die Feuerentfernung der R-73 beträgt zwischen 200 Meter und 20 Kilometer und eine Zielflughöhe bis 20 Kilometer. Das Startgewicht beträgt 105 Kilogramm. Die Rakete ist 2,9 Meter lang und 17 cm im Durchmesser. Die Flügelspannweite beträgt 38 cm. Die maximale Zielgeschwindigkeit beträgt 2500 km/h. Der Sprengkopf wiegt 7,4 Kilogramm. Maximale G-Belastung des Zieles darf 12 G betragen. Die Rakete kann von den Flugzeugfamilien MiG-29 und Su-27 mitgeführt werden.

Die nachfolgende Tabelle vergleicht die Eigenschaften mehrerer russischer Luft-Luft Raketen moderner Art.

Parameter	R-27R/T	R-27ER/ET	R-77	R-33
Indienststellungsjahr	1987	1990	1994	1981
Flugzeug / Anzahl mitgeführt	MiG-29/4; MiG-29SMT/4; Su-27/4; Su-35 /4; Su-34/4; Su-33/6		MiG-29S/6-8; MiG-29SMT/6-8; Su-35/10-14; Su-34/12; Su-33 /10-14	MiG-31/4
Waffenleitsystem	SUV S-29; SUV S-29M; SUV S-27; SUV S-27M		SUV S-29M; SUV S-27M	SUV "Zaslon"
Aerodynamisches Design	Canardflügel mit Destabilisatoren		Standard mit Trapezflügeln	Standard
Gewicht, kg	253	354	177	520
Sprengkopf in Kilogramm	39		21	47
Sprengkopftyp	Rod-Typ		Multikumulativ	Hochexplosiv
Durchmesser, m	0,23	0,23/0,26	0,20	0,38
Länge, m	3,96	4,56	3,60	4,15
Durchmesser Flügelspannweite	0,77	0,8	0,7 (folding)	1,12
Schub/Gewicht Verhältnis	62	94	79	73
Antriebstyp	Einfach	Doppelt	Einfach	Doppelt
Suchkopflimits	±50° für das Radar TSD; ±55° für das IR TSD		±60°	±60°
Lenksystem	Trägheitssteuerung mit Funkkorrektur, autonome Steuerung über halbaktives TSD bei Aufschaltung nach dem Abschuss, Infrarot TSD, Kühlung durch Nitrogen		Trägheitssteuerung mit Funkkorrektur, autonome Steuerung über halbaktives TSD bei Aufschaltung nach dem Abschuss	Trägheitssteuerung mit Funkkorrektur, autonome Steuerung über halbaktives TSD bei Aufschaltung nach dem Abschuss

Lenkmethode	Proportionale Lenkung			
	Maximale Geschwindigkeit des Ziels, km/h	3500		3600
Maximale Entfernung zum Ziel, km	0,03 - 25	0,03 - 27	0,02 - 25	0,05 - 28
Maximale Reichweite bei Front / Rear Aspect Verschluss, km	45/18	70/30	55/20	120/40
Minimale Reichweite bei Rear Aspect Verschluss, km	0,5		0,3	2,5
Maximale G des Ziels	8		12	3 – 4

NATO Raketen

Raketen mittlerer Reichweite

AIM-120 AMRAAM

Die Mittelstreckenrakete AIM-120 AMRAAM (Advanced 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 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 6-13: AIM-120C AMRAAM

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, ist grau bemalt und kann sehr hohe Temperaturen aushalten.

Im vorderen Teil befindet sich die Autopiloteneinheit. Der Autopilot verwendet mehrere Subroutinen, um die Lenkung der Rakete ohne die durchgehende Zielbeleuchtung durch das Flugzeugradar zu gewährleisten. Während der ersten und zweiten Flugphase finden Korrekturen des inertialen 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 Bordcomputers ermöglichte den Entwickeln mehrere Flugparameter zur Berechnung des besten Flugprofils zum Abfangen des Zieles

einfließen zu lassen. Zum Beispiel kann der Bordcomputer aufgrund 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, besteht aus Keramik und ist mit Verbundwerkstoffen verstärkt.

Die Gefechtskopfsektion besteht aus dem Sprengkopf, einem Funkannäherungszünder sowie den Scharfstellungsmechanismen. Das Ziel kann sowohl konzentriert von 198 stabförmigen Projektilen als auch ringförmig angegriffen werden. Die Antriebseinheit besteht aus einem Dual-Schub Feststoff-Raketentriebwerk mit einem hohen initialen Impuls. Die Abgase sind weitestgehend rauchfrei, der Treibstoff wiegt 45 Kilogramm.

Das Flugprofil der Rakete ist in drei Bereiche unterteilt: trägheitskorrigiert - unabhängig - 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 inertielle Navigationssystem 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 inertielle Navigationssystem die Rakete in Zielnähe bringen, wo dann das aktive Radar der Rakete eingeschaltet wird.

Manövriert das Ziel, so 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. Die Kurskorrekturen werden über das Datalinkmodul der Rakete empfangen. Es können simultan bis zu 8 AIM-120 mit Kurskorrekturen versorgt werden, falls sie auf verschiedene Ziele abgeschossen werden. 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, 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 Aufhängepunkten angebracht werden: An einer Abschussschiene sowie 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.

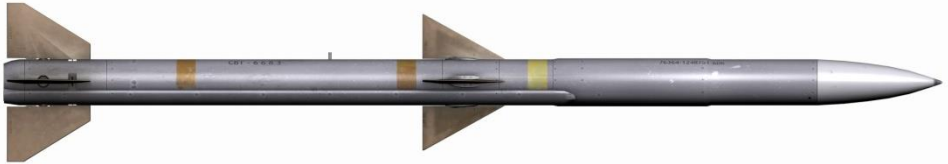


Abbildung 6-14: AIM-120B Rakete



Abbildung 6-15: AIM-120C Rakete

Heutzutage gibt es drei AIM-120 Modelle:

- Die AIM-120A war die erste Version und wurde bis 1994 produziert.
- Die 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 beim 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 begann 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 das selbe 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 einen halbaktiven Radarzielsucher. 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.

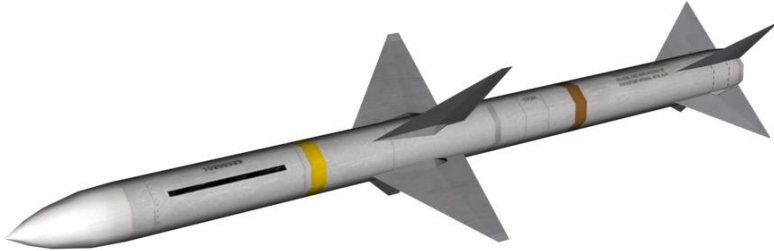


Abbildung 6-16: AIM-7 Sparrow

Der Sprengkopf ist nach dem "expanding-rod" Prinzip aufgebaut. Hierdurch wird bei der Explosion des Sprengkopfes ein Stahling expandiert welcher das Ziel "zerschneiden" soll. Der Sprengkopf wird sowohl von einem Radarannäherungszünder als auch durch einen Aufschlagszünder 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 semi-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. Untersuchungen zeigten die Nachteile: sehr große minimale Feuerentfernung sowie eine 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 aufgrund der gewonnen Erkenntnisse mit der Entwicklung eines neuen Sparrowmodells: 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 kleineren 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 und kontinuierlich. Deshalb konnte er 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, aufgrund von technischem Fortschritt, möglich. Zusätzlich wurde die Zuverlässigkeit der Rakete auf 470 Stunden zwischen zwei Ausfällen verbessert. Dies bedeutete einen achtmal 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 reflektierte 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 semiaktiver 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.

Luft-Luft Raketen kurzer Reichweite

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 dreiecksförmigen 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 Aufschlagszünder), Annäherungszünder, Sprengkopf und Motor. Alle Sidewinderversionen, 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 Einsatzerfolg bei schlechtem wie beim 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 6-17: AIM-9P Sidewinder Rakete

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, so zündet der Aufschlagszünder den Sprengkopf. Der Festtreibstoffmotor hat zwei Stufen (Boost- und Flugphase).

Sidewinder wurden von den 1960ern bis in die 1990er 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. Trotz dessen 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 ein Harrier-Jet 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 Kugeln in den Rumpf des Flugzeugs. 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 sehr manövrierbare 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 Indiumantimonid-Suchkopf ausgetauscht. Dies erhöhte drastisch die Chancen ein Ziel nicht nur von hinten und vorne aufschalten 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 6-18: AIM-9M Sidewinder Rakete

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 wurde 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.

AIM-9X - Heute wird an der nächsten Generation einer Kurzstrecken Luft-Luft Rakete für die amerikanischen Luftstreitkräfte geforscht. Die AIM-9X wird sich mit anderen, ähnlichen System wie der russischen R-73 oder der AIM-132 messen müssen.

Die AIM-9X soll die Luftüberlegenheit im Nahkampf sicherstellen und aus jedem Winkel auf ein Ziel abgefeuert werden können. Das Zielsystem ist durch einen CCD Suchkopf (ähnlich einer digitalen Kamera) resistent gegenüber allen existierenden Störmaßnahmen. Der Raketenmotor ist mit einer Vektordüsensteuerung ausgestattet, jede Rakete kostet ca. 84000 USD. 2004 wurde die AIM-9X in Dienst gestellt. Genau wie das Helmzielsystem der R-73 kann die AIM-9X ebenfalls mit dem Helm des Piloten auf ein Ziel aufgeschaltet werden.



7

LUFT-BODEN WAFFEN

LUFT-BODEN WAFFEN

"Luft-Boden" Waffen können in zwei Kategorien eingestuft werden: gelenkt und ungelenkt. Gelenkte Luft-Boden Waffen können sowohl Raketen als auch Bomben sein. Ungelenkte Waffen können Bomben oder ungelenkte Raketen sein.

Frei fallende, ungelenkte Bomben stellen die Standard Luft-Boden Waffen in allen Konflikten der letzten 80 Jahre dar. Durch ihre geringen Herstellungskosten und große Verfügbarkeit können sie trotz der geringen Genauigkeit eine größere Kosten-Effektivität haben als moderne gelenkte Waffensysteme.

Freifallende Bomben sind nicht besonders zielgenau. Sie folgen nach dem Abwurf einer ballistischen Bahn, ohne jegliche Steuerungsmöglichkeiten. Um die Genauigkeit zu verbessern, sollte das abwerfende Flugzeug einer geraden Flugbahn im Moment des Abwurfs folgen. Selbst kleinste Abweichungen von einer geraden Flugbahn beeinflussen die Zielgenauigkeit, genauso wie der Wind. Freifallende Bomben können nicht für gezielte Angriffe, bei denen Kollateralschäden nicht erwünscht sind, eingesetzt werden.

SELBST EIN LEICHTES GIEREN IM ABWURFMOMENT VERSCHLECHTERT DIE ZIELGENAUIGKEIT EINER FREIFALLENDEN BOMBE.

Die horizontale Reichweite, nach der eine freifallende Bombe ein Ziel treffen wird, hängt von zwei Faktoren ab: Fluggeschwindigkeit sowie Flughöhe beim Abwurf. Wird die Fluggeschwindigkeit und Flughöhe erhöht, so erhöht sich auch die Reichweite der Bombe, dies wird allerdings gegen Zielgenauigkeit der Bombe "eingetauscht".

Die Abmessungen sowie die Zerstörungskraft einer konventionellen Bombe werden normalerweise vom Gewicht bestimmt, diese liegen normalerweise zwischen 50 und 1500 Kilogramm. Gegenüber konventionellen Bomben, die nur einen Sprengkopf haben, bestehen Streubomben aus einer Vielzahl an kleinen Bomben, die Ihre destruktive Kraft auf einer großen Fläche verteilen.

DIE REICHWEITE FREIFALLENDER BOMBEN HÄNGT VON DER GESCHWINDIGKEIT UND FLUGHÖHE DES ABWERFENDEN FLUGZEUGES AB DOPPELT

Ungelenkte Raketen werden gegen leicht gepanzerte Ziele, wie z.B. Fahrzeuge und Personen, eingesetzt. Die Zielgenauigkeit hängt vor allem vom Abschussmoment ab. Ein kleiner Fehler während des Abfeuerns kann zu einer großen Zielungenauigkeit führen. Ungelenkte Raketen werden vor allem in Tälern eingesetzt. Der Einsatz vieler ungelenkter Raketen kann die Wirkung im Zielgebiet massiv vergrößern.

UNGELENKTE RAKETEN WERDEN IN SALVEN ABGEFEUERT, UM DIE TREFFWAHRSCHEINLICHKEIT FÜR EIN ZIEL ZU ERHÖHEN.

Gelenkte Waffen haben eine viel höhere Trefferwahrscheinlichkeit, sind allerdings auch um einiges teurer. Gelenkte Bomben und Raketen mit Infrarot-, Laser- und TV Lenksystemen können Ziele wie Panzer und Gebäude mit nur einem Schuss zerstören. Die Tätigkeiten, die ein Pilot beim Einsatz von gelenkten Waffen durchführen muss, hängen vom Waffensystem ab.

Russische Luft-Boden Waffen

Die meisten russischen Kampffjets können begrenzt Bodenangriffe durchführen, hierbei können un gelenkte Bomben oder un gelenkte Raketen an Aufhängungen mitgeführt werden, die sonst für Luft-Luft Waffen vorgesehen sind. Bodenangriffe werden durch taktische Bomber sowie Erdkampfflugzeuge wie die Su-25 und Su-25T durchgeführt. In diesem Abschnitt werden wir auf die durch den Spieler einsetzbaren Luft-Boden Waffen eingehen. Zusätzliche Informationen können in der Enzyklopädie des Spiels abgerufen werden.

Jeder Waffentyp ist für eine spezielle Aufgabe oder Zieltyp vorgesehen. Anti-Radar Raketen sind beispielsweise nicht gegen Panzer einsetzbar und der Versuch ein modernes Kriegsschiff mit freifallenden Bomben anzugreifen wäre reiner Selbstmord. Sie sollten sich vor jeder Mission Gedanken über die richtige Bewaffnung machen.

Luft-Boden Raketen

"Luft-Boden Raketen" haben genau wie "Luft-Luft Raketen" verschiedene Einsatzparameter. Die Lenkköpfe sowie Zielsysteme sind jeweils genau auf die Zieltypen ausgerichtet.

Die K-25 (AS-10 "Karen") und die schwerere Kh-29 (AS-14 "Kedge") sind die hauptsächlich eingesetzten gelenkten taktischen Luft-Boden Raketen. Diese Waffen können verstärkte Gebäude wie Bunker, Brücken, Eisenbahngebäude, Flugzeugbunker, Luftabwehrstellungen, langsam fahrende Fahrzeuge und kleine Schiffe zerstören. Sie sind mit einem Feststoffmotor ausgestattet, welcher die Raketen in einer sehr kurzen Zeit auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt.

Taktische Raketen

Luft-Boden Waffen nutzen verschiedene Zielführungssysteme. Passive Systeme wie TV-Kameras oder Infrarotkameras nutzen einen Bildschirm im Cockpit, über welchen der Pilot oder Waffensystemoffizier ein Ziel identifiziert, aufschaltet und angreift. Aktive Systeme wie Radarsysteme nutzen die vom Ziel reflektierten Radarstrahlen, um das Ziel zu identifizieren. Semi-aktive Laserzielsysteme nutzen die vom Ziel zurückgeworfenen Laserstrahlen, um ins Ziel zu finden. Die Ziele können sowohl vom Waffenträger, einem anderen Flugzeug oder einem Bodenleitoffizier beleuchtet werden. In beiden Fällen muss das Ziel bis zum Waffeneinschlag mit dem Laser beleuchtet werden.

Die russische "Vikhr" Anti-Panzer Lenkwaffe wird als "Laserreiter" bezeichnet. Anders als bei der Kh-25L und der Kh-29L Rakete, welche über einen semi-aktiven Lasersuchkopf verfügen, hat die Vikhr keinen Suchkopf. Stattdessen hat die Rakete Lasersensoren im Heck, nah beim Raketenmotor angebracht. Diese Sensoren halten die Waffe im Laserstrahl bis zum Zieleinschlag.

Kh-25 (AS-10 "Karen")

Die Entwicklung der Kh-25 Lenkwaffe begann in den frühen 1970ern als "Produkt 71" beim "Zvezda" Designbüro. Das Design basiert auf der früheren Kh-23 (AS-7 "Kerry") Rakete. Die neu entwickelte Waffe sollte feindliche Bunker, Befehlsstände, Waffenlager und Luftabwehrstellungen (AAA und SAM) zerstören.

Die Kh-25L lasergelenkte Variante wurde für die Zerstörung von kleineren Zielen wie Radaren, Befehlsständen und taktischen Raketenabschussplattformen entwickelt. Das Ziel kann sowohl vom

Flugzeug als auch vom Boden aus mit einem Laser markiert werden. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 3200 km/h. Die Kh-25MP (AS-12 "Kegler") stellt die Anti-Radar Variante dar.

Die Kh-25 Raketen können an APU-68U/UM/UM2/UM3 Pylonen mitgeführt werden. Diese können an MiG-27, Su-17M, Su-24 und Su-25 montiert werden.

Varianten:

Kh-25L "Projector" (Produkt 71 oder AS-10 "Karen") ist die Standardrakete mit einem semiaktiven 24N1 Lasersuchkopf und dem SUR-71 Steuersystem.

Die Kh-25ML (AS-10 "Karen") ist eine modernisierte Variante. Diese ist auch mit dem 24N1 Semiaktiven Lasersuchkopf und dem SUR-73 Steuersystem ausgestattet. Indienststellung erfolgte 1981.

Kh-25 MP (Produkt 711 oder AS-12 "Kegler") ist eine Antiradarrakete (ARM). Ausgestattet mit dem PRGS-1VP oder PRGS-2VP passivem Radarlenksystem (je nach Zielradar). Indienststellung 1981.

Die Kh-25-MR (Produkt 714 oder AS-10 "Karen") ist eine Variante mit Funk-Kommandolenkung. Indienststellung 1981.



Abbildung 7-1: Die Kh-25ML (AS-10 "Karen") taktische Luft-Boden Rakete

Rakete	TSD Typ	Sprengkopf, kg	Effektive Reichweite, km
Kh-25MR	Funk-Kommando	90	2-20
Kh-25ML	Semiaktiver Laser	90	2-10
Kh-25MP	Passiv Antiradar	90	20-40

Abbildung 5

Kh-29 (AS-14 "Kedge")

Die Entwicklung der Kh-29 (AS-14 "Kedge") taktischen Luft-Boden Rakete fand im Konstruktionsbüro "Molnija" unter der Leitung von M.P. Bisnovat statt. Die Indienststellung war 1980, ab 1981 übernahm das Konstruktionsbüro "Vypel" die weitere Entwicklung. Die Rakete ist mit einem hochexplosiven Penetrationssprengkopf ausgestattet und ist zum Einsatz gegen Bunker, Brücken und Schiffe bestimmt. Sie wird auf einem Abwurfpylon mitgeführt.

Die Kh-29L ist eine mit einem semiaktiven Lasersuchkopf ausgestattete Variante, welche zusammen mit an Bord mitgeführten Laserzielsysteme "Kaira" oder "Kylon", sowie von am Boden stationierten Lasermarkieren eingesetzt wird.



Abbildung 7-2: Die Kh-29L (AS-14 "Kedge") taktische Luft-Boden Rakete

Die Kh-29T Variante nutzt die TV-Kommandolenkung und kann Schiffe bis 10.000 BRT versenken und stark gepanzerte Bunker, Betonstartbahnen, Brücken und Industrieanlagen zerstören. Das Ziel wird vor dem Angriff aufgeschaltet, das Flugzeug kann nach Abschuss der Rakete abdrehen. Die Rakete zählt somit zu den "fire and forget" Waffentypen.



Abbildung 7-3: Kh-29T (AS-14 "Kedge") taktische Luft-Boden Rakete

Folgende Flugzeuge können die Kh-29 mitführen und einsetzen: Su-25TM (Su-39), MiG-27M, Su-17M3, Su-24M, Su-34, MiG-29SMT, MiG-33 und die MiG-35.

Rakete	TSD Typ	Sprengkopf, kg	Effektive Reichweite, km
X-29L	Semiaktiver Laser	317	8-10
X-29T	TV	320	20-30

Abbildung 6

9K121 "Vikhr" (AT-16) Panzerabwehrlenkwaffe

Das "Vikhr" Panzerabwehrsystem wurde zur Bekämpfung von Panzern, auch solchen mit Reaktivpanzerung, und von langsam fliegenden Flugzeugen (bis 800 km/h) entwickelt. Die Entwicklung begann 1980 beim "Tochnost" Designbüro für Instrumentenherstellung unter der Leitung des Chefdesigners A.G. Shipunof. Die Waffe wurde 1992 in Dienst gestellt. Anfang des Jahres 2000 konnte die Waffe von zwei Trägerplattformen verschossen werden, der Su-25T sowie dem Ka-50 Kampfhubschrauber. Die Su-25T kann bis zu 16 Raketen in APU-8 Werfern mitführen, die Ka-50 bis zu 12 Stück in APU-6 Werfern. Die NATO Bezeichnung des Waffensystems lautet AT-16. Die Vikhr-Rakete besteht aus:

- Überschallschnelle "beamrider" 9A4172 Raketen
- Das I-251 "Shkval" elektro-optische Feuerkontrollsystem
- APU-8 oder APU-6 Pylonen

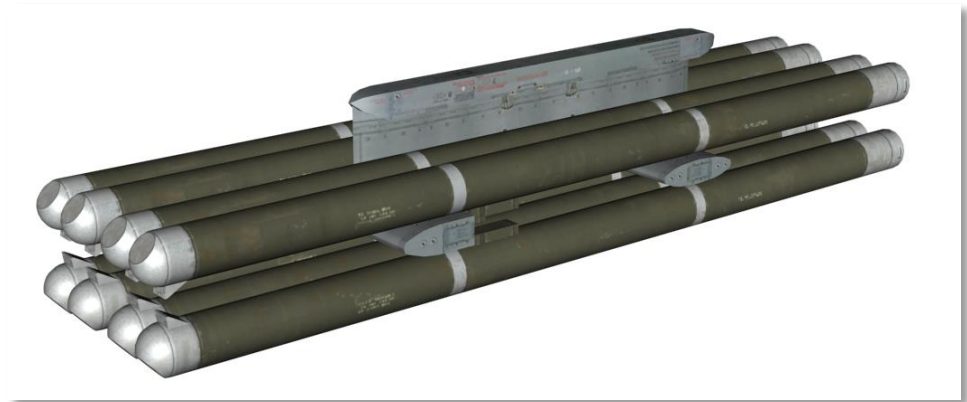


Abbildung 7-4: APU-8 "Vikhr" Pylon

Das System erlaubt die Raketen einzeln oder paarweise abzufeuern. Die Überschallgeschwindigkeit der Rakete (bis zu 610 m/s) führt zur kurzen Exponierung der Abschußplattform während des Angriffs und erlaubt mehrere Ziel in einem Angriffsanflug anzugreifen. Die Rakete hat eine effektive Reichweite von vier Kilometern mit einer Flugzeit von 9 Sekunden.

Die Rakete besitzt das klassische aerodynamische Canard-Design mit eingeklappten Steuerflächen. Das Ziel wird mit Hilfe des "Shkval" Zielerfassungssystems aufgeschaltet. Sobald der Pilot das Ziel im TV-Monitor entdeckt hat und das Zielkreuz über dem Ziel platziert hat kann er das Ziel aufschalten. Das Display zeigt nun verschiedene Informationen, wie die Entfernung zum Ziel an und zeigt dem Piloten an, sobald das Ziel angegriffen werden kann.

Die Rakete wird aus dem Behälter mit Hilfe einer kleinen Sprengladung rausgeschoben, worauf der Marschmotor gezündet wird.

Der "Ritt auf dem Laserstrahl" erlaubt eine sehr hohe Trefferwahrscheinlichkeit, unabhängig von der Entfernung zum Ziel. Dieses Verfahren ist auch wesentlich weniger störanfällig für äußere Einflussfaktoren wie Nebel oder Rauch sowie feindliche Störversuche (Rauchvorhang etc.).

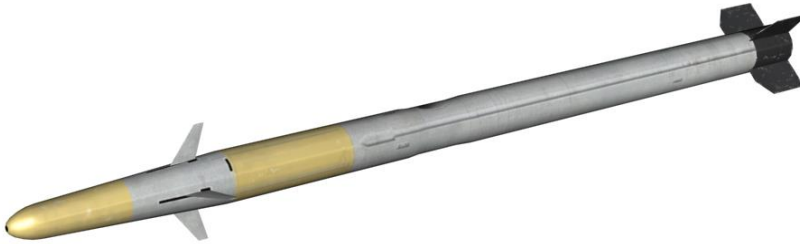


Abbildung 7-5: Die 9A4172 "Vikhr" (AT-16) Rakete

Die Su-25T führt das "Prichal" Laserentfernungsmesser / Laserzielbeleuchtungssystem zusammen mit dem "Shkval" Zielsystem und dem "Mercury" Behälter TV-Zielsystem bei schwachen Tageslicht mit. Das "Shkval" System verfolgt automatisch aufgeschaltete Ziele und beleuchtet diese mit dem Laser. Die Rakete erfasst den Laserstrahl und versucht diesen im Flug, in der Mitte der hinten angebrachten Lasersensoren, zu halten. Die Rakete hat nur einen Servomotor zum Steuern und rollt um die eigene Längsachse während des gesamten Fluges. Hierbei wird der Kurs der Rakete kontinuierlich gehalten. Die Rollbewegung gibt der Rakete ihre typische Spiralfugbahn auf dem Weg zum Ziel.

Die Aufbewahrung, der Transport und der Abschuss findet alles im röhrenförmigen Behälter der Rakete statt.

Die Rakete kann bis zu 1000 mm RHA Panzerung durchschlagen. Die "Vikhr" Rakete hat sowohl einen Annäherungs- als auch einen Kontaktzünder. Die Vernichtungswahrscheinlichkeit für Panzer in Fahrt liegt bei 80 %.

S-25L

Die S-25L Rakete wurde durch das "Tochmash" Entwicklungs- und Forschungszentrum entwickelt. Dieses wurde vor allem durch die Bewaffnung für Luftlandetruppen und un gelenkte Raketen berühmt. Hier drunter fällt auch die 400 kg schwere, un gelenkte S-25 Luft-Boden Rakete, welche bei den Truppen sehr beliebt war. Die Rakete hat einen modularen Aufbau, was die weitere Entwicklung sehr vereinfachte. Die aus Plastik hergestellte Raketennase wurde durch einen Lasersuchkopf ausgetauscht, was die un gelenkte Rakete zu einer präzisen Waffe werden ließ. Diese Idee wurde durch A. Nudelman vorgestellt, den Chefdesigner bei "Tochmash". Das Entwicklungsteam wurde durch B. Smirnov geleitet, den heutigen Chef des Instituts. Ein 42 Kilogramm schweres Steuerungsmodul wurde zu der in Massen produzierten Rakete hinzugefügt. Dieses besteht aus dem 24N1 Lasersucher, dem Autopiloten, Steuerflächen, Aktuatoren und einer 20 sekundigen Stromversorgung durch eine Batterie. Die Rakete rotiert nach dem Abschuss mit 600 Umdrehungen pro Minute um Ihre eigene Achse, was den Einsatz des Lasersuchers sowie des Gyros unmöglich machen würde. Dieses Problem wurde auf eine einfache Art und Weise behoben, der Gyro wurde in einem Kugellager montiert, um die Drehung der Rakete zu kompensieren. Ein Upgradekit, für den Einsatz an der Front, bestehend aus dem Steuerungsmodul sowie einer neuen Verkabelung am Abschussrohr und am Abschusspylon, kann von zwei Personen im Feld montiert werden. Das neue wegwerfbare Abschussrohr wurde O-25L benannt und der 150 kg schwere, in einem verstärkten Gehäuse sitzende Sprengkopf, wurde um einen 21 Kilogramm schweren äußeren Sprengkopf erweitert. Die S-25L Rakete besitzt einen elektromechanischen Zünder mit einer optionalen

Zündungsverzögerung für Angriffe gegen Gebäude. Die Indienststellung erfolgte 1979. Die Genauigkeit beträgt 4 bis 7 Meter bei einer Reichweite von 7 Kilometern. 1984 wurde eine auf 10 Kilometer Reichweite erhöhte Version eingeführt, die S-25LD.



Abbildung 7-6: S-25L Lasergelenkte Luft-Boden Rakete

Während der Entwicklung der S-25L wurde das Institut "Tochmash" seinem Namen voll gerecht (Tochmash bedeutet im russischen "akkurater Maschinenbau"). Die Waffenreichweite verdoppelte sich von 3 auf 7 Kilometer verglichen mit der originalen S-25 und die Zielgenauigkeit konnte um den Faktor 6 gesteigert werden - von 20 bis 30 Meter der S-25 auf 5 bis 7 Meter bei der S-25L. Zusätzlich zeichnete sich die S-25L durch geringe Herstellungskosten, einfache Bedienung, Zuverlässigkeit sowie einfache Wartung aus. Die modifizierte S-25L Version behielt Ihr Gewicht sowie Abmessungen und konnte gleichzeitig in der Performance verbessert werden. Beim Einsatz auf der Su-25T stellte sich heraus, dass die Waffe in einem Radius von 1,2 Meter im Ziel einschlug und die meisten Treffer von Panzern mit nur einem Schuss ausreichend waren.

Antiradar Raketen

Aus technischer Sicht sind Anti-Radar-Raketen passiv gelenkte Waffen, die auf feindliche Radarquellen zielen können. Antiradar Waffen können gegen eine ganze Reihe an Radarsystemen eingesetzt werden: Such- und Verfolgungsradare sowie Frühwarnradarsysteme.

In der Realität hat sich die Zerstörung eines feindlichen Radarsystems als eine komplizierte Angelegenheit herausgestellt. Viele Radarsysteme können anfliegende Antiradarraketen erkennen. In einem solchen Falle schalten sich die Radare automatisch ab, was die weitere Zielverfolgung der Antiradarwaffe sehr schwer bis unmöglich werden lässt. Moderne Anti-Radar Waffensysteme, wie die Kh-31P oder die AGM-88 HARM, "merken" sich die Position des Radars, sind aber in einem solchen Falle weniger zielgenau. Nichtsdestotrotz ist die Zerstörung und / oder Unterdrückung der feindlichen Radarsysteme eine sehr wichtige Aufgabe in einem bewaffneten Konflikt, vor allem im Hinblick auf den Schutz der eigenen Angriffsflugzeuge.

Radarsysteme arbeiten auf vielen verschiedenen Frequenzen, es ist technisch sehr schwer das komplette Frequenzspektrum, aufgrund der Begrenzungen im Antennendesign der Antiradarwaffen, abzudecken. Die bisherige Praxis sah verschiedene Suchköpfe für ein Waffensystem aus. Diese wurden je nach erwarteten gegnerischen Radarsystemen im Einsatzgebiet montiert und eingesetzt. Selbst moderne Antiradarsysteme können auf verschiedene Radarsysteme optimiert werden. Die russischen Kh-58 und Kh-31P Raketen sind zum Beispiel vor allem auf das Patriot Radar AN/MPQ-53

optimiert. Hierdurch kann es vorkommen, dass bestimmte Radarsysteme von bestimmten Antiradarraketen nicht erkannt werden können.

Kh-25MP/MPU (AS-12 "Kegler")

Die Kh-25MP (AS-12 "Kegler") Variante der Kh-25 hat einen passiven Radarsuchkopf und wurde zum Einsatz gegen Hawk, Improved Hawk und Nike Hercules SAM Radare entwickelt. Die Luftabwehrsysteme Roland und Crotale wurden, in einer verbesserten Version der Kh-25MPU, zum Einsatzspektrum hinzugefügt.



Abbildung 7-7: Kh-25MPU (AS-12 "Kegler") Antiradarrakete

Die Modernisation bestand aus einer Erweiterung der Frequenzen, die der passive Radarsuchkopf erfassen kann. Zusätzlich wurde das Navigationssystem verbessert, wodurch die Rakete das Ziel nach einer Unterbrechung der Aufschaltung im Flug wieder erfassen konnte. Die Reichweite wurde auf 40 Kilometer erhöht, die Fluggeschwindigkeit auf Mach 2,5.

Die Rakete wird vom APU-68U Pylon abgeschossen, diese können von MiG-27K, Su-17M4, Su-24M, Su-25T und Su-25TM mitgeführt werden.

Kh-58 (AS-11 "Kilter")

Die Kh-58U (AS-11 "Kilter") wurde entwickelt, um SAM Systeme wie "Hawk", "Nike Hercules" und "Patriot" angreifen zu können, ohne selbst in den Gefahrenbereich dieser Luftabwehrsysteme einfliegen zu müssen.

Die Kh-58U Rakete hat ein standardisiertes aerodynamisches Design, mit festen Vorderflügeln und beweglichen Steuerflächen im Heck. Die großen Flügelflächen erlauben eine lange Flugzeit, der Feststoffmotor hat eine gerade Austrittsdüse die nach hinten gerichtet ist. Dies erlaubt eine bessere Ausbeute der Motorleistung gegenüber Antriebssystemen wie der Kh-25, bei der die Schubdüsen schräg zur Seite stehen. Um ein Abfeuern aus mehr als 100 Kilometern und einer großen Höhe zu erreichen, startet die Rakete mit einer 3,6 Sekunden langen Boostphase, mit einer Leistung von mehr als 6 Tonnen Schub, gefolgt von einer 15 Sekunden langen Marschphase.



Abbildung 7-8: Kh-58 (AS-11 "Kilter") Antiradarrakete

Die Einsatzreichweite aus großer Höhe und hoher Geschwindigkeit beträgt 100 Kilometer. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt Mach 3. Die Rakete wird mittels AKU-58 Pylonen von der Su-17M4, Su-24M und der Su-25T(M) mitgeführt.

SEAD - Notizen für Missionsdesigner

Nachdem wir einige Nachfragen zu den Reichweiten der Radarsysteme und der entsprechenden Antiradarraketen erhalten haben, haben wir eine Liste mit den entsprechenden Daten bereitgestellt. Dies hilft den Missionsdesigner, den Spielern und der KI entsprechende Bewaffnung für die Mission zur Verfügung zu stellen. Die Reichweiten in Kilometern unterscheiden zwischen Spieler- und KI-Flugzeugen. Die KI kann feindliche Radarsysteme aus sehr großer Entfernung entdecken, darum wird hier die maximale Reichweite der Raketen angezeigt. Der Radarwarnempfänger sowie der "Fantasmagoria" Behälter werden genauer simuliert. Die hier aufgezeigten Reichweiten entsprechen den Entdeckungsreichweiten dieser Systeme. Die tatsächliche Einsatzreichweite der Antiradarbewaffnung kann höher oder niedriger sein, je nach Flughöhe und Fluggeschwindigkeit. Die Systeme können unter Umständen die feindlichen Radarsysteme erfassen, aber nicht bekämpfen. In einem solchen Fall wird die Reichweite in Klammern angezeigt. Die angezeigten Reichweiten sind aktuelle Werte bei der Veröffentlichung dieses Flughandbuchs, können im Spiel aber aufgrund von neuen Informationen abweichen.

Klasse	Name	KI Flugzeug					Vom Spieler geflogene Su-25T		HUD Symbol	Infos	
		Kh-25MPU (AS-12 "Kegler")	Kh-58 (AS-11 "Kilter")	Kh-31P (AS-17 "Krypton")	AGM-88 HARM	ALAR M	Kh-25MPU (AS-12 "Kegler")	Kh-58 (AS-11 "Kilter")			
EWR	1L13	/	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	keins	
	55G6	/	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	keins	
AAA/CI WS	ZSU-23-4 Shilka	/	/	/	85 km	45 km	(4.1 km)	(4.1 km)	keins		
	2S6 Tunguska	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	15.1 km	15.1 km	2C6		
	Vulcan	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	Gepard	/	/	/	/	/	(12.5 km)	(12.5 km)	keins		
MANPA DS	Igla	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	Stinger	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
Low Altitude IRH SAM	Strela-1	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	Strela-10	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	Dog Ear rdr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	(30 km)	(30 km)	keins		
	Avenger	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
SAM Radar niedrige Reichweite	Osa 9A33 ln	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	25 km	25 km	OCA		
	Osa ld	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	Tor 9A331	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	21 km	21 km	TOP		
	Roland ADS	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	10 km	10 km	R		
SAM Radar mittlere Höhe	Roland rdr	/	/	/	/	/	(30 km)	(30 km)	keins		
	Kub STR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	60 km	60 km	KYБ		
	Kub LN	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	Buk SR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	85 km	85 km	БУК		
	Buk LN	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	30 km	30 km	БУК		
	Hawk SR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	80 km	80 km	H50		
	Hawk TR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	36 km	36 km	H46		
SAM Radar langer Reichweite	Hawk LN	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	S-300PS 64H6E sr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	300		
	S-300PS 40B6MD sr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	100 km	100 km	300	wird nur über 3000 Fuß entdeckt	
	S-300PS 40B6M tr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	57 km	57 km	300	wird erst nach Raketenabschuß entdeckt	
	S-300PS C ln	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	S-300PS D ln	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar	
	Patriot STR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	P		
Patriot LN	/	/	/	/	/	/	/	/	Kein Radar		

Abbildung 7: Antiradarsysteme Aufschaltperformance (für Missionsplaner)

Anti-Schiff Lenkwaffen

Anti-Schiff Waffen dienen der Zerstörung von Schiffen und aufgetauchten U-Booten. Diese haben normalerweise eine hohe Reichweite und hohe Fluggeschwindigkeit, um die feindlichen Abwehrsysteme zu überwinden. Anti-Schiff Waffensysteme werden meist in Salven abgefeuert, um die feindliche Abwehrsysteme mit der Masse der anfliegenden Lenkflugkörper zu überwältigen. Es können verschiedene Lenksysteme für denselben Raketentyp installiert werden, zum Beispiel mit Trägheitsnavigation nach dem Abschuss und aktiver Radarsuche im Endanflug.

Kh-31A (AS-17 "Krypton")

1977 begann das "Zvezda" Designbüro mit der Entwicklung der Kh-31P Antiradarrakete. Die Rakete hatte eine höhere Geschwindigkeit und Reichweite durch den Einsatz eines Boostermotors und eines Feststoffraketenmotors.

In den 1980ern wurde die Entscheidung getroffen, eine Antischiffsvariante mit dem ARGS-31 Radarsuchkopf zu entwickeln. Die neue Rakete erhielt die Bezeichnung Kh-31A (Projekt 77a). Die neue Rakete sollte von der Su-24M, Su-27K, der mit dem "MZ" System ausgestatteten Su-27IB (Exportversion der Su-32FN), Su-30MK, MiG-29K, MiG-29M, MiG-29SMT und der Yak-141 mitgeführt werden. "Zhuk", "Kopyo" und andere Luft-Boden Radarsysteme werden zur Zielerfassung verwendet, die Raketen werden an Standardpylonen AKU-58 (AKU-58M, AKU-58E) mitgeführt.

Die Kh-31A hat einen gegen elektronische Störmaßnahmen gesicherten Suchkopf und kann Geschwindigkeiten von bis zu Mach 4,5 in großen Höhen erreichen. Der ARGS-31 Suchkopf kann Ziele in einer Gruppe priorisiert angreifen, in einem solchen Fall beträgt die Trefferwahrscheinlichkeit 55%. Die Kh-31A kann das als "Gorka" bezeichnete Manöver durchführen, dies bedeutet, dass die Rakete kurz vor dem Ziel mit 10 G aufsteigt und das Ziel von oben angreift. Die maximale Reichweite aus großer Höhe beträgt 70 Kilometer.

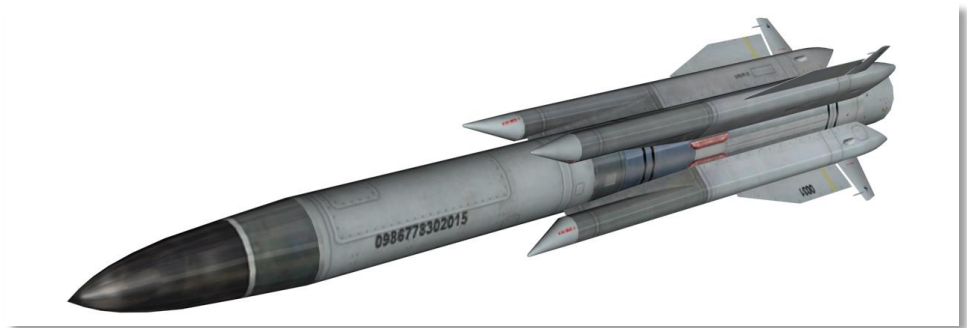


Abbildung 7-9: Die Kh-31A (AS-17 "Krypton") Antischiffsrakete

Der Raketenkörper besteht aus Titan und hochfesten Aluminiumlegierungen. Die Raketenspitze, hinter der sich der Suchkopf befindet, besteht aus modernen Plastikmaterialien. Der 9M2120 Sprengkopf ist für Einsätze gegen Zerstörer, Fregatten und Raketenkreuzer entwickelt. Er kann auch

gegen Landungsschiffe, wie z.B. Luftkissenboote, eingesetzt werden. Es wird angenommen, dass für einen Zerstörer zwei bis drei Treffer ausreichend sind, um ihn zu versenken.

Durch politische und ökonomische Umbrüche in der ehemaligen Sowjetunion wurde die Rakete nie bei der Marinefliegerei eingesetzt, sondern 1991 für den Export freigegeben. Ende der 1990er Jahre kaufte Indien 100 Kh-31a für ihre Su-30 MKI. Es wurden Gespräche mit Vietnam geführt über den Einsatz auf deren Su-27SK. Alle Kh-31 Varianten werden in der Bolshevo Fabrik hergestellt.

Kh-35 (AS-20 "Kayak")

Im Gegensatz zu der überschallschnellen Kh-31a wurde bei der Entwicklung der Kh-35 (AS-20 "Kayak") ein anderer Ansatz gewählt. Die Kh-35 fliegt relativ langsam, sehr nah an der Wasseroberfläche, um der Entdeckung durch feindliche Abwehrsysteme möglichst lange zu entkommen. Dieser Ansatz kann mit dem Angriffsprofil der amerikanischen AGM-84 "Harpoon" verglichen werden. Die größte Herausforderung bei der Entwicklung der Kh-35, aus dem bestehenden 3M 24 "Uran" Raketenprogramm, war die Möglichkeit Ziele, die hinter dem Horizont liegen, anzugreifen. Dies erforderte einen eigenen ökonomisch arbeitenden Raketenmotor, ein stromlinienförmiges Design mit großen Steuerflächen und weiteren Verbesserungen. Um Gewicht sparen zu können, wurde der Raketenkörper aus verstärktem Aluminium hergestellt und ist nicht modular, sondern aus einem Stück.

Der aktive Radarsucher wird von einer Plastikabdeckung geschützt, die Energieversorgung, der 145 kg Sprengkopf, Treibstofftank, der Marschmotor sowie der Autopilot, Funkhöhenmesser und Computer sind im Raketenkörper untergebracht.

Der Marschmotorstart wird nach dem Abschuss der Rakete aus der Startrampe mit Hilfe eines pyrotechnischen Starters durchgeführt. Der ARG-35 Suchkopf wiegt 47,5 kg und kann einen Bereich von +450 bis -450 Grad im Horizontalbereich und +100 bis -200 Grad im vertikalen Bereich absuchen und hat eine Reichweite von 20 Kilometern.



Abbildung 7-10: Die Kh-35 (AS-20 "Kayak") Antischiffsrakete

Zur Verbesserung der Effektivität des Sprengkopfes befindet sich dieser in einer gepanzerten Ummantelung, was die Penetration der Schiffshaut sowie eine Detonation erst im Schiffsinnenraum möglich machen sollte. Interessanterweise ist dieser Ansatz überholt, da moderne Kriegsschiffe keine starke Außenhautpanzerung mehr besitzen. Die Kh-35 kann in die Richtung abgefeuert werden in der ein Schiff vermutet wird, sie wird dann in einem Zick-Zack Kurs das feindliche Schiff suchen und

angreifen. Die Rakete fliegt nur wenige Meter über dem Meer das Ziel an, um dann, in der letzten Anflughphase, in einem "Pop-Up" Manöver das Ziel von oben anzugreifen.

Die K-35 fliegt mit eher langsamen 240 bis 270 m/s und vermeidet hierbei die Entdeckung durch feindliche Einheiten durch die geringe Flughöhe von 5 bis 10 Meter über dem Wasser und 3 bis 5 Meter in der Endanflugsphase. Zwei Kh-35 Treffer reichen aus, um einen Zerstörer zu versenken, ein Treffer für kleinere Schiffe. Der Einsatz der Kh-35 wurde für die meisten seegestützten Angriffsflugzeuge vorgesehen, inklusive der MiG-29K, Su-25TM und der Tu-142 (die bis zu 8 Raketen tragen konnte) sowie der Ka-27, Ka-29 und Ka-31A-7 Hubschrauber.

Gelenkte Raketen der russischen Luftwaffe sowie der Marineflieger

Rakete (NATO Bezeichnung)	Abschußplattform (Anzahl an Raketen)	Gewicht, kg	Effektive Einsatzreichweite, km	Ziele
Kh-25ML (AS-10 "Karen")	Su-25 (4) MiG-27 (2) Su-17 (4) Su-39 (4)	300	10-12	Befestigungsanlagen, Brücken, Befehlsstände, Artillerie und Raketenstellungen
Kh-25MPU (AS-12 "Kegler")	MiG-27(2) Su-25T (4) Su-17 (4) Su-24 (4) Su -39 (4)	300	40	"Hawk", "Roland", "Crotale" SAM Systeme
Kh-29T/L (AS-14 "Kedge")	MiG-27(2) Su-24(2) Su-39(2) Su -34(4)	680	10-13	Befestigungsanlagen, Brücken, Befehlsstände, Artillerie und Raketenstellungen, Boote
Kh-31P (AS-17 "Krypton")	MiG-27(2) Su-24(2) Su-39(2) Su -34(6)	600	100	"Patriot", "Nike Hercules", "Improved HAWK" SAM Systeme
Kh-31A (AS-17 "Krypton")	MiG-27(2) Su-39(2) Su -34(6)	600	70	Schiffe bis 8000 BRT
Kh-35 (AS-20 "Kayak")	MiG-27(2) Tu-142(6) Su-34(6) Tu-142 (6)	600	130	Schiffe bis 5000 BRT

Abbildung 8

Bomben

Bomben sind kostengünstig und können für verschiedene Zwecke eingesetzt werden. Verschiedene Bombenversionen wurden für diverse Einsatzzwecke entwickelt. Bomben werden in zwei Kategorien unterteilt: freifallende Bomben und gelenkte Bomben. Ein typisches Bombendesign besteht aus einem Gehäuse mit stabilisierenden Flügeln, der Sprengladung und einem Zünder. Es gibt Spreng-, Fragmentations-, betondurchschlagende-, Brand-, Aerosol-, Beleuchtungs- und andere Bomben.

Freifallende Bomben

Freifallende Bomben haben keine Steuermöglichkeit nachdem sie abgeworfen wurden. Sie folgen einer ballistischen Flugbahn, welche von der Fluggeschwindigkeit und Flughöhe des Flugzeuges beeinflusst wird.

FAB-100, FAB-250, FAB-500, FAB-1500 - Mehrzweckbomben

Diese Bomben sind alle mit einem hochexplosiven Sprengstoff beladen und unterscheiden sich vor allem im Gewicht. Die Zahl in der Bezeichnung zeigt das ungefähre Gesamtgewicht der Bombe in Kilogramm auf. Diese Bomben werden vor allem gegen Objekte, Equipment, Verteidigungsanlagen und Brücken eingesetzt. Die Abwurfgeschwindigkeit darf zwischen 500 und 1000 km/h liegen.



Abbildung 7-11: FAB-500 Bombe



Abbildung 7-12: FAB-250 Bombe



Abbildung 7-13: FAB-100 Bombe

BetAB-500 ShP Anti-Pisten Bombe

Diese Spezialbombe ist vor allem gegen Bunker und Landebahnen sehr effektiv. Sie besitzt einen Bremsfallschirm und einen Raketenmotor. Nach dem Abwurf öffnet sich der Bremsfallschirm, was dem Flugzeug die Möglichkeit bietet sich aus dem Gefahrenbereich zu entfernen und die Rakete vertikal nach unten ausrichtet. Als nächstes startet der Raketenmotor, um dem Sprengkopf die nötige Wucht zu verleihen, eine Betondecke durchbrechen zu können. Der Sprengkopf sitzt in einem gepanzerten Gehäuse, um einen Aufprall mit der Betondecke überstehen zu können. Die Bombe sollte aus einer Flughöhe von 150 bis 1000 Metern und einer Fluggeschwindigkeit von 550 bis 1100 km/h abgeworfen werden.



Abbildung 7-14: BetAB-500ShP Anti-Pisten Bomben

SAB-100 Leuchtbombe



Abbildung 7-15: SAB-100 Leuchtbombe

Diese 100 Kilogramm schwere Leuchtbombe wird zur Gefechtsfeldbeleuchtung verwendet. Die Bombe wird aus einer Flughöhe von 1000 bis 3000 Metern abgeworfen, worauf in einer Sequenz Leuchtfackeln ausgestoßen werden. Jede Fackel ist mit einem Fallschirm ausgestattet, was die Leuchtdauer erheblich erhöht. Die gesamte Beleuchtungsdauer beträgt 1 bis 5 Minuten.

RBK-250, RBK-500 Streubomben

RBK Streubomben sind im eigentlichen Sinne keine Bomben sondern Container, die eine große Anzahl an kleinen Bomben mitführen, die für verschiedene Einsatzzwecke vorgesehen sind. Diese können gegen gepanzerte Ziele, weiche Ziele oder zur Verminung eingesetzt werden. Das Gesamtgewicht ist ähnlich den FAB Bomben, die Zahl deutet auf das Gewicht hin. Die RBK-250 AO-1 Streubombe ist eine 250 Kilogramm Streubombe für den Einsatz gegen Infanterie. Die verschiedenen RBK Varianten unterscheiden sich auch in der Art und Weise der Verteilung der Zuladung.



Abbildung 7-16: RBK-250 Streubombe

In der Nase der Bombe befindet sich eine kleine Sprengladung. Vor dem Abflug wird die Detonationszeit nach dem Abwurf eingestellt. Nach dem Abwurf fängt die Bombe an zu rotieren, die Zuladung wird dann aus der Bombe herausgeschleudert. Die Fläche auf der die Zuladung verteilt wird nennt man den "Fußabdruck" der Bombe. Je nach Flughöhe und Geschwindigkeit sowie der eingestellten Zeit am Zünder kann diese Fläche rund oder elliptisch, klein oder groß sein. Zusätzlich kann der Abwurfmechanismus der Zuladung eingestellt werden, so dass die Zuladung zu Teilen auch ohne die äußeren Parameter beeinflusst werden kann.

Es gibt eine ganze Reihe an verschiedenen RBK Streubomben.

Die RBK-250 AO-1 ist mit 150 Bomblets bestückt. Die Kanisterlänge beträgt 2120 mm, der Durchmesser beträgt 325 mm, Gewicht 273 kg, davon 150 kg die Zuladung. Der maximale "Fußabdruck" beträgt 4800 m².



Abbildung 7-17: RBK-500 Streubombe

Die RBK-500 AO-2 Streubombe ist mit 108 AO-2.5RTM Bomblets ausgestattet. Die Behälterlänge beträgt 2500 mm, 450 mm im Durchmesser und 504 kg Gesamtgewicht, davon 270 kg Bomblets. Jedes Bomblet wiegt 2,5 kg und ist 150 mm lang und 90 mm im Durchmesser. RBK-500 AO-2.5RTM Streubomben werden bei einer Geschwindigkeit zwischen 500 und 2300 km/h und einer Flughöhe zwischen 300 Meter und 10 Kilometer eingesetzt.

KMGU-2 Submunitionbehälter

Der KMGU-2 Submunitionbehälter wird zum Verteilen von Streumunition und Minen benutzt. Die Submunition wird in Containern in den KMGU Behälter geladen. Der Zylinder ist längsförmig und besitzt an den Seiten Klappen hinter denen die Container mit der Munition eingesteckt sind. Die Klappen werden zwecks Munitionsabwurf hydraulisch geöffnet.



Abbildung 7-18: KMGU-2 Submunitionbehälter

Eine elektrische Abwurfsteuerung erlaubt die Einstellung eines Abwurfintervalls von 0,05, 0,2, 1,0 oder 1,5 Sekunden zwischen jedem Containerabwurf. Die Su-25 wird normalerweise mit folgenden Submunitionstypen beladen: 12 AO-2,5 RT Fragmentationsbomblets, 12 PTM-1 1,6 kg Antipanzermine oder 156 PFM-1C 80g Hochexplosivminen. Der KMGU-2 Behälter wird am univiersell

einsetzbaren BDZ-U Bombenpylon mitgeführt. Die Einsatzhöhe liegt zwischen 50 und 150 Meter und einer Fluggeschwindigkeit zwischen 500 und 900 km/h. Der Pilot bekommt im Cockpit angezeigt, sobald diese Einsatzparameter erreicht sind.

Gelenkte Bomben

Gelenkte Bomben werden gegen stationäre Bodenziele, wie z.B. Befehlsstände, Waffendepots, Brücken und befestigte Gebäude eingesetzt. Sie können entweder einen hochexplosiven oder einen panzerbrechenden Sprengkopf haben. Ähnlich wie gelenkte Raketen können gelenkte Bomben, eine TV-, IR-, oder Laserzielsteuerung besitzen. Schlechte Wetterbedingung können die Einsatzperformance der Waffen verschlechtern.

KAB-500KR TV gelenkte Bombe

Die KAB-500 KR ist eine TV gelenkte Bombe welche bei guten Wetterkonditionen am Tag eingesetzt werden kann. Der Sprengkopf kann entweder hochexplosiv oder panzerbrechend sein. Der Suchkopf besitzt sowohl eine TV Kamera als auch einen Mikroprozessor. Die TV Kamera hat einen Sichtwinkel von 20 bis 40 Grad. Nach dem Aufschalten des Ziels wird die Bombe abgeworfen und steuert autonom ins Ziel. Die Bombe besitzt kleine Steuerflügel und hat einen Einschlagradius von 3 bis 4 Metern im Ziel. Die Bombe kann Ziele mit einem großen Kontrast zum Boden angreifen, wie Brücken, Landebahnen und Bunker. Sie wird von Angriffsflugzeugen in einer Höhe zwischen 500 Metern und 5 Kilometern und einer Geschwindigkeit zwischen 550 und 1.100 km/h eingesetzt. Es gibt keine bekannten sonstigen TV gelenkten Bomben in der 500 kg Klasse.



Abbildung 7-19: KAB-500KR TV gelenkte Bombe

KAB-500L, KAB1500L lasergelenkte Bomben

Die KAB-500L und KAB-1500L lasergelenkte Bomben werden gegen stationäre Ziele, inklusive befestigte- und unterirdische Anlagen, eingesetzt. Das Ziel muss während der gesamten Flugphase der Bombe von einem Laser beleuchtet werden. Der Sprengkopf kann entweder hochexplosiv oder panzerbrechend sein.



Abbildung 7-20: KAB-500L lasergelenkte Bombe

Es wird ein spezielles Lasermarkiersystem, am Boden oder in der Luft, benötigt, damit diese Bomben eingesetzt werden können.

Ungelenkte Luft-Boden Raketen

Trotz dem heutzutage sehr umfangreichen Einsatz von gelenkten Waffensystemen werden ungelenkte Luft-Boden Raketen weiterhin eingesetzt. Hierbei stechen die Effektivität, Zuverlässigkeit sowie die geringen Kosten heraus. Die ungelenkten Raketen sind nach einem einfachen Muster aufgebaut: Zünder, Sprengkopf, Raketenkörper, Raketenmotor sowie Heckflossen. Ungelenkte Raketen werden üblicherweise in speziellen Abschusscontainern oder Abschussröhren mitgeführt. Der Raketenmotor zündet für 0,7 bis 1,1 Sekunden, was die ungelenkte Rakete auf eine Geschwindigkeit von 2100 bis 2800 km/h beschleunigt. Nachdem der Motor ausgebrannt ist, fliegt die Rakete auf einer ballistischen Bahn ins Ziel. Um der Flugbahn Stabilität zu verleihen verfügen die Raketen über Heckflossen. Manche Versionen werden zusätzlich in einen Längsdrall versetzt, um zusätzliche Stabilität hinzuzufügen. Flugzeuge können mit verschiedenen ungelenkten Raketen ausgestattet werden, mit einem Kaliber zwischen 57 mm und 370 mm. Es stehen verschiedene Gefechtsköpfe sowie Zündervarianten zur Verfügung.

Die Zielgenauigkeit der Raketen hängt von der Flugzeit ab. Diese resultiert aus dem Raketentyp und Kaliber. Je länger die Flugzeit desto kleiner die Zielgenauigkeit, da die Rakete ungelenkt fliegt. Die Einsatzzonen der Raketen setzen sich aus der maximalen Reichweite sowie der minimalen Gefährdungsentfernung des Sprengkopfes zusammen. Ungelenkte Raketen werden normalerweise bei Geschwindigkeiten von 600 bis 1000 km/h und Flughöhen zwischen 100 und 300 Metern eingesetzt. Das Flugzeug muss vor dem Angriff auf das Ziel ausgerichtet werden.

S-8 Rakete

Die S-8 ist mit dem Kaliber 80 mm eine im mittleren Bereich angesiedelte ungelenkte Rakete. Pro B-8 Raketenbehälter werden 20 S-8 Raketen mitgeführt. Um die Flugstabilität zu erhöhen, werden nach dem Verlassen des Behälters acht Flossen mit Hilfe der Abgase des Raketenmotors ausgefahren. Die Flossen werden nach dem Ausfahren automatisch arretiert. Die Flossen werden bis zum Verlassen des Abschussbehälters im eingefahrenen Zustand an der Rakete arretiert. Der Startimpuls sowie die Abbrennrates wurde gegenüber der S-5 Rakete aus Gründen des höheren Gewichts um 0,69

Sekunden erhöht. Die Zielgenauigkeit sowie die Streuverteilung am Ziel liegt bei 0,3 % der Feuerentfernung vom Ziel. Die maximale effektive Einsatzreichweite beträgt 2 Kilometer.



Abbildung 7-21: B-8M1 Raketenbehälter

Die S-81sM ist eine Variante mit Rauchmarkierer. Dieser wird zur Zielmarkierung für andere Flugzeuge verwendet.

S-13 Rakete

Die 132 mm ungelenkten Raketen werden im B-13 Werfer im Fünferpack mitgeführt. Die Rakete wird gegen befestigte Ziele wie Bunker und Landebahnen eingesetzt. Die russische Luftwaffe setzt ebenfalls die 122 mm "Typ-013" Variante ein. Die S-13 hat ein ähnliches Design wie die kleinere S-8 Variante, allerdings mit verbesserter ballistischer Flugbahn und Zielgenauigkeit.



Abbildung 7-22: Der UB-13 Raketenbehälter

Die S-13 Raketen können mit verschiedenen Gefechtsköpfen ausgestattet werden. Die Rakete kann bis zu 3 Meter Erde oder einen Meter Beton durchschlagen. Die effektive Reichweite beträgt 3 Kilometer. Die S-13T Variante ist zweistufig aufgebaut und detoniert innerhalb des Ziels (bis 6 Meter unter Erde oder 2 Meter Beton). Diese Variante kann 20 m² große Löcher in eine Landebahn sprengen.

Die S-13OF Splittervariante explodiert in 450 25 bis 35 Gramm schwere Fragmente und ist vor allem gegen nicht gepanzerte Ziele effektiv.

Alle S-13 Raketen können bei Fluggeschwindigkeiten von 600 bis 1200 km/h eingesetzt werden.

Die S-13 Raketen werden von B-13L-5 Raketenbehältern verschossen. Der Behälter ist 3358 mm lang und 410 mm im Durchmesser. Der leere Behälter wiegt 160 Kilogramm.

Folgende Flugzeuge und Hubschrauber können die S-13 mitführen und einsetzen: Su-17M4, Su-24, Su-25, Su-27, MiG-23, Mig-27 sowie die Hubschrauber Mi-8, Mi-24, Mi-28 und Ka-50.

S-24 Rakete

Die ARS-240 Rakete wurde 1964 als S-24 in Dienst gestellt.

Die Rakete hat eine Länge von 2240 mm. Die Flügelspannweite der vier Heckflossen beträgt 600 mm. Das Startgewicht beträgt 235 kg, davon wiegt der Splitter-Spreng-Gefechtskopf 123 kg. Der Gefechtskopf enthält 23,5 kg Sprengstoff.



Abbildung 7-23: S-24 Rakete

Die Rakete erreicht eine Fluggeschwindigkeit von 413 Meter pro Sekunde, trotz einer Startgeschwindigkeit von nur 3,6 Metern pro Sekunde auf der Startschiene. Der Raketenmotor brennt die ersten 250 Meter der Flugphase. Die Flugzeit für den ersten Kilometer beträgt 3 Sekunden, die maximale effektive Einsatzreichweite beträgt 2 Kilometer. Die Treffergenauigkeit beträgt 0,3 bis 0,4 % der Feuerentfernung.

Die Oberfläche des Gefechtskopfes ist zwecks besserer Splitterwirkung mit Rillen versehen. Die Explosion des Gefechtskopfes erzeugt 40000 Splitter mit einem Wirkradius von 300 bis 400 Metern. Trotz dessen ist der Gefechtskopf sehr robust, er kann bis zu 25 mm Panzerung oder gemauerte Wände und Holzwände durchschlagen ohne beschädigt zu werden.

Gegen befestigte Ziele können drei verschiedene Zünderzeiten eingestellt werden. Das Ziel wird durchschlagen, worauf der Gefechtskopf explodiert.

Die Flugstabilität und somit auch die Zielgenauigkeit wird durch die Heckflossen erreicht. Die Rakete dreht sich im Flug, um mögliche Einwirkungen des Raketenmotors zu kompensieren.

Der Raketenmotor besteht aus sieben Kammern mit Festbrennstoffen und einer sternförmigen Brennkammer. Die Austrittsanlage ist so angelegt, dass die Rakete nach dem Abschuss sofort einen Drehimpuls von 450 Umdrehungen pro Minute erreicht. Der Raketenmotor wiegt 72 Kilogramm und hat eine Brenndauer von 1,1 Sekunden.

Je nach Missionsprofil kann die Su-17 bis zu sechs S-24 Raketen mitführen, die Su-25 bis zu acht. Manche Mi-24 Varianten können die S-24 Raketen mitführen.

S-25 Rakete

Diese schwere, ungelenkte Luft-Boden Rakete wurde in zwei Varianten produziert, eine mit dem S-25-0 Splitter-Gefechtskopf und die S-25-F Version mit einem Spreng-Gefechtskopf.

Die S-25-F Version mit 340 mm Kaliber hat eine Länge von 3310 mm und ein Gewicht von 480 kg. Der Spreng-Gefechtskopf wiegt 190 kg mit einem Sprengstoffanteil von 27 Kilogramm. Der Gefechtskopf ist mit einem Kontaktzünder ausgestattet.



Abbildung 7-24: S-25 Rakete

Die S-25-0 Rakete hat das selbe Kaliber wie die S-25-F, eine Länge von 3307 mm und ein Startgewicht von 381 Kilogramm. Der Gefechtskopf wiegt 150 Kilogramm mit einem einstellbaren Funk-Annäherungszünder für Zündhöhen von 5 bis 20 Metern über dem Boden. Der Gefechtskopf explodiert in ca. zehntausend Fragmente.



Abbildung 7-25: Die S-25 ungelenkte Rakete im Abschussrohr.

Die Leitflächen sind zwischen den Raketendüsen angebracht. Die Düsen an sich sind so angebracht, dass die Rakete nach dem Abfeuern anfängt zu rotieren. Der Feststoffraketenmotor besteht aus einem Monoblock mit einem hochenergetischen Treibstoffsatz und wiegt 97 Kilogramm. Zusätzlich ist im Heck ein Rauchgenerator angebracht, um die Rakete besser im Flug verfolgen zu können.

Die S-25 hat eine effektive Reichweite von vier Kilometer. Ende 1973 begann die Entwicklung einer lasergelenkten Version, die S-25L. Diese wurde mit dem 2N1 Lasersuchkopf sowie steuerbaren Leitflächen ausgestattet. Diese Variante wurde im PU-0-25-L Behälter mitgeführt.

Die Spezifikationen einiger un gelenkter Luft-Boden Raketen:

Ungelenkte Rakete	Effektive Reichweite in km	Gewicht, kg	Sprengkopftyp
S-80FP	2,2	15,2	Splitter-Gefechtskopf
S-8TsM	2,2	15	Rauch (Zielmarkierung)
S-13-OF	2,5	68/67	Splitter-Gefechtskopf
S-24B	2	235	Splitter-Gefechtskopf
S-25-OF	4	480	Splitter-Gefechtskopf

Abbildung 9

Kanonenbehälter

SPPU-22-1 Kanonenbehälter

Der SPPU-22-1 Kanonenbehälter wurde durch das MAZ "Dzerzhinets" Unternehmen entwickelt. Im Behälter ist eine doppelläufige Maschinenkanone vom Typ GSh-23 verbaut, mit einer Kadenz von 3400 Schuss und einem Vorrat von 260 Schuss. Die Maschinenkanone kann bis zu 30 Grad nach unten geschwenkt werden und erlaubt den Angriff von Bodenzielen im Horizontalflug.



Abbildung 7-26: SPPU-22-1 Kanonenbehälter

Die Su-25 und Su-25T können bis zu vier SPPU-22-1 Behälter, an BDZ-25 Pylonen in vorwärts gerichteter Schussrichtung, mitführen.

Der Absenkmehanismus ist mit dem flugzeugeigenen Waffenleitsystem verbunden. Der Pilot kann ein Bodenziel anvisieren und aufschalten. Das Waffenleitsystem wird die Kanonen automatisch auf diesem Ziel kontinuierlich ausrichten.

NATO Luft-Boden Waffen

Taktische Raketen

AGM-65K und AGM-65 D "Maverick" gelenkte Luft-Boden Raketen

Die AGM-65 ist ein äußerst erfolgreich eingesetzter, in großen Stückzahlen produzierter Lenkflugkörper. Seit der Indienststellung in 1972 wurde eine große Anzahl an Varianten entwickelt und in vielen Konflikten eingesetzt. Die AGM-65 kann primär von der A-10A, F-4, F-16, F/A-18 und der F-15E eingesetzt werden.

Die AGM-65 wird normalerweise mit einem elektro-optischen Zielsuchkopf ausgestattet, welcher eine automatische Zielverfolgung durchführt. Dies erlaubt das sofortige Abdrehen vom Ziel, direkt nachdem die Rakete abgefeuert wurde (fire and forget). Bildsucher im Suchkopf erlauben ebenfalls den Einsatz dieser Waffe gegen mobile Ziele wie Fahrzeuge und Schiffe, der Penetrationsgefechtsskopf ist effektiv gegen gepanzerte Ziele wie Panzer.

Ursprünglich wurde die Maverick als panzerbrechende Waffe entwickelt, um den NATO Truppen bei der Zerstörung der mengenmäßig überlegenen Panzereinheiten des Warschauer Paktes zu unterstützen. Aus diesem Grund waren die AGM-65 A, B und D Versionen mit einem 57 kg schweren, panzerbrechenden Hohlladungs-Gefechtskopf ausgestattet.



Abbildung 7-27: Die AGM-65K Maverick Rakete

Der Suchkopf der ersten AGM-65A Version bestand aus einer kleinen TV Kamera, welche Ziele durch den Kontrastunterschied zwischen dem Ziel und dem sich dahinter befindlichen Boden erkennen konnte. Solange sich die Rakete noch am Pylon befand, wurde ein Bild des Suchkopfes auf den monochromen TV Monitor übertragen. Zusätzlich erschien im HUD ein Zielindikator, der anzeigte, auf welche Stelle der TV Suchkopf momentan ausgerichtet ist. Der Pilot hatte die Option den Suchkopf in der Mitte zu arretieren und anschließend das ganze Flugzeug auf das Ziel auszurichten, oder den

Suchkopf freizugeben, in Richtung Ziel zu stabilisieren und anschließend das Ziel mit dem Suchkopf aufzuschalten.



Abbildung 7-28: Die AGM-65H Maverick Rakete

Der extrem starke Raketenmotor der AGM-65 gab der Rakete eine theoretische Reichweite von zwanzig nautischen Meilen, die Suchkopflimitierung beschränkte die Einsatzreichweite allerdings auf die Entfernung, die der Suchkopf zur Zielaufschaltung durch die Kontrastdifferenz benötigte. Getarnte Ziele sowie schlechte meteorologische Gegebenheiten führten dazu, dass viele Ziele aus einer Entfernung von ein bis zwei nautischen Meilen angegriffen wurden. Trotz dieser Limitierungen erreichte die Israelische Luftwaffe 1973 eine bemerkenswerte Abschussquote von 73 Prozent gegen ägyptische Einheiten am Suezkanal. Hierbei wurden neben Panzern, auch Radarsysteme, geparkte Flugzeuge und andere Ziele mit einem hohen Kontrastwert angegriffen. Die kurze Einsatzreichweite der AGM-65A gab dem Piloten allerdings nur sehr wenig Zeit, um ein Ziel zu finden, zu identifizieren und anzugreifen. Aus diesem Grund war die zweiseitzige F-4E Phantom die Haupteinsatzplattform.

Die AGM-65B Variante führte einen "Zoomsuchkopf" ein, was die Zielfindung aus größeren Distanzen erleichtern sollte. Die AGM-65D Variante führte einen Infrarotsuchkopf ein, welcher das Suchen und Aufschalten von Zielen mit Infrarotsignaturen aus noch größeren Entfernungen erlaubte. Die "D" Version der Maverick kann bei Tag und Nacht, in den meisten Wettergegebenheiten, aus einer Entfernung von bis zu sechs nautischen Meilen eingesetzt werden. Diese Entfernung reicht immer noch nicht aus, um moderne SAM Systeme aus sicherer Entfernung angreifen zu können. Nichtsdestotrotz ist die Maverick eine sehr potente Waffe auf dem modernen Schlachtfeld. 1991 setzte die US Streitmacht insgesamt 5255 AGM-65B und AGM-65D Raketen im zweiten Golfkrieg ein, hiervon wurden über 4000 Stück von der einsitzigen A-10A verschossen. Die A-10A kann bis zu sechs (6) Mavericks an Dreifach-Pylonen vom Typ LAU-88 mitführen. Diese Pylonen können jeweils außerhalb der Fahrwerksgehäuse angebracht werden. In der Praxis werden die inneren Stationen der Dreifach-Pylonen leer gelassen. Dies verhindert eine Beschädigung des Fahrwerks durch den kraftvollen Abgasstrahl der Rakete, reduziert aber damit die Anzahl an Mavericks auf insgesamt vier. Eine oft eingesetzte Taktik ist das Zerstören des ersten und letzten Fahrzeuges in einer Kolonne mit Mavericks und dem anschließenden Angriff mit dem 30 mm Bordgeschütz.



Abbildung 7-29: Die AGM-65D Rakete



Abbildung 7-30: Die AGM-65G Rakete

Die moderne AGM-65K Variante ist eine aktualisierte Tageseinsatzversion mit einem digitalen Bildsensor (CCD) und einem größeren 136 Kilogramm Splitter-Spreng-Durchdringungs-Gefechtskopf mit verzögerndem Zünder. Dies macht die Waffe besonders effektiv gegen Bunker und andere verstärkte Bauwerke.

Anti-Radar Raketen

AGM-88 HARM

Die neue AGM-88 HARM (engl. High-speed Anti-Radiation Missile) wurde 1983 bei der Navy und der Air Force in Dienst gestellt. Im Gegensatz zu den früheren Shrike und Standard-Antiradarraketen konnte die AGM-88 auch Niederfrequenzradaremitter wie Frühwarnradarsysteme und Bodenleitsysteme angreifen. Nach offiziellen Angaben kann die Rakete sowohl Dauerstrichradarsysteme als auch Frequenzmodulierende Radarsysteme angreifen.

Die AGM-88 wurde auf Basis der semi-aktiven AIM-7 Sparrow Luft-Luft Rakete entwickelt und nutzt deren aerodynamisches Grundlayout.

Die Rakete ist mit einem Thiokol-780 Festtreibstoffstoffraketenmotor ausgestattet. Der Motor verbrennt einen wenig rauchenden Brennstoff, was dem Feind die Chance der visuellen Erkennung der anfliegenden Rakete erschweren soll.

Der Fragmentationssprengkopf nutzt einen Laserannäherungszünder.



Abbildung 7-31: Die AGM-88 HARM Antiradarrakete

Der passive Radarsuchkopf kann feindliche Radarfrequenzen im 3, 5, 10 und 25 cm Wellenspektrum (NATO Bänder D bis I/J) erkennen. Es vergleicht die erfassten Radarsignale, mit einer eigenen Radarfrequenzbibliothek, für eine schnelle Zielbestimmung. Die Rakete verfügt zusätzlich über ein vereinfachtes Trägheitsnavigationssystem, um das Ziel auch dann treffen zu können, wenn die feindliche Radarquelle abgeschaltet wird.

Die Rakete hat drei Betriebseinsatzmodi. Sollte die Radarposition und der Radartyp vor dem Abflug bekannt sein, können diese Informationen in der Rakete gespeichert werden. Die Rakete kann dann im "Pre-Brief" (PB) Modus eingesetzt und somit während der Mission aus maximaler Entfernung abgefeuert werden. Das Trägheitsnavigationssystem lenkt die Rakete dann bis kurz vor das Ziel, wo der Suchkopf auf das feindliche Radar aufschaltet und die Raketenlenkung übernimmt. Sollte kein Ziel gefunden werden, wird sich die Rakete selbst zerstören. Der zweite Modus heißt "Target Of Opportunity" (TOO), hierbei können Ziele angegriffen werden, die der Suchkopf während der Mission findet. Die Rakete fliegt einen direkten Flugpfad auf die Emissionsquelle zu. Der dritte Modus ist der "Self-protect" (SP) Modus. Hierbei schaltet sich die HARM auf ein vom Radarwarngerät erkanntes Bedrohungsradsystem auf.

Ende der 1980er Jahre begann man mit Modernisierungsmaßnahmen für die HARM Rakete. Die AGM-88B Variante hatte einen neuen programmierbaren Suchkopf, was die Datenaktualisierung auch an der Front erlaubte.

Die AGM-88C Modernisierung führte einen neuen, auf mehr Frequenzbändern sensitiven Suchkopf, sowie einen neuen, verbesserten Suchkopf mit einem, gegenüber dem ersten Suchkopf, doppelt so hohen Zerstörungsradius ein. Der neue Sprengkopf explodiert in 12845, fünf Millimeter große, Tungstenschrapnelle. Diese können eine 12,7 mm starke Stahlplatte oder 6,35 mm Panzerplatte durchdringen.

Die US Navy nutzte die AGM-88 das erste Mal 1986 gegen libysche Luftabwehrinstallationen im Golf von Sidra (es wurden 80 Raketen verwendet). Seit dem wurden die Raketen von Flugzeugen der Koalition in Operation Desert Storm (1991) und NATO über Kosovo (1999) eingesetzt.

ALARM

Die Anti-Radar-Luft-Boden-Rakete (engl. ALARM) ist eine britische Produktion und wird am Mehrzweckkampfflugzeug Tornado, in der britischen Luftwaffe, eingesetzt. Die Einsatzparameter gleichen der AGM-88 HARM, mit einem zusätzlichen Feature: Die Rakete kann länger über dem Zielgebiet operieren. Sie nutzt hierzu einen Fallschirm, um im Zielgebiet länger auf feindliche Radaremission horchen zu können.

Freifallende Bomben

Mk-82 und Mk-84 Bomben

Die freifallenden Bomben der Mk-80-Serie sind die haupt Luft-Boden-Waffen der US-Luftwaffe. Diese Bomben wurden in mehreren bewaffneten Konflikten der letzten Jahrzehnte eingesetzt. Fast jeder Flugzeugtyp der US Air Force kann diese Waffen mitführen und einsetzen. Die Bomben können gegen fast jedes Bodenziel eingesetzt werden, von feindlichen Bodentruppen bis zu befestigten Anlagen. Im zweiten Golfkrieg 1991 setzten die alliierten Luftwaffen 77653 Mk-82 500-Pfund Bomben und 12189 Mk-84 2000-Pfund Bomben gegen irakische Positionen ein.

Freifallende Bomben haben keinen Lenkmechanismus. Deshalb kann der Pilot das Ziel nur vor dem Abwurf anvisieren und muss dann hoffen, dass die Bomben dort aufschlagen, wo er hingezielt hatte. Übungen und Tests haben gezeigt, dass ein geübter Pilot eine Trefferquote von ca. 50 Prozent erreichen kann. Gelenkte Bomben sind viel zielgenauer, aber auch viel teurer. Aus diesem Grund werden die einfachen und kostengünstigen Mk-82 und Mk-84 Bomben vermutlich noch für Jahrzehnte im Arsenal der US Air Force verbleiben.



Abbildung 7-32: Die 500 Pfund Mk-82 Bombe

Die Einsatzreichweite der Bomben hängt von der Flughöhe und Fluggeschwindigkeit des Trägerflugzeuges ab. Die Reichweite erhöht sich mit der Flughöhe und Fluggeschwindigkeit.



Abbildung 7-33: Die 2000 Pfund Mk-84 Bombe

Eine Anleitung zum Einsatz dieser ungelenkten Bomben gibt es im Abschnitt: "Waffenkontrollsystem". Diese Bomben befinden sich im Arsenal aller NATO Mitgliedsstaaten.

Mk-20 Rockeye Streubombe

Die Mk-20 Rockeye Streubombe beinhaltet 247 Bomblets. Diese werden über einem größeren Einsatzgebiet verteilt und sind effektiv gegen gepanzerte und ungepanzerte Fahrzeuge und Truppenansammlungen. Sie sind ebenfalls gegen verstärkte Konstruktionen wie MG-Stände und Brücken effektiv. Während des Golfkrieges 1991 wurden ca. 28.000 dieser Bomben durch die NATO Kräfte eingesetzt.



Abbildung 7-34: Mk-20 Rockeye Streubombe

Der Einsatz der Mk-20 Bombe entspricht weitgehend der freifallenden Bombe. Der Pilot richtet das Flugzeug auf das Ziel aus und löst die Bombe im entsprechend günstigsten Moment aus.

Diese Bomben befinden sich im Arsenal aller NATO Mitgliedsstaaten.

Ungelenkte Raketen

LAU-10 und LAU-61 Raketenwerfer

Die westlichen Streitkräfte sind vor allem auf den Einsatz gegen gepanzerte Fahrzeuge eingestellt. Aus diesem Grund werden un gelenkte Raketen, mit ihren relativ kleinen Gefechtsköpfen und der großen Streuung der Feuerkraft, eher selten eingesetzt. Ungelenkte Raketen sind stark von den externen Einsatzparametern (wie Wind) abhängig und können nicht gegen punktuelle Ziele eingesetzt werden. Selbst kleinste ungewollte Flugzeugbewegungen beim Abfeuern führen zu hoher Zielungenauigkeit.



Abbildung 7-35: LAU-61 Raketenwerfer

Ungelenkte Raketen werden vor allem gegen Infanterie und ungepanzerte Fahrzeuge eingesetzt. Der Einsatz in Salven erhöht die Trefferwahrscheinlichkeit.

Der LAU-10 Raketenwerfer kann 4 Raketen mit einem Durchmesser von 5 Zoll aufnehmen. Der LAU-61 Raketenwerfer kann 19 Raketen mit einem Durchmesser von 2,75 Zoll aufnehmen.



Abbildung 7-36: 2,75" Hydrarakete

Der Waffeneinsatz wird im entsprechenden Kapitel erläutert.

Diese Raketen befinden sich im Arsenal aller NATO Mitgliedsstaaten.



8

ELEKTRONISCHE GEGENMASSNAHMEN

ELEKTRONISCHE GEGENMASSNAHMENSYSTEME

Elektronische Kriegsführung ist ein sehr komplexes Themengebiet mit einer langen Geschichte an sich gegenüberstehenden und sehr schnell weiterentwickelnden Sensoren, Taktiken, Waffen und Equipment aus vielen verschiedenen Staaten. In diesem Abschnitt werden wir nur ein paar elektronische Gegenmaßnahmen erläutern. Hierbei handelt es sich um die am Flugzeug zur Selbstverteidigung installierten Systeme. Ist das Flugzeug mit einem solchen System ausgestattet, so kann es im Flug mit der Taste [E] aktiviert werden. Der aktive Störsender wird daraufhin die feindlichen Radare und radargelenkte Luft-Luft Raketen stören und somit 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.

Russische Störsysteme (ECM-Systeme, engl.: Electronic Countermeasures)

"Sorbtsiya" und "Gardenia" ECM-Stationen

Das in der Su-27 Flanker installierte aktive ECM-System SPS-171 "Sorbtsiya" entspricht dem amerikanischen AN/ALQ-135 System welches von der F-15C Eagle verwendet wird. Das System wird in den Flügelspitzen, in zwei Behältern, mitgeführt und erhöht somit die Anzahl der maximal mitgeführten Raketen um zwei. Im normalen Betriebsmodus arbeitet ein Behälter als Sender und der andere als Empfänger. Dies erlaubt das durchgehende Empfangen, Analysieren, Modulieren und Wiederversenden feindlicher Radarsignale, selbst wenn die Frequenz oder Rate geändert wird. Die Sendekeule ist steuerbar und erlaubt dadurch, bestimmte Sektoren und Frequenzbänder zu stören. Das System verfügt über diverse Betriebsmodi. Diese Kombination führt zu einer signifikanten Performanceverschlechterung feindlicher Radarsysteme.

Das aktive Störsystem "Gardenia" wird intern, im oberen, hinter dem Cockpit liegenden "Buckel" der MiG-29S "Fulcrum C" verbaut, was die Anzahl der mitgeführten Waffensysteme nicht einschränkt. Es ist prinzipiell dem SPS-171-System ähnlich, bis auf die Tatsache, dass die Radarkeule nicht steuerbar ist. Die Sender / Empfänger sind in den Flügelspitzen montiert.

Su-25 ECM-Systeme

Das Su-25 Erdkampfflugzeug ist mit einem SPO-15LM "Beyoza" Radarwarnempfänger und den ASO-2V(M) Fackel / Düppel Ausstoßsystemen ausgestattet. Zusätzlich kann das aktive SPS-141 MVG Störsystem in einem Behälter mitgeführt werden (frühe Varianten konnten das "Siren" System

mitführen). Das SPS-141 MVG "Gvozdika" ECM-System ist mit dem "Siren" System austauschbar, hat allerdings bessere Performanceeigenschaften gegenüber dem älteren System.



Abbildung 8-1: Das SPS-141 MVG "Gvozdika" ECM-System

Die Einführung moderner Radarsysteme, mit sehr schnell wechselnden Frequenzen, macht es allerdings notwendig, neue ECM-Systeme zu entwickeln. Diese mussten, aufgrund der inzwischen auftretenden Komplexität, digital gesteuert sein und auch von Erdkampfflugzeugen wie der Su-25T/TM mitgeführt werden können.

Das neue, voll integrierte System besteht aus einem Radarwarnempfänger, einem Störsystem und den Ausstoßsystemen für Fackeln und Düpel. Dieses System wird "Irtysh" genannt und kann von Su-25T/TM Flugzeugen mitgeführt werden.

Das SPO-15LM "Beryoza" System wurde durch den L-150 "Pastel" Empfänger, das SPS-141 MVG "Gvozdika" ECM-System durch das aktive ECM-System "Gardenia" und das ASO-2VM System durch das UV26S System ersetzt.

Die Entwicklung aktiver ECM-Systeme ist ein kontinuierlicher Prozess, da die Bedrohungen und verfügbaren Technologien stetig weiterentwickelt werden. Dies führte zu folgenden Systemen, welche nacheinander entwickelt wurden: "Siren" - "Gvozdika" - "Gardenia" - "Omul" - "MSP", je nach Flugzeug und Variante. Die neuesten modernen ECM-Systeme sind das "MSP" und MSP-410 "Omul", welche auf der Su-25T, Su-25TM und der Su-25SM installiert werden.

Während "Siren", "Gvozdika" und "Gardenia" in einem einzelnen Behälter mitgeführt werden, besteht das "Omul" System aus zwei Behältern, welche auf den äußeren Waffenstationen wie das SPS-141 "Sorbsiya" mitgeführt werden.



Abbildung 8.2: Das MPS-410 "Omul" ECM-System

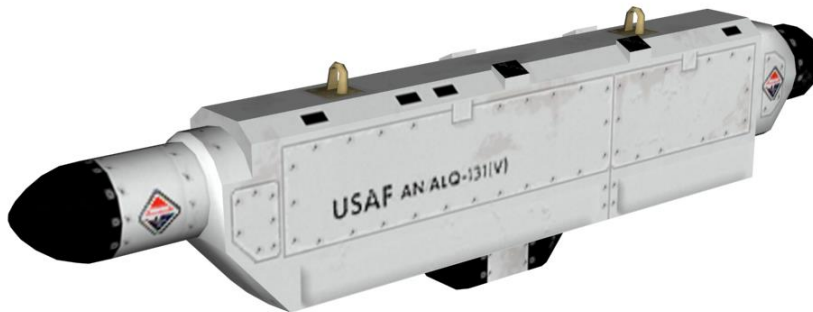
Das MPS-410 "Omul" ECM-System wird mit dem Ziel entwickelt, moderne und zukünftige Radarsysteme bekämpfen zu können, und befindet sich zur Zeit in der Prototypenphase.

Die Su-25T sowie die Su-25TM verfügen zusätzlich über das "Sukhogruz" Infrarotstörssystem, welches im Heck des Flugzeuges installiert ist. Diese extrem starke Infrarotlampe soll feindliche infrarotgelenkte Raketen stören. Sie können das System mit der Tastenkombination [LSHIFT + E] ein- und ausschalten.

Störsysteme der NATO

AN/ALQ-131 ECM-Station

Die Entwicklung des aktiven Störbehälters Westinghouse AN/ALQ-131 begann Anfang der 1970er Jahre, zur Ablösung des älteren AN/ALQ-119 Störbehälters. Der AN/ALQ-131 bietet gegenüber dem Vorgänger ein größeres Funkspektrum sowie einen speziellen Kontrollmodus für ausgehende Signale, um als Ködersender arbeiten zu können. Als wichtigste Neuerung wurde ein reprogrammierbarer Prozessor eingeführt. Dies erlaubt, die Software an die neu auftretenden Gefahren anzupassen und so den Behälter über Jahre, bis zum heutigen Tage, in Dienst halten zu können. Der Störbehälter reduziert signifikant die Einsatzreichweite feindlicher Radarsysteme.

**Abbildung 8-3: AN/ALQ-131, aktiver ECM Behälter**

Der AN/ALQ-131 kann von der F-4E, F-16C, A-10 und anderen NATO Flugzeugen mitgeführt werden.

AN/ALQ-135 ECM-Station

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

Das System kann alle modernen Radarsysteme im Frequenzbereich von 2 bis 20 GHz stören. Hierbei ist es unerheblich, ob die feindlichen Systeme mit festen oder wechselnden Frequenzen arbeiten.

Das System bietet einen 360-Grad-Schutz gegen feindliche radargelenkte Boden-Luft-Raketen (SAM) und Luft-Luft Raketensysteme (AAM). Das System beinhaltet 20 parallel arbeitende, reprogrammierbare Prozessoren. Dies erlaubt eine flexible Aktualisierung des Systems gegen neue feindliche Radarsysteme.

Der AN/ALQ-135-Behälter 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-System aus sechs einzelnen Behältern (Blackboxes) - drei Oszillatoren und drei Verstärkern, welche die überlappenden Frequenzbereiche: im Band 1 (NATO E bis G) sowie Band 2 (NATO G bis I) abdeckte.

Die F-15C bekam später die AN/ALQ-135B-Ausrüstung der F-15E als ein Aufrüstsatz, welche das Band 3 (NATO H through J) abdecken konnte und somit gegen Kurzstrecken-SAMs, AAA und gegen die Radare von Abfangjägern gewappnet war. Die neuen Antennen wurden vor der Cockpitkanzel, direkt 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, welche die Antennen der Bänder 1 und 2 ersetzen, eingebaut.

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



IP-1310/ALR

+
DSP
-

E
W

9

**RADAR WARNSYSTEME
SYSTEME**

RADARWARNSYSTEME

Radare, welche in Schiffen, Flugzeugen und Fahrzeugen installiert sind, dienen u.a. der Erfassung von verschiedenen Zielen und der Lenkung von Waffen auf diese Ziele. Die meisten modernen Flugzeuge sind daher mit Radarwarnsystemen (RWS) ausgestattet, welche die "Beleuchtung" von feindlichen Radarsystemen erkennen und klassifizieren können. Obwohl es viele verschiedene Ansätze für Radarwarnsysteme gibt, folgen doch alle denselben funktionellen Prinzipien.

RWS sind passive Systeme, sprich sie senden selber 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, sowie eine Warnmeldung bei anfliegenden feindlichen Raketen ausgeben.

Für eine bessere Übersicht auf dem Schlachtfeld, empfehlen wir, den Modusschalter des RWS zu benutzen. Danach identifiziert das RWS nur noch Radare, die im Zielverfolgungsmodus arbeiten, oder Radare, die Lenksignale für halbaktive Raketen auf Ihr Flugzeug aussenden bzw. Raketensuchköpfe, die gerade Ihr Flugzeug verfolgen.

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 Priorisierungsliste 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.

Radarwarnsysteme russischer Flugzeuge

Das RWS Modell im Spiel ist sehr nah an das Original einer MiG-29A und MiG-29S (Versionen 9-12 und 9-13) angelehnt.

Das System entdeckt Radaremissionen in folgenden Sichtwinkeln: Azimuth: +/- 180 Grad und Höhe +/- 30 Grad.

Die maximale Anzahl an angezeigten Bedrohungen ist unbegrenzt.

Bedrohungsanzeigedauer auf dem Display: 8 Sekunden.

Funktionsmodi: Alle Radaremissionen oder Aufschaltungen ("ОБЗОР/ОТКЛ" Schalter im MiG-29 Cockpit).

Symbole - Bedrohungsarten:

П - Luftgestütztes Radarsystem

3 - Radarsystem langer Reichweite

X - Radarsystem mittlerer Reichweite

H - Radarsystem kurzer Reichweite

F - Frühwarnradar

C - AWACS

Die Anzeigen "Relative Höhe", "Emissionsstärke" und "Aufgeschaltet / Abgefeuert" gelten nur für die primäre Bedrohung.

Beträgt die Zeit zwischen einer Radaremission acht oder mehr Sekunden, dann wird die relative Höhenanzeige nicht blinken.

Empfängt das RWS Radarsignale eines Zielsuchradars, so wird ein Warnton mit niedriger Frequenz ausgegeben.

Schaltet ein Radarsystem das Flugzeug auf, so wird die "Aufgeschaltet / Abgefeuert"-Warnlampe aufleuchten und ein hochfrequenter Warnton ist zu hören.

Wird ein Raketenabschuss festgestellt, so blinkt die Warnlampe für "Aufgeschaltet / Abgefeuert" und ein hochfrequenter, piepsender Ton ist zu hören.

Eine anfliegende Luft-Luft Rakete mit aktivem Radarsuchkopf kann erst dann entdeckt werden, wenn die Rakete das Ziel (Sie) mit dem eigenen Radar aufgeschaltet hat. In einem solchen Fall wird die anfliegende Rakete als höchste Bedrohung eingestuft. Ein guter Indikator für eine anfliegende aktive Rakete ist eine sehr schnell zunehmende Radarsignalstärke.

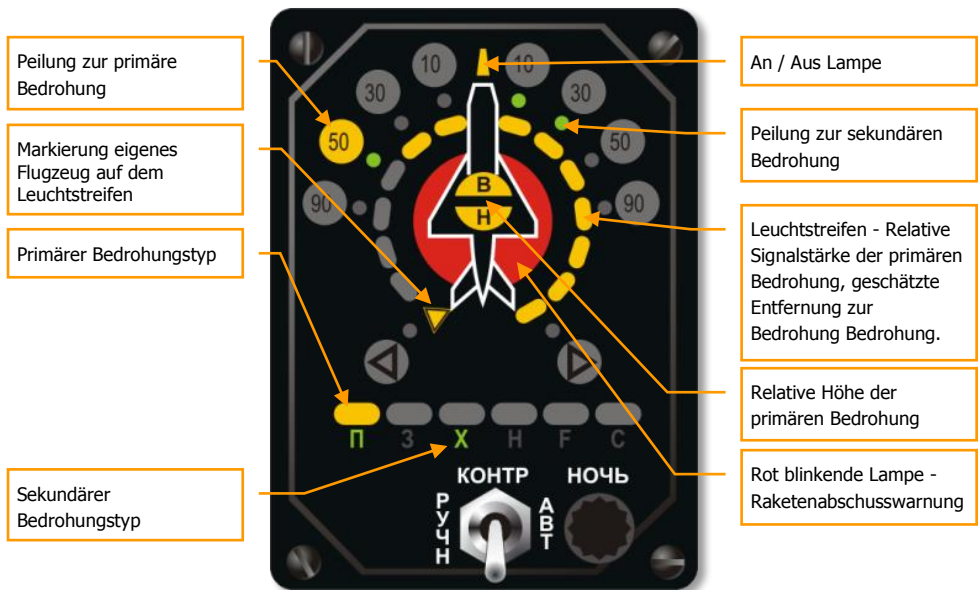


Abbildung 9-1: "Beryozha" SPO-15LM Radarwarngerät

Die Fähigkeit, das RWR Display in der Hitze des Kampfes richtig deuten zu können, ist überlebenswichtig.

Schauen wir uns als Beispiel die Situation im oberen Screenshot an.

Wie im Bild zu sehen ist, werden zwei Bedrohungen angezeigt:

1. Die primäre Bedrohung befindet sich 50 Grad links (10 Uhr) und wird als gelbe Lampe angezeigt. Die Lampe über dem "П" Symbol leuchtet, dies bedeutet dass es sich um einen Jäger handelt. Der Leuchtstreifen zeigt die Signalstärke der primären Bedrohung an. Der rote Kreis unter dem Flugzeugsymbol signalisiert, dass Ihr Flugzeug vom Radarsystem der Bedrohung aufgeschaltet wurde. Die beiden leuchtenden Lampen "B" und "H" zeigen an, dass sich die Bedrohung auf ungefähr derselben Höhe wie Ihr Flugzeug befindet. In einer solchen Situation ist die primäre Bedrohung maximal 15 Grad über- oder unter Ihnen. Somit kann die Situation folgendermaßen interpretiert werden: die primäre Bedrohung ist ein Jäger, der sich Ihnen auf ungefähr der gleichen Flughöhe von 10 Uhr nähert. Die Signalstärke sowie die Aufschaltwarnung zeigen an, dass der Feind kurz vor dem Abschuss einer Luft-Luft Rakete steht.
2. Das sekundäre Ziel befindet sich zwischen 10 und 30 Grad rechts (1 bis 2 Uhr rechts) und wird durch die zwei grünen Lampen angezeigt. Das grüne "X" Symbol zeigt an, dass Sie durch ein Suchradar mittlerer Reichweite angepeilt werden. Es gibt keine weiteren Informationen zur sekundären Bedrohung.

In einer komplexen und dynamischen Umgebung ist es oft sehr schwierig, den Bedrohungstyp und die Peilung richtig zu erkennen. In diesem Falle empfehlen wir den RWS Filter [RSHIFT+R] zu benutzen. Hierdurch werden alle Radaremissionen von Suchradaren unterdrückt und nicht angezeigt.

Das RWS deutet mit verschiedenen Tönen auf Bedrohungen hin. Die Lautstärke kann mit [RALT+,] und [RALT+.] angepasst werden.

Radarwarnsysteme amerikanischer Flugzeuge

Die Radarwarndisplays der A-10A und F-15C unterscheiden sich von denen der russischen Flugzeuge, funktionieren aber prinzipiell gleich. Im Zentrum der RWR Anzeige wird die Position des eigenen Flugzeuges von oben angezeigt. Um diese Position werden Radarsysteme angezeigt, die Ihr Flugzeug beleuchten. Ein Radarsymbol oberhalb der Displaymitte deutet auf ein Radar vor Ihnen, ein Icon rechts von Ihnen auf ein Radar rechts von Ihnen.

Das AN/ALR-56C RWR stellt einen Bestandteil des TEWS für die F-15C/D Eagle dar.

Das AN/ALR-69 RWR ist in der A-10A/OA-10A verbaut. Es stellt eine modifizierte und verbesserte Version des AN/ALR-46 RWR dar.

Die im Spiel implementierten Systeme stellen eine sehr nahe Abbildung der richtigen Radarwarnsysteme der A-10A/OA-10A und der F-15C 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 sechszehn.

Die Bedrohungshistorie wird für maximal 7 Sekunden angezeigt.

Funktionsmodi: Alle (Suchradar) oder aufgeschaltet (der "Such" Knopf und RWR Indikator in der A-10A)

Die Anzeigentfernung von der Displaymitte zeigt die Signalstärke an. Radarsysteme mit einer starken Sendeleistung werden näher an der Mitte angezeigt.

Das AN/ALR-59 (A-10A) zeigt die Höhen-/Tiefenabweichen in 15 Grad Stufen sowie zwei durch einen Kreis unterteilte "Zonen" an. Bedrohungen in der inneren Zone stellen eine unmittelbare Bedrohung für Ihr Flugzeug dar.

Frühwarnradare und AWACS-Symbole werden niemals in der inneren Zone angezeigt werden.

Wird eine neue Bedrohung entdeckt, ertönt ein hoher Piepton, und das Bedrohungssymbol wird mit einem Halbkreis darüber angezeigt.

Wird ein Radar im Suchmodus entdeckt, ertönt ein "zirpender" Ton.

Sie ein Radarsystem auf, wird das zirpende Geräusch kontinuierlich ertönen.

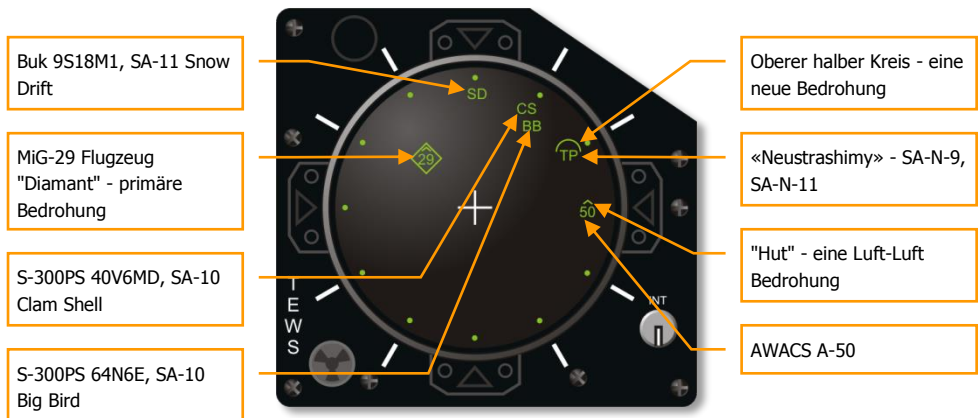


Abbildung 9-2 F-15C TEWS Displaysymbole

Das obere Bild zeigt die 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 von einem schiffsbasierten Radarsystem der "Neustrashim" 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 Sie einsetzen kann. In Konsequenz müssen Sie entweder defensive oder offensive Manöver einleiten. Sie können die MiG-29 allein angreifen, oder mit Hilfe ihres Flügelmanns/ihrer Flügelmänner.

Neben der MiG-29 stellt der S-300 Komplex eine ernstzunehmende Bedrohung dar. Er befindet sich auf Ihrer 1 Uhr Position. Denken Sie bei Ihren nächsten Flugmanövern daran, dass Sie evtl. in den Abfeuerbereich der Raketen des S-300 Komplexes geraten.

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

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

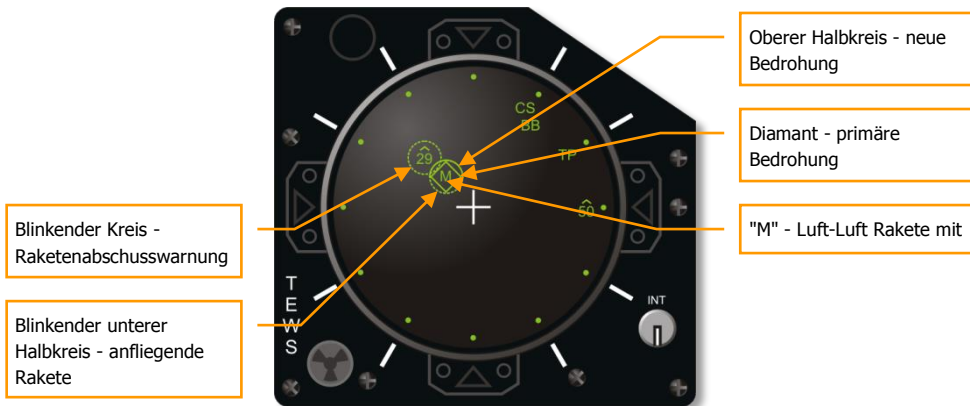


Abbildung 9-3: TEWS Displaysymbole, Angriff mit aktiv radargelenkter Luft-Luft Rakete

Das obere Bild zeigt eine beispielhafte Situation auf dem TEWS Display, Abbildung 9-3.

- 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 von einem Schiffsbasierten Radarsystem der "Neustrashim" Klasse beleuchtet.
- Von 3 Uhr aus wird das Flugzeug von einem A-50 AWACS Radar beleuchtet.
- 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.

In einem solchen Falle gibt es keine Zeit zu langen Überlegungen, Sie müssen reagieren! Führen Sie ein aggressives Defensiv- und Ausweichmanöver durch und stoßen hierbei Düppel [EINFG] aus.

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.

In der A-10A werden Erfassungs- und Aufschaltssignale eines feindlichen Radars ebenfalls auf dem RWR Display angezeigt.



Abbildung 9-4: A-10 RWR Display


Auf dem Display gibt es zwei Lichtanzeigen.


Die erste Anzeige "SEARCH" ist eine grüne Warnlampe. Diese leuchtet auf, wenn Sie ein Erfassungsradar beleuchtet.


Die zweite Anzeige "LAUNCH" leuchtet rot auf. Sobald eine radargelenkte Waffe auf Sie abgefeuert wurde wird diese Warnlampe rot leuchten.


Beachten Sie, dass alle Radarwarnsysteme nur Radarwellen erkennen können und anfliegende infrarotgelenkte Raketen nicht erkennen können.


Folgende Symbole werden durch das TEWS (F-15) und das RWR (A-10) angezeigt.

- 

Luftgestütztes Radar. Alle solchen Radartypen werden durch das "^" Icon angezeigt. Dieses wird über dem Flugzeugtypicon 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 immer die höchste Bedrohungsstufe dar.

Abbildung 9-5: TEWS (F-15) und RWR (A-10) 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 Falle 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, Jastreb Klasse Fregatte	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

TEWS ECM Indikator

Ein eingeschaltetes ECM wird im TEWS in der Mitte als "X" angezeigt.

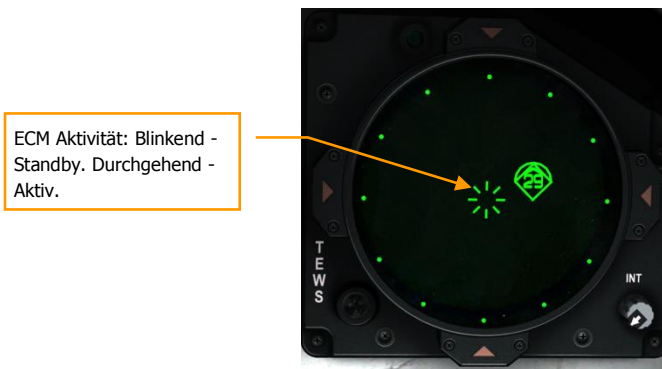


Abbildung 9-6: TEWS ECM Indikator



10

FUNKKOMMUNIKATION
UND NACHRICHTEN

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 Erläuterung. Das "Rufzeichen" sagt aus, an wen die Nachricht gerichtet ist und von wem sie stammt, 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 anderen 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 aufgeführt, 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	Befehlsklärung	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
		Meinen 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.

		Luftverteidigung	Der Spieler befiehlt dem Flügelmann die Formation zu verlassen und Luftverteidigungssysteme, die sie entdecken, 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 Luftverteidigung 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...	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	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	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 nächste sich am 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	Flügelmäner werden ihre aktuelle Aufgabe abrechnen und in die Formation zurückkehren.	Können die Flügelmäner 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 Flügelmäner in die Line Abreast Formation zu wechseln.	Können die Flügelmäner 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..
		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.	Können die Flügelmäner 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..
		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.	<p>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.</p> <p>Befindet sich ein feindliches Flugzeug bis oder unter fünf Meilen zum Spieler, so wird der Funkspruch "(a), (b), merged" erfolgen, wobei (a) das Spielerrufzeichen</p>
-------	------------------	----------------------	---	--

				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".

		BILD Anfordern	Der Spieler fordert ein Situationsbild 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 dann 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 dann 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 Auftankung 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 Flügelmanns 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 abgeschossen.	"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), Radarkontakt, (y) Uhr", wobei (x) die Flugnummer ist und (y) eine Nummer zwischen 1 und 12.

Beleuchtet durch feindliches Bodenradar.	"(x), Bodenradar, (y) Uhr", wobei (x) die Flugnummer ist und (y) eine Nummer zwischen 1 und 12.
Boden-Luft Rakete auf Flügelmann gefeuert.	"(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 feindlichen 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) leite Defensivmanöver ein," wobei (x) die Nummer des Wingmans ist. Beispiel: "Two, leite Defensivmanöver ein."
Abschuss eines Feindflugzeugs.	"(x) Splash one," "(x) Bandit destroyed," oder "(x) Good kill, good kill," wobei (x) die Nummer des Wingmans ist. Beispiel: "Two, Splash my bandit."
Zerstörung eines feindlichen Bodenobjektes, Fahrzeugs oder eines Schiffs.	"(x) Ziel zerstört," oder "(x) Treffer," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Ziel zerstört."
Der Flügelmann hat selbständig ein Ziel erkannt und bittet um Angriffsfreigabe.	"(x) erbitte Angriffsfreigabe," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, erbitte Angriffsfreigabe."
Abwurf von Eisen- oder Streubomben.	"(x) Bomben abgeworfen," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Bomben abgeworfen."

Abfeuern von Luft-Boden-Lenkflugkörpern	"(x) Rakete abgefeuert," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, Rakete abgefeuert."
Abfeuern von un gelenkten Raketen.	"(x) un gelenkte Raketen abgefeuert," wobei (x) die Flügelmannnummer ist. Beispiel: "Two, un gelenkte Raketen abgefeuert."
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) Kontakt Peilung (x)(x) für (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 Basis notwendig macht, wenn man nicht Gefahr laufen will, dass vorher der komplette Treibstoff verbraucht ist.	"(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."
Der Wingman hat seine Waffenladung verbraucht.	"(x) Winchester," wenn es sich um einen US Wingman handelt und "(x) Out of weapons," bei einem russischen Wingman.
Ein Feindflugzeug befindet sich hinter dem	"Lead, sechs Uhr Position prüfen"

	eigenen Flugzeug.	
	Das eigene Flugzeug droht zu explodieren oder auf dem Boden aufzuschlagen.	"Lead, 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, rollen zum Parkbereich," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Hawk one one, Tower, rollen zum Parkbereich."
	Der Spieler erreicht den Anflugpunkt und hat die Luftüberwachung an den Tower abgegeben. Die Landebahn ist frei.	"(x), Tower, Landefreigabe auf Bahn (y)(y)," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist und (y) die beiden Kennzahlen der entsprechenden Landebahn sind. Beispiel: "Hawk one one, Tower. Landefreigabe auf Bahn neun null."
	Der Spieler erreicht den Anflugpunkt und hat die Luftüberwachung an den Tower abgegeben, allerdings befindet sich ein weiteres Flugzeug im Anflugpattern.	"(x), Tower, kreisen und einreihen," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Falcon one one, Tower, kreisen und einreihen."
	Der Spieler befindet sich während der	"(x), Tower, Sie sind oberhalb des Gleitpfads," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist.

	Landung über dem Gleitpfad.	Beispiel: "Eagle one one, Tower, Sie sind oberhalb des Gleitpfads."
	Der Spieler befindet sich während der Landung unterhalb des Gleitpfades.	"(x), Tower, Sie sind unterhalb des Gleitpfads," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Eagle one one, Tower, Sie sind unterhalb des Gleitpfads."
	Der Spieler befindet sich während der Landung auf dem Gleitpfad.	"(x), Tower, Sie sind auf Gleitpfad," wobei (x) die Kennung des angesprochenen Flugzeugs ist. Beispiel: "Eagle one one, Tower, Sie sind auf Gleitpfad."

Nachrichten und Warnungen, die das eigene Flugzeug erzeugt.

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 abhob von den Männerstimmen, die den Funk füllen.

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

Sprachmeldungen / Systemmeldungen

Auslöser für die Meldung	Meldung
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 größerer 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 größerer 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 größerer 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 größerer Höhe als der Spieler.	"Missile, 9 o'clock high"



11

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 Flugzeuges 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 Fluggeschwindigkeit", 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, 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, so 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.

ABRUPTES 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, so 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 ENTGENEN 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.

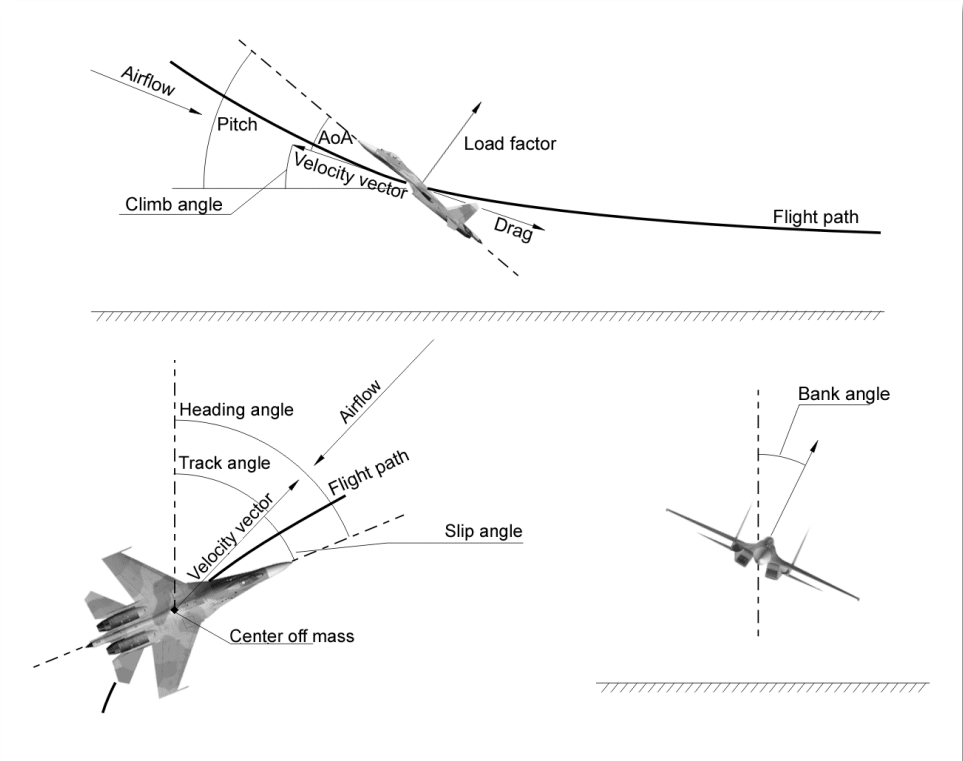


Abbildung 11-1: Aerodynamische Kräfte, die auf das Flugzeug wirken

Die Menge des verfügbaren Auftriebs beeinflusst das Flugzeug hinsichtlich der Manövrierereigenschaften. 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 Auftriebseigenschaften 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.

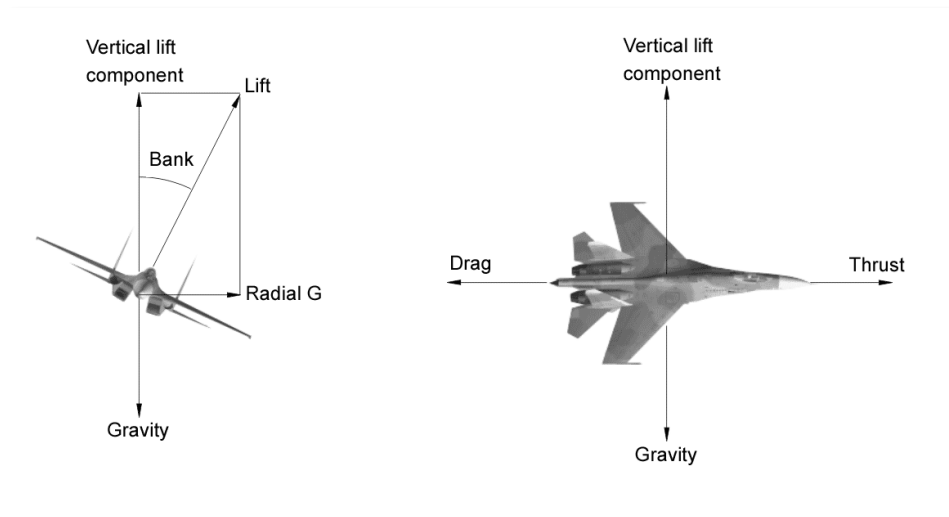


Abbildung 11-2: Die Kräfte bei einem Flugmanöver

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 unten stehende 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 Wendepformance 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)-Diagram, 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. LERNEN SIE DIE OPTIMALE GESCHWINDIGKEIT IHRES FLUGZEUGES UND DIE IHRER 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.

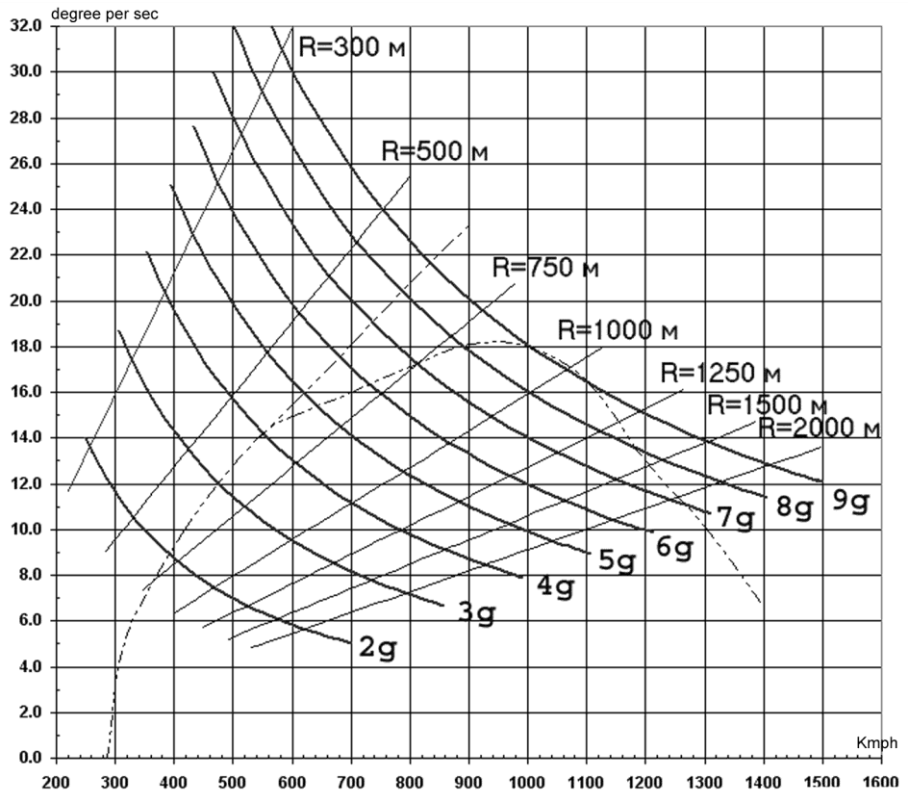


Abbildung 11-3: Beispielhaftes "dog house" - Diagramm (Wenderate in Bezug auf km/h) eines modernen Kampfflugzeuges

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, werden Luftwiderstand und Gravitationskräfte durch Schubkraft ausgeglichen. 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, SO 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 einkassieren.

Deswegen sollten grundlose Manöver oder Manöver mit unnötig hohen Fliehkräften, und dem 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, die die dauerhafte Wenderate maximiert und gleichzeitig den Radius minimiert. Sinkt die Fluggeschwindigkeit zu stark, bewegen Sie den Steuerknüppel nach vorne und entlasten Sie damit das Flugzeug - dadurch wird Geschwindigkeit schnell 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, SO KÖNNTEN SIE SICH RECHT SCHNELL IN EINER UNGÜNSTIGEN SITUATION WIEDERFINDEN: KAUM GESCHWINDIGKEIT UND ZIEMLICH DICHT AM BODEN.



12

FLUG
SCHULE

FLUGSCHULE

Im Verlauf einer Mission wird die meiste Zeit auf den Start, das Abfliegen der zugewiesenen Flugroute, der Zielerfassung, den Rückflug und die Landung aufgewendet. Das eigentliche Bekämpfen des Gegners nimmt im Allgemeinen nur einen kleinen Teil der gesamten Missionszeit ein.

SOLLTEN SIE DAS ZIEL NICHT FINDEN ODER NICHT ZUR BASIS ZURÜCKKEHREN, SO IST IHRE KARRIERE ALS PILOT SCHNELL VORÜBER.

Benutzung des Kursanzeigers (HSI)

In vielen modernen Flugzeugen wird die Navigationsinformation im HUD angezeigt. Aber was tun, sollte das HUD einmal ausfallen? Der Kursanzeiger (HSI) liefert den Großteil der im HUD verfügbaren Informationen, manchmal sogar mehr. Sowohl die russischen als auch die amerikanischen HSI haben die gleichen Funktionen und beinhalten folgende Features:

- Kurs zum nächsten Wegpunkt (Nadel und digitale Anzeige)
- Entfernung zum nächsten Wegpunkt
- Aktueller Kurs
- Abweichung (in Form von Balken) von Kurs und Flughöhe

Der Kurs zum ausgewählten Wegpunkt wird relativ zur aktuellen Position des Flugzeuges dargestellt. Wegpunkte werden vor dem Flug gesetzt und können benutzt werden, um die Missionsziele auf der geeignetsten Route zu erreichen.

Landung

Die Landung ist einer der schwierigsten und potentiell gefährlichsten Bestandteile eines Fluges. Häufig kann man die Qualifikation und Erfahrung eines Piloten an der Güte der Landung erkennen.

FÜR EINE SAUBERE LANDUNG SOLLTEN SIE DEN ANFLUG SCHON FRÜH IN DIE WEGE LEITEN.

Der Landeanflug sollte mit einem bestimmten Anstellwinkel erfolgen. Der aktuelle Anstellwinkel kann an der Anstellwinkelanzeige auf der Instrumententafel abgelesen werden. Sollte das Flugzeug über eine Anstellwinkelanzeige neben dem HUD verfügen, so können Sie während der Landung diese Anzeige immer im Auge behalten. Sollte dabei das obere Licht leuchten, so ist der Anstellwinkel zu hoch, oder die Geschwindigkeit zu niedrig. Leuchtet das untere Licht, so fliegen Sie mit einem zu niedrigen Anstellwinkel, oder zu schnell. Leuchtet die mittlere Anzeige, so fliegen Sie mit den richtigen Parametern für einen guten Landeanflug.

WÄHREND DER LANDUNG SOLLTEN SIE NUR MIT WEICHEN UND KLEINEN ÄNDERUNGEN STEUERN. BERÜCKSICHTIGEN SIE AUCH, DASS DAS FLUGZEUG VERZÖGERT REAGIEREN KANN - FLIEGEN SIE ALSO VORAUSSCHAUEND.

Kontrollieren Sie die Geschwindigkeit über den Anstellwinkel, die Sinkrate über den Schub. Ist die Fluggeschwindigkeit zu hoch, ziehen Sie den Steuerknüppel etwas zu sich heran - dies wird die Fluggeschwindigkeit senken. Im umgekehrten Fall drücken Sie den Steuerknüppel leicht nach vorne - das Flugzeug sollte etwas schneller werden. Sinken Sie zu schnell, erhöhen Sie den Schub, indem Sie den Schubhebel etwas weiter nach vorne schieben. Ist die Flughöhe zu hoch, ziehen Sie den Schubhebel etwas zurück.

Einige Flugzeuge haben im HUD oder auf der Instrumententafel ein Variometer (zeigt die Steig- bzw. Sinkrate an); nutzen Sie dies, um mit einer sicheren vertikalen Geschwindigkeit aufzusetzen. Die Flugwegeanzeige (Total Velocity Vector) im HUD, so denn vorhanden, kann hervorragend benutzt werden, um sicherzustellen, dass der Landeanflug auf den Beginn der Landebahn zielt.

In der nachstehenden Tabelle können Sie die Anflugs- und Aufsetzgeschwindigkeiten ablesen.

Flugzeug	Anfluggeschwindigkeit	Aufsetzgeschwindigkeit
Su-25	280 km/h	235 km/h
Su-27	300 km/h	250 km/h
MiG-29A	280 km/h	235 km/h
F-15	175 Knoten	120 Knoten
A-10	150 Knoten	110 Knoten

SIND DIE LANDEKLAPPEN EINGEFAHREN, SOLLTEN SIE DIE FLUGGESCHWINDIGKEIT UM 10 KNOTEN BZW. 20 KM/H ERHÖHEN. BEI EXTERNER ZULADUNG ODER GROSSEN TREIBSTOFFMENGEN MÜSSEN SIE DIE GESCHWINDIGKEIT HOCH GENUG HALTEN, UM DEN GEWÜNSCHTEN ANSTELLWINKEL OHNE GEFAHR EINES STRÖMUNGSABRISSES ZU HALTEN.

Der Anflug sollte immer entlang der Längsachse der Landebahn erfolgen.

Instrumentenlandesystem (ILS)

Sowohl russische als auch amerikanische Flugzeuge sind mit Instrumentenlandesystemen ausgestattet. Die Balken/Indikatoren auf der Anzeige werden benutzt, um Abweichungen vom Gleitweg und Kurs anzuzeigen. Der horizontale Balken visualisiert die Abweichung des Flugzeuges vom korrekten Gleitpfad. Der vertikale Balken (auch Leitstrahl) zeigt die Abweichung vom benötigten Kurs an. Der vorgesehene Kurs richtet das Flugzeug entlang der Längsachse der Landebahn aus. Sollten beide Balken wie ein Kreuz zentriert übereinanderliegen, so fliegt das Flugzeug auf dem richtigen Kurs und dem korrekten Landegleitpfad.

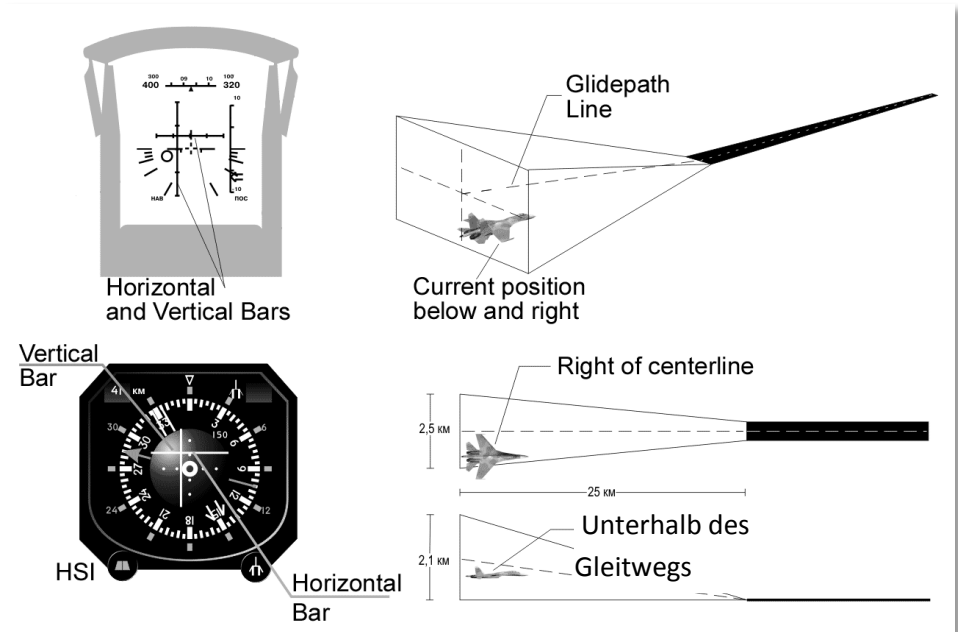


Abbildung 12-1: Instrumentenlandesystem

Landung mit Seitenwind

Eine Landung mit Seitenwind ist deutlich schwieriger als eine Landung bei Windstille. Der Seitenwind schiebt das Flugzeug von der Längsachse der Landebahn weg. Daher ist es nötig, mit Quer- und Seitenrudder diesen seitlichen Drift zu kompensieren. Solchen Bedingungen erfordern große Aufmerksamkeit und gut koordinierte Steuereingaben des Piloten.

VERMEIDEN SIE LANDUNGEN MIT RÜCKENWIND - DENN DADURCH WIRD DIE LANDGESCHWINDIGKEIT ERHÖHT UND DAS FLUGZEUG KOMMT EVENTUELL NICHT MEHR VOR DEM ENDE DER LANDEBAHN ZUM STILLSTAND.

Su-25 und Su-25T Beschreibung des Erweiterten-Flugdynamik-Modells

Das AFD-Modell (AFD, engl. "Advanced Flight Dynamics") wurde für die Su-25 und die Su-25T umgesetzt. Dieser Abschnitt beschreibt einige der bemerkenswerten Besonderheiten des AFD-Modells.

Flugzeugbewegungen werden anhand von physikalischen Gleichungen berechnet, die die Translation und Rotation für feste Körper unter Einfluss externer Kräfte und Bewegungen, unabhängig von ihrem Ursprung, beschreiben.

- Flugbahn und Änderungen selbiger wirken durch die Berücksichtigung der Trägheitseigenschaften der Flugzeuge natürlicher.
- Die Übergänge zwischen den Flugmodi erfolgt nun fließender, ohne abrupte Änderungen der Drehgeschwindigkeiten oder der Fluglage - zum Beispiel: nach einem Tail-Slide oder bei einer Landung auf einem Rad (Flugzeug leicht gerollt).
- Der gyroskopische Effekt beim Rollen des Flugzeuges wird berücksichtigt.
- Asymmetrische Auswirkungen externer Kräfte werden berücksichtigt, und ebenso Auswirkungen externer Kräfte, die nicht am Schwerpunkt angreifen (z.B.: Triebwerksschub, Bremsfallschirm). Diese Kräfte werden in allen Flugmodi modelliert und führen zu einem entsprechenden Drehmoment.

Der Schwerpunkt kann sich entlang der Geschwindigkeitsachse verschieben.

- Die Modellierung des Schwerpunktes seitlich und längs wurde eingeführt. Dieser ändert sich in Abhängigkeit des Zustandes der Treibstofftanks und der Waffenladung.
- Die asymmetrische Ladung durch Waffen- und Treibstoffpylonen ist modelliert und beeinflusst die Eigenschaften der seitlichen Steuerung (abhängig von der Geschwindigkeit, Gesamtladung, etc.).

Bei der Berechnung der aerodynamischen Eigenschaften wird das Flugzeug als eine Kombination verschiedener Komponenten (Rumpf, Äußerer Flügel, Höhenflosse, etc.) modelliert. Das aerodynamische Verhalten wird für jede Komponente einzeln berechnet. Dies geschieht über den gesamten Bereich an lokalen (inklusive überkritischen) Anstell- und Gleitwinkeln, lokalem dynamischen Druck und Machzahl. Dabei werden die Auswirkungen gradueller Beschädigung und Zerstörung von Steuerflächen und anderen Komponenten berücksichtigt.

- Die Aerodynamik ist für das gesamte Spektrum an Anstell- und Gleitwinkeln modelliert.
- Die Effizienz der seitlichen Steuerung und der Grad der (statischen) Längsstabilität hängen nun vom Anstellwinkel und dem Schwerpunkt (seitlich und längs) ab.
- Die Autorotation eines Flügel beim Rollen unter hohem Anstellwinkel ist modelliert.
- Kinematische-, aerodynamische- sowie Trägheitswechselwirkung mit den Längs-, Quer-, und V-Stellungs-Kanälen (Gierbewegung beim Ausführen einer Rollkurve, Rollen unter Einsatz der Ruderpedale etc.)

- Der Gleitwinkel wird dynamisch durch die Steuereingaben und die Flugzeugposition berechnet.
- Wird ein Teil der Flugzeugzelle zerstört, so wird die Auswirkung auf die Bewegungen des Flugzeuges realistisch modelliert. Die Aerodynamik für dieses Teil kann ganz oder teilweise aus den aerodynamischen Berechnungen des Flugzeuges entfernt werden.
- Das Modell garantiert eine realistische Umsetzung des Strömungsabrisses (schwingende Flügel mit gleichzeitiger Kurs-Oszillation).
- In Abhängigkeit vom Flugmodus können unterschiedliche Ausprägungen aerodynamischer Vibrationen und Schüttelns auftreten. Dieses Verhalten wird durch Zuladung, überzogene Anstellwinkel, Machzahl, etc. beeinflusst.

Folgende Hauptkomponenten machen das komplexe Modell der Triebwerke aus: Verdichter, Brennkammer, Turbine und Starter-Generator.

- Die Leerlaufdrehzahl (RPM) hängt von der Geschwindigkeit (Mach) und der Höhe, sowie von wetterbedingten Luftdruck und Temperatur ab.
- Das Überdrehen bei niedrigen Triebwerksdrehzahlen wird modelliert.
- Schubänderungen am Triebwerk und die Steuerbarkeit selbiger hängen von der Drehzahl ab.
- Die Gastemperatur hinter den Turbinen hängt vom Betriebsmodus des Triebwerkes, der Flugsituation und den Wetterbedingungen ab.
- Der konkrete Treibstoffverbrauch ist nichtlinear abhängig vom Betriebsmodus des Triebwerkes und dem Flugmodus.
- Die Dynamik der Triebwerksparameter (Abgasgeschwindigkeit und -temperatur) beim Starten und Abschalten der Triebwerke wurde akkurat modelliert.

Das Modell für das linke und rechte hydraulische System beinhaltet die Modellierung von Erzeugern und Verbrauchern für hydraulischen Druck.

- Jedes hydraulische System versorgt seine eigene Gruppe mit hydraulischem Druck (Fahrwerk, Aktuatoren, Landeklappen, Klappen an der Flügelvorderkante, einstellbare Stabilisierungsflächen, Bugradsteuerung, Bremssystem, etc.).
- Der Druck im linken und rechten Hydrauliksystem hängt von der Wechselwirkung zwischen Pumpeneffizienz und Flüssigkeitsbedarf der den Druck verbrauchende Einheiten (Servos, Zylinder, etc.) ab. Die Effizienz der Pumpen hängt entsprechend von der rechten bzw. linken Triebwerksgeschwindigkeit ab, der Flüssigkeitsbedarf von der Arbeitsintensität.
- Durch Druckabfall in ihrem entsprechenden hydraulischen System können hydraulische Elemente (Zylinder, Aktuatoren) sowohl partiell als auch komplett ausfallen.

Die Flugzeugsteuerung beinhaltet die Modellierung der primären Steuerungskomponenten: Trimmmechanismus sowie Trimmeffekte, hydraulische Hilfssysteme in der Rollbewegung sowie Gierdämpfer.

- Trimmung des Nickwinkels, das Giermodell sowie die Querrudertrimmung besitzen unterschiedliche Simulationsmodelle. Besonders die Nicktrimmung hat bei sehr geringen

Fluggeschwindigkeiten keinen Einfluss auf das Flugzeug. Die Verfügbarkeit der Trimmssysteme setzt die elektrische Versorgung voraus.

- Bei einem Druckabfall auf der linken Seite des Flugzeugrumpfes verschlechtert sich die seitliche Steuerung mit zunehmender Fluggeschwindigkeit. Die Steuerung in der Längsachse hängt nicht vom hydraulischen Druck im Flugzeugumpf ab.
- Die Geschwindigkeit des Aus- und Einfahrens der Klappen und einstellbaren Stabilisatoren hängt vom hydraulischen Druck im Rumpf ab.
- Das Ausfahren auftrieberhöhender Flügelerweiterungen zur Verbesserung der Manövrierbarkeit kann bei hohen Geschwindigkeiten erst zu einer teilweisen und nachfolgend zu einer kompletten hydraulischen Blockierung führen. Dadurch können hydraulische Leitungen beschädigt, Hydraulikflüssigkeit austreten und am Ende der Druck im hydraulischen System verloren gehen.
- Das Ausfahren des Fahrwerks bei hohen Geschwindigkeiten kann zuerst zu einer partiellen und nachgelagert sogar zu einer kompletten Blockade der Fahrwerkshydraulik führen. Dies verursacht Schäden an den Leitungen, Flüssigkeitsverlust und ein Abfall des hydraulischen Drucks.

Kaltstartprozedur in der Parkposition

1. Schalten Sie den Hilfsgenerator (APU) mit der Tastenkombination [RSHIFT + L] ein und vergewissern sich, dass die Instrumente und das HUD korrekt arbeiten.
2. Bringen Sie den Schubhebel in die Leerlaufposition.
3. Schalten Sie beide Triebwerke mit den Tasten [RSHIFT + Pos1] ein, oder starten die Triebwerke nacheinander; [RSTRG + Pos1] für das rechte und [RALT + Pos1] für das linke Triebwerk.
4. Achten Sie darauf, dass sich die Triebwerksdrehzahl sich bei 33% stabilisiert.
5. Überprüfen Sie die Abgastemperatur der Turbine auf der jeweiligen Anzeige. Die Abgastemperatur sollte bei 440 Grad liegen.

Sollten Sie das Triebwerk starten, während sich der Schubhebel nicht in der Leerlaufstellung befindet, wird das Triebwerk mit Treibstoff geflutet und verbleibt in einem Zwischenstadium. Hieraus könnte ein massiver Anstieg der Triebwerkstemperatur mit anschließendem Triebwerksbrand resultieren.

Schalten Sie in einer solchen Situation sofort die Triebwerke ab [RSHIFT + Ende]. Nachdem die Triebwerke komplett runtergefahren wurden, warten Sie fünf Minuten und starten die Prozedur von vorne.

Sie können den Triebwerksstart auch beschleunigen. Schieben Sie hierzu den Schubhebel bei einer Triebwerksdrehzahl von 16% komplett nach vorne.

Automatischer Triebwerksstart in der Luft:

Sollte es zu einem Triebwerksausfall in der Luft kommen (Flammabriss), so können Sie versuchen, die Triebwerke automatisch neu starten zu lassen. Die Fluggeschwindigkeit muss bei mindestens 150 km/h liegen. Bewegen Sie den Schubhebel in den Leerlauf, dann komplett nach vorne und dann wieder in den Leerlauf. Das Triebwerk wird versuchen neu zu starten.

Ein Triebwerksneustart ist nur bei Triebwerksdrehzahlen von 12% oder mehr möglich.

Spezielle Hinweise für das Fliegen mit der Su-25 und Su-25T.

Rollen

Das Wenden mit Hilfe des Bugrades sollte nicht bei Geschwindigkeiten über 5-10 km/h durchgeführt werden: das Flugzeug kann zur Seite auf einen Flügel kippen, und das Beschädigen der Bugrad-Hydraulik ist ebenso möglich.

Starten

Die Radbremsen werden das Flugzeug bis zu einer Triebwerksdrehzahl von 80% halten können. Lassen Sie Radbremse bei einer Triebwerksleistung von 70 bis 75 Prozent los und schieben den Schubhebel komplett nach vorne. Beschleunigen Sie und halten das Flugzeug mit den Ruderpedalen auf der Startbahn. Bei einer Geschwindigkeit von 160 bis 180 km/h bei Normalgewicht und 200 bis 220 km/h bei Maximalgewicht ziehen Sie den Steuerknüppel 2/3 zu sich. Ein guter Startwinkel ist, wenn die beiden Pitotröhren den Horizont berühren. Das Flugzeug wird beim richtigen Anstellwinkel fast sofort abheben. Ohne externe Zuladung tendiert das Flugzeug dazu die Nase immer weiter nach oben zu ziehen. Sie können diesen Effekt durch das Bewegen des Steuerknüppels nach vorne entgegenwirken.

Fahren Sie das Fahrwerk 10 Meter über dem Boden ein, und die Landeklappen, sobald Sie 100 Meter Flughöhe und eine Fluggeschwindigkeit von 320 bis 340 km/h erreicht haben. Der Hydraulikdruck könnte beim Einfahren des Fahrwerks nachlassen, was zum Erleuchten der "ГИДРО 2" ("HYDRO 2") Warnlampe führen könnte.

Starten bei Seitenwind

Eine eher seltsame Eigenschaft der Su-25/25T ist der geringe Abstand der Räder des Hauptfahrwerks. Durch die enge Anordnung werden Start und Landung unter Wetterbedingungen mit Seitenwind recht anspruchsvoll. Trotzdem kann das Flugzeug beim Rollen bis zu Windgeschwindigkeiten von 11-14 m/s (Seitenwind) stabil gehalten werden, so denn der Untergrund trocken ist. Der Seitenwind wird den windzugewandten Flügel anheben, und um dem entgegenzuwirken benutzen Sie einfach den Steuerknüppel. Eine zweite Tendenz werden Sie beobachten - das Flugzeug wird versuchen, die Nase in den Wind zu drehen. Korrigieren Sie weich mit dem Seitenruder und steuern Sie in die entgegengesetzte Richtung.

Landung

Im Anflug sollte das Fahrwerk ausgefahren werden, sobald die Geschwindigkeit unter 400 km/h fällt. Werden die Landeklappen ausgefahren, so wird das Flugzeug zum "Aufschweben" tendieren. Der Schwerpunkt in der Start-/Lande-Konfiguration ist fast identisch mit der normalen Flugkonfiguration. Sollte das Flugzeug beim Übergang in die Landekonfiguration in der Längs- oder Querachse instabil

werden, so sind eventuell Fahrwerk oder Landeklappen nicht vollständig oder asymmetrisch ausgefahren. In diesem Falle sollten Sie die Landeklappen wieder einfahren, um in normaler Flugkonfiguration zu landen. Erhöhen Sie dann die Geschwindigkeit für Anflug und Aufsetzen um 40-60 km/h.

Achten Sie auf Ihre Fluggeschwindigkeit im Landeanflug. Bringen Sie das Flugzeug auf 290 bis 300 km/h bevor Sie den Landeanflug beginnen. Verringern Sie die Fluggeschwindigkeit auf 260 bis 280 km/h beim Überfliegen des Platzeinflugzeichens. Beginnen Sie mit dem Abfangen des Flugzeuges in einer Höhe von etwa 5 bis 8 Meter, einer Fluggeschwindigkeit von 250 bis 270 Km/h und 100 Meter vor der Landebahnschwelle. Bei einer Flughöhe von etwa einem Meter bringen Sie den Schubhebel in die Leerlaufstellung und halten die Landeposition, indem Sie den Steuerknüppel leicht zu sich ziehen und die Pitotstaurohre auf Horionzhöhe halten. Sie sollten mit 220 bis 240 km/h aufsetzen. Setzen Sie die Flugzeugnase vorsichtig auf der Landebahn auf, aktivieren den Bremsfallschirm und setzen die Radbremsen ein. Halten Sie das Flugzeug unter Einsatz der Ruderpedale auf der Landebahn. Sollten Sie beim Bremsen anfangen zu schliddern, so lassen Sie die Bremsen los, korrigieren die Rollrichtung, und bremsen erst dann wieder. Wenn Sie merken, dass die Landebahn bis zum vollständigen Halt nicht ausreicht und die Rollgeschwindigkeit über 50 km/h beträgt, fahren Sie das Fahrwerk ein, öffnen die Cockpitkanzel und beginnen mit dem Notfallherunterfahren der Systeme.

Landung mit Seitenwind

Versuchen Sie bei einer Landung mit Seitenwind einen "Vorhaltewinkel" zu finden, welcher Sie unter Berücksichtigung des Seitenwindes beim Überfliegen der Landebahn genau auf dieser ankommen lassen wird. Hierdurch erreichen Sie, dass Sie beim Aufsetzen einen Korrekturwinkel zum von der Seite blasenden Seitenwind erreichen. Sobald das Hauptfahrwerk aufgesetzt hat, lassen Sie die Ruderpedale los um das Bugrad auszurichten und drücken schnell aber vorsichtig den Steuerknüppel nach vorne um das Flugzeug komplett aufzusetzen. Sobald Sie das Flugzeug stabilisiert haben, aktivieren Sie die Radbremsen. Bei Seitenwindgeschwindigkeiten von mehr als 4 bis 5 M/s können Sie den Bremsfallschirm nicht verwenden. Sie könnten das Flugzeug praktisch nicht mehr auf der Landebahn halten. Sollten Sie beim Bremsen anfangen zu schliddern, so lassen Sie die Bremsen los, korrigieren die Rollrichtung, und bremsen erst dann wieder.

Übliche Landefehler

Übers Ziel hinaus schießen

Normalerweise passieren Unfälle dieser Art wenn die Landegeschwindigkeit zu hoch war oder die Landung zu weit hinten auf der Landebahn stattgefunden hat. Sie sollten die Landung abbrechen, falls Sie merken, dass die Landebahn nicht ausreicht und durchstarten.

Kurze Landung

Eine zu frühe Landung wird auftreten, wenn die Anfluggeschwindigkeit zu niedrig war, das Abfangmanöver zu früh begonnen wurde, oder das Flugzeug beim Endanflug unterhalb des Gleitweges geflogen wurde. Für eine Korrektur erhöhen Sie den Schub bis die optimale Anfluggeschwindigkeit erreicht ist und sich das Flugzeug wieder auf dem Gleitweg befindet.

Zu frühes Abfangen

Ein zu frühes Abfangen tritt auf, wenn die Abfanghöhe falsch eingeschätzt wurde, oder der Steuerknüppel in der Abfangphase zu weit nach hinten gezogen wurde. Um dies zu korrigieren, halten Sie den Knüppel ruhig und lassen Sie das Flugzeug weiter in die korrekte Abfanghöhe absinken, um dann den Steuerknüppel weiter zu sich zu ziehen. Bei einem zu frühen Abfangen verliert das Flugzeug weiter Geschwindigkeit und sackt dann mit zu großer vertikaler Geschwindigkeit auf die Landebahn. Dies kann die Flugzeugzelle bis zum Bruch belasten (Bruchlandung).

Strömungsabriss und Trudeln

Verlieren Sie im Horizontalflug an Geschwindigkeit, so wird das Flugzeug ohne Trudeln in einen Strömungsabriss überführt. Es beginnt ein "Fallschirm-Sturzflug" in dem das Flugzeug giert und sich rollt. Wird währenddessen am Steuerknüppel gezogen, so könnte sich die Rollbewegung verstärken und in ein heftiges Trudeln über einen der Flügel anfangen. Bewegen Sie den Steuerknüppel nach vorne um dies zu verhindern.

Das Trudeln des Flugzeugs kann im normalen Flugmodus nur manuell herbeigeführt werden. Normalerweise reicht es aus, den Steuerknüppel nach vorne zu drücken um das Trudeln zu unterbrechen. Um das Trudeln noch schneller zu beenden, drücken Sie den Steuerknüppel nach vorne und das Ruderpedal, welches entgegengesetzt zum Trudeln wirkt.

Wird jedoch in Start- oder Landekonfiguration geflogen, so kann das Flugzeug unbeabsichtigt ins Trudeln übergehen, falls der Anstellwinkel über die kritischen Grenzen ansteigt - insbesondere wenn der Flugzeugschwerpunkt nach hinten verschoben ist. Der Schwerpunkt verschiebt sich in einer Su-25 mit dem Leeren der Geschossmunition weiter nach hinten, und in einer Su-25T liegt er immer hinten. Tritt in solch einer Konfiguration ein Trudeln auf, ist es praktisch unmöglich, das Flugzeug wieder abzufangen.



13

GRUNDLAGEN
EINSATZTAKTIK

GRUNDLAGEN EINSATZTAKTIK

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 stärker 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.

Luftkampftaktiken

Moderne Kampffjets wie die Su-27, MiG-29 und die F-15C wurden 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, das Feindflugzeug lange vor dem Erreichen seines Einsatzzieles zu zerstören. Oft ist es wichtiger, den Feind bei der Erfüllung seiner Mission zu unterbrechen, als ihn abzuschießen.

Zielsuche

Moderne Kampffjets besitzen sehr oft 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 Flugzeug elektronische Störmaßnahmen ein, können Sie unter Hilfe des 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 vom Radarquerschnitt des Zieles abhängt. Die einfache Formel lautet, dass 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 aufgrund der an den Außenstellen der Radarkule vom Boden zurückgeworfenen Radarstrahlen stark zurück. Eine auf 200 Meter 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 solch einer Tiefsicht-Situation ist die Radareffektivität durch die vom Boden reflektierenden Radarstrahlen stark eingeschränkt. Hieraus lässt sich folgendes ableiten: Ein Luftkampf über große Entfernung wird in Bodennähe durch viele Faktoren eingeschränkt, da u.a. auch die Radar- und Waffenleistung dort sehr nachlässt.

Luftkampf außerhalb der Sichtweite (BVR)

Sie haben ein feindliches Flugzeug entdeckt und sind bereit es mit Waffen mittlerer oder großer 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, so hängt der Sieg vor allem von den eingesetzten Taktiken ab.

Die meist eingesetzte Taktik ist das "taktische Wegdrehen". In einem solchen Falle schießen Sie Ihre Waffe auf das Ziel ab und drehen dann vom Ziel ab, aber nur so viel, dass das Ziel weiterhin in den äußeren Bereichen der Radarkule verbleibt. Während Sie so weiterhin das Ziel aufgeschaltet haben und die Rakete mit Lenksignalen versorgen, verringert sich die Annäherungsgeschwindigkeit. In einem solchen Falle kann es vorkommen, dass das feindliche Waffensystem die Feuerfreigabe verzögert. Feuern beide gleichzeitig eine Rakete ab, so 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, so kann ein Ausweichmanöver mit hohen G-Kräften die Rakete besiegen.

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 SICH KONSTANT IN EINE ANGRIFFSPOSITION ZU BRINGEN UM DEN GEGNER AUSZUSCHALTEN.

Kurvenkampf

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, 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, so 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 ist ähnlich dem Kurvenkampf. 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 Ziels 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 ein Gegenmanöver anwenden, dies endet dann meist in einem Scherenmanöver.

Schere - Defensives Manöver

Wenn Sie der Feind von hinten angreift und kurz vor dem Feind 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. Zuerst ist die Anzahl der mitgeführten Bordmunition sehr gering. Während des Luftkampfes wird das Ziel alles versuchen, um nicht getroffen zu werden, es ist somit ziemlich 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 sehr schwierig ist, ein ausweichendes Ziel effektiv zu bekämpfen.

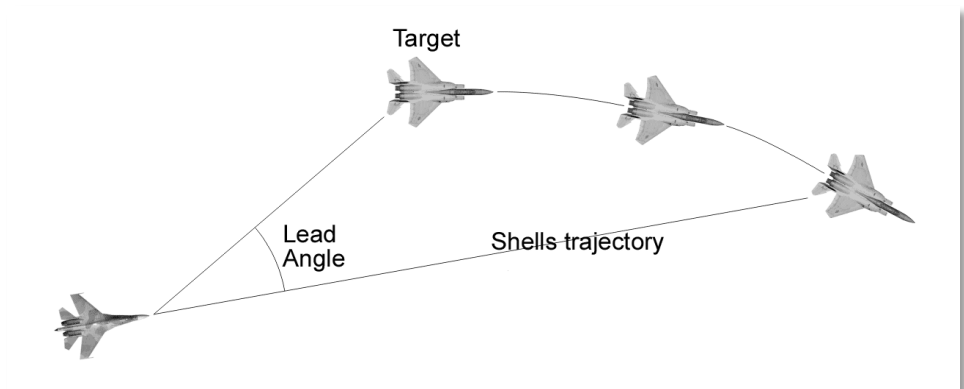


Abbildung 13-1: Geschützeinsatz im Luftkampf

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, die eben genannten Kräfte einwirken lassen 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 dann. Die Zielmarker der russischen und amerikanischen Flugzeuge unterscheiden sich, haben allerdings quasi dieselbe Funktion.

In Situationen, in welchen die Entfernungsmessung aufgrund 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 das korrekt durchgeführt, so 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, 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 tief auf dem HUD - in einer solchen Situation ist es sehr schwer das Ziel zu treffen. In einem solchen Szenario sollten Sie 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.

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 zu übernehmen. 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 sie 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 ihre Bewaffnung jederzeit abfeuern. Der Pilot erhält allerdings Informationen zur Trefferwahrscheinlichkeit: die minimale Feuerentfernung (Rmin), maximale Feuerentfernung gegen ein manövrierendes Ziel (Rtr) und die maximale Feuerentfernung (Rpi).

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, so 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 Sie Warnsysteme 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, dann reduzieren Sie die Triebwerkleistung 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.

Luftverteidigung

Luftverteidigungssysteme bestehen aus Boden-Luft-Raketensystemen (SAM) und Luftabwehrrartillerie (AAA). Beide sind integraler Bestandteil des modernen Schlachtfeldes. Verbunden mit einem Frühwarnsystem bieten diese Systeme einen guten Schutz für wichtige Ziele. Ein guter Pilot sollte all diese Systeme kennen und Ihre Stärken und Schwächen für sich ausnutzen können.

Luftabwehrrartillerie (AAA)

AAA-Systeme sind vor allem gegen niedrig fliegende Ziele effektiv. Viele Armeen der Welt nutzen solche mehrläufigen, auf Selbstfahrlafetten gebauten Systeme (SPAAG). Diese sind mit einem Such- und einem Feuerleitradar ausgestattet und sind generell zielgenauer als manuell gesteuerte Systeme. Seegestützte AAA-Systeme haben im Gegensatz zu den Landsystemen zusätzliche Aufgaben.

AAA-Geschosse bestehen meist aus einem Sprengkopf, einem Aufschlagzünder und oft einen zeitgesteuerten Zünder, der nach dem Verlassen des Laufes aktiviert wird. Einige Systeme haben auch einen Annäherungszünder der in der Nähe des Zieles explodiert, um es zu beschädigen.

Systeme wie die ZSU-23-4 "Shilka" haben mehrere Läufe, eine hohe Schussfrequenz und große Mobilität. Ausgestattet mit einem eigenen Radar können diese Luftabwehrsysteme Ziele auf mehreren Frequenzbändern suchen und angreifen. Zusätzlich stehen optische Zielhilfen zur Verfügung, hierdurch können diese Systeme auch ohne Radarbeleuchtung eine Gefahr für Sie darstellen.

Um niedrig fliegende Ziele zu zerstören, nutzen viele Schiffe Mehrzweckgeschütze, die gegen feindliche Schiffe, Flugzeuge und Anti-Schiff-Raketen eingesetzt werden können. Seegestützte Artilleriesysteme werden in drei Klassen unterteilt: groß (100 bis 130 mm), mittel (57 bis 76 mm) und klein (20 bis 40 mm). All diese Kanonen werden von einem automatisierten System gesteuert und

eingesetzt. Die kleinkalibrigen Geschütze zeigen ihre größte Effektivität gegen Flugzeuge und Anti-Schiff-Raketen. Diese Systeme bilden normalerweise auch die letzte Verteidigungslinie. Die Schussfrequenz liegt bei bis zu 6.000 Schuss pro Minute, es kann eine "Wand" aus Geschossen in Richtung des anfliegenden Zieles aufgebaut werden.

Boden-Luft-Flugabwehr-Raketensysteme (SAM)

SAM-Systeme bilden das Fundament eines integrierten Luftabwehrsystems. Jedes SAM System besteht aus einem Überwachungs- und Zielverfolgungsradar - die hier gewonnenen Daten werden in das Luftabwehrnetzwerk übermittelt. SAM Systeme kurzer Reichweite und MANPADs (von der Schulter abgefeuerte Luftabwehrraketen) arbeiten normalerweise als Einzelsysteme und sind an mechanisierte Einheiten angegliedert.

Luftabwehrraketen bestehen aus folgenden Komponenten: Suchkopf, Zünder, Sprengkopf und Raketenmotor. Am Raketenkörper angebracht befinden sich die Steuerelemente.

Während des Fluges wird die Rakete vom Lenksystem gesteuert. Der Suchkopf empfängt entweder Zieldaten vom Feuerleitradar oder hat einen eigenen aktiven Radarsuchkopf. Die Raketenlenkung kann entweder als Fernlenkung, aktiv, semi-aktiv, passiv oder eine Kombination aus diesen sein.

Fernlenkung

Fernlenkung kann als eine inzwischen veraltete Methode angesehen werden. Während des Fluges wird die Rakete entweder vom Feuerleitradar oder vom in der Rakete integrierten Radarsuchkopf gelenkt.

Wird eine Rakete im Fernlenkmodus gestartet, werden die Abfangkursdaten am Boden berechnet und als Steuerungssignale an die Rakete übermittelt. Sobald sich die Rakete dem Ziel nähert, werden die Daten über eine verschlüsselte Funkverbindung übermittelt, dies soll die Störanfälligkeit minimieren. Nachdem die Funksignale vom Raketensystem entschlüsselt wurden, werden Sie an die Steuerflächen weitergeleitet.

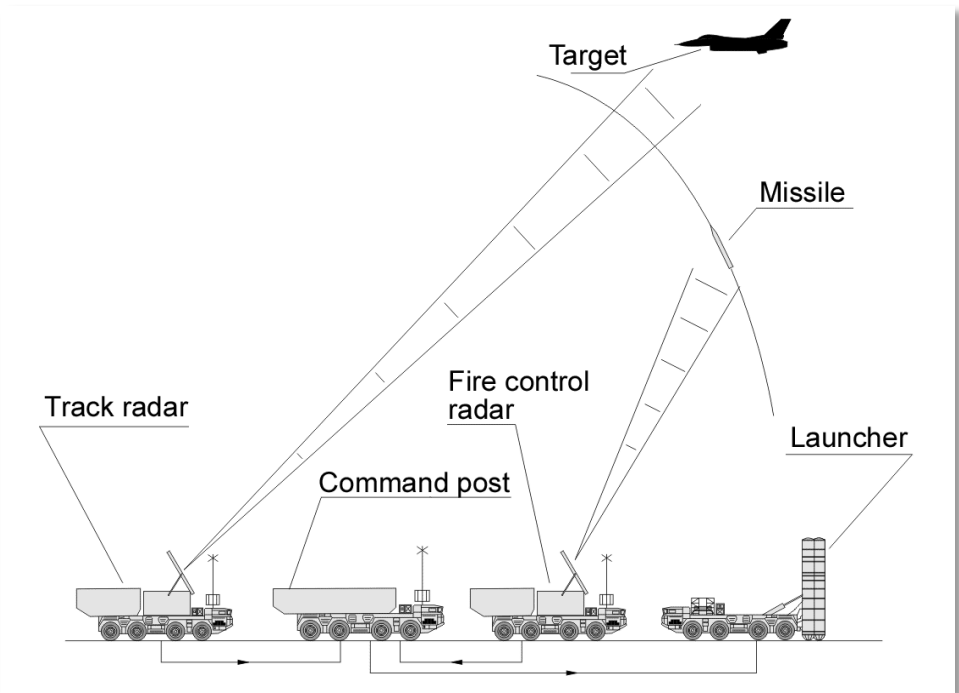


Abbildung 13-2: Fernlenkung

Die Ziel- und Raketenkoordinaten werden durch das Feuerleitradar verfolgt. Sobald die Ziel- und Raketenkoordinaten dieselben sind, wird ein Signal zur Zündung des Gefechtskopfes gefunkt. Solche Raketenleitsysteme werden sowohl in älteren Systemen wie der S-75 (SA-2) als auch in moderneren Systemen wie der SA-19 "Tunguska" und dem SA-15 "Tor" verwendet.

Halbaktive Lenkung

Bei der halbaktiven Lenkung steuert die Rakete automatisch auf das Ziel zu. Dieses wird allerdings vom Bodenradar beleuchtet, der Raketensuchkopf empfängt die reflektierten Strahlen und richtet sich nach diesen aus. Alle Steuerbefehle und der Abfangkurs werden an Bord der Rakete berechnet. Diese Lenkungsmethode entspricht der einiger Luft-Luft Raketen. Für einen erfolgreichen Einsatz muss das Feuerleitradar das Ziel bis zum Raketeneinschlag beleuchten. Wird die Zielbeleuchtung unterbrochen, wird sich die Rakete automatisch selbst zerstören. Ein großer Nachteil ist hierbei die geringe Effektivität in einem stark elektronisch gestörten Kampfumfeld.

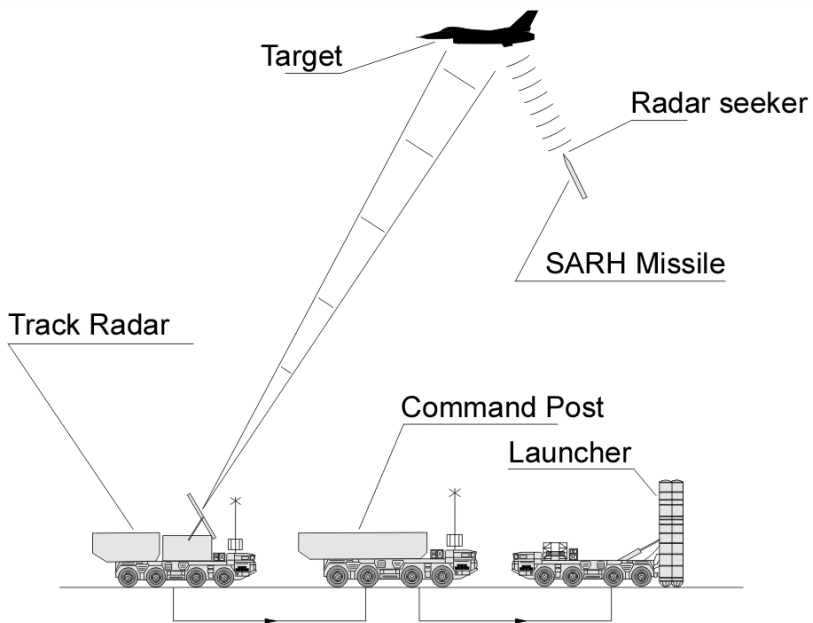


Abbildung 13-3: Halbaktive Lenkung

Aktive Lenkung

Der Unterschied zur halbaktiven Lenkung besteht darin, dass die Rakete hier einen aktiven Radarsuchkopf hat. Das Ziel wird von der Rakete beleuchtet, die Zielverfolgung findet unabhängig von einem Bodenradar statt.

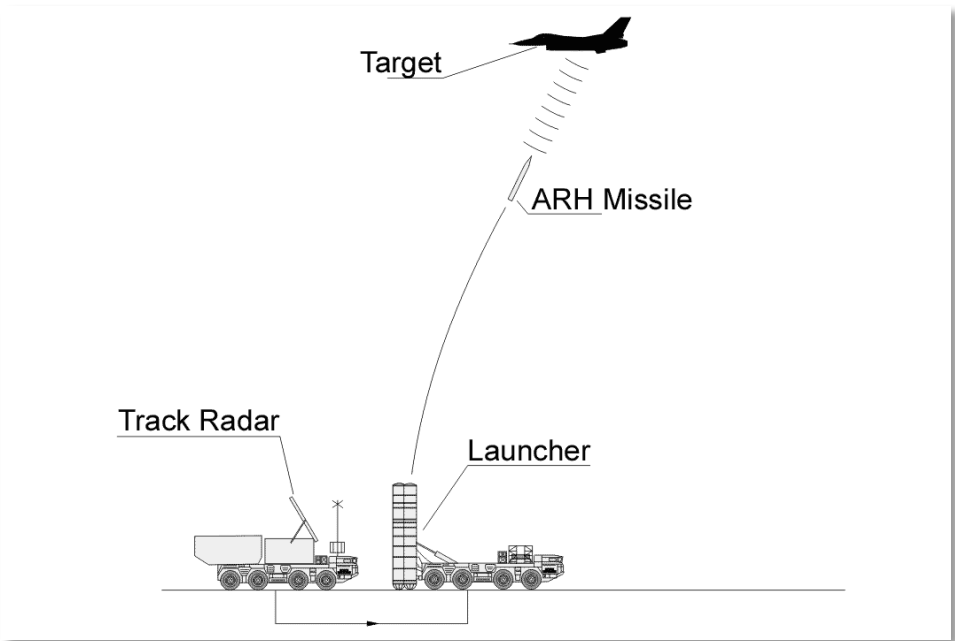


Abbildung 13-4: Aktive Lenkung

Diese Methode hat den großen Vorteil, dass das Ziel nicht vom Bodenradar beleuchtet werden muss. Genau wie die halbaktive Lenkung hat die aktive Lenkung einen Effektivitätsnachteil in stark elektronisch gestörter Kampfumgebung.

Passive Lenkung

Diese Lenkmethode wird meist bei infrarotgelenkten Raketen verwendet. Der Raketensuchkopf schaltet sich auf die Infrarotquelle des Ziels vor dem Abschuss auf und lenkt die Raketen dann nach dem Abfeuern ins Ziel. Bei dieser Lenkmethode wird das Ziel normalerweise nicht alarmiert, da keine Radaremissionen stattfinden. Schlechtes Wetter (Regen, Wolken, Nebel), Störmaßnahmen des Ziels (IR Fackeln) und die gegenüber den radargelenkten Systemen kleinere Reichweite sind als Nachteile zu nennen. Infrarotgelenkte Systeme werden meist bei Kurzstreckensystemen und MANPADs eingesetzt.

Kombinierte Lenksysteme

Wie man bereits vermuten kann, kombinieren manche Systeme verschiedene Lenkmethoden, um die Effektivität zu erhöhen. Das S-300 SAM-System ist ein solches. In der ersten Raketenflugphase wird die Rakete vom Bodenradar gelenkt und wechselt in der Endphase in den halbaktiven Lenkmodus. Dieser Ansatz erlaubt eine hohe Effektivität bei langen Reichweiten.

Während des Raketenfluges werden Zieldaten, die von der Rakete erfasst werden, an die Bodenstation übermittelt. Der Flugpfad der Rakete wird dann entsprechend bei Bedarf korrigiert.

Kombiniert wird dies mit der Trägheitsnavigation der Rakete und dem Lenksystem des Feuerleitradars. Ein solcher Lenkungsansatz führt zu einer hohen Effektivität, selbst in einem stark elektronisch gestörtem Einsatzbereich.

SAM Einsatzzonen.

Genau wie Luft-Luft Raketen, haben SAM Raketen eine limitierte Einsatzzone.

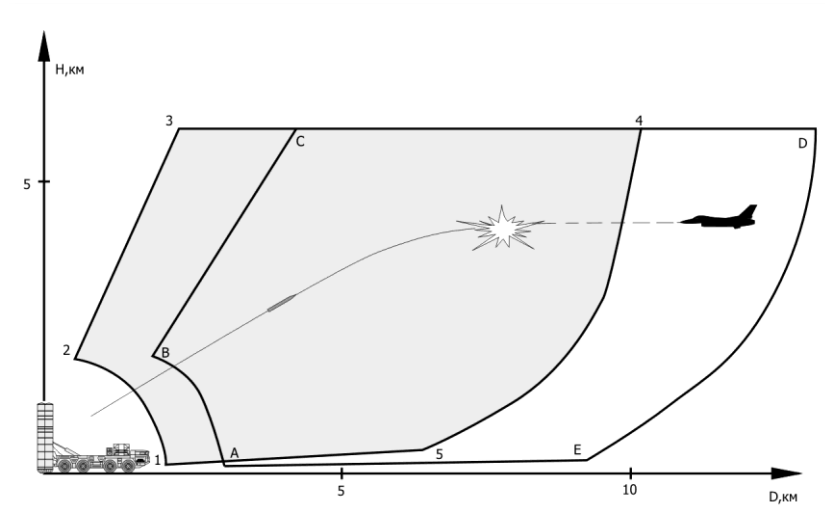


Abbildung 13-5: Typisches SAM Einsatzprofil

Der optimale Angriff auf ein Ziel liegt normalerweise in der Mitte der Raketeneinsatzzone (WEZ). Ähnlich zu Luft-Luft Raketen, hängt die WEZ bei SAMs von der Zielentfernung, Flughöhe und dem Winkel zum Ziel ab. In dem oben gezeigten WEZ-Profil zeichnen die Punkte: 1, 2, 3, 4, 5 den Einsatzbereich des SAM-Systems. Der durch die Punkte A, B, C, D, E verbundene Bereich entspricht der WEZ des anfliegenden Zieles. Die Anflugparameter des Flugzeuges können den Einsatzbereich der Rakete signifikant beeinflussen. Jedes SAM System hat eine "tote Zone", diese wird durch die "1-2-3" und "A-B-C" Kurve dargestellt. Die WEZ Flughöhe wird durch die Punkte "3-4 (C-D)" und die Entfernung durch "4-5" (D-E) dargestellt. Diese sind vor allem von der Raketenreichweite und dem Abfangkursalgorithmus abhängig. Diese Grenze markiert die maximale Zielhöhe und Zielentfernung für einen erfolgreichen Abschuss.

Die maximale Zielerfassungs- und Aufschaltentfernung wird vom Radarquerschnitt (RCS), der Entfernung und Flughöhe bestimmt.

SAM Systeme werden normalerweise nach der Einsatzreichweite klassifiziert:

- Lange Reichweite (>100 km)
- Mittlere Reichweite (20 bis 100 km)
- Mittel- und Kurzstrecke (10 bis 20 km)

- Kurze Reichweite (<10 km)

Die untere Linie markiert die Radar- und Raketenperformance gegen niedrig anfliegende Ziele. Ein niedrig fliegendes Ziel kann den Annäherungszünder der Rakete vor dem Zieleinschlag aktivieren.

Faktoren wie das Ausnutzen des Terrains als Maskierung, Radarwellenrückprojektion der Antenne sowie Bodenrauschen haben eine negative Einwirkung auf die Erkennungseffektivität von niedrig fliegenden Zielen. Befindet sich die Radarantenne nah am Boden, so ist die Erkennungsreichweite bei einer Installationshöhe von 20 Meter bei 20 Kilometer und auf 150 Meter bei 50 Kilometer. Um niedrig fliegende Ziele eher erkennen zu können, haben viele Radarsysteme speziell ausfahrbare Radarmasten.

Selbst bei einem höher installierten Radar ist es für die Systeme aufgrund von Radarwellenrückkopplungen durch den Boden und Gebäude sehr schwer Ziele zu erkennen. Diese Interferenzen können zu Fehlern in den Zieldaten führen. All diese Einflußfaktoren können im schlimmsten Falls zum Verlust der Zielaufschaltung führen.

Die meisten SAM Systeme besitzen ein Feuerleitradar, welches in der Horizontalen und Vertikalen beweglich ist. Moderne Systeme nutzen hierbei den elektronischen Scan, wobei die Radarantenne nicht mehr zusätzlich horizontal und vertikal bewegt wird. Diese Radarsysteme haben eine größere Zielerfassungszone und werden meist mit horizontalen Raketenabwehrsystemen verwendet, hierbei kann ein Angriff im 360 Grad Winkel erfolgen.

Bodengeführtes Abfangen

Moderne Flugabwehrnetzwerke verbinden Frühwarn- und Feuerleitradarsysteme mit Bodengestützten Abfangsystemen (GCI). Dies erlaubt Radarsystemen die Daten anderer Radarsysteme zu nutzen. Hierdurch kann es dazu kommen, dass Sie von einem weit entfernten Radarsystem aufgeschaltet werden, der Raketenabschuss allerdings direkt unterhalb von Ihnen stattfindet. Dies kann zu einer Situation führen in der Sie nur sehr wenig Zeit zum Reagieren haben. Um Ihre Überlebenschancen bei einem Einsatz zu erhöhen, sollten Sie sich vor der Mission ausgiebig mit der zu erwartenden Bedrohungslage auseinandersetzen.

Durchdringen der feindlichen Luftabwehr

Das Penetrieren eines feindlichen Luftabwehrnetzwerks ist ein sehr schwieriges Unterfangen. Die nachfolgenden Tipps sollen Ihnen bei der Erfüllung der Mission und dem heilen Wiederkommen behilflich sein.

Lassen Sie nicht auf sich schießen...

An sich braucht man hier nichts mehr zu sagen, aber die beste Methode um nicht abgeschossen zu werden ist, wenn niemand auf Sie feuert. Heutzutage herrscht die Meinung, dass moderne Piloten die Entscheidung und Action am Himmel suchen. In Wahrheit trifft eher das Gegenteil zu; man versucht sich an das Ziel anzuschleichen und es ohne eine Vorwarnung anzugreifen. Sie sollten wann immer nur möglich versuchen, um bekannte feindliche Luftabwehrstellungen herumzukommen. Bei der Planung von Missionen mit Bodenzielen, ist es immer ratsam, erst Flugzeuge zur Zerstörung der feindlichen Luftabwehrsystem vorzuschicken und erst anschließend den Luftangriff auf die Bodenziele zu starten. Trotz eines solchen Einsatzprofils kann es immer noch zur Gefahr durch kleinere, mobile SAM Systeme kommen.

Unterdrückung der feindlichen Luftabwehr (SEAD)

Moderne taktische Flugzeuge werden bis auf sogenannte "Stealth"-Flugzeuge sehr leicht von Radarsystemen erkannt. Aus diesem Grund müssen Piloten spezielle Taktiken im Umgang mit feindlichen Radarsystemen einsetzen. Der effektivste Umgang hierbei ist die Zerstörung der feindlichen Luftabwehr mit entsprechenden Waffensystemen. Hierbei muss das Ziel erkannt, aufgeschaltet und angegriffen werden. Sofort nach Abschuss der Waffe muss die Gefahrenzone verlassen werden. Sollte das feindliche Radarsystem die Anti-Radar Rakete, die Sie abgefeuert haben, erkennen, kann es Gegenmaßnahmen einleiten. Hierzu gehört, neben der Abschaltung des eigenen Radars, auch der Versuch, diese mit eigenen Waffen anzugreifen.

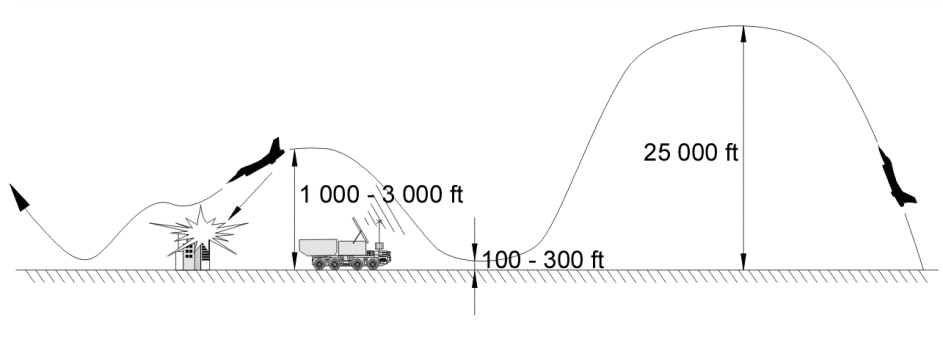


Abbildung 13-6: SEAD Flugprofil

Der beste Weg um nicht entdeckt und beschossen zu werden ist das Fliegen in Bodennähe. Dies ist vor allem bei Frühwarnradarsystemen sehr effektiv. Der Flug sollte hierbei bei ca. 30 Metern über dem Boden stattfinden. Sollten Sie im hügeligen und bergigen Gelände fliegen, so sollten Sie dieses zur Deckung nutzen. Ein solcher Zielflug ist selbst gegen die tödlichsten feindlichen SAM Systeme sehr effektiv. Alle Erkennungs- und Feuerleitsysteme benötigen die direkte Sicht auf das Ziel. Das sehr niedrige Fliegen ist zwar sehr effektiv gegenüber dem Feind, kann aber sehr schnell in einem tödlichen Unfall enden, und zwar wenn Sie Bodenkontakt bekommen. Bei einer sehr hohen Geschwindigkeit und niedrigen Flughöhe kann jeder Fehler das Ende bedeuten. Achten Sie zusätzlich auf feindliche Luftabwehrartillerie und MANPADs.

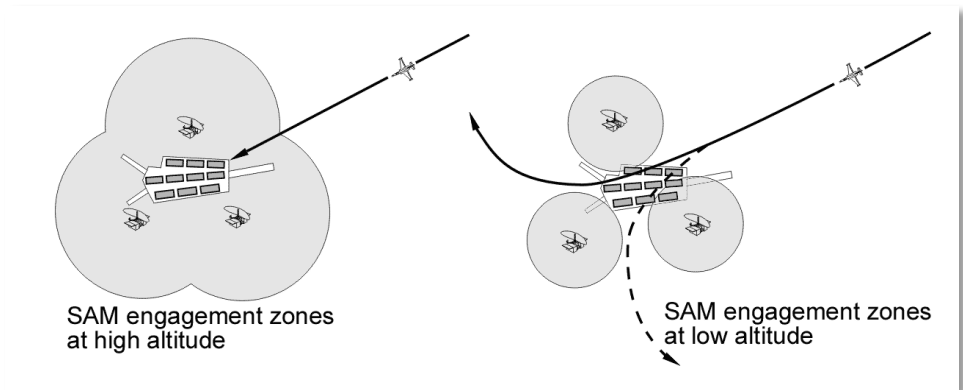


Abbildung 13-7: SAM Angriffszonen bei hohen und niedrigen Flughöhen

Verteidigung gegen Luftabwehrtillerie (AAA)

AAA ist generell gesprochen ineffektiv bei Flughöhen über 1500 Meter, dies bedeutet allerdings nicht, dass Sie bei 1501 Meter Flughöhe absolut sicher sind. Der Feind wird die AAA-Stellungen auf Hügeln und anderen Anhöhen positionieren, was die Effektivität theoretisch erhöht. Sollten Sie plötzlich AAA auf Sie feuern sehen, dann befolgen Sie nachstehende Hinweise:

- Ausweichmanöver! Sie sollten das Ausweichmanöver in zwei Ebenen ausführen, was eine Feuerlösung für das Feuerleitradar erheblich erschwert.
- Verschenden Sie nicht zu viel Energie in dem Ausweichmanöver. Ein langsames Ziel ist ein totes Ziel, Sie wollen die Einsatzreichweite des AAA Systems schnellstmöglich verlassen. Ein zufälliger Treffer an Ihrem Flugzeug kann fatale Folgen haben.

Sollten Sie nah an 1500 Metern fliegen, so kann ein rapider Flughöhenanstieg eine Lösung sein. Dies könnte Sie allerdings mitten in die Angriffszone eines SAM Systems bringen.

Wegbrechen vor 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 SAM ist von einigen Faktoren abhängig; dem richtigen Timing, der Entfernung zur Rakete, Raketentyp und 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 uneffektiver 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

Eine 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 SAM visuell zu entdecken, um ein Ausweichmanöver zur richtigen Zeit zu starten. Sollten Sie sich über feindlichem Territorium befinden, so sollten Sie den Himmel durchgehend nach Signalen einer feindlichen anfliegenden Raketen durchsuchen. 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 zieht. Raketen langer und mittlerer Reichweite haben ein ballistisches Flugprofil, um die Reichweite zu steigern. Achten Sie deswegen auf bogenförmige Rauchsweife am Horizont.

Wissen ist Macht

Ihre primäre Waffe gegen feindliche SAM Systeme ist das Wissen um die Charakteristika der SAM Systeme 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 Raketenabschusswarnton. 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, dann 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, so 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 sendestarke 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 umschalten und diese angreifen. Auf Grund verschiedener Faktoren ist die Effektivität eines solchen Angriffs zwar relativ niedrig, trotzdem aber möglich.

Bei den fliegbaren Flugzeugen im Spiel 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 durch Stören 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 umschalten können. Die Trefferchance ist zwar dadurch gemindert, dass die Rakete die Entfernung zum Ziel nicht kennt, sie ist aber trotzdem vorhanden. Leider ist dem ECM-System bei Entfernungen zu feindlichen Radarsystemen von unter 25 Kilometern nicht zu trauen. 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 Falle, oder falls Sie kein ECM mitführen, müssen Sie eine andere Methode einsetzen.

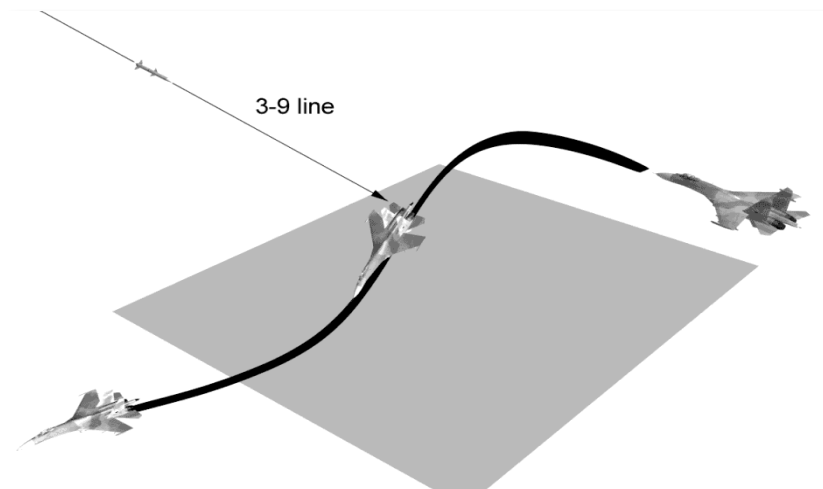


Abbildung 13-8: Raketenabweichmanöver

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, so 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 AUS EINEM STEILEN TIEFFLUG UND DEM GLEICHZEITIGEN VERSUCH DAS RADARSYSTEM AUF IHRE 3 ODER 9 UHR POSITION ZU BRINGEN UND 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 Falle obliegt es Ihnen ob Sie zum Angriff wechseln oder weiterhin defensiv agieren.

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

Sie sollten bedenken, dass ein solches Manöver nur gegen luftgestützte Radarsysteme funktioniert. SAM-Radare arbeiten anders und haben die Fähigkeit das Ziel auch dann zu verfolgen, wenn es senkrecht zur "Radarsichtlinie" fliegt, 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 Cockpitkanzel nicht, obwohl Sie selber manövriert, so ist das ein sicheres Zeichen dafür, dass die Rakete aufgeschaltet ist und Sie treffen wird. In einem solchen Falle 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 Ihren Manövern nicht mehr folgen kann, so wurde die Aufschaltung und Verfolgung unterbrochen.

Raketen verbrauchen genau wie Flugzeuge bei jedem Flugmanöver Energie. Die Rakete wird genau wie Sie je 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), dann 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.

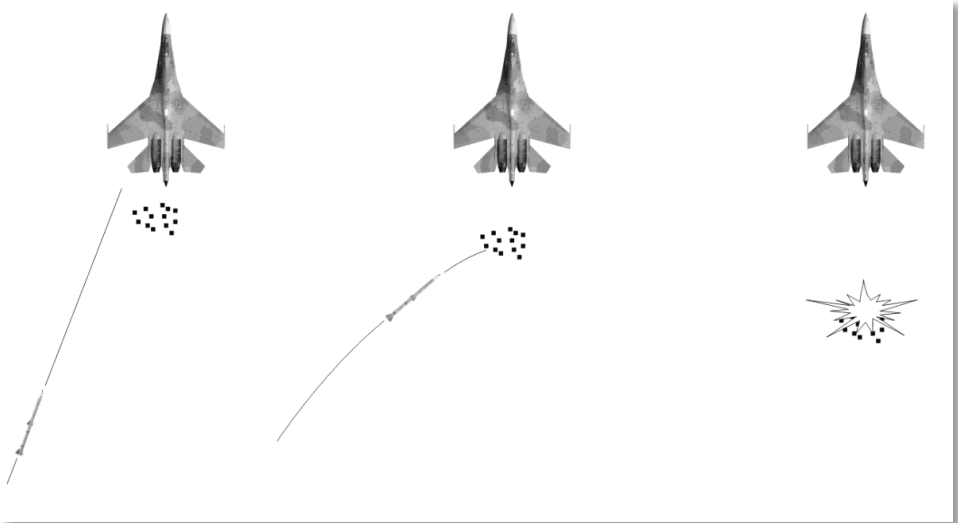


Abbildung 13-9: Ablenken von Raketen mit Düppeln und Fackeln

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.



14

WAFFEN
EINSATZ

WAFFENEINSATZ

Jedes der im Spiel fliegbaren Flugzeuge hat ein eigenes, einzigartiges Waffenkontrollsystem. Die Interaktion zwischen dem Piloten und dem Waffenkontrollsystem unterscheidet sich enorm zwischen russischen und amerikanischen Flugzeugen. Die nachfolgende Beschreibung erläutert den Einsatz vieler verschiedener Waffen.

Ein Pilot muss folgende Schritte unternehmen, um Waffen einsetzen zu können:

- Das Ziel entdecken
- Das Ziel beleuchten oder aufschalten
- Waffe einsetzen

MiG-29A, MiG-29S, Su-27 und Su-33

Die Waffeneinsatzprozeduren für die MiG-29, Su-27 und Su-33 sind sehr ähnlich. Nachfolgend die Einsatzschritte für die Luft-Luft-Bewaffnung. Wir beginnen mit den Luft-Luft-Raketen langer Reichweite und wechseln dann zu den Systemen mit kurzer Reichweite.

Luft-Luft-Kampf auf weite Entfernung

Waffeneinsatz mit Radarsystem als aktiver Sensor

Sie können je nach Mission, Zielart und Grad der elektronischen Kampfführung zwei Radarmodi bei Einsätzen gegen weit entfernte Ziele verwenden: den SCAN- und TWS-Modus. Der TWS-Modus bietet detaillierte Zielinformationen, ein gutes Bild der taktischen Lage auf dem Head-Down-Display und kann Ziele automatisch aufschalten. Es kann allerdings nicht in einem stark elektronisch gestörten Umfeld arbeiten und kann nicht gleichzeitig hoch und niedrig fliegende Ziele aufschalten. In einer solchen Situation sollten Sie den SCAN Modus einsetzen. Um sowohl hoch als auch niedrig fliegende Ziele aufzuschalten, nutzen Sie den AUTO Sub-Modus. Der AUTO Modus hat allerdings eine 25% niedrigere Erfassungsreichweite im Vergleich zum HI (PPS) und MED (ZPS) Sub-Modus. Falls Sie den Anflugwinkel zum Ziel bereits kennen, können Sie den entsprechenden Sub-Modus mit [RSHIFT + I] ändern.

Zielerkennung, Zielaufschaltung und der Abschuss einer Rakete setzt sich aus folgenden Schritten zusammen:

Schritt 1

Um ein Ziel auf weite Entfernung zu finden, wählen Sie den entsprechenden Modus [2] aus, aktivieren das Luft-Luft Radar [I] und wählen die gewünschte Entfernung mit den Tasten [+] und [-] aus. Falls es die Situation erlaubt, so können Sie den TWS-Modus mit [RAIt + I] einschalten. Wählen Sie die für den Angriff am besten geeignete Rakete mit [D] aus und vergewissern Sie sich über die richtige Waffenauswahl auf dem HUD.

Schritt 2

Richten Sie den Radarscanbereich auf die vermutete Zielposition aus. Das Radar kann in den russischen Flugzeugen jeweils drei Positionen einnehmen: zentral ± 30 Grad, links -60 bis 0 Grad und rechts 0 bis $+60$ Grad. Befindet sich das Ziel außerhalb der zentralen ± 30 Grad Position, so muss die Radarantenne mit den Tasten [RSHIFT + ,] und [RSHIFT + -] entsprechend bewegt werden.

Schritt 3

Richten Sie das Radar vertikal auf die vermutete Zielrichtung aus. Hierbei haben Sie zwei Möglichkeiten:

Die erste Möglichkeit ist die Ausrichtung des Radars aufgrund von zwei Koordinaten: Entfernung und Flughöhe. Hierfür müssen Sie zuerst die Zielentfernung wissen (übermittelt vom AWACS Flugzeug oder der Bodenstation) in Kilometern, Sie können den Wert mit den Tasten [RSTRG + +] und [RSTRG + -] auf dem HUD einstellen. Um die Flughöhe in Relation zu Ihrer Flughöhe eingeben zu können, nutzen Sie die Tasten [RSHIFT + .] und [RSHIFT + ö]. Nach der Eingabe beider Parameter wird die Scanzone automatisch ausgerichtet.

Die zweite Methode ist die manuelle Verwendung der Scanzone, symbolisiert durch das Dreieck auf der linken HUD Seite. Sie können die Bewegung der Radarantenne auf Ihrem Eingabegerät in den Optionen belegen.

Schritt 4

Nachdem Sie die Scanzone auf das Ziel ausgerichtet haben, kann es bis zu sechs Sekunden dauern bis das Ziel entdeckt wird. Die Wartezeit resultiert aus der Tatsache, dass das Radar erst mehrere Scanzyklen durchführen muss. Nachdem das Ziel vom Radar entdeckt wurde, erscheint es auf dem HUD und auf dem HDD, falls der TWS-Modus verwendet wird. Flugzeuge die positiv auf das Freund-Feind Signal reagieren, werden als Doppelstrich auf dem HUD angezeigt. Feindflugzeuge werden mit nur einem Strich dargestellt. Das HDD zeigt befreundete Flugzeuge mit einem Kreis an, Feindflugzeuge in einem Dreieck. Die Anzahl der Striche symbolisiert im generellen den Radarquerschnitt des Flugzeuges. Je größer das Kontakticon, desto größer auch das Flugzeug.

Schritt 5

Der nächste Schritt nach der Zielentdeckung ist die Zielaufschaltung.

Platzieren Sie im SCAN Modus den Zielcursor über dem Kontakt auf dem HUD und drücken die [ENTER] Taste. Ist das Ziel in Reichweite, der Radarquerschnitt groß genug und die elektronische Störumgebung niedrig genug, so wird das Ziel aufgeschaltet und mit einem Kreis auf dem HUD dargestellt. Das Radar wechselt nun in den STT-Modus.

Platzieren Sie im TWS-Modus den Zielcursor über dem Zielicon, das System wird das Ziel automatisch aufschalten. Dies bedeutet, dass das Radar das Ziel verfolgt, es werden zusätzliche Zieldaten angezeigt. Um das Ziel "komplett" aufzuschalten, drücken Sie die [ENTER] Taste. Versuchen Sie das Ziel bei mehr als 85% der maximalen Raketenreichweite aufzuschalten, so wird das Radarsystem das Ziel nicht aufschalten. Sobald das Ziel unter die 85% Raketenreichweite "rutscht", wird automatisch eine STT Aufschaltung durchgeführt.

Schritt 6

Sobald alle Abschussparameter erreicht wurden, wird auf der HUD Mitte "LA" angezeigt. Dies zeigt die Feuerfreigabe an, die Rakete kann nun mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] abgefeuert werden.

Vermeiden Sie den Angriff auf ein Ziel aus maximaler Raketenreichweite. Dies erlaubt Ihren Gegnern mit relativ einfachen Manövern der Rakete auszuweichen. Falls es die Situation erlaubt, so sollten Sie das Ziel aus der Rpi Reichweite angreifen, dies wird Ihre Trefferwahrscheinlich massiv erhöhen. Ein Angriff aus maximaler Reichweite oder größer erlaubt Ihnen dagegen einen Gegner auf Distanz zu halten.

Bei Raketen mit einem halbaktiven Suchkopf (R-27R, R-27ER) muss die Radaraufschaltung bis zum Raketeneinschlag aufrechterhalten werden. Sollte das Ziel die Aufschaltung unterbrechen, wird die Rakete nach einer erneuten Aufschaltung das Ziel weiterhin verfolgen. Der R-77 Suchkopf dagegen benötigt keine durchgehende Zielaufschaltung in der Flugphase. Sobald sich die Rakete dem Ziel auf 12 bis 15 Kilometer genähert hat, übernimmt der in der Rakete verbaute, aktive Suchkopf die weitere Zielführung.

Angriff mit Langstrecken Luft-Luft Raketen unter Verwendung des IRST als aktiver Sensor

Der Einsatz des Infrarotsuchensors (IRST) bei Luft-Luft Raketen großer Reichweite erlaubt das Heranschleichen an Ziele. Der IRST Sensor ist immun gegen elektronische Störungen, hat allerdings eine viel kleinere Reichweite als das Radarsystem. Die R-27EZ, R-27T, R-73 und R-60 Rakete können mit dem IRST eingesetzt werden.

Der Infrarotsuchsensor (IRST) arbeitet im Infrarotspektrum und spürt Ziele durch deren abgestrahlte Hitzesignatur auf. Der am meisten hitzeerzeugende Bereich des Flugzeugs sind die Triebwerke, die zum Abgasstahl auch das ummantelnde Metallgehäuse stark erhitzen. Daher ist eine Aufschaltung mit Infrarotwaffen von hinten wesentlich effektiver als von vorn.

Da das IRST System keine Informationen zur Entfernung des Ziels liefern kann, wird ausschließlich der horizontale Azimut und die vertikale Höhe des Ziels im HUD angezeigt. Ebenso findet durch das IRST keine Freund-Feind-Erkennung statt, sodass Sie vor Abschuss der Rakete absolut sicher sein müssen, dass es sich um den Gegner handelt, den Sie anvisieren.

Zielerkennung, Zielaufschaltung und der Abschuss einer Rakete setzt sich aus folgenden Schritten zusammen:

Schritt 1

Um ein Ziel auf weite Entfernung zu finden, wählen Sie den entsprechenden Modus [2] aus, aktivieren das IRST System [O] und wählen die gewünschte Entfernung am HUD und HDD mit den Tasten [+] und [-] aus. Wählen Sie die für den Angriff am besten geeignete Rakete mit [D] aus und vergewissern Sie sich über die richtige Waffenauswahl auf dem HUD.

Schritt 2

Richten Sie den Scanbereich auf die vermutete Zielposition aus. Das Radar kann in den russischen Flugzeugen jeweils drei Positionen einnehmen: zentral ± 30 Grad, links -60 bis 0 Grad und rechts 0 bis $+60$ Grad. Befindet sich das Ziel außerhalb der zentralen ± 30 Grad Position, so muss die Radarantenne mit den Tasten [RSHIFT + ,] und [RSHIFT + -] entsprechend bewegt werden.

Schritt 3

Richten Sie die IRST Höhenverstellung in Richtung des Ziels aus.

Hierzu fahren Sie den Scanbereich hoch und runter, je nach Flughöhe des Ziels, durch Drücken von [RShift + 0;] und [RShift + .]. Eine Höhenausrichtungsanzeige befindet sich links vom HDD. Die effektivste Methode, um Ziele aufzuspüren, ist das vertikale Abtasten des Luftraumes mit kleinschrittigen Höhenverstellungen im Scanbereich.

Schritt 4

Nachdem Sie den Scanbereich auf die neue Höhenposition ausgerichtet haben, sollten Sie dem IRST etwa 4 bis 6 Sekunden Zeit geben, damit es den Zielbereich angemessen absuchen kann. Die Anzahl der Striche, die auf dem HUD bei erkanntem Ziel angezeigt werden, sind abhängig von der erfassten Infrarotsignatur. Generell haben größere Flugzeuge auch größere Infrarotsignaturen. Ausgenommen sind hiervon Flugzeuge mit Nachbrenner.

Schritt 5

Der nächste Schritt nach der Zielentdeckung ist die Zielaufschaltung.

Platzieren Sie den Zielcursor über dem Kontakt auf dem HUD und drücken die [ENTER] Taste. Ist das Ziel in Reichweite des IR-Sensors, wird das IRST einen STT Lock durchführen. Das Ziel wird dann mit einem Kreis auf dem HUD dargestellt.

Schritt 6

Sobald der STT-Modus eingeschaltet wurde und sich das Ziel unterhalb von 85% der maximalen Raketenreichweite befindet, wird auf der HUD Mitte "LA" angezeigt. Dies zeigt die Feuerfreigabe an, die Rakete kann nun mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] abgefeuert werden.

Vermeiden Sie den Angriff auf ein Ziel aus maximaler Raketenreichweite. Dies erlaubt Ihren Gegnern mit relativ einfachen Manövern der Rakete auszuweichen. Falls es die Situation erlaubt, so sollten Sie das Ziel aus der Rpi Reichweite angreifen, dies wird Ihre Trefferwahrscheinlichkeit massiv erhöhen. Ein Angriff aus maximaler Reichweite oder größer erlaubt Ihnen dagegen, einen Gegner auf Distanz zu halten.

Raketen mit Infrarotsuchkopf sind "Fire-and-Forget" Lenk Waffen und benötigen nach Abschuss keine weitere Unterstützung vom Flugzeug. Der Pilot kann sich sofort anderen Aufgaben widmen.

DIE R-27T/ET MITTELSTRECKENRAKETE BENÖTIGT ZWINGEND EINE INFRAROTAUFSCHALTUNG AUF EIN ZIEL BEVOR SIE ABGEFEUERT WIRD. DIESE SYSTEME BENUTZEN KEIN DATA LINK SYSTEM.

Luftnahkampf

Close air combat (CAC, Luftnahkampf) ist der Luftkampf bei dem der Gegner sich in sichtbarer Distanz befindet. Hierbei werden schnelle und harte Manöver ausgeführt, bei dem jeder der Kontrahenten versucht, den ersten Schuss abzugeben.

Die Kampfreichweite im CAC wird vorgegeben von der maximalen Aufschaltreichweite des jeweiligen Ziel- und Waffensystems, was in etwa 10 Kilometern entspricht.

Im Luftnahkampf werden meist extrem manövrierbare Raketen eingesetzt, so wie beispielsweise die R-73 und R-60. Diese verfügen über weitwinkelige IR-Sensoren, die dafür optimiert wurden, Ziele zu verfolgen, die Manöver mit hoher G-Belastung durchführen. Die Raketen werden häufig gemeinsam mit dem Bordgeschütz eingesetzt.

Die verschiedenen Möglichkeiten zur Zielaufschaltung werden im Folgenden beschrieben:

Luftnahkampf – Vertical Scan Modus

Der Vertical Scan Modus ist der wohl gebräuchlichste und nützlichste Modus bei der Durchführung von Luftkämpfen mit hoher G-Belastung. In diesem Untermodus scannen sowohl das Radar wie auch das IRST einen Bereich von 3 Grad Breite und von -10 bis +50 Grad vertikal. 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 Lock and Launch (Aufschalten und Feuern) Schritte sind wie folgt:

Schritt 1

Sobald ein Luftziel erspäht wurde, aktivieren sie den VS Modus durch Drücken der Taste [3]. Der IRST Sensor wird automatisch eingeschaltet; das erlaubt einen Angriff ohne die Zuhilfenahme eines aktiven Sensors. Wenn Sie nun eine Rakete vom Typ SARH wählen, müssen Sie manuell das Radargerät durch drücken der Taste [I] einschalten. Wählen Sie nun die gewünschte Waffe durch drücken der Taste [D] oder das Bordgeschütz mittels [C] aus. Ihre aktive Waffe wird am HUD angezeigt.

Schritt 2

Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass sich das Ziel zwischen den beiden Linien auf dem HUD befindet. Beachten Sie, dass sich die Scanzone zweimal so lang wie tatsächlich angezeigt nach oben erstreckt. Damit ist ein Aufschalten des Feindflugzeugs möglich, das sich weit außerhalb des HUD befindet.

Befindet sich das Ziel innerhalb der Scanzone wird es automatisch aufgeschaltet. Mit dem Aufschalten wechselt das IRST oder Radar in ein STT Lock. Sollte das Geschütz als Waffe ausgewählt sein, wird der LCOS Geschützmodus aktiviert.

Schritt 3

Sobald der STT-Modus eingeschaltet wurde und sich das Ziel unterhalb von 85% der maximalen Raketenreichweite befindet, wird auf der HUD Mitte "LA" angezeigt. Dies zeigt die Feuerfreigabe an, die Rakete kann nun mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] abgefeuert werden.

Befinden Sie sich im LCOS Geschützmodus, bringen Sie das Visier über das Ziel und lösen die Waffen mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] aus.

Um die Trefferchancen zu erhöhen, versuchen Sie die Zielfehler zu minimieren, indem Sie vor Abschuss der Rakete einen Kollisionskurs zum Ziel fliegen. Dies verringert die G-Last der Rakete, die sie nach dem Abfeuern ziehen muss.

PASSIVE AUFSCHALTSYSTEME WIE IRST KÖNNEN VOM GEGNER NICHT GEORTET WERDEN UND HABEN SO DIE MÖGLICHKEIT, DEN GEGNER ZU ÜBERRASCHEN.

Luftnahkampf – STROB (BORE) Modus

Der BORE Modus gleicht dem VS Modus, mit dem einzigen Unterschied, dass die Scanzone in einem 2.5 Grad Konus von der Längsachse erfolgt und man das Ziel manuell aufschalten muss. Die Scanzone wird auf dem HUD als 2.5 Grad Kreis angezeigt, der mittels [,], [.), [-], [Ö] Tasten verschoben werden kann.

Die Lock and Launch (Aufschalten und Feuern) Schritte sind wie folgt:

Schritt 1

Sobald ein Luftziel erspäht wurde, aktivieren sie den BORE Modus durch Drücken der Taste [4]. Der IRST Sensor wird automatisch eingeschaltet; das erlaubt einen Angriff ohne die Zuhilfenahme eines aktiven Sensors. Wenn Sie nun eine Rakete vom Typ SARH wählen, müssen Sie manuell das Radargerät durch drücken der Taste [I] einschalten. Wählen Sie nun die gewünschte Waffe durch drücken der Taste [D] oder das Bordgeschütz mittels [C] aus. Ihre aktive Waffe wird am HUD angezeigt.

Schritt 2

Platzieren Sie den BORE Kreis entweder durch manövrieren oder durch manuelles Verschieben mittels [.,], [.,], [-], [Ö] Tasten über das Ziel. Wenn sich der Gegner im Zielkreis befindet, schalten Sie ihn mittels [ENTER] manuell auf. Sobald er aufgeschaltet wurde, wird automatisch in den STT-Modus geschaltet. Sollte das Geschütz als Waffe ausgewählt sein, erscheint automatisch der LCOS Gun Pipper auf dem HUD.

Schritt 3

Sobald der STT-Modus eingeschaltet wurde und sich das Ziel unterhalb von 85% der maximalen Raketenreichweite befindet, wird auf der HUD Mitte "LA" angezeigt. Dies zeigt die Feuerfreigabe an, die Rakete kann nun mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] abgefeuert werden.

Befinden Sie sich im LCOS Geschützmodus, bringen Sie das Visier über das Ziel und lösen die Waffen mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] aus.

Um die Trefferchancen zu erhöhen, versuchen Sie die Zielfehler zu minimieren, indem Sie vor Abschluss der Rakete einen Kollisionskurs zum Ziel fliegen. Dies verringert die G-Last der Rakete, die sie nach dem Abfeuern ziehen muss.

Luftnahkampf – Shlem (Helmet) Mode

Dies ist ein einzigartiger Luftnahkampfmodus. Mit dem Schel-3UM Helmet-Mounted Cueing System (HMCS) ist es dem Piloten möglich, allein durch Kopfbewegungen die Zielsysteme des Flugzeuges auszurichten und die gewählte Waffe auf ein Ziel abzufeuern, das zuvor mittels Monokel aufgeschaltet wurde. Durch Drehung des Kopfes und dem Platzieren des Gegners in das Zielfadenkreuz des Monokels richtet der Pilot automatisch die Zielsensoren und die Waffen auf den Gegner aus. Das Zielfadenkreuz ist kein Bestandteil des HUD sondern wird über das Monokel am Helm stets in der Blickmitte angezeigt. Dieser Modus wird in Luftnahkämpfen eingesetzt, um Gegner aufzuschalten, die sich weit außerhalb des normalen Zielerfassungsbereiches befinden.

Die Lock and Launch (Aufschalten und Feuern) Schritte sind wie folgt:

Schritt 1

Sobald ein Luftziel erspäht wurde, aktivieren sie den SHLEM Modus durch Drücken der Taste [5]. Der IRST Sensor wird automatisch eingeschaltet; das erlaubt einen Angriff ohne die Zuhilfenahme eines aktiven Sensors. Wenn Sie nun eine Rakete vom Typ SARH wählen, müssen Sie manuell das Radargerät durch drücken der Taste [I] einschalten. Wählen Sie nun die gewünschte Waffe durch drücken der Taste [D] oder das Bordgeschütz mittels [C] aus. Ihre aktive Waffe wird am HUD angezeigt.

Schritt 2

Durch drücken der Zifferntasten auf dem Num Pad schwenken sie die Cockpitsicht. Platzieren Sie das HMCS Fadenkreuz über dem Ziel und drücken Sie [Return]. Alternativ können Sie mittels Padlock [NumPadEntf] das Ziel in den Fokus rücken und dann den SHLEM Modus durch [Return] aktivieren. Sobald das Ziel aufgeschaltet wurde, wird automatisch in den STT-Modus geschaltet. Sollte das Geschütz als Waffe ausgewählt sein, erscheint automatisch der LCOS Gun Pipper auf dem HUD.

Schritt 3

Abhängig von der Form des Zielfadenkreuzes können Sie drei Zustände unterscheiden:

Das Fadenkreuz liegt über dem Ziel - Sie haben ein sauber aufgeschaltetes Ziel aber keine abschussbereite Waffe.

Das Zielfadenkreuz ist auf dem Ziel aufgeschaltet und blinkt mit einer Frequenz von 2 Hz. Damit sind die Abschussparameter erfüllt. Sobald "LA" im HUD angezeigt wird können Sie die Raketen oder die Bordkanone mit dem Auslöseknopf am Joystick oder der [LEERTASTE] Taste abfeuern.

Wenn das Zielfadenkreuz mit einem "X" markiert wird, bedeutet das, dass ein Raketenabschuss nicht erfolgen kann, da sich das HMCS Fadenkreuz außerhalb des erlaubten Aufschaltbereiches befindet.

Befinden Sie sich im LCOS Geschützmodus, bringen Sie das Visier über das Ziel und lösen die Waffen mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] aus.

Um die Trefferchancen zu erhöhen, versuchen Sie die Zielfehler zu minimieren, indem Sie vor Abschuss der Rakete einen Kollisionskurs zum Ziel fliegen. Dies verringert die G-Last der Rakete, die sie nach dem Abfeuern ziehen muss.

Fi0 (Longitudinal) Modus

Der Longitudinal Modus ist ein Reservemodus und findet nur Anwendung, wenn das WCS ausgefallen ist. Dieser Modus ist den infrarotgelenkten Waffen (R-27T, R-27ET, R-73, R-60) vorbehalten, die auch ohne WCS ein Feindflugzeug anvisieren können. Das Aufschalten erfolgt ausschließlich durch den Raketensuchkopf, wobei der Scanbereich in etwa einem 2 Grad Konus entspricht. Damit der Suchkopf sich auf das Ziel aufschalten kann, muss sich das Ziel in dessen Scanbereich befinden. Dieser entspricht der Mitte des Flugzeugsymbols im HUD.

Die Lock and Launch (Aufschalten und Feuern) Schritte sind wie folgt:

Schritt 1

Sobald ein Luftziel erspäht wurde, aktivieren sie den Longitudinal Modus durch Drücken der Taste [6]. Sollte das WCS System beschädigt sein und es erscheint keine Anzeige auf dem HUD, schalten Sie in den SETKA (Reticle) Modus. Wählen Sie nun die gewünschte Waffe durch drücken der Taste [D] oder das Bordgeschütz mittels [C] aus. Ihre aktive Waffe wird am HUD angezeigt.

Schritt 2

Manövrieren Sie Ihr Flugzeug so, dass sich das Feindflugzeug in der Mitte des Flugzeugsymbols im HUD befindet. Sobald sich das Ziel im Sichtfeld des Suchkopfes der Waffe befindet, bekommen Sie die Waffenfreigabe durch die "Launch Authorized" Meldung angezeigt.

Schritt 3

Sie müssen visuell die Distanz zum Ziel einschätzen und die maximale Reichweite der Rakete berücksichtigen. Feuern Sie die Rakete mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] ab.

Beachten Sie, dass hier die "LA" Anzeige nicht die Distanz zum Ziel berücksichtigt. Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass die abgefeuerte Rakete nicht genügend Energie hat, um das Ziel zu erreichen. In diesem Fall müssen sie zuvor näher an den Gegner herankommen oder die Abschussposition optimieren.

Luft-Boden Waffen

Die MiG-29, Su-27 und Su-33 können eine begrenzte Anzahl an Luft-Boden Waffen mitführen. Hierzu gehören ungelenkte Bomben und ungelenkte Raketen.

Ungelenkte Freifallbomben, Low-Drag Bomben

Hierzu gehören die Bomben FAB-100, FAB-250 und FAB-500. Diese Bomben haben eine flache und schnelle Flugbahn. Dies erlaubt die Bomben einzusetzen während man das Ziel noch sehen kann.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Schalten Sie in den Luft-Boden-Modus [7].

Schritt 3

Wenn die CCIP Zielanzeige anfängt, sich vom unteren HUD-Bereich zu bewegen, bringen Sie das Visier über das Ziel und lösen die Waffen mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] aus, sobald "LA" im HUD angezeigt wird.

DIE BOMBEN KÖNNEN ABGEWORFEN WERDEN, NACHDEM DIE "LA" ANZEIGE IM HUD ERSCHEINT. VOR ABWURF GEWÄHRLEISTET EIN STETIGER STURZFLUG AUF DAS ZIEL EINE GUTE TREFFERWAHRSCHEINLICHKEIT. VERSUCHEN SIE WÄHREND DES ZIELANFLUGES DIE QUERLAGE UND DEN NICKWINKEL UNVERÄNDERT BEIZUBEHALTEN UND EIN SEITWÄRTSGIEREN SOWIE SIGNIFIKANTE GESCHWINDIGKEITSVERÄNDERUNGEN ZU UNTERDRÜCKEN.

Ungelenkte Freifallbomben, High-Drag Bomben

Zu dieser Bombenkategorie gehören aerodynamisch gebremste Bomben, wie beispielsweise die PB-250, ODAB-500, verschiedene RBK Typen, KMGU-2 Submunitionsbehälter und die BetAB Anti-Pisten Bomben. Diese Bomben fliegen eher langsam auf das Ziel zu und haben eine gekrümmte Flugbahn, was das Angreifen der Ziele ungleich schwieriger macht, da der Abwurf meist ohne direkte Zielsicht stattfinden muss.

Sie sollten für diese Waffen den CCRP Abwurfmodus verwenden.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Schalten Sie in den Luft-Boden-Modus [7].

Schritt 3

Im CCRP Modus wird der Einschlagpunkt an der untersten Stelle des HUD angezeigt. Der Pilot manövriert das Flugzeug so, dass sich der Einschlagpunkt über dem Ziel befindet, drückt den Abwurfknopf und hält diesen. Der Einschlagpunkt wechselt seine Form in ein Diamantsymbol, mit dem das Ziel markiert wird. Eine Richtungsanzeige erscheint auf dem HUD um den Piloten die Beibehaltung der Flugrichtung zu erleichtern. Die stilisierte Heckflosse des Flugzeugsymbols auf dem

HUD sollte genau mit der Mitte der Richtungsanzeige ausgerichtet werden. Halten Sie den Abwurfnopf so lange gedrückt bis das System die Zuladung automatisch abwirft.

Schritt 4

Drücken und halten Sie den Auslöseknopf am Steuerknüppel oder drücken [LEERTASTE], bis die Waffen ausgelöst werden.

Ungelenkte Raketen und Bordkanone

Zu ungelentkten Raketen gehörten alle Raketen ohne eigenes Lenk- und Zielsystem. Hierzu gehören die S-5, S-8, S13, S-24 und S-25 Raketen. Die Bordkanone ist eine GSh-301 30 Millimeter Kanone mit 150 Schuss Munition.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Wechseln Sie in den Luft-Boden-Modus mit der Taste [7]. Wählen Sie die Waffe aus die Sie einsetzen möchten [D]. Aktivieren Sie die Kanone mit [C]. Vergewissern Sie sich dass die richtige Waffe im HUD angezeigt wird. Richten Sie das Flugzeug in einem leichten Sinkflug auf das Ziel aus.

Schritt 3

Sobald "LA" im HUD angezeigt wird können Sie die Raketen oder die Bordkanone mit dem Auslöseknopf am Joystick oder der [LEERTASTE] Taste abfeuern.

UNGELENKTE RAKETEN KÖNNEN ERST AUSGELÖST WERDEN SOBALD "LA" IM HUD ERSCHEINT. HALTEN SIE DAS FLUGZEUG VOR DEM FEuern IN EINER STABILEN FLUGLAGE. JEGliche KURSANPASSUNGEN MIT DEM HÖHEN ODER SEITENRUDER KÖNNEN DIE GENAUIGKEIT DER RAKETEN STARK BEEINFLUSSEN UND SO FEHLSCHÜSSE VERURSACHEN.

Su-25

Die Su-25 wurde als Erdkampfflugzeug entwickelt, besitzt allerdings kein eigenes Radar. Um die Entfernung zum Ziel sowie die Zielbeleuchtung zu gewährleisten, wird das "Klen-PS" Laserentfernungssystem mitgeführt. Die Luftkampfmöglichkeiten der Su-25 sind sehr limitiert und sollten vor allem zu Selbstverteidigungszwecken genutzt werden.

Luft-Luft Waffen

R-60 Luft-Luft Rakete kurzer Reichweite

Schritt 1

Aktivieren Sie den Luft-Luft Modus mit der Taste [6]. In diesem Modus wird der vertikale Zielmodus aktiviert.

Schritt 2

Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass sich das Zielkreuz über dem Ziel befindet. Sobald sich das Ziel in Reichweite des Raketensensors befindet, wird es aufgeschaltet. Die gelbe "Abschuss freigegeben" Lampe leuchtet auf und ein kontinuierlicher Ton ist zu hören. Die Aufschaltentfernung ist vor allem von der IR-Signatur des Zieles abhängig. Die weiteste Aufschaltentfernung wird erreicht wenn sich das Ziel in großer Höhe befindet, den Nachbrenner aktiviert hat und vor Ihnen herfliegt. Beachten Sie, dass Hubschrauber nur eine sehr geringe IR Signatur haben und unter Umständen nur schwer aufzuschalten sind. Des Weiteren sollten Sie beachten, dass die "LA" Anzeige auf dem HUD nur aussagt dass das Ziel aufgeschaltet wurde, es bedeutet nicht dass sich das Ziel in Flugreichweite der Waffe befindet. Das zu frühe abfeuern der Rakete kann dazu führen, dass diese das Ziel nicht erreicht. Es wird empfohlen die Raketen erst ab einer Reichweite von unter zwei Kilometern einzusetzen.

Schritt 3

Drücken Sie den Abschussknopf auf Ihrem Joystick oder die [LEER] Taste um die Rakete abzufeuern. Die Rakete benötigt keine weitere Steuersignale und wird automatisch das Ziel verfolgen.

Internes Geschütz sowie Geschützbehälter im Einsatz gegen Luftziele

Das fest eingebaute 30 Millimeter Geschütz sowie die Geschützbehälter können gegen andere Flugzeuge eingesetzt werden. Die Zielgenauigkeit ist allerdings limitiert.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Aktivieren Sie den Luft-Luft Modus mit der Taste [6]. Wählen Sie das interne Geschütz oder die Geschützbehälter durch das drücken der [C] Taste aus. Das HUD Display zeigt nun einen dynamischen "Schusskanal" an - hier wird die Flugbahn der Geschosse angezeigt. Sie können die Flügelspannweite des Zieles mit den Tasten [RALT + +] und [RALT + -] in Metern einstellen. Die

Flügelspanweite wird dann im oberen HUD Bereich angezeigt. Sie können auch das Starrvisier [8] verwenden.

Schritt 3

Manövrieren Sie das Flugzeug so in Position, dass die Flügelspitzen des Zieles von den "Schusskanallinien" berührt werden. Drücken Sie den Abschussknopf oder die Taste [LEERTASTE], um zu feuern.

Das effektive Bekämpfen von Zielen mit dem Bordgeschütz findet unter 800 Metern statt. Versuchen Sie das Ziel immer von hinten und in derselben Fluglage wie das Ziel zu bekämpfen.

Luft-Boden Waffen

Der Einsatz von Luft-Boden Waffen ist bei der Su-25 eher einfach. Wir werden uns nun die verschiedenen Einsatzprofile anschauen.

Ungelenkte Freifallbomben

Hierzu gehören die Bomben FAB-100, FAB-250 und FAB-500. Diese Bomben haben eine flache und schnelle Flugbahn. Dies erlaubt die Bomben einzusetzen, während man das Ziel noch sehen kann.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Wechseln Sie in den Luft-Boden-Modus mit der Taste [7]. Wählen Sie die Waffe aus die Sie einsetzen möchten [D]. Die Abwurfanzahl sollte mit [LSTRG + LEER] und der Abwurfintervall mit [V] eingestellt werden.

Schritt 3

Schalten Sie den Laser mit [RSHIFT + O] ein, die grüne Lampe leuchtet auf. Fliegen Sie das Ziel mit 500 bis 600 km/h mit horizontal ausgerichteteten Flügeln an.

Schritt 4

Platzieren Sie den Aufschlagpunkt über dem Ziel und werfen die Bomben ab, sobald die orangene Lampe aufleuchtet. Sie lösen die Bombe(n) mit der Taste [LEERTASTE] aus. Haben Sie die Einstellung für den Abwurf mehrerer Bomben hintereinander gewählt, so halten Sie die [LEERTASTE] Taste gedrückt.

Schritt 5

Schalten Sie den Laser mit [RSHIFT + O] aus. Bedenken Sie, dass der Laser sehr heiß wird und nach ca. einer Minute automatisch abgeschaltet wird. Im Abkühlmodus blinkt die grüne Lampe, sobald die Laseroptik abgekühlt ist, erlischt die Lampe. Die Abkühldauer hängt unter anderem von den äußeren Temperatureinflüssen ab.

Langsame Freifallbomben

Zu dieser Bombenkategorie gehören Bomben der RBK Klasse, KMGU-2 Behälter und BetAB Anti-Pisten Bomben. Diese Bomben fliegen eher langsam auf das Ziel zu und haben eine gekrümmte Flugbahn, was das Angreifen der Ziele ungleich schwieriger macht, da der Abwurf meist ohne direkte Zielsicht stattfinden muss.

Sie sollten für diese Waffen den CCRP Abwurfmodus verwenden.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Wählen Sie den Luft-Boden-Modus aus [7]. Wählen Sie die Waffen mit [D] aus und stellen die gewünschte Abwurfmenge mit [LSTRG + LEER] ein. Sie können den Abwurfintervall zusätzlich mit [V] einstellen.

Schritt 3

Schalten Sie den Laser mit [RSHIFT + O] ein, die grüne Lampe leuchtet auf. Bringen Sie das Visier über das Ziel und drücken und halten den Waffenabwurfknopf oder die Taste [LEERTASTE]. Das Waffensystem kalkuliert nun den Abwurfzeitpunkt. Sie sollten das Flugzeug nun im Horizontalflug ohne jegliche Schräglage ausrichten. Die Entfernung zum Ziel wird nun auf dem Display in einem Kreis angezeigt. Sobald die Zeitskala die Null erreicht werden die Bomben abgeworfen.

Schritt 4

Lassen Sie den Abwurfknopf los, sobald die Bomben abgeworfen wurden, und schalten den Laser mit [RSHIFT + O] aus.

Ungelenkte Rakete, Bordkanone und Geschützbehälter

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Wechseln Sie in den Luft-Boden-Modus mit der Taste [7]. Wählen Sie die Waffe aus die Sie einsetzen möchten [D]. Aktivieren Sie die Kanone mit [C]. Schalten Sie dann den Laser mit [RSHIFT + O] ein, die grüne Lampe leuchtet auf. Richten Sie das Flugzeug auf das Ziel aus.

Schritt 3

Sobald die orangene Lampe aufleuchtet, können Sie die Raketen oder die Bordkanone mit dem Auslöseknopf am Joystick oder der [LEERTASTE] Taste abfeuern.

Schritt 5

Schalten Sie den Laser mit [RSHIFT + O] aus.

UNGELENKTE RAKETEN KÖNNEN NUR DANN ABGEFEUERT WERDEN WENN ALLE PARAMETER ERFÜLLT WERDEN (ORANGENE LAMPE LEUCHTET AUF). FLIEGEN SIE DAS ZIEL IN EINEM LEICHTEN SINKFLUG AN UND HALTEN DAS

FLUGZEUG AUF DAS ZIEL AUSGERICHTET, DA JEDLICHE ABRUPTEN MANÖVER DIE TREFFERWAHRSCHEINLICHKEIT STARK VERRINGERN.

Kh-25ML, Kh-29L und S-25L Raketen

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Schalten Sie den Luft-Boden-Modus mit [7] ein und wählen die entsprechende Waffe mit [D] aus. Schalten Sie nun den Laser mit [RSHIFT +O] ein, die grüne Lampe leuchtet auf. Bewegen Sie nun den Zielcursor mit Hilfe der Tasten [.,] [,], [-], [Ö] auf das Ziel. Aktivieren Sie nun mit [ENTER] den Angriffsmodus. Das Waffensystem wird den Laser nun auf den per [ENTER] aktivierten Punkt halten (nicht unbedingt das Ziel). Sie können nun eine Feinjustierung auf das Ziel mit dem Zielcursor vornehmen.

Schritt 3

Sobald die Waffe abgefeuert werden kann, wird die orangene Lampe aufleuchten. Drücken Sie zum Abfeuern die Taste [LEERTASTE]. Während sich die Rakete im Zielflug befindet, können Sie den Zielmarker bewegen, die Waffe wird der Bewegung folgen. Bewegt sich das Ziel, so werden Sie dem Ziel manuell mit dem Zielcursor folgen müssen. Denken Sie daran den Zielcursor nicht zu schnell zu bewegen, da die Rakete unter Umständen nicht schnell genug manövrieren kann.

Schritt 4

Schalten Sie nach dem Einschlag der Waffe den Laser mit [RSHIFT + O] aus.

DIE MANÖVRIERBARKEIT DER S-25L RAKETE IST SEHR EINGESCHRÄNKT, SIE SOLLTEN DIESE WAFFE ÄHNLICH DEN UNGELENKTEN RAKETEN EINSETZEN.

Su-25T

Die Su-25T ist das perfekte Angriffsflugzeug für die russische Luftwaffe. Sie kann kleine, mobile Ziele mit einer sehr hohen Präzision in allen Wetterlagen sowie Tag und Nacht angreifen.

Die Su-25T ist mit dem L-251 "Shkval" TV Zielsystem sowie dem "Prichal" Laserentfernungssystem ausgestattet. Für Nacheinsätze kann das "Mercury" Zielsystem für niedrige Lichtverhältnisse installiert werden.

Zu Selbstverteidigungszwecken kann die Su-25T R-60 und R-73 Luft-Luft Raketen kurzer Reichweite mitführen.

Luft-Luft Waffen

R-73 und R-60 Luft-Luft Kurzstreckenraketen

Die Su-25T kann sowohl die R-73 als auch die R-60 Luft-Luft-Rakete mit kurzer Reichweite im vertikalen Zielmodus einsetzen. In diesem Modus scannt der Raketenzielskopf einen Radius von 2 Grad entlang der Flugzeuggängsachse nach Zielen ab. Das Ziel muss sich innerhalb des Zielkreuzes auf dem HUD befinden, um aufgeschaltet werden zu können.

Die Zielaufschaltung sowie der Angriff erfolgt nach folgenden Schritten:

Schritt 1

Aktivieren Sie den Luft-Luft Modus mit der Taste [6]. In diesem Modus wird der vertikale Zielmodus aktiviert.

Schritt 2

Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass sich das Zielkreuz über dem Ziel befindet. Sobald sich das Ziel in Reichweite des Raketensensors befindet, wird es aufgeschaltet. Die gelbe "Abschuss freigegeben" Lampe leuchtet auf und ein kontinuierlicher Ton ist zu hören. Die Aufschaltentfernung ist vor allem von der IR-Signatur des Zieles abhängig. Die weiteste Aufschaltentfernung wird erreicht, wenn sich das Ziel in großer Höhe befindet, den Nachbrenner aktiviert hat und vor Ihnen herfliegt. Beachten Sie, dass Hubschrauber nur eine sehr geringe IR Signatur haben und unter Umständen nur schwer aufzuschalten sind. Des Weiteren sollten Sie beachten, dass die "LA" Anzeige auf dem HUD nur aussagt, dass das Ziel aufgeschaltet wurde, es bedeutet nicht, dass sich das Ziel in Flugreichweite der Waffe befindet. Das zu frühe Abfeuern der Rakete kann dazu führen, dass diese das Ziel nicht erreicht. Es wird empfohlen, die Raketen erst ab einer Reichweite von unter zwei Kilometern einzusetzen.

Schritt 3

Drücken Sie den Abschussknopf auf Ihrem Joystick oder die [LEERTASTE] Taste um die Rakete abzufeuern. Die Rakete benötigt keine weitere Steuersignale und wird automatisch das Ziel verfolgen.

Internes Geschütz sowie Geschützbehälter im Einsatz gegen Luftziele

Das fest eingebaute 30 Millimeter Geschütz sowie die Geschützbehälter können gegen andere Flugzeuge eingesetzt werden. Die Zielgenauigkeit ist allerdings limitiert.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Aktivieren Sie den Luft-Luft Modus mit der Taste [6]. Wählen Sie das interne Geschütz oder die Geschützbehälter durch das drücken der [C] Taste aus. Das HUD Display zeigt nun einen dynamischen "Schusskanal" an - hier wird die Flugbahn der Geschosse angezeigt. Sie können die Flügelspannweite des Zieles mit den Tasten [RALT + +] und [RALT + -] in Metern einstellen. Die Flügelspannweite wird dann im oberen HUD Bereich angezeigt.

Schritt 3

Manövrieren Sie das Flugzeug so in Position, dass die Flügelspitzen des Zieles von den "Schusskanallinien" berührt werden. Drücken Sie den Abschussknopf oder die Taste [LEERTASTE], um zu feuern.

Das effektive Bekämpfen von Zielen mit dem Bordgeschütz findet unter 800 Metern statt. Versuchen Sie das Ziel immer von hinten und in derselben Fluglage wie das Ziel zu bekämpfen.

Luft-Boden Waffen

Die Su-25T kann eine ganze Reihe an verschiedenen Luft-Boden Waffen einsetzen.

Ungelenkte Freifallbomben

Hierzu gehören die Bomben FAB-100, FAB-250 und FAB-500. Diese Bomben haben eine flache und schnelle Flugbahn. Dies erlaubt die Bomben einzusetzen, während man das Ziel noch sehen kann.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Wählen Sie den Luft-Boden-Modus aus [7]. Wählen Sie die Waffen mit [D] aus und stellen die gewünschte Abwurfmenge mit [LSTRG + LEER] ein. Sie können den Abwurfintervall zusätzlich mit [V] einstellen.

Schritt 3

Platzieren Sie den Aufschlagpunkt über dem Ziel und werfen die Bomben ab, sobald die orangene Lampe aufleuchtet. Sie lösen die Bombe(n) mit der Taste [LEERTASTE] aus. Haben Sie die Einstellung für den Abwurf mehrere Bomben hintereinander gewählt, so halten Sie die [LEERTASTE] Taste gedrückt.

BOMBEN KÖNNEN ERST AUSGELÖST WERDEN, SOBALD "LA" IM HUD ERSCHEINT. HALTEN SIE DAS FLUGZEUG IN EINER STABILEN FLUGLAGE UND VERMEIDEN SIE GRÖßERE GESCHWINDIGKEITSÄNDERUNGEN WÄHREND DES ANGRIFFS, DA SICH DIE ZIELGENAUIGKEIT ANSONSTEN UNGÜNSTIG VERÄNDERT.

Langsame Freifallbomben

Zu dieser Bombenkategorie gehören Bomben der RBK Klasse, KMGU-2 Behälter und BetAB Anti-Pisten Bomben. Diese Bomben fliegen eher langsam auf das Ziel zu und haben eine gekrümmte Flugbahn, was das Angreifen der Ziele ungleich schwieriger macht, da der Abwurf meist ohne direkte Zielsicht stattfinden muss.

Sie sollten für diese Waffen den CCRP Abwurfmodus verwenden.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Schalten Sie in den Luft-Boden-Modus [7].

Schritt 3

Im CCRP Modus wird der Einschlagpunkt an der untersten Stelle des HUD angezeigt. Der Pilot manövriert das Flugzeug so, dass sich der Einschlagpunkt über dem Ziel befindet, drückt den Abwurfknopf und hält diesen. Der Einschlagpunkt wechselt seine Form in ein Diamantsymbol mit dem das Ziel markiert wird. Eine Richtungsanzeige erscheint auf dem HUD um den Piloten die Beibehaltung der Flugrichtung zu erleichtern. Die stilisierte Heckflosse des Flugzeugsymbols auf dem HUD sollte genau mit der Mitte der Richtungsanzeige ausgerichtet werden. Halten Sie den Abwurfknopf so lange gedrückt, bis das System die Zuladung automatisch abwirft.

Schritt 4

Drücken und halten Sie den Auslöseknopf am Steuerknüppel oder drücken [LEERTASTE] bis die Waffen ausgelöst werden.

Bombeneinsatz mit TV Unterstützung

Ungelenkte Bomben können unter Zuhilfenahme des "Shkval" oder "Mercury" TV Zielsystems eingesetzt werden.

Gehen Sie folgendermaßen vor:

Schritt 1

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7]. Wählen Sie die gewünschte Bewaffnung mit [D] aus. Vergewissern Sie sich im HUD, dass Sie die richtige Bombenart ausgewählt haben. Schalten Sie das "Shkval" TV Zielsystem mit [O] oder das "Mercury" TV Zielsystem mit [RSTRG + O] ein. Suchen Sie das Ziel, indem Sie den Sensor mit den [,], [.), [-], [Ö] Tasten bewegwn. Stabilisieren Sie das Zielsystem mit der [ENTER] Taste und schalten das Ziel auf. Sie können den Zoom mit den [+] und [-] Tasten variieren.

Schritt 2

Nachdem Sie das Ziel aufgeschaltet haben, fliegen Sie das Flugzeug in die Zielrichtung und schalten den Laserentfernungsmesser / Zielmarkierer mit [RSHIFT + O] ein.

Schritt 3

Drücken Sie den Auslöseknopf auf dem Steuerknüppel oder die [LEERTASTE] Taste. Das Waffensystem wird nun den Auslösepunkt kalkulieren und den Punkt der aufgeschaltet wurde mit einem Diamantsymbol anzeigen. Im oberen HUD Bereich wird ein Zielrichtungsring angezeigt. Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass die Heckflosse des Flugzeugsymbols genau auf den unteren Strich des Zielrichtungsrings ausgerichtet ist. Die Entfernungsskala auf der rechten HUD Seite wechselt in einen Countdown, wann der Abwurf stattfinden wird. Der Strich wird sich bei 10 Sekunden bis zum Abwurf nach unten bewegen. Fliegen Sie möglichst gerade aus, ohne Querlage oder gieren. Sobald der Countdown bei null Sekunden angekommen ist, wird die Bombenlast abgeworfen und Sie können den Auslöseknopf loslassen.

Schritt 4

Schalten Sie den Laserentfernungsmesser mit [RSHIFT + O] aus. Denken Sie daran, dass der Laser nur für eine kurze Zeit eingeschaltet werden darf, für ungefähr eine Minute. Danach muss das System zur Kühlung ausgeschaltet werden oder eine Beschädigung droht. Währenddessen wird "Л" angezeigt und die grüne Lampe blinkt im 2Hz Rhythmus. Nachdem das System abgekühlt ist, hört die Lampe auf zu blinken. Die Kühlzeit entspricht ungefähr der Einsatzzeit.

Der KMGU-2 Behälter hat einen etwas anderes Einsatzprofil. Sie müssen den Zielpunkt etwas vor das Ziel setzen, um dem Munitionsbehälter die Zeit zum Öffnen der Tore zu lassen.

Ungelenkte Raketen und Bordkanone

Zu ungelenkten Raketen gehören alle Raketen ohne eigenes Lenk- und Zielsystem. Hierzu gehören die S-5, S-8, S13, S-24 und S-25 Raketen. Die Bordkanone ist eine GSh-301 30 Millimeter Kanone mit 150 Schuss Munition.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Wechseln Sie in den Luft-Boden-Modus mit der Taste [7]. Wählen Sie die Waffe aus die Sie einsetzen möchten [D]. Aktivieren Sie die Kanone mit [C]. Vergewissern Sie sich, dass die richtige Waffe im HUD angezeigt wird. Richten Sie das Flugzeug auf das Ziel aus.

Schritt 3

Sobald "LA" im HUD angezeigt wird können Sie die Raketen oder die Bordkanone mit dem Auslöseknopf am Joystick oder der [LEERTASTE] Taste abfeuern.

Kanonenbehälter

Die Su-25 kann SPPU-22-1 Geschützbehälter mitführen. Diese haben drei Betriebsmodi: 0-Grad-Absenkung, fester Absenkungswinkel und dynamischer Absenkungswinkel.

Da die 0-Grad-Absenkung analog zum Bordgeschütz funktioniert, werden wir nur die anderen zwei Modi besprechen.

DER FESTE ABSENKUNGSWINKEL WIRD ZUR BEKÄMPFUNG VON BODENZIELEN IM HORIZONTALFLUG VERWENDET.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Schalten Sie in den Luft-Boden-Modus [7] und wählen die Geschütze mit [C] aus.

Wählen Sie die Geschützbehälter mit [RSTRG + LEER] aus und vergewissern sich darüber auf dem HUD und der Waffenkontrolltafel. Schalten Sie die Geschützbehälter in den FIX Modus und den Abwurfintervallschalter auf PO2.

Führen Sie vier Geschützbehälter mit, dann drücken Sie ein weiteres Mal [RSTRG + LEER]. Schalten Sie die Geschützbehälter in den FIX Modus und den Abwurfintervallschalter auf PO2

Schritt 3

Stellen Sie den Absenkwinkel der Geschütze mit den Tasten [RALT + +] und [RALT + -] ein. Die Zielmarkierung auf dem HUD wird entsprechend angepasst.

Schritt 4

Manövrieren Sie das Flugzeug in Richtung Ziel und halten den Horizontalflug. Sobald sich das Zielkreuz über dem Ziel befindet, feuern Sie.

Setzen Sie beim Feuern die Ruderpedale ein um ein größeres Gebiet zu treffen. Beachten Sie, dass Nickbewegungen des Flugzeuges die Flugbahn der Geschosse extrem verändern.

DER DYNAMISCHE ABSENKWINKEL WIRD ZUM PRÄZISEN ANGRIFF AUF LEICHT GEPANZERTE FAHRZEUGE VERWENDET.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Schalten Sie in den Luft-Boden-Modus [7] und wählen die Geschütze mit [C] aus.

Wählen Sie die Geschützbehälter mit [RSTRG + LEER] aus und vergewissern sich darüber auf dem HUD und der Waffenkontrolltafel. Schalten Sie die Geschützbehälter in den FIX Modus und den Abwurfintervallschalter auf PO2.

Falls das Flugzeug vier Geschützbehälter mitführt, dann drücken Sie ein weiteres Mal [LSTRG + LEER]. Schalten Sie die Geschützbehälter in den FIX Modus und den Abwurfintervallschalter auf PO2

Schritt 3

Stellen Sie den Absenkwinkel der Geschütze mit den Tasten [RALT + +] und [RALT + -] ein. Die Zielmarkierung auf dem HUD wird entsprechend angepasst.

Schritt 4

Schalten Sie mit [RSHIFT + O] den Laserentfernungsmesser / Lasermarkierer ein und stellen den Intervall/Geschützschalter für Bordgeschütze mit der Taste [LSCHIFT + C] auf PROGR.

Schritt 5

Bringen Sie das Flugzeug in den Sinkflug, platzieren Sie das Zielkreuz über dem Ziel und wenn "LA" auf dem HUD erscheint drücken und halten Sie den Feuerknopf oder [LEERTASTE] auf der Tastatur. Halten Sie das Flugzeug in einer stabilen Fluglage für beste Ergebnisse.

Schritt 6

Schalten Sie den Laser mit [RSHIFT + O] aus.

TV gelenkte Bomben und Lenkflugkörper

Die Su-25T kann die KAB-500Kr Bomben und Kh-29T Raketen mitführen, welche mit dem optischen Sucher "Tubus" ausgestattet sind. Diese Waffen funktionieren nach dem "Fire and forget" Prinzip, was bedeutet, dass Sie nach dem Waffenabwurf oder Abschuss vom Ziel abdrehen können. Diese Waffen werden gegen feindliche Kommandozentralen, Bunker und andere gut gepanzerte Gebäude eingesetzt. Die Kh-29T Rakete kann auch zur Seezielbekämpfung verwendet werden.

Die größten Nachteile von TV gelenkten Waffen ist deren geringe Manövrierbarkeit und ihre geringe Einsatzmöglichkeit bei schlechten Wetterbedingungen.

Nachfolgend die Einsatzprozedur:

Schritt 1

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7]. Wählen Sie die gewünschte Bewaffnung mit [D] aus. Vergewissern Sie sich im HUD, dass Sie die richtige Bombenart ausgewählt haben. Schalten Sie das "Shkval" TV Zielsystem mit [O] oder das "Mercury" TV Zielsystem mit [RSTRG + O] ein. Suchen Sie das Ziel, indem Sie den Sensor mit den [,], [-], [Ö] Tasten bewegen. Stabilisieren Sie das Zielsystem mit der [ENTER] Taste und schalten das Ziel auf. Sie können den Zoom mit den [+] und [-] Tasten variieren.

Schritt 2

Um das Ziel erfolgreich aufzuschalten zu können, muss die Zielgröße richtig eingestellt werden. Normalerweise ist die Zielgröße auf 10 Meter eingestellt. Folgende Einstellungen werden empfohlen:

- Personen und kleinere Strukturen - 5 m.
- Autos und gepanzerte Fahrzeuge - 10 m.
- Taktische Flugzeuge und Hubschrauber - 20 m.
- Transportflugzeuge und strategische Flugzeuge - 30 bis 60 m.
- Gebäude - 20 bis 60 m.
- Schiffe - 60 m.

Das Shkval System wird das am Sensor nächste Ziel mit der entsprechenden eingestellten Größe aufschalten. Sollte das falsche Ziel aufgeschaltet worden sein, so können Sie den Sensor mit den [,], [-], [Ö] Tasten auf das richtige Ziel bewegen.

Sobald ein Ziel aufgeschaltet wurde, wird im HUD "AC" angezeigt - automatische Verfolgung.

Schritt 3

Die Entfernung zum Ziel wird durch die Entfernungsskala auf dem HUD angezeigt. Sobald die Einsatzreichweite erreicht ist und im HUD "LA" angezeigt wird können Sie die Waffe einsetzen.

Nachdem die Waffe abgefeuert wurde können Sie sich sofort einer anderen Aufgabe widmen.

Beachten Sie, dass Sie TV gelenkte Waffen nicht im schlechten Wetter oder nachts einsetzen können. Diese Waffen funktionieren nur bei Tageslicht und sind durch die Leistungsfähigkeit des Kamerasystems limitiert. Um das Ziel aufzuschalten zu können, muss dieses entweder durch Tageslicht oder künstliches Licht beleuchtet sein.

Lasergelenkte Waffen

Die Su-25T kann Kh-29L und Kh-25ML lasergelenkte Raketen einsetzen. Diese wurden für Einsätze gegen Kommandobunker, Kommandocenter, Bunker und Gebäude, Luftverteidigungsstellungen und anderen verteidigten Stellungen.

Nachfolgend die Einsatzprozedur:

Schritt 1

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7]. Wählen Sie die gewünschte Bewaffnung mit [D] aus. Vergewissern Sie sich im HUD dass Sie die richtige Bombenart ausgewählt haben. Schalten Sie das "Shkval" TV Zielsystem mit [O] oder das "Mercury" TV Zielsystem mit [RSTRG + O] ein. Suchen Sie das Ziel , indem Sie den Sensor mit den [,], [.), [-], [Ö] Tasten. Stabilisieren Sie das Zielsystem mit der [ENTER] Taste und schalten das Ziel auf. Sie können den Zoom mit den [+] und [-] Tasten variieren.

Schritt 2

Um das Ziel erfolgreich aufzuschalten zu können, muss die Zielgröße richtig eingestellt werden. Normalerweise ist die Zielgröße auf 10 Meter eingestellt. Folgende Einstellungen werden empfohlen:

- Personen und kleinere Strukturen - 5 m.
- Autos und gepanzerte Fahrzeuge - 10 m.
- Taktische Flugzeuge und Hubschrauber - 20 m.
- Transportflugzeuge und strategische Flugzeuge - 30 bis 60 m.
- Gebäude - 20 bis 60 m.
- Schiffe - 60 m.

Das Shkval System wird das am Sensor nächste Ziel mit der entsprechenden eingestellten Größe aufschalten. Sollte das falsche Ziel aufgeschaltet worden sein, so können Sie den Sensor mit den [,], [.), [-], [Ö] Tasten auf das richtige Ziel bewegen.

Sobald ein Ziel aufgeschaltet wurde, wird im HUD "AC" angezeigt - automatische Verfolgung.

Schritt 3

Schalten Sie den Laser mit [RSHIFT + O] ein. Die Entfernung zum Ziel wird auf dem HUD angezeigt.

Sobald die Einsatzreichweite erreicht ist und im HUD "LA" angezeigt wird können Sie die Waffe einsetzen.

Schritt 4

Achten Sie darauf, ob das Ziel zerstört wurde, falls nötig und möglich greifen Sie das Ziel mit einer zweiten Waffe an. Denken Sie daran, dass Sie das Ziel durchgehend während der gesamten Flugphase der Waffe mit dem Laser markieren müssen. Führen Sie während des Waffeneinsatzes keine abrupten und zu weiten Flugmanöver durch, da Sie den Shkval-Sensor an seine Sensorbewegungsgrenze bringen könnten.

Schritt 5

Schalten Sie den Laserentfernungsmesser mit [RSHIFT + O] aus. Denken Sie daran, dass der Laser nur für eine kurze Zeit eingeschaltet werden darf, für ungefähr eine Minute. Danach muss das System zur Kühlung ausgeschaltet werden oder eine Beschädigung droht. Währenddessen wird "Л" angezeigt und die grüne Lampe blinkt im 2Hz Rhythmus. Nachdem das System abgekühlt ist, hört die Lampe auf zu blinken. Die Kühlzeit entspricht ungefähr der Einsatzzeit.

Laser "Beamrider" Raketen

Die Su-25T kann die lasergelenkte Anti-Panzer-Rakete "Vikhr" einsetzen. Die "Vikhr" wurde speziell zur Bekämpfung von gepanzerten Zielen entwickelt.

Nachfolgend die Einsatzprozedur:

Schritt 1

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7]. Wählen Sie die gewünschte Bewaffnung mit [D] aus. Vergewissern Sie sich im HUD, dass Sie die richtige Bombenart ausgewählt haben. Schalten Sie das "Shkval" TV Zielsystem mit [O] oder das "Mercury" TV Zielsystem mit [RSTRG + O] ein. Suchen Sie das Ziel, indem Sie den Sensor mit den [,], [.), [-], [Ö] Tasten bewegen. Stabilisieren Sie das Zielsystem mit der [ENTER] Taste und schalten das Ziel auf. Sie können den Zoom mit den [+] und [-] Tasten variieren.

Schritt 2

Um ein Ziel aufzuschalten zu können, muss zuerst die richtige Zielgröße eingestellt werden. Die richtige Zielgröße für gepanzerte Fahrzeuge beträgt 10 Meter.

Das Shkval System wird das am Sensor nächste Ziel mit der entsprechenden eingestellten Größe aufschalten. Sollte das falsche Ziel aufgeschaltet worden sein, so können Sie den Sensor mit den [,], [.), [-], [Ö] Tasten auf das richtige Ziel bewegen.

Sobald ein Ziel aufgeschaltet wurde, wird im HUD "AC" angezeigt - automatische Verfolgung.

Schritt 3

Schalten Sie den Laser mit [RSHIFT + O] ein. Die Entfernung zum Ziel wird auf dem HUD angezeigt.



Abbildung 14-1: Einsatz Anti-Panzer-Rakete

Manövrieren Sie das Flugzeug so in Zielrichtung, dass sich der Raketenabschusskreis über dem Zielcursor befindet.

Sobald im HUD "LA" angezeigt wird, feuern Sie die Waffe mit dem Auslöseknopf oder [LEERTASTE] ab.

Schritt 4

Achten Sie darauf, ob das Ziel zerstört wurde, falls nötig und möglich greifen Sie das Ziel mit einer zweiten Waffe an. Denken Sie daran, dass Sie das Ziel durchgehend während der gesamten Flugphase der Waffe mit dem Laser markieren müssen. Wird die Aufschaltung während der Waffenflugphase unterbrochen, so wird das Ziel höchstwahrscheinlich verfehlt werden.

Führen Sie während des Waffeneinsatzes keine abrupten und zu weiten Flugmanöver durch, da Sie den Shkval Sensor an seine Sensorbewegungsgrenze bringen könnten. Vermeiden Sie zu hohe Winkelbeschleunigungen da die Waffe sonst den Laserstrahl, der sie ins Ziel leitet, verlieren könnte.

Schritt 5

Schalten Sie den Laserentfernungsmesser mit [RSHIFT + O] aus. Denken Sie daran, dass der Laser nur für eine kurze Zeit eingeschaltet werden darf, für ungefähr eine Minute. Danach muss das System zur Kühlung ausgeschaltet werden oder eine Beschädigung droht. Währenddessen wird "Л" angezeigt und die grüne Lampe blinkt im 2Hz Rhythmus. Nachdem das System abgekühlt ist, hört die Lampe auf zu blinken. Die Kühlzeit entspricht ungefähr der Einsatzzeit.

Die "Vikhr" Rakete kann auch gegen langsame Ziele in der Luft wie zum Beispiel Hubschrauber eingesetzt werden. Die Einsatzprozedur ist dieselbe wie die eben beschriebene, allerdings sollten Sie die "Vikhr" Raketen aus einer Entfernung zwischen 3 und 5 Kilometern gegen langsame Luftziele einsetzen.

Anti-Radar Waffeneinsatz

Sie Su-25T kann die Kh-25MPU und Kh-58 Anti-Radar Raketen gegen Bodenradare einsetzen. Zum Einsatz dieser Waffen muss der "Fantasmagoria" L-081 Zielbehälter mitgeführt werden. Dieser Behälter erkennt Radaremissionen und gibt den Raketen entsprechende Zielkoordinaten vor.

Die Zielerkennung und Zielaufschaltung wird folgendermaßen durchgeführt:

Schritt 1

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7]. Wählen Sie die gewünschte Bewaffnung mit [D] aus. Vergewissern Sie sich im HUD, dass Sie die richtige Waffenart ausgewählt haben.

Schritt 2

Nachdem das Ziel vom Radarwarnempfänger entdeckt wurde, fliegen Sie in Richtung der Bedrohung. Schalten Sie den Zielbehälter mit der Taste [I] ein. Das Radar wird erkannt und als Symbol auf dem HUD angezeigt.

Bedrohungsarten und Ihre HUD Bezeichnungen werden in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Schritt 3

Bewegen Sie den Zielcursor mit den Tasten [.,], [.,], [-], [Ö] über das Radarsymbol und drücken [ENTER]. Achten Sie auf die Entfernung zum Ziel, sobald diese in Reichweite der Waffe liegt, erscheint im HUD "LA". Sie können die Waffe nun abfeuern.

Anti-Radar Waffen sind "Fire and forget" Waffen. Sie können, nachdem Sie die Waffe abgefeuert haben, sofort eine andere Aufgabe wahrnehmen.

Um auf dem modernen Schlachtfeld überleben zu können, sollten Sie die einzelnen Radarbezeichnungen kennen, um sie entsprechend einzuschätzen. Die gefährlichsten Komplexe sind die SA-10C (C-300) und Patriot. Diese sollten nur von der Kh-58 Anti-Radar Rakete bekämpft werden da Sie über genug Reichweite verfügt.

SAM oder Schiff	Radarbezeichnung	HUD Bezeichnung
Patriot	AN/MPQ-53	P
Verbesserte Hawk	AN/MPQ-50	H50
Verbesserte Hawk	AN/MPQ-46	H46
Roland	Roland Suchradar	G
Roland	Roland	R
SA-10 S-300PS SR 64N6E	Big Bird	BB
SA-10 S-300PS SR 5N66M	Clam Shell	CS
SA-10 S-300PS TR 30N6	Flap Lid	FL
SA-11 Buk SR 9S18M1	9S18M1	S11
SA-6 Kub STR 9S91	1S91	SA6

SA-8 Osa 9A33	9A33	SA8
SA-15 Tor 9A331	9A331	S15
SA-19 Tunguska 2S6	2S6	S19
SA-3 SR P-19	Flat Face	FLF
SA-3 TR SNR-125	SNR-125	SA3
USS "Carl Vinson"	Sea Sparrow	SS
CG "Ticonderoga"	SM2	SM2
FFG "Oliver H. Perry"	SM2	SM2
"Admiral Kuznetsov" Kreuzer	SA-N-9 Gauntlet	SN9
"Neustrashimy" Fregatte	SA-N-9 Gauntlet	SN9
"Moskva" Raketenkreuzer	SA-N-6 Grumble	SN6
"Albatros" Boot	SA-N-4	SA8
"Rezky" Kreuzer	SA-N-4	SA8

F-15C

Die F-15C ist ein Jäger und somit für Luftkämpfe konzipiert. Obwohl die F-15C auch einige wenige Luft-Boden Waffen einsetzen könnte wird dies in den Geschwadern nicht trainiert.

Luft-Luft Waffen

AIM-120 AMRAAM

Schritt 1

Schalten Sie das Ziel mit dem Radar [I] im LRS [2] oder TWS-Modus [RSTRG + I] 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 deklariert, alle anderen zu SDTs.

Sollte sich das Ziel in Sichtweite befinden, so können Sie es im Visuellen-Modus mit der Taste [6] aufschalten.

Schritt 3

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

Befindet sich das Ziel in Rtr-Reichweite dann feuern Sie eine Rakete auf das Ziel mit dem Auslöseknopf am Joystick oder [RALT + LEER] 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 [I] im LRS [2] oder TWS-Modus [RSTRG + I] 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 Visuellen-Modus kann der FLOOD Modus [6] verwendet werden, hierzu muss keine Radaraufschaltung vorliegen.

Schritt 3

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

Befindet sich das Ziel in Rtr-Reichweite dann feuern Sie eine Rakete auf das Ziel mit dem Auslöseknopf am Joystick oder [RALT + LEER] 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 [4] Modus einsetzen.

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.

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 (DLZ) auf dem HUD und 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, feuern Sie eine Rakete auf das Ziel mit dem Auslöseknopf am Joystick oder [RALT + LEER] 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 [4] Scanmodus 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 Starrvisier 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 [LEERTASTE] ab.

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

A-10A

Luft-Luft Waffen

Die A-10A kann Luft-Luft Waffen zur Selbstverteidigung einsetzen. Hierbei stehen Ihnen die AIM-9 Sidewinder sowie die Bordkanone GAU-8A zur Verfügung.

AIM-9 Sidewinder

Die A-10A besitzt kein Radar und muss das Ziel somit visuell aufschalten. Zur Aufschaltung muss das Ziel in den Sichtwinkel des Suchkopfes gebracht werden.

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel

Schritt 2

Schalten Sie in den Luft-Luft Modus mit der Taste [6]. Manövrieren Sie das Flugzeug so, dass das Ziel im Suchkopf auf dem HUD platziert wird.

Schritt 3

Sobald das Ziel durch den Suchkopf aufgeschaltet wurde ertönt ein schriller Ton. Die Aufschaltentfernung kann je nach IR Signatur des Zieles zwischen 0,1 bis 10 Meilen liegen. Sobald das Ziel im HUD aufgeschaltet ist und der schrille Ton ertönt, so können Sie das Ziel mit [RALT + LEER] angreifen.

SIE SOLLTEN DAS ZIEL FÜR EIN PAAR SEKUNDEN AUFGESCHALTET HABEN VOR DEM ABFEUERN DER RAKETE.

Bordkanone im Luftkampf

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel

Schritt 2

Schalten Sie in den Luft-Luft Modus mit der Taste [6]. Das Display zeigt nun die Flugbahn der Geschosse sowie das Zielvisier der AIM-9 Sidewinder an.

Schritt 3

Platzieren Sie die Flügelspitzen des Ziels zwischen die dynamisch angezeigten "Striche" des Geschoskanals und feuern dann das Geschütz mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] ab.

Das effektive Bekämpfen von Zielen mit dem Bordgeschütz findet unter 800 Metern statt. Versuchen Sie das Ziel immer von hinten und in derselben Fluglage wie das Ziel zu bekämpfen.

Luft-Boden Waffen

Die A-10A wurde für Bodenangriffe konzipiert. Das Arsenal, welches mitgeführt werden kann, besteht aus Freifallbomben, AGM-65 Maverick Lenkflugkörpern, ungelenkten Raketen und der GAU-8A 30 mm Kanone.

Bomben im CCIP Modus

Die A-10A kann mehrere freifallende Bomben mitführen (MK-82, Mk-84 und die MK20 "Rockeye" Streubombe).

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7] und wählen eine Bombe mit der [D] Taste aus. Stellen Sie sicher, dass die richtige Waffe im HUD angezeigt wird.

Schritt 3

Sobald sich das CCIP Zielkreuz über dem Ziel befindet, lösen Sie die Bombe(n) mit dem Joystick oder [RALT + LEER] aus.

RICHTEN SIE DAS CCIP ZIELKREUZ KNAPP HINTER DEM ZIEL AUS. ACHTEN SIE DARAUF, DASS DAS FLUGZEUG OHNE JEDGLICHE ABRUPT EÄNDERUNGEN DES FLUGPFADES AUF DAS ZIEL ZUFLIEGT, DA DIES ANSONSTEN ZU EINER VERSCHLECHTERTEN ZIELGENAUIGKEIT BEIM ABWURF FÜHREN WÜRD E.

Bomben im CCRP Modus

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7] und wählen eine Bombe mit der [D] Taste aus. Stellen Sie sicher, dass die richtige Waffe im HUD angezeigt wird.

Schritt 3

Platzieren Sie den Kreis mit den Tasten [,], [.), [-], [Ö] über dem Ziel und fixieren diesen mit der [ENTER] Taste auf dem gewünschten Einschlagpunkt. Das TDC erscheint über dem gewünschten Einschlagpunkt.

Schritt 4

Wählen Sie den CCRP Modus mit der Taste [O] aus. Platzieren Sie das TDC über der Bombenfalllinie auf dem HUD und warten darauf, dass das TDC die Linie "herunterwandert". Sobald das TDC den Bombenindikator erreicht hat, wird die Last automatisch ausgelöst.

Je näher Sie das TDC auf der Bombenfalllinie halten, desto näher am Ziel wird die Bombe einschlagen.

Schritt 5

Schalten Sie den CCRP Modus mit der Taste [O] aus.

Ungelenkte Raketen und GAU-8A Kanone

Schritt 1

Identifizieren Sie das Ziel.

Schritt 2

Aktivieren Sie den Luft-Boden-Modus [7] und wählen entweder mit der Taste [D] die gewünschten un gelenkte Raketen oder mit der Taste [C] die Bordkanone aus.

Schritt 3

Bringen Sie das Visier über das Ziel und lösen die Waffen mit dem Joystick oder der Taste [LEERTASTE] aus.

Die A-10A kann die Kanone im Luft-Boden Submodus verwenden. Ein kleines Kreuz befindet sich im oberen Teil des HUD. Bei einer Entfernung von 2,5 Meilen oder mehr wird das Kreuz mit einem "X" markiert. Bei einer Entfernung von unter 2,5 Meilen wird die Entfernung zum Ziel dynamisch angezeigt.

AGM-65 Maverick

Schritt 1

Identifizieren Sie das Zielgebiet. Wählen Sie den Luft-Boden-Modus mit der Taste [7] aus und wählen mit der Taste [D] die AGM-65K oder AGM-65 D aus. Der TV Monitor zeigt nun das Bild aus dem Suchkopf der Maverick an.

Schritt 2

Platzieren Sie den HUD Zielkreis über das Zielgebiet und drücken Sie [Return]. Der Suchkopf der Lenkwaffe ist damit am Boden stabilisiert. Mit Hilfe des TV Monitors können Sie nun ein spezielles Ziel auswählen, indem Sie den Suchkopf auf dieses Ziel ausrichten. Bei der AGM-65D können Sie mit der Taste [+] zwischen der 3fach und 6fach Vergrößerung wechseln. Sobald der Suchkopf ausreichend Kontrast zwischen dem Ziel und dessen Hintergrund wahrnimmt, wird er automatisch das Ziel aufschalten. Sollte nicht das gewünschte Ziel aufgeschaltet worden sein, können Sie mittels Tasten [,], [.), [-], [ö] den Suchkopf neu ausrichten.

Schritt 3

Halten Sie das Ziel innerhalb des Suchkopfdrehbereichs von ± 30 Grad in Relation zur Flugzeuglängsachse. Feuern Sie die Rakete ab, wenn das Ziel sich innerhalb der Waffenreichweite befindet und das Fadenkreuz zu blinken beginnt.

DER SUCHKOPF DER AGM-65 MUSS VOR DEM FEuern AUF DAS ZIEL AUFGESCHALTET WERDEN, DAMIT ES GETROFFEN WERDEN KANN.

A close-up photograph of the fuselage of a white aircraft. The image shows various panels, rivets, and a circular hatch. A red tool or component is visible on the right side. The aircraft is oriented vertically in the frame.

15

ZUSÄTZE

ZUSÄTZE

Abkürzungen

AAA	Anti-Aircraft Artillery
AC	Alternating Current
ADF	Automatic Direction Finder
ADI	Attitude Direction Indicator
AF	Airfield
AGL	Above Ground Level
AH	Attack Helicopter
ALT	Flughöhe
AMMS	Advanced Moving Map System
AOA	Angle Of Attack
AP	Autopilot
AP	Armor Piercing
APU	Auxiliary Power Unit
ASL	Above Sea Level
ATC	Air Traffic Control
Panzerabwehrrak.	Anti-Tank Guided Missile
BIT	Built In Test
BP	Battle Position
CAM	Course Aerial
CAS	Calibrated Air Speed
CDU	Central Distribution Unit
CDM	Course Doppler
CG	Center of Gravity

DC	Direct Current
DCS	Digital Combat Simulator
DH	Desired Heading
DR	Drift Angle
DST	Distance
DT	Desired Track
DTA	Desired Track Angle
EDP	Engine Dust Protectors
EEG	Electronic Engine Governor
EGT	Exhaust Gas Temperature
EO	Electro Optical
ETA	Estimated Time of Arrival
ETP	Estimated Touchdown Point
FAC	Forward Air Controller
FARP	Forward Arming and Refueling Point
FEBA	Forward Edge of Battle
FOV	Field Of View
FPL	Flight Plan
FSK	Function Select Key
GG	Gas Generator
GNSS	Global Navigation Satellite System
GS	Ground Speed
HDG	Peilung
HE	High Explosive
HMS	Helmet Mounted Sight
HSI	Horizontal Situation Indicator
HUD	Head Up Display

IAF	Initial Approach Fix
IAS	Indicated Air Speed (Angezeigte Fluggeschwindigkeit)
IDM	Inertial Doppler
IDS	Information Display System
IFF	Identify Friend or Foe
IFR	Instrument Flight Rules
IFV	Infantry Fighting Vehicle
INU	Inertial Navigation Unit
IWP	Initial Waypoint
LAT	Latitude
LLT	Linear Lead Turn
LONG	Longitude
LWR	Laser Warning Receiver
LWS	Laser Warning System
MANPADS	Man-Portable Air Defense System
ME	Mission Editor
MILS	Abbreviation for milliradian; Bomb/Gun sight settings were expressed in mils, an angular measurement; one degree was equal to 17.45 mils.
MRB	Magnetic NDB Bearing
MWL	Master Warning Light
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NDB	Non Directional Beacon
NVG	Night Vision Goggles
OEI	One Engine Inoperative
PT	Free Turbine

PNK	Russian "ПНК". Aircraft Flight and Navigation system
PrPNK	Russian "ПрПНК". Aircraft Targeting, Flight and Navigation System
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring
RALT	Radarflughöhe
RB	Radio Bearing
RMI	Radio Magnetic Indicator
RPM	Revolutions Per Minute
ROF	Rate Of Fire
RTB	Rückkehr zur Basis
SAI	Stand-by Attitude Indicator
SAM	Surface-to-Air Missile
STP	Steerpoint
TAS	Wahre Fluggeschwindigkeit
TCA	True Track Angle
TH	True Heading
TOW	Takeoff Weight
TP	Target Point
TV	Television
TVM	Television Monitor
UHF	Ultra High Frequency
UTC	Coordinated Universal Time
VHF	Very High Frequency
VFR	Visual Flight Rules
VMU	Voice Message Unit
VNAV	Vertical Navigation
VOR	VHF Omnidirectional Range

VVI	Variometer
WCS	Weapon Control System
WPT	Wegpunkt
XTE	Cross Track Error

Entwickler

Eagle Dynamics Team

Management

Nick Grey	Project Director, Director of The Fighter Collection
Igor Tishin	Project Development Manager, Director of Eagle Dynamics, Russia
Andrey Chizh	Producer, Assistant Development & QA Manager, technical documentation
Alexander Babichev	Projects manager
Matt "Wags" Wagner	Producer, technical documentation, game design
Jim "JimMack" MacKonochie	Producer
Eugene "EvilBivol-1" Bivol	Associate Producer, Community Manager

Programmierer

Dmitry Baikov	System, multiplayer
Ilya Belov	GUI, map, input
Maxim Zelensky	AC, AI AC, flight dynamics, damage model
Ilya "Dmut" Levoshevich	AI vehicles, ships, triggers, installer
Alexander Oikin	Avionics
Evgeny Pod'yachev	Plugins, build system
Alexey Smirnov	Effects, graphics
Konstantin Stepanovich	Avionics, AI AC, weapons, radio
Oleg "Olgerd" Tischenko	Avionics
Vladimir Feofanov	AI AC flight dynamics
Sergey "Klen" Chernov	Missiles

Designer

Yury "SuperVasya" Bratukhin	AC, vehicles, weapons
Alexander "Skylark" Drannikov	GUI, AC
Vlad "Stavr" Kuprin	Cockpit
Stanislav "Acgaen" Kolesnikov	Cockpit, AC, weapons
Eugene "GK" Khizhnyak	AC, vehicles

Qualitätssicherung

Valery "USSR_Rik" Khomenok	Lead-tester
Sergey "Foreman" Gusakov	Tester

Wissenschaftliche Unterstützung

Dmitry "Yo-Yo" Moskalenko	Mathematical models of dynamics, systems, ballistics
---------------------------	--

IT und Kundenbetreuung

Alexander "Tez" Sobol	Customer support, WEB, forum
Dmitry Moshkov	System and network administrator
Ekaterina Pereferko	System and network administrator, WEB
Konstantin "Const" Borovik	System and network administrator, WEB, forum

Missionen und Kampagnen

Matt Wagner
Eugene "EvilBivol-1" Bivol
Roman "Dr.lex" Podvoisky

Oleg "Dzen" Fedorenko

Ausbildung

Matt Wagner - tracks, voiceover and video

Andrey "AndreyA" Afinogenov - tracks

Alexander "PilotMi-8" Podvoisky - video

Tester

Alexander "asd1234" Amelin

Alexander "BillyCrusher" Biliievsky

Alexandr "karlsen" Kudrin

Anthony "Blaze" Echavarria

Chris "Ells228" Ellis

Christopher "Mustang" Wood

Daniel "EtherealN" Agorander

Darrell "AlphaOneSix" Swoap

Dmitry "Laivynas" Koseliov

Ed "Manawar" Green

Erich "ViperVJG73" Schwarz

Evan "Headspace" Hanau

Gavin "159th_Viper" Torr

Gennadij "Marks" Tagiltsev

George "GGTharos" Lianeris

Grayson "graywo1fg" Frohberg

James "Eddie" Knight

Jeff "Grimes" Szorc

Jesus "mvsgas" Gastonrivera

John "Speed" Tatarchuk
Jon Espen "Panzerard" Carlsen
Kiko "ESA_Mistr@L" Becerra
Matthew "44th_Rooster" Sartin
Nick "BlueRidgeDX" Landolfi
Nikolay "AGM" Borisov
Paul "paulrkii" Kempton
Peter "Weta43" McAllister
Phil "Druid" Phillips
Roberto Seoane "Vibora" Penas
Stephen "Nate--IRL—" Barrett
Steve "Steve Davies" Davies
Steve "joyride" Tuttle
Timothy "WarriorX" Westmore
Vadim "zetetic" Vyveritsa
Valera "dragony" Manasyan
Vladimir "_Foxbat_" Anguladze
Vladimir "lester" Ivanov
Werner "derelor" Siedenburg
Zachary "Luckybob9" Sesar
Andrea "FCS_Heater" Papaleo

Deutsche Lokalisierung

Matthias "Groove" Techmanski
Daniel E. Atencio Psille
Charly "Nirvi" Kramer
Sebastian "Lino_Germany" Benner
Marcel "EagleEye" Krüger

