

VERBESSERUNG DES SITUATIONSBEWUSSTSEINS IN DER MISSIONSPANUNG UND IM DEBRIEFING DURCH 3D-VISUALISIERUNG

G. Gorgon, E. Krätschmer, M. Kranich
EADS Deutschland GmbH/Cassidian
Manching
Germany

1. EINLEITUNG

Im Rahmen dieses Vortrags wird das von Cassidian entwickelte "Virtual Flight Visualisation Tool" (VFST) vorgestellt. Mit diesem System ist es möglich Vorgänge in einer 3-dimensionalen Umgebung ablaufen zu lassen, zur Simulation von Abläufen sowie zum Rehearsal von vorgeplanten Missionen. Mit der Verbesserung der Situation Awareness durch die leistungsstarke 3D Technologie wird mit dem VFST die Ausbildung von Piloten sowie die Zuverlässigkeit geplanter militärischer Einsätze der Luftstreitkräfte oder anderer komplexer Missionen entscheidend verbessert. Eine weitere wichtige Einsatzmöglichkeit stellt die Ermittlung von Unfallursachen dar.

In dem hier vorliegenden Vortrag wird vor allem auf den Nutzen, der sich für den Missionsplaner ergibt, eingegangen.

2. MISSIONSPANUNG HEUTE

Missionen der Luftstreitkräfte finden in einem zunehmend komplexen Szenario statt, das gekennzeichnet ist durch eine Vielzahl von Flugzeugen in unterschiedlichen Rollen mit unterschiedlichen Aufgaben, die jedoch einer gemeinsamen Zielsetzung folgen. Die beteiligten Flugzeuge sind durch Kommunikationsmittel untereinander und mit luft- oder bodengestützten Führungs- und Informationssystemen verbunden. Hierbei werden sowohl terrestrische als auch satellitengestützte Kommunikationssysteme genutzt. Eine derartige Mission, auch Combined Air Operation (COMAO) genannt, findet darüber hinaus in einer geographischen Umgebung statt, dessen spezifische Eigenschaften wie Topographie, Wetter und Lichtverhältnisse beachtet werden müssen. All dies stellt hohe Anforderungen sowohl an den Planer der gesamten Mission als auch die Planer der Einzelmisionen auf der Geschwaderebene.

Abbildung 1 veranschaulicht eine derartige Mission in vereinfachter Darstellung. In dem dargestellten Szenario wirken Aufklärer, Missionsflugzeuge und Flugzeuge für den Begleitschutz kooperativ im Sinne einer gemeinsamen Zielsetzung zusammen.

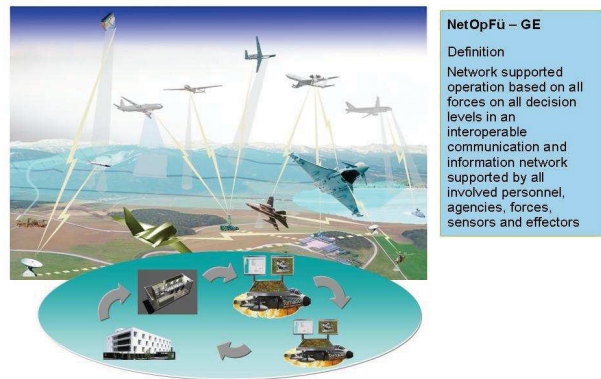


Abbildung 1: Komplexes Missionsszenario

Um die Herausforderungen zu erkennen, die eine derartige Mission an einen Planer stellt, ist die Betrachtung des Ablaufs von Nutzen.

Ablauf einer Mission:

Basis für die Planung von Flugmissionen auf Geschwaderebene stellt die Air Task Order (ATO) dar, die von einer übergeordneten Führungsebene erstellt wird. Die ATO enthält das Tasking aller an der Gesamtmission beteiligten Flugzeuge. Die Aufgabe des Planers auf der Geschwaderebene besteht darin, das Tasking innerhalb der ATO in eine ausführbare Mission, die auch aus mehreren Sorties bestehen kann, umzusetzen. Der Missionsplaner auf der Geschwaderebene, meistens die verantwortliche Besatzung, setzen das in der ATO vorgegebene "Was" in ein "Wie" um. Hierzu bedient sich der Planer i.A. eines Missionsplanungssystems.

Das Missionsplanungssystem unterstützt den Planer in der Erstellung des konkreten Missionsplans der durch die Definition der Start- Lande- und Ausweichflugplätze, die Flugroute ins Zielgebiet, die Operationen im Zielgebiet sowie den Rückflug gekennzeichnet ist. Hierbei müssen bestimmte äußere Randbedingungen berücksichtigt werden, v.A.:

- Air Coordination Order (die Luftraumstruktur)
- Aeronautische Informationen
- Topographie
- Taktische Lage
- Bedrohungen
- Wetter- und Lichtverhältnisse

Die Elemente einer Mission, von der Bereitstellung der

ATO bis zum fertigen Missionsplan, der Missionsdurchführung, dem Debriefing und der Reporterstellung werden zusammenfassend im sog. Missionszyklus entsprechend Abbildung 2 dargestellt.

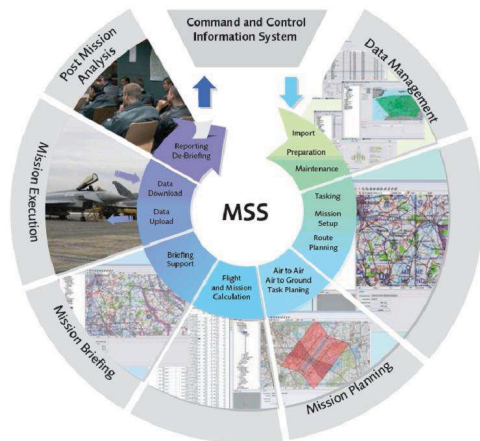


Abbildung 2: Missionszyklus

Im folgenden Abschnitt werden die Herausforderungen, die insbesondere die Missionsvorbereitung an den Planer stellt, aufgezeigt.

3. HERAUSFORDERUNGEN UND PROBLEME DER MISSIONSPANUNG

Die oben beschriebene Missionsplanung innerhalb des Missionszyklus findet in einem operationellen Umfeld statt, das gekennzeichnet ist durch hohe Komplexität und Dynamik. Für den Planer bedeutet dies, möglichst ein umfassendes Bild der operationellen Situation zu erhalten sowie schnell auf mögliche Änderungen der Lage reagieren zu können. Kurz gesagt die Missionsplanung muss effizient und schnell durchführbar sein und zu sicheren und zuverlässigen Resultaten führen.

Ebenso entscheidend für den Erfolg der Mission ist die exakte Planung unter Berücksichtigung der jeweiligen Flugzeugfähigkeiten, der beteiligten Akteure, der taktischen Lage, der Topografie des Einsatzraumes und der Umgebungsverhältnisse wie das Wetter.

Die meisten heute benutzten Planungssysteme verwenden 2-dimensionale Karten oder zusätzliche Digital Terrain Elevation Data (DTED), die es erlauben Höheninformationen des Geländes zu verarbeiten. Alle missionsrelevanten Informationen, wie Trajektorien der Flugzeuge, Gefahrenbereiche von Bedrohungen (z.B. die Erfassungsbereiche von Boden-Luft Abwehrsystemen), topographische Gegebenheiten und die Form der Zielobjekte werden in 2-dimensionaler Sicht dargestellt. Die Information der räumlichen Struktur ist zwar in den meisten Fällen vorhanden, wird aber nicht unmittelbar dargestellt. Im folgenden sind einige Beispiele beschrieben, die aus diesem Grund eine Herausforderung für die Missionsdurchführung darstellt und deshalb in der Missionsplanung besonderer Beachtung bedarf.

Flugwegplanung/De-Confliction: Die Routen der einzelnen Sorties werden durch Platzierung der

Wegpunkte definiert. Die resultierenden, berechneten Flugpfade können sich schneiden oder sogar identisch hinsichtlich der räumlichen Verteilung sein. Der Planer muss für jeden Punkt der einzelnen Flugpfade in der Lage sein, zu erkennen, ob es zu potentiellen Gefährdungen der Lfz durch Kollisionen untereinander oder mit dem Boden kommen kann (Confliction), um eine Korrektur der Planung vornehmen zu können (De-Confliction). Da es sich normalerweise um eine 2D-Sicht handelt, d.h. ein orthogonaler Blick auf die zur Planung benutzte Karte, sind die Flugpfade der einzelnen Sorties lediglich Projektionen der zugehörigen Trajektorien auf die Karte. Die berechneten Flugpfade weisen lediglich an den Wegpunkten Zeit- und Höhenangaben auf. Daher ist es relativ schwierig (zeitaufwendig) für den Planer und nur seiner Vorstellungskraft überlassen, auf den zeitlichen Ablauf der Mission zu schließen. Schneiden sich die Flugpfade der einzelnen Sorties oder weisen sie sogar die gleiche Trajektorie auf, so ist es insbesondere schwierig, den Abstand der beteiligten Lfz untereinander in zeitlicher und räumlicher Hinsicht für jeden Punkt eines Flugpfades ohne weitere Informationen zu ermitteln.

Flugsicherheit: Wird ein steiler Berg im Tiefflug angeflogen, der eine bestimmte Höhe überschreitet, so ist es unter Umständen nicht möglich durch entsprechende Steueranöver den Berg zu überfliegen, da die Erfassung des Hindernisses zu spät erfolgt (Bottom to Peak Problem).

Bedrohungen: Bedrohungen, meistens radargestützte Lenk Waffen, sind durch eine Detection und eine Engagement Range gekennzeichnet, der eine für den Waffentyp spezifische räumliche Struktur aufweist. Die flächige Darstellung dieses Bedrohungstyps auf einer 2-dimensionalen Karte lässt seine wahre räumliche Form nicht erkennen (Abbildung 3).

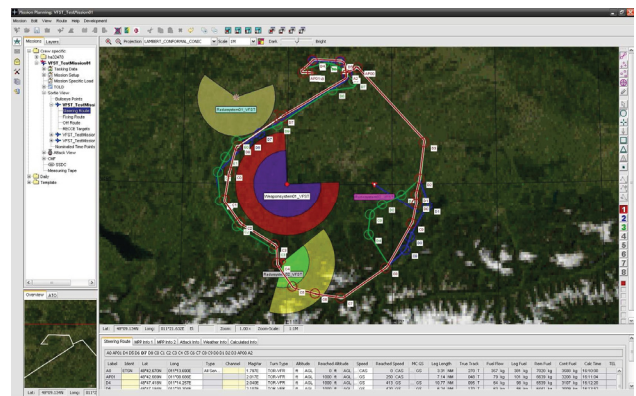


Abbildung 3: Bedrohungen

Aufklärung: Eine wichtige Information bei der Planung von Aufklärungsmissionen ist die Bodenabdeckung des eingesetzten Sensors sowie die Beurteilung der Sichtbarkeit des Ziels bei gegebener Fluglage. Beide Informationen, sowohl die Bodenabdeckung, als auch die Sichtbarkeit lassen sich nur unter Berücksichtigung der topographischen Gegebenheiten ermitteln.

Die Berücksichtigung der Lichtverhältnisse während der Mission insbesondere im Zielgebiet ist ein weiteres wichtiges Element der Missionsplanung. Beispielsweise

ist die Berücksichtigung eines möglichen Schattenwurfs für Aufklärungsmissionen von großer Bedeutung, um eine hinreichend gute Bildqualität zu erhalten.

Abbildung 4 zeigt die Bodenabdeckung eines Sensors auf einer 2-dimensionalen Karte ohne Berücksichtigung der Bodenstruktur. Die tatsächliche Sichtbarkeit des Zielobjekts ist hier erst durch manuelle Berechnungen mit Hilfe der implizit in der Karte vorhandenen Höheninformationen zu ermitteln.

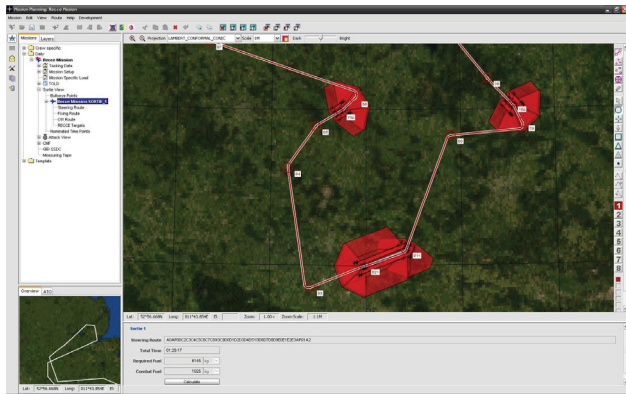


Abbildung 4: Aufklärung

Für die oben beschriebenen Beispiele lässt sich allgemein sagen, dass die nicht hinreichende Beachtung der 3-dimensionalen Struktur der Mission, sei es aus extremem Zeitdruck für die Missionsdurchführung oder durch fehlerhafte Interpretation der Karte, den Ablauf der einzelnen Missionen beeinträchtigen und dadurch die Zielsetzung der gesamten COMAO gefährden kann.

Ebenso kann dies zu flugsicherheitskritischen Situationen führen.

4. KONZEPT: VFST ALS ERGÄNZUNG EINES MISSIONSPANUNGSSYSTEMS

Das hier vorgestellte VFST ermöglicht es nun einem Operateur, die mit seinem Missionsplanungssystem geplante Mission in einer 3-dimensionalen Darstellung ablaufen zu lassen (Rehearsal) und dadurch sein Situationsbewusstsein (Situation Awareness) entscheidend zu verbessern.

Die in Kapitel 3 beschriebene Herausforderungen, also die Flugwegplanung über einem gebirgigen Gelände, das Bottom to Peak Problem, das räumliche und zeitliche Deconfliction, die Bedrohungsanalyse sowie die Aufklärungsplanung werden mit Hilfe des VFST durch eine leistungsstarke 3-dimensionale Visualisierung gelöst.

Das VFST vereint das schnelle, auf 2-dimensionalen Karten beruhende konventionelle Planen mit einer leistungsstarken 3D Visualisierung, die das Situationsbewusstsein des Planers entscheidend verbessert. Nicht jedes Planungselement wird im 3D Raum definiert, sondern wie bisher auf der flachen Karte, wenn dies unkritisch ist. Nur bei komplexeren Planungssegmenten, bei denen es besonders auf die räumliche Information ankommt, nutzt der Planer die 3D Visualisierung. Dadurch werden die schnelle Planung mit

erhöhtem Situationsbewusstsein kombiniert. Die derart geplanten Missionen sind zuverlässiger und sicherer für die Besatzungen, da wichtige Informationen bereits in der Planungsphase erkannt und berücksichtigt werden.

Abbildung 5 zeigt das hier vorgeschlagene Planungskonzept, die Kombination eines konventionellen Planungssystems mit dem VFST.

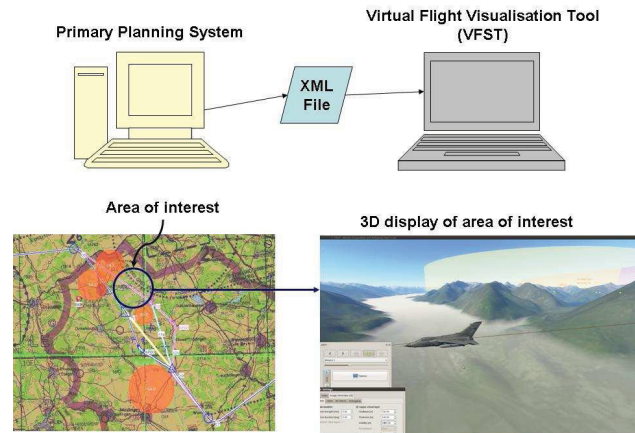


Abbildung 5: Planungs- und Darstellungskonzept

Ein kritischer Bereich einer Mission (Area of Interest) wird ausgewählt und in ein XML File transformiert. Das XML File wird ins VFST eingelesen und die entsprechende Missionssequenz 3-dimensional dargestellt.

Lösung der oben beschriebenen Probleme der Missionsplanung mittels VFST:

De-Confliction: De-Confliction im Sinne einer Software für den Mission Support ist die Fähigkeit dieser Software potentielle Gefährdungen der an der Mission beteiligten Lfz durch zeitlich und räumlicher Konflikte untereinander und mit der (Erd-) Oberfläche zu erkennen, zu visualisieren und neue Routenvorschläge für eine sichere Mission zu ermitteln.

Abbildung 6 zeigt zwei sich kreuzende Trajektorien von Flugzeugen mit den Callsigns Charlie und Delta nach erfolgter De-Confliction.

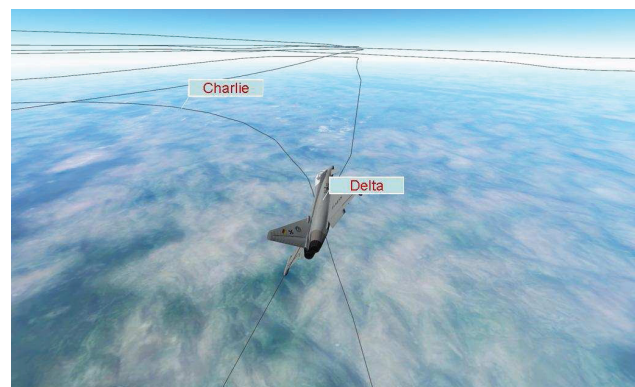


Abbildung 6: De-Confliction

Bottom to Peak Problem: Das Bottom to Peak Problem kann durch entsprechende 3D Routenplanung dargestellt und gelöst werden. Voraussetzung ist allerdings die Implementierung der Flugleistungsrechnung mit dem entsprechenden Flugmodell.

Bedrohungsanalyse: Erst die 3D Darstellung ermöglicht es dem Planer die räumliche Struktur der Bedrohung zu beurteilen und den Flugweg entsprechend so zu planen, dass sie optimal überflogen, umgangen oder aufgrund des eingeschränkten Erfassungsbereichs in geringen Höhen, unterflogen wird.

Aufklärungsplanung: Die 3D Darstellung ermöglicht die Darstellung der tatsächlichen Bodenabdeckung des Sensors. Dadurch kann unmittelbar festgestellt werden, ob das aufzuklärende Ziel möglicherweise nicht erfasst werden kann, sei es dass es sich auf Grund der Topographie außerhalb des Sehfeldes befindet, oder verdeckt wird. Da auch die Lichtverhältnisse (siehe Abbildung 7) im Zielbereich dargestellt werden, kann der Anflug und die Zielerfassung so geplant werden, dass die Belichtungsverhältnisse optimal sind.



Abbildung 7: Darstellung der Lichtverhältnisse

5. KOMMUNIKATION EINES MISSIONSPANUNGSSYSTEMS MIT DEM VFST

Die Kommunikation zwischen einem Missionsplanungssystem und dem VFST kann durch verschiedene Techniken realisiert werden, beispielsweise Service orientiert durch einen Enterprise Service Bus oder File basierend. Die Grundlage hierfür bildet eine standardisierte Schnittstelle. Das Ergebnis des Missionsplanungsprozesses, die Missionselemente und Attribute, werden in ein XML File transformiert. Das XML File enthält neben den flugzeugspezifischen Elementen wie Wegpunkten, Kurs, Flughöhen, Geschwindigkeiten und Einsatzparametern auch Daten über das Szenario, d.h. die unter 2 beschriebenen Umgebungsdaten. Die Struktur des XML Files basiert auf der Common Route Definition (CRD) und stellt das allgemeine Modell einer Mission dar. Es kann somit von verschiedenen Typen von Missionsunterstützungssystemen verwendet werden.

6. ERZEUGUNG DER 3D UMGEBUNG

Das 3D Visualisierungssystem VFST ist in der Lage eine Vielzahl verschiedener 2- und 3 dimensionaler Datentypen in unterschiedlichen Datenformaten einzulesen und zu einem 3 dimensional Szenario zu transformieren.

VFST beinhaltet ein "Whole Earth Environment", in welches höher detaillierte Gebiete überlagert werden (z.B. hoch-detaillierte Airports). Eine Vielzahl von Standard-Datenformaten kann importiert werden, wie z.B.:

- DTED
- DEM
- SRTM
- GeoTIF
- ESRI Shapefiles
- VMAP
- OpenFlight
- CDB

Die Modellierung der 3-dimensionalen Datenbasis erfolgt in mehreren Schritten (siehe Abbildung 8)

- Erzeugung der geographischen Oberfläche durch Überlagerung des Höhenmodells mit einem georeferenzierten Luftbild (Satellitenbild oder Vektorkarte)
- Erzeugung und Positionierung von 3D Objekten z.B. Gebäuden, Bäumen, Türmen, etc..
- Erzeugung und Einbindung von bewegten 3D-Objekten (z.B. Flugzeuge, Fahrzeuge, Panzer).
- Erzeugung von Spezialeffekten (z.B. Rauch, Explosion)

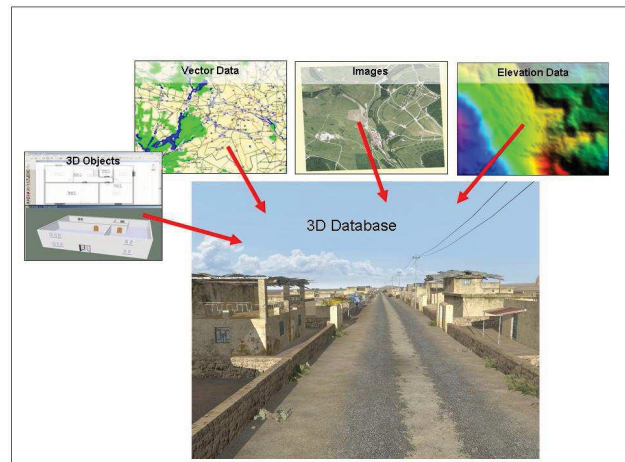


Abbildung 8: 3D Geländemodellierung

Abbildung 9 zeigt das Ergebnis der 3D Modellierung eines detaillierten Airports. Die hierbei verwendeten Quelldaten sind DTED, Satellitenbilder, Luftbilder, 3D-Modelle, Vektordaten.



Abbildung 9: Beispiel Airport Manching

7. AUSBLICK

Das hier beschriebene VFST lässt sich in verschiedenen operationellen Anwendung nutzen:

- Unterstützung der Missionsplanung durch Rehearsal der geplanten Mission oder der Missionselemente
- De-briefing
- Simulation zu Trainingszwecken

In allen diesen Fällen trägt die 3D Darstellung zur Steigerung des Situationsbewusstseins bei.

Rehearsal einer COMAO: Werden die oben beschriebenen XML Files aller an einer COMAO teilnehmenden Flugzeuge erzeugt und ins VFST eingelesen, so lässt sich der Ablauf der gesamte COMAO unter Berücksichtigung der Lage und der Umgebungsbedingungen (z.B. Wetter) sehr realistisch darstellen. Mögliche Inkonsistenzen werden auf Grund der hohen Situation Awareness schnell erkannt.

De-Briefing: Im Debriefing unterstützt das VFST die Bewertung der geflogenen Mission und trägt so zur Verbesserung des Trainingserfolgs der Besatzungen bei. Abbildung 10 zeigt die Missionssituation zu einem bestimmten Zeitpunkt als Überblicksdarstellung und aus Sicht eines Piloten.

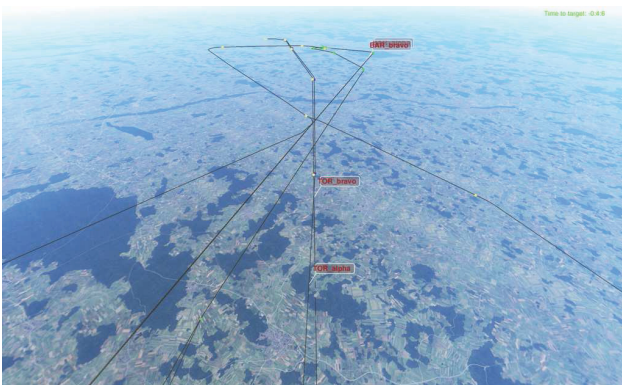


Abbildung 10: De-Briefing

Unfalluntersuchung: Da außer der statischen Umgebung auch dynamische Vorgänge innerhalb der Umgebung räumlich dargestellt werden können, eignet sich dieses Tool besonders zur Darstellung und Analyse von Unfällen. Hierzu wird ein VR-Helm eingesetzt (Abbildung 11), mit dem die tatsächlichen Sichtverhältnisse in einer bestimmten Situation mit stereoskopischer Sicht simuliert werden. Beispielsweise können so die Lichtverhältnisse in einer kritischen Situation ermittelt und dadurch mögliche Blendeffekte erkannt werden.



Abbildung 11: Helmsichtsystem

Airport Familiarisation: Ein weiterer Anwendungsfall ist "Airport Familiarisation", das Vertrautmachen von Piloten mit kritischen Airports und deren Umgebung und das Üben von schwierigen Start- und Landemanövern.



Abbildung 12: Landeanflug auf eine Ölplattform

8. ZUSAMMENFASSUNG

Das hier vorgestellte Virtual Flight Visualisation Tool (VFST) bietet durch die Anwendung moderner 3D Technologien eine deutlich verbesserte Situation Awareness für verschiedene Missionsunterstützungssysteme. In Verbindung mit Planungssystemen können bei gleichem Zeitaufwand sicherere und zuverlässigere Missionen geplant werden. Effizienzsteigerungen werden insbesondere in der RECCE und Waffeneinsatzplanung sowie der Bedrohungsanalyse erzielt.

Weitere Anwendungen sind das De-briefing zur Verbesserung des Trainings, die Unfallanalyse, Airport Familiarisation und die Trainingssimulation.

Die Adaption des VFST an ein Missionsplanungssystem gestaltet sich durch die Verwendung einer standardisierten Schnittstelle einfach und kostengünstig.

9. AUTHORS

Georg Gorgon
georg.gorgon@cassidian.com

Erich Krätschmer
erich.kraetschmer@cassidian.com

Martin Kranich
martin.kranich@cassidian.com