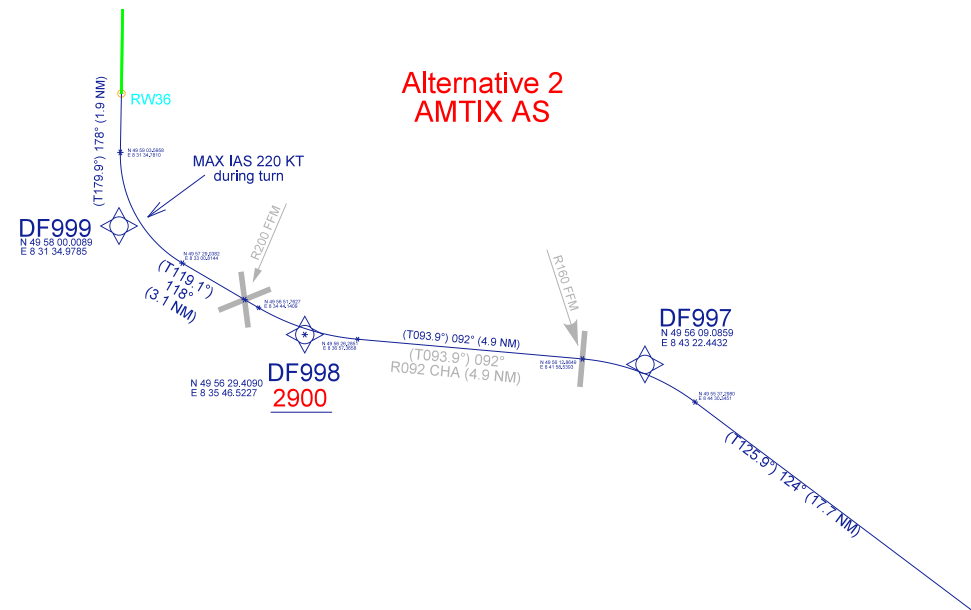


EDDF AMTIX SIDs RWY18 Simulator Trial 24.10.2016

Wixhausen, Bürgermeister Pohl Haus,
Im Appensee 26, 64291 Darmstadt,
Clubraum
17.10.2018

Frank Lumnitzer
(Cpt. B777/B787 Lufthansa Group, ATM
Management)



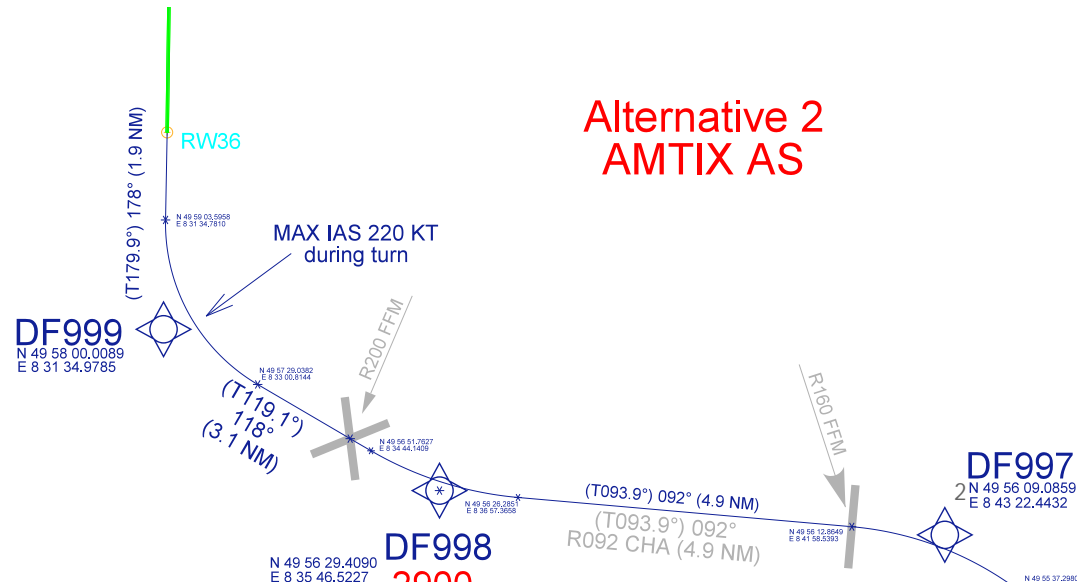
AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Hintergrund

- Arbeitsauftrag aus ExPASS und AG Operative
 - Prüfung der Fliegbarkeit und FMS Verhalten auf Abflugrouten mit kurzen Wegpunkt Sequenzen

Ziel

- Analyse und Erkenntnisse, ob eine Spurgenaugigkeit gemäß Verfahrensentwurf zu erwarten ist.



AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Annahmen und Setup

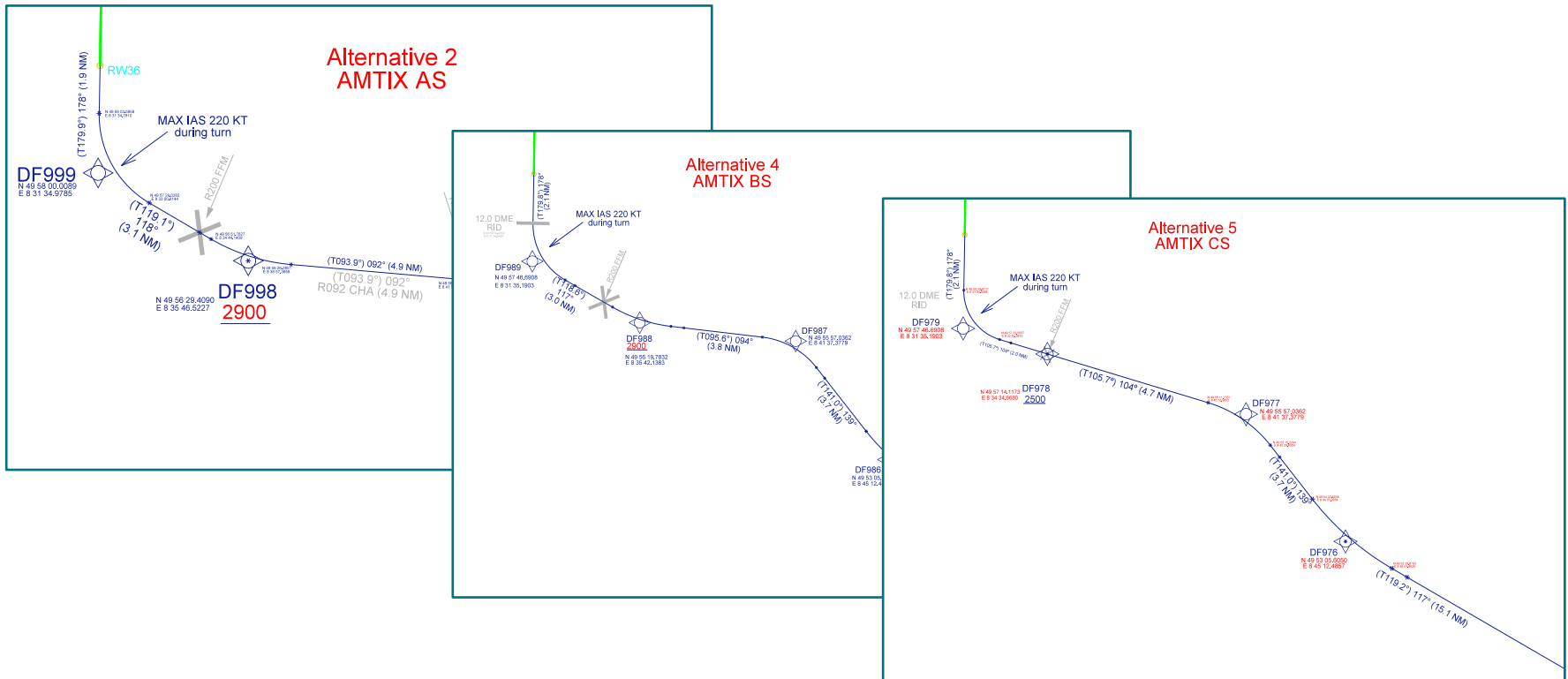
- B767-300 Simulator - Air Model mit Winglets
 - Abfluggewicht 170t (14t unter max)
 - Temperatur 15°C
 - Drei Windmodelle
 - 0kt, 220/25 und 030/25.
 - Volle Windstärke in 1000ft
 - Leicht reduzierter Startschub bei Flaps 5
- Wichtig: FMS Trajektorien sind nicht identisch mit geplantem nominalen Flugverlauf!
 - XTT = Cross Track Error Werte sind Abweichung von der FMS Trajektorie
- Eingabe der Wegpunkte in Koordinaten im Dezimalformat
 - Coding im FMS nicht vorhanden
 - Coding zwischen den Wegpunkten als Track to Fix (TF)



AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Annahmen und Setup

- Geflogen wurden die Varianten 2, 4 und 5 gemäß AG Auswahl in den jeweils drei Windmodellen



AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Annahmen und Setup

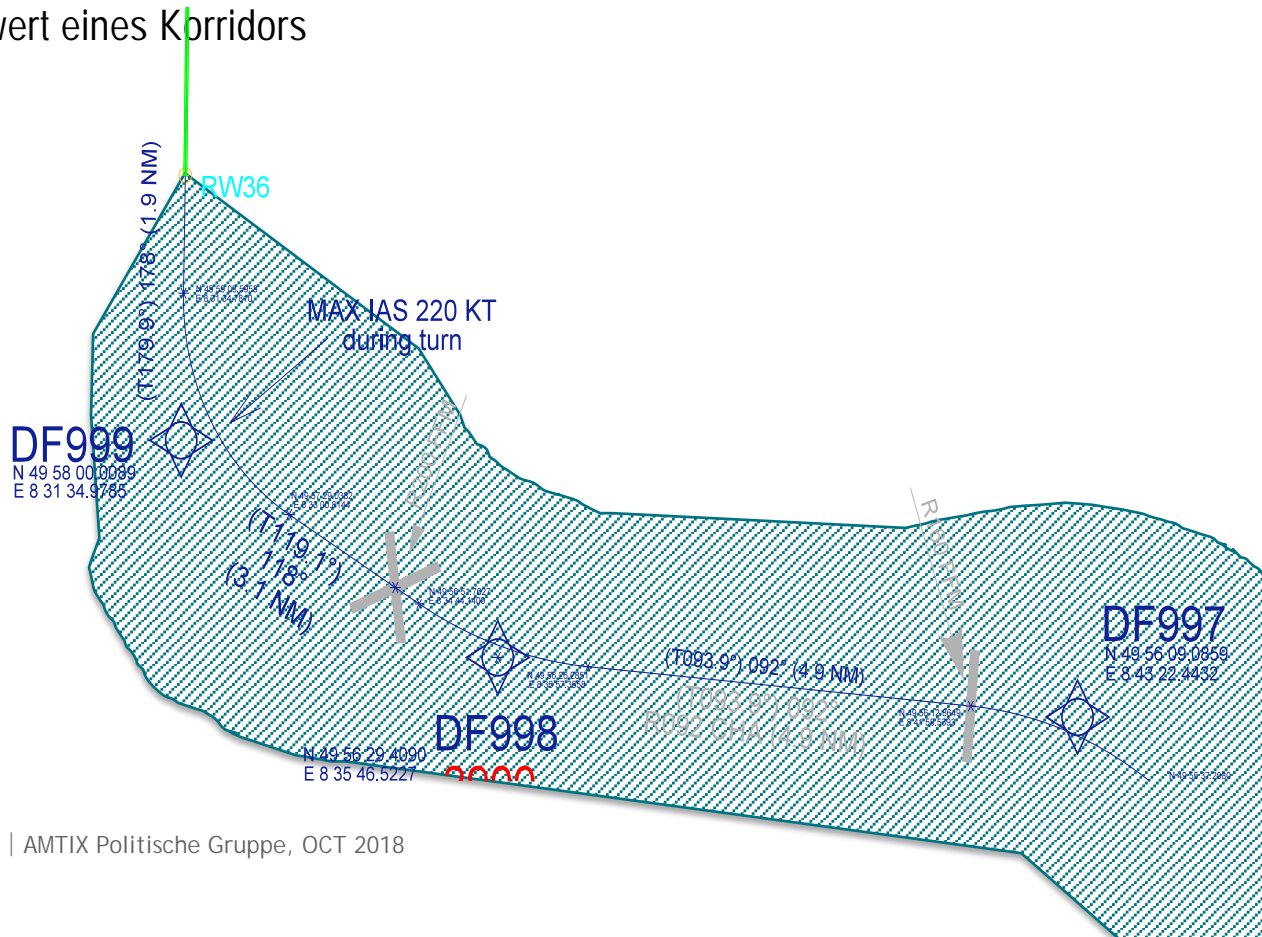
- Geflogen wurden die Varianten 2, 4 und 5 gemäß AG Auswahl in den jeweils drei Windmodellen
- Autopilot wurde in ca 1000ft zugeschaltet
- Flight Modes LNAV und VNAV
 - (FMS regelt Fluglage lateral und vertikal)
- Speedconstraint von 220kts am ersten Wegpunkt wurde in allen drei Varianten im FMS programmiert



AMTIX SIDs – FMS vs. Projektion

Die nominale Flugspur

- Auf Karte als „schwarzer Strich“ gezeichnet
- Ergebnis der Verfahrensplanung
- Nominale Flugspur ist KEINE diskrete Abfolge von Wegpunkten sondern der Mittelwert eines Korridors



AMTIX SIDs – FMS vs. Projektion

Die nominale Flugspur

- Auf Karte als „schwarzer Strich“ gezeichnet
- Ergebnis der Verfahrensplanung
- Nominale Flugspur ist KEINE diskrete Abfolge von Wegpunkten sondern der Mittelwert eines Korridors
- Flight Management System errechnet eigene Navigationslösung und Trajektorie innerhalb der zulässigen Toleranzen unter Berücksichtigung von
 - Wind und Temperatur
 - Aerodynamischer Grenzen
 - Gewicht
 - Wegpunktabfolge/ -distanzen
 - Segmentkodierung

AMTIX SIDs – FMS vs. Projektion

Beispiel Abflug Seychellen – Differenz zwischen FMS und Kartentrajektorie

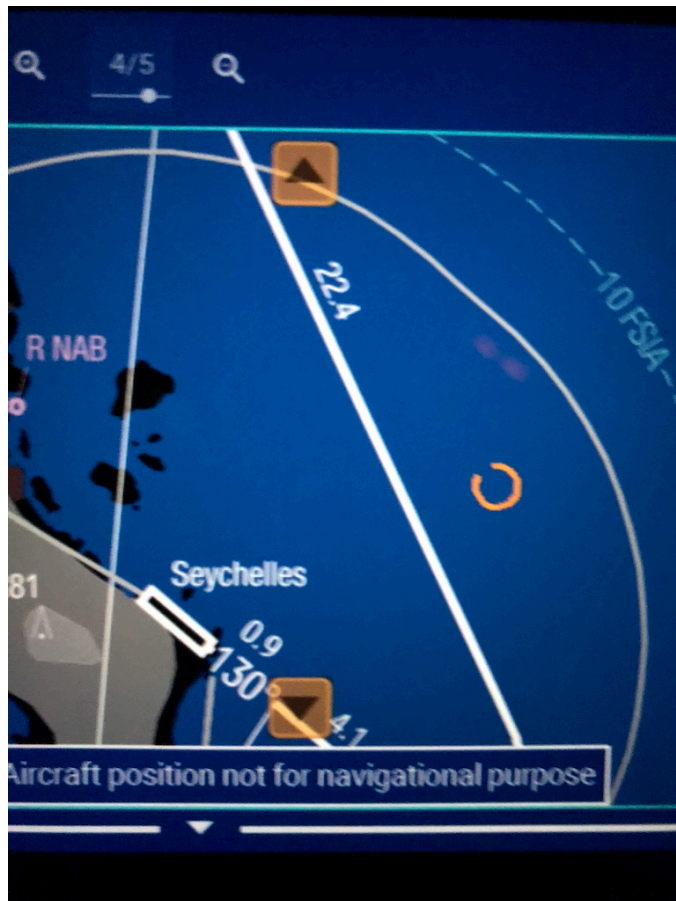
- Beide Trajektorien sind legal und innerhalb zulässiger Grenzen



AMTIX SIDs – FMS vs. Projektion

Beispiel Abflug Seychellen – Differenz zwischen FMS und Kartentrajektorie

- Beide Trajektorien sind legal und innerhalb zulässiger Grenzen



AMTIX SIDs – FMS vs. Projektion

Beispiel Abflug Seychellen – Differenz zwischen FMS und Kartentrajektorie

- Beide Trajektorien sind legal und innerhalb zulässiger Grenzen



Unbekannt und
nicht Bestandteil
der Untersuchung



AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Ergebnisse

- Numerische Erfassung in Exceltabelle

Abfluggewicht 170t, drei Windmodelle 0kt, 220/25, 030/25									
Alternative 2	IAS			ALT			XTT		
	0kt	220/25	030/25	0kt	220/25	030/25	0kt	220/25	030/25
DF999	190	200	190	2100	2300	1800	L0.1	0	R0.1
DF998	230	230	230	3500	3700	3000	0	0	0
DF997	250	250	250	6300	6600	5900	0	0	0
Alternative 4	IAS			ALT			XTT		
DF989	198	190	190	2200	2640	1900	R0.1	R0.2	0
DF988	230	230	230	3700	4000	3200	0	0	0
DF987	250	250	250	6000	6000	5500	0	L0.1	0
DF986	250	250	250	8100	8200	7700	L0.1	L0.1	0
Alternative 5	IAS			ALT			XTT		
DF979	195	210	190	1900	2200	1900	0	R0.1	R0.1
DF978	230	230	230	2800	3300	2400	R0.1	R0.2	0
DF977	250	250	250	5700	5900	5400	L0.1	L0.1	L0.1
DF976	250	250	250	7900	8200	7700	L0.1	L0.1	0

AMTIX SIDs Entwürfe RWY 18

Alternative	Abfluggewicht 170t, drei Windmodelle Okt, 220/25, 030/25								
	IAS			ALT			XTT		
	0kt	220/25	030/25	0kt	220/25	030/25	0kt	220/25	030/25
DF999	190	200	190	2100	2300	1800	L0.1	0	R0.1
DF998	230	230	230	3500	3700	3000	0	0	0
DF997	250	250	250	6300	6600	5900	0	0	0
Alternative 4									
	IAS			ALT			XTT		
DF989	198	190	190	2200	2640	1900	R0.1	R0.2	0
DF988	230	230	230	3700	4000	3200	0	0	0
DF987	250	250	250	6000	6000	5500	0	L0.1	0
DF986	250	250	250	8100	8200	7700	L0.1	L0.1	0
Alternative 5									
	IAS			ALT			XTT		
DF979	195	210	190	1900	2200	1900	0	R0.1	R0.1
DF978	230	230	230	2800	3300	2400	R0.1	R0.2	0
DF977	250	250	250	5700	5900	5400	L0.1	L0.1	L0.1
DF976	250	250	250	7900	8200	7700	L0.1	L0.1	0

Ergebnisse

- Numerische Erfassung in Exceltabelle
- Grundsätzlich kritischer war das Einfliegen in den Rückenwind (Modell 030/25)
 - Unterschreiten der Mindesthöhe von 2500ft an Wegpunkt DF978 bei Alternative 5
- Profile ansonsten unkritisch
 - Wide Body Two Engine Aircraft sind unter normalen Betriebsbedingungen aber grundsätzlich selten performance kritisch
- Maximale Abweichung gegenüber der FMS Trajektorie in allen drei Varianten und Windmodellen beträgt 0,2NM
- Anzahl der Flüge ist statistisch nicht relevant

AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

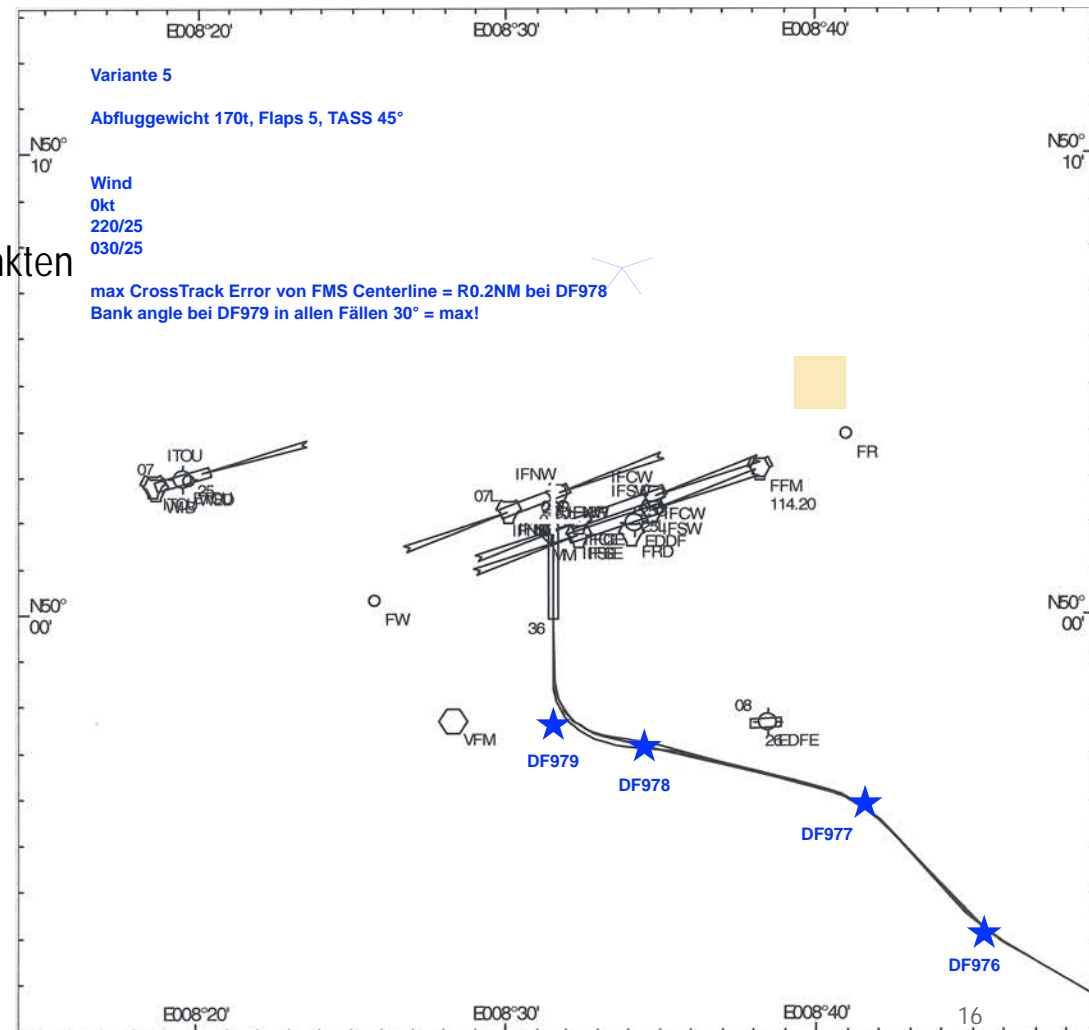
Ergebnisse

- Grafische Erfassung durch Trajektorien Print
 - GeoReferenzierung der Wegpunkte erfolgte manuell und ist nicht hochgenau
 - Georeferenzierung der Trajektorienkarte kann in Güte nicht validiert werden

AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Ergebnisse Variante 5

- Nahezu identischer Trajektorienverlauf in allen drei Windmodellen
- Am ersten Wegpunkt DF999 wird die maximale Querlage von 30° benötigt
- Grösste Varianz zwischen den Wegpunkten DF979 und DF978
- Variante 5 erscheint als fliegerisch am anspruchsvollsten



AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Erste Einschätzung

- Alle Abflüge wurden mit Autopilot unter identischen Voraussetzungen geflogen
- Der Simulator ist ein Flugübungsgerät und nur bedingt zur Verfahrensvalidierung einsetzbar
- Es ist anzunehmen, dass eine Vielzahl der Abflüge bis zum Passieren von AMTIX ggf manuell geflogen wird. Hier muss der manuelle flight technical error (FTE) mit in Betracht gezogen werden
- Die Anwendung einer RNAV1 oder RNP1 Spezifikation erfordert die Verwendung des Flight Directors als flight guidance system
- Alternative 5 erzeugt die häufigsten Abweichungen gegenüber der FMS Trajektorie, die Alternativen 2 und 4 die Geringsten
- In bezug auf die Fliegbarkeit wären die Varianten 2 und 4 zu bevorzugen
- Die Querlage am ersten Wegpunkt in der Grössenordnung von 30° muss noch auf anderen Mustern validiert werden

AMTIX SIDs Entwürfe RWY18

Erste Einschätzung

- ICAO PBN Manual DOC9613 geht von einem FTE von 0,5NM auf einem RNAV1 Verfahren aus.
 - Siehe ICAO PBN Manual DOC9613 4th edition Part B Chapter 3 II-B-3-3
- Die maximale Ablage von der FMS Trajektorie in den Varianten 2 und 4 betrug 0,2NM.
- Aufsummierung der Ablage bei manuellem Fliegen auf 0,7NM iso 1,3km.
- Es ist davon auszugehen, dass diese Ablage zumeist am ersten Wegpunkt nach dem Start auf RWY18 auftritt mit einer Verschiebung nach Norden oder Nordosten
- Nicht eingeschätzt werden kann die Abweichung der FMS berechneten Trajektorie durch Fly-By Kodierung der Wegpunkte gegenüber dem nominalen Flugweg

