

Privatgutachten

MVA – Minimum Vectoring Altitude Anwendung im zivil/militärischen Flugbetrieb und Handlungsempfehlungen zur Anpassung

im Auftrag

BDEW

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Reinhardtstraße 32

10117 Berlin

Verfasser:

Dr.-Ing. Ferdinand Behrend

Sachverständiger Flugbetrieb und Flugsicherung

DIN EN ISO 17024



Braunschweig, 05.07.2024

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1 Beauftragung.....	5
2 Regularien	6
2.1 ICAO Annex 2.....	6
2.2 ICAO Annex 11	7
2.3 ICAO Doc 8168 PANS-OPS.....	7
2.4 ICAO Doc 4444 PANS-ATM.....	8
2.5 EU 923/2012 SERA	8
2.6 Zusammenfassung	9
3 Betriebsverfahren MVA	10
3.1 Allgemein	10
3.2 Zivile Betriebsverfahren / MVA-Sektoren.....	12
3.3 Militärische Betriebsverfahren / MVA-Sektoren	14
4 Kriterien zur Anpassung der MVA	16
5 Handlungsempfehlungen	20
Quellenverzeichnis.....	22
Anlage	I

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Luftraumklassen in Deutschland [DFS AIP].....	9
Abbildung 2:	Abgesenkter Luftraum G (unkontrolliert) in der Nähe von Verkehrsflughäfen [DFS AIP]	9
Abbildung 3:	MVA-Sektoren am Verkehrsflughafen Leipzig [DFS AIP]	10
Abbildung 4:	Segmente Instrumentenflug	11
Abbildung 5:	Verfahrensschutzraum nach ICAO PANS-OPS [24].....	11
Abbildung 6:	Abflugroute SID Flughafen Frankfurt/Main [Jeppesen]	12
Abbildung 7:	Standard Anflug Erfurt Landebahn 09 [Jeppesen].....	13
Abbildung 8:	Final Approach München Landebahn 08L [Jeppesen].....	13
Abbildung 9:	Elemente der Platzrunde [Skybrary].....	15
Abbildung 10:	ILS-Anflug Augsburg Landebahn 25 [Jeppesen]	17
Abbildung 11:	Abhängigkeit Höhe FAF Länge Endanflug [Eigene Darstellung].....	19
Abbildung 12:	Unterschied MVA-Sektoren Militär (links) / zivil (rechts) [Mil AIP, AIP].....	20
Abbildung 13:	Militärische MVA-Sektoren Flughafen Nordholz [Mil AIP]	I
Abbildung 14:	Zivile MVA-Sektoren Flughafen Nordholz [AIP]	II
Abbildung 15:	MVA-Sektoren Flughafen Frankfurt/Main [AIP].....	III
Abbildung 16:	Militärische MVA-Sektoren Flughafen Lechfeld [Mil AIP]	V
Abbildung 17:	Zivile MVA-Sektoren am Flughafen Lechfeld [AIP]	VI

Abkürzungsverzeichnis

AIP	Aeronautical Information Publication
ATS	Air Traffic Service Route
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FAF	Final Approach Fix
ft	Fuß
GND	Grund
IAF	Initial Approach Fix
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules
IMC	Instrument Meteorological Conditions
km	Kilometer
Lat	Latitude
LFZ	Luftfahrzeug
Lon	Longitude
m	Meter
MSL	Mean Sea Level
MVA	Minimum Vectoring Altitude
NM	Nautische Meilen
SID	Standard Instrument Departure Route
STAR	Standard Terminal Arrival Route
TWh	Terawattstunden
VFR	Visual Flight Rules
VMC	Visual Meteorological Conditions
WEA	Windenergieanlage

1 Beauftragung

Im Jahr 2023 wurde mit 275,7 Terawattstunden (TWh) so viel erneuerbarer Strom produziert wie noch nie. Gegenüber 2022 stieg der Anteil der Erneuerbaren Energien um 9,5 %. Mit einer Erzeugung von 120,9 TWh ist die Onshore-Windenergie der wichtigste Energieträger im deutschen Strommix. Nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sollen bis Ende 2030 in Deutschland 115 GW Windenergie-Onshore installiert sein. Ende 2023 waren Onshore-Windenergieanlagen (WEA) mit einer Gesamtleistung von 61 GW installiert.

Herausforderungen für den zügigen Ausbau der Windenergie-Onshore ergeben sich durch die sog. Minimum Vectoring Altitude (MVA) auch Mindest(radar)flughöhe genannt. Die Mindestflughöhe (MVA) betrifft die militärische und zivile Luftfahrt. Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Windenergie-Onshore führt die Mindestflughöhe für Windenergieanlagen zu einer baulichen Höhenbeschränkung (Bauhöhenbeschränkungen), welche je nach lokaler Bodenhöhe unter 100 m sein kann.

Aktuelle Windenergieanlagen haben im Durchschnitt eine Gesamthöhe von 206 m bei einer Narbenhöhe von 136 m und einem Rotordurchmesser von 141 m. Aufgrund dieser Bauhöhen entsteht durch die Bauhöhenbeschränkungen - sowohl beim Repowering als auch bei der erstmaligen Neuerrichtung von Windenergieanlagen - ein erhebliches Konfliktpotenzial. In Zukunft ist nicht ausgeschlossen, dass Onshore-Windenergieanlagen größer werden. Durch große Onshore-Windenergieanlagen wird der Eingriff in die Natur minimiert. Gleichzeitig werden in größeren Höhen steigende sowie konstantere Windgeschwindigkeiten erreicht. Dies ist ein elementarer Bestandteil zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit in Deutschland. Gleichzeitig wird der Eingriff in die Umwelt so gering wie möglich gehalten. Damit einhergehend sind europäische Produktionskapazitäten auf Anlagen dieser Größenklassen ausgerichtet.

Für die Anpassung militärischer als auch ziviler Mindestflughöhen gibt es derzeit kein einheitliches Vorgehen oder Prüfverfahren. Im Einzelfall können bereits jetzt Mindestflughöhen aufwändig angepasst werden. Um leistungsfähige Windenergieanlagen in Bereichen der militärischen als auch zivilen Luftfahrt errichten zu können, müssten die Bauhöhenbeschränkungen durch die MVA um mindestens 30 Meter (100 Fuß) angehoben werden. Durch eine solche Anpassung könnte der Ausbau der Windenergie-Onshore vereinfacht und stark beschleunigt werden.

Das vorliegende Gutachten soll einen Überblick der bestehenden nationalen und internationalen Regularien zur Festlegung von MVA-Sektoren geben. Dazu werden die gängigen zivilen und militärischen Betriebsverfahren zur Nutzung durch die Flugsicherung identifiziert. Darauf basierend werden mögliche Kriterien zur Anpassung von MVA-Sektoren erarbeitet und an Fallbeispielen im deutschen Luftraum dargestellt. Abschließend erfolgen Handlungsempfehlungen für das weitere Vorgehen zwecks Etablierung von entsprechenden Prozessen zur Optimierung der bestehenden MVA-Sektoren hinsichtlich des weiteren Ausbaus der Windenergie.

2 Regularien

Minimum Vectoring Altitudes (MVA) bzw. Radarkursführungsmindesthöhen werden durch den jeweiligen Fluglotsen zur freien Kursführung verwendet. Die MVA ist die niedrigste Höhe über dem Meeresspiegel (MSL), welche für die Radarführung von Flügen durch die Flugverkehrsdienste unter Berücksichtigung der Sicherheitsmindesthöhe und der Luftraumstruktur genutzt werden kann. Außerhalb von veröffentlichten Instrumentenflugverfahren bieten sie innerhalb eines festgelegten Gebietes Hindernisfreiheit, so dass der Fluglotse den Luftfahrzeugen (LFZ) unter seiner Kontrolle freie Steuerkurse anweisen kann. Durch die MVA wird eine Hindernisfreiheit von 1000 ft über dem höchsten Hindernis im Umkreis von 8 km gewährleistet.

Die Vorgaben zur Festlegung von den jeweiligen MVA-Sektoren finden sich in den folgenden internationalen Regularien [1][2][3][4][5][6]:

- ICAO Annex 2 "Rules of the Air" (10. Edition)
- ICAO Annex 11 „Air Traffic Services“ (15. Edition)
- ICAO Doc 8168 PANS-OPS Vol. 1 "Flight Procedures" (6. Edition)
- ICAO: Doc 8168 „PANS-OPS Vol. 2 "Construction of Visual & Instrument Flight Procedures“, 7th Edition 2020
- ICAO Doc 4444 PANS-ATM "Air Traffic Management" (16. Edition)
- EU 923/2012 SERA "Standardised European Rules of the Air"

2.1 ICAO Annex 2

Der ICAO Annex 2 legt internationale Standards und Vorgaben für die allgemeine Durchführung von Flugbetrieb unter Sicht- und Instrumentenflugbedingungen (VFR/IFR) fest.

Wird ein Flugereignis unter VFR durchgeführt, trägt der Luftfahrzeugführer die Verantwortung für die Vermeidung von Kollisionen mit anderen Luftverkehrsteilnehmern und das Einhalten von Sicherheitsmindesthöhen für die Vermeidung von einer Kollision mit dem Boden. Dafür benötigt er entsprechende Sichtbedingungen (u. a. Bodensicht), welche ihm das Identifizieren von anderen Luftverkehrsteilnehmern und Hindernissen ermöglicht (vgl. „VMC visibility and distance from cloud minima“, ICAO Annex 2 Abschnitt 3.9).

Bei einem Flugereignis unter IFR wird die Verantwortung zur Vermeidung von Kollisionen mit anderen Luftverkehrsteilnehmern zur Flugsicherung übertragen. Unter Instrumentenflugbedingungen (IMC) kann sich der Luftfahrzeugführer unter Umständen z. B. in Wolken befinden und keine Außensicht haben. Aus diesem Grund wird die Verantwortung an eine übergeordnete Institution – die Flugsicherung – übertragen. Zur Vermeidung von Kollisionen mit dem Boden muss der Luftfahrzeugführer entsprechende Sicherheitsmindesthöhen einhalten, welche vom jeweiligen Staat veröffentlicht werden.

„Except when necessary for take-off or landing, or except when specifically authorized by the appropriate authority, an IFR flight shall be flown at a level which is not below the minimum flight altitude established by the State whose territory is overflown“ (ICAO Annex 2, Abschnitt 5.1.2 "Minimum levels")

2.2 ICAO Annex 11

Der ICAO Annex 11 legt internationale Standards und Vorgaben für die Durchführung von Flugsicherungsdiensten fest.

„Except when necessary for take-off or landing, or except when specifically authorized by the appropriate authority, an IFR flight shall be flown at a level which is not below the minimum flight altitude established by the State whose territory is overflown“ (ICAO Annex 11, Abschnitt 2.23 “Minimum Flight Altitudes”).

Somit liegt die Verantwortung für die Ermittlung und Veröffentlichung der Mindestflughöhen bei dem Vertragsstaat für jede ATS-Strecke (Air Traffic Service Route) und jedes Kontrollgebiet. Die ermittelten Mindestflughöhen müssen einen Mindestabstand über dem kritischen Hindernis innerhalb der betreffenden Gebiete gewährleisten.

2.3 ICAO Doc 8168 PANS-OPS

Das ICAO PANS-OPS legt im ersten Teil die Betriebsverfahren für Sicht- und Instrumentenflugverfahren fest (Vol.1). Diese beinhalten u. a. Regeln für die Nutzung von entsprechenden Sicht- und Instrumentenflugrouten. Im zweiten Teil (Vol. 2) werden die Regeln für die Konstruktion von eben diesen Sicht- und Instrumentenflugrouten festgelegt.

Instrumentenflugverfahren bieten dem jeweiligen Nutzer u. a. Hindernisfreiheit, da der Luftfahrzeugführer aufgrund der in Abschnitt 2.1 genannten Gründe je nach Sichtverhältnissen diese auf Basis der Außensicht nicht sicherstellen kann.

“...[] the pilot-in-command is responsible for the safety of the operation and the safety of the aeroplane and of all persons on board during flight time (Annex 6, 4.5.1). This includes responsibility for obstacle clearance, except when an IFR flight is being vectored by radar“. (ICAO Doc 8168 PANS-OPS Vol.1 Section I, Chapter 4.1).

Die Verantwortung liegt somit generell beim Luftfahrzeugführer in einer sicheren Höhe zu operieren, außer wenn das LFZ durch die Flugsicherung per Radar auf freien Steuerkursen (Radar Vectors) führt. Der Fluglotse hat für den Fall, dass ein Instrumentenflug unter Radarführung stattfindet, die Verantwortung, sichere Mindesthöhen zuzuweisen.

In PANS-OPS Vol. 2 wird die MVA im Abschnitt „Procedures based on tactical vectoring“ (Part II, Section 2, Chapter) beschrieben. Hier wird die laterale Ausdehnung der jeweiligen Sektoren („Area“) und die anzuwendende Hindernisfreiheit („Obstacle Clearance“) definiert. Außerdem werden Verfahren für die Anwendung bei kalten Temperaturen beschrieben – die Höhenmessung im LFZ erfolgt barometrisch und ist somit abhängig von der Außentemperatur.

Für die Bestimmung der MVA werden folgende Vorgaben gemacht:

- Innerhalb eines MVA-Sektors ist 300 m bzw. 984 ft Hindernisfreiheit gewährleistet über dem höchsten Hindernis mit einem lateralen Abstand von 5,6 km bzw. 3 NM, wenn die Radarantenne nicht weiter als 37 km bzw. 20 NM entfernt ist
- Innerhalb eines MVA-Sektors ist 300 m bzw. 984 ft Hindernisfreiheit gewährleistet über dem höchsten Hindernis mit einem lateralen Abstand von 9,3 km bzw. 5 NM, wenn die Radarantenne nicht weiter als 37 km bzw. 20 NM entfernt ist

2.4 ICAO Doc 4444 PANS-ATM

Das ICAO Doc PANS-ATM legt die Betriebsverfahren für die Durchführung von Flugverkehrskontrolldiensten fest. Somit stellt es das höchste Regelwerk für die Arbeit der Fluglotsen dar. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, muss der Fluglotse durch das Anweisen von entsprechenden Freigaben bei freier Kursführung die Hindernisfreiheit für Instrumentenflugverkehr gewährleisten. Hierbei dienen dem Fluglotsen die MVA-Sektoren als Grundlage.

“...[] the controller shall issue clearances such that the prescribed obstacle clearance will exist at all times. When necessary, the relevant minimum vectoring altitude shall include a correction for low temperature effect.” (ICAO Doc 4444 PANS-ATM Section 8.6.5.2).

Dies beschreibt neben der Notwendigkeit des Vergebens von Freigaben entsprechend der jeweiligen MVA auch die sogenannte „Cold Temperature Correction“. Wie bereits erwähnt, erfolgt die Höhenmessung barometrisch, d. h. die Veränderung des Luftdrucks (static pressure) am LFZ - selbst bei sich verändernder Höhe. Dies wird durch entsprechende Sensorik gemessen. Die Auswertung erfolgt auf Basis der sogenannten ICAO Standard Atmosphere (ISA) [7]. Diese legt auf Meeressniveau 15 °C als Standard fest. Sobald die Temperatur in der Realität auf Meeressniveau hiervon abweicht, ist die barometrische Höhenmessung fehlerhaft – bei niedrigeren Temperaturen zeigt der Höhenmesser einen zu hohen Wert an, bei höheren Temperaturen zeigt der Höhenmesser einen zu niedrigen Wert an. Dies kann bis zu gewissen Grenzwerten vernachlässigt werden, zumal alle Luftverkehrsteilnehmer in diesem Gebiet die gleichen „Fehler“ messen. Bei zu kalten Temperaturen ist jedoch die Hindernisfreiheit nicht mehr gewährleistet, sodass der MVA-Wert korrigiert werden muss (Cold Temperature Correction). Dieser wird dem jeweiligen Fluglotsen neben dem Standardwert zur Verfügung gestellt und muss angewendet werden, sobald eine bestimmte Temperatur unterschritten wird.

2.5 EU 923/2012 SERA

Basierend auf dem ICAO Annex 2 legt SERA vereinheitlichte Luftfahrtregeln für den Luftverkehrsbetrieb in ganz Europa fest. Diese beinhalten auch die Festlegung von Vorgaben für das Einhalten von Hindernisfreiheit und die dazugehörigen Werte bezüglich Höhe und Abstand zum jeweiligen Hindernis.

In SERA 5015 „Instrumentenflugregeln“ wird festgelegt, dass die Hindernisfreiheit außerhalb von festgelegten Mindestflughöhen auf entsprechenden Instrumentenflugverfahren mindestens 300 m bzw. 1.000 ft in einem Abstand von 8 km vom höchsten Hindernis betragen muss.

Da in Deutschland ein sogenanntes Radarnetzwerk (RADNET) der Deutschen Flugsicherung (DFS) für die Erzeugung des Radarbildes für den verantwortlichen Fluglotsen verwendet wird, kann die Distanz des LFZ zur jeweiligen Radarantenne nicht bestimmt werden. Das LFZ wird meistens von mehreren Radarantennen gleichzeitig erfasst. Demzufolge kann die Vorgabe aus PANS-OPS hinsichtlich der Distanz zur Radarantenne und dem davon abhängig variablen Mindestabstand zu Hindernissen von 3 bzw. 5 NM nicht angewendet werden (vgl. Abschnitt 2.3). Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) wendet in Absprache mit der DFS somit die Vorgabe aus SERA hinsichtlich des Mindestabstandes zum höchsten Hindernis von 8 km an.

2.6 Zusammenfassung

Auf Basis der genannten Regularien werden in Deutschland folgende Vorgaben zur Festlegung der MVA-Sektoren angewendet:

- Hindernisfreiheit 300 m bzw. 984 oder 1.000 ft mit einem Abstand von 8 km über dem höchsten Hindernis
- 500 ft über dem unkontrollierten Luftraum (Klasse G)
- Cold Correction für niedrige Temperaturen

Alle Kriterien müssen erfüllt werden. Der unkontrollierte Luftraum ist in Deutschland 2.500 ft über Grund hoch. In der Nähe von großen Verkehrsflughäfen oder militärischen Flughäfen wird die vertikale Grenze auf 1.700 bzw. 1.000 ft abgesenkt. Dementsprechend ist für die Festlegung der MVA meist das höchste Hindernis relevant.

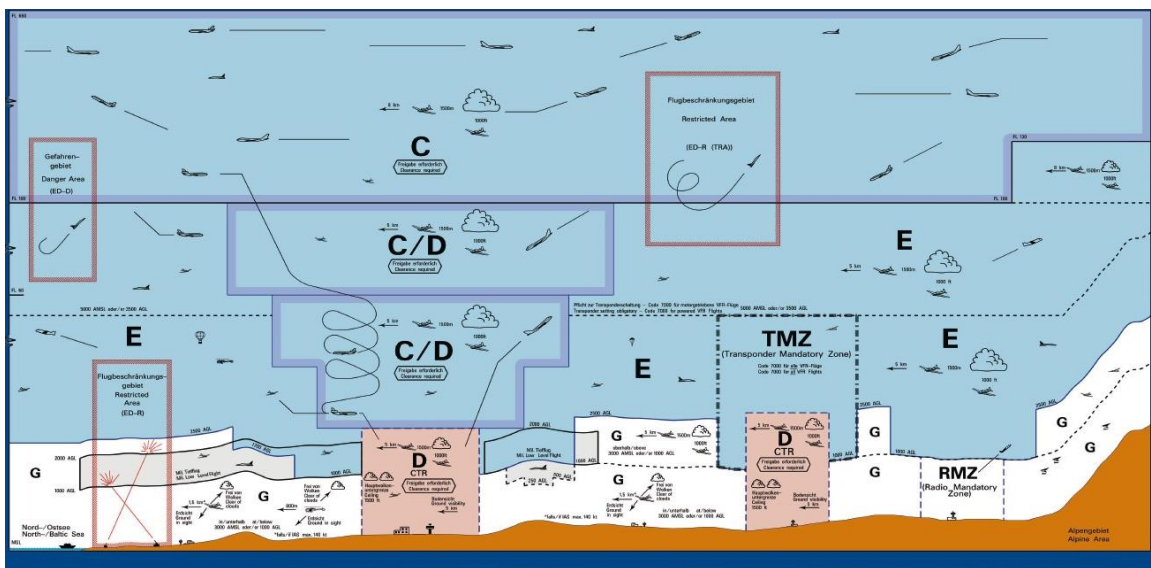


Abbildung 1: Luftraumklassen in Deutschland [DFS AIP]

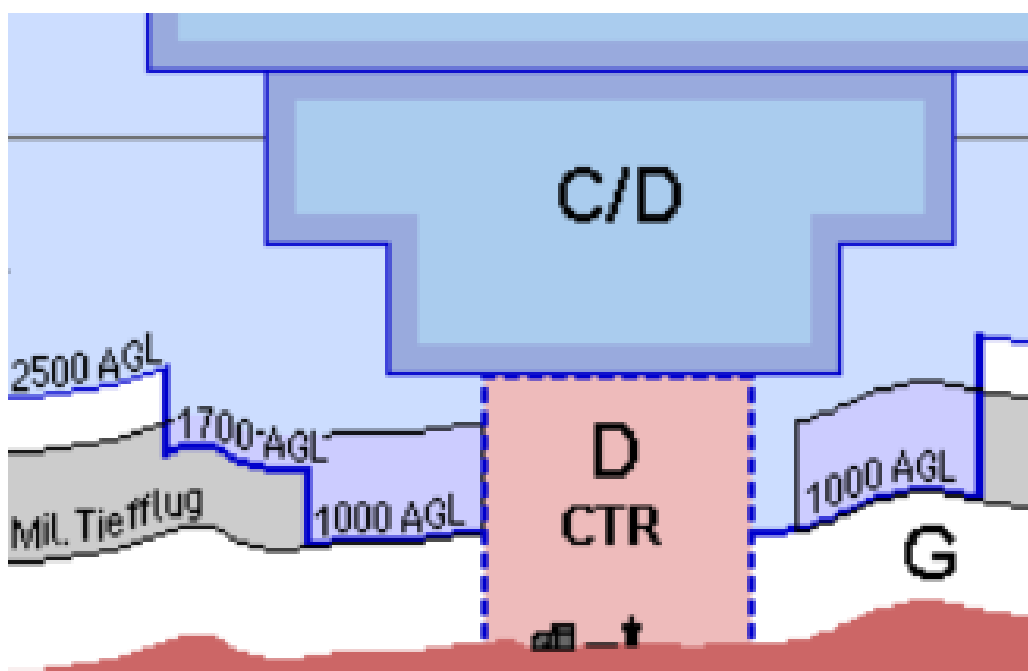


Abbildung 2: Abgesenkter Luftraum G (unkontrolliert) in der Nähe von Verkehrsflughäfen [DFS AIP]

3 Betriebsverfahren MVA

3.1 Allgemein

Die MVA ermöglicht es dem Radarlotsen bis zu dieser Höhe Luftfahrzeuge auf frei wählbaren Steerkursen („Radar Vectors“) zu führen. Die MVA definiert sich in Abhängigkeit des höchsten Hindernisses in 8 km Entfernung mit einem entsprechenden Sicherheitsabstand von 300 m. Dem Fluglotsen liegt eine entsprechende Karte mit Sektoren vor, in der die minimalen Höhen zur Kursführung eingetragen sind. Die Zahlen entsprechen 100er ft Schritten – bei Radar-Kursführung darf er das Luftfahrzeug nicht unter diese Höhe mittels einer Freigabe sinken lassen, da sonst keine Hindernisfreiheit mehr gewährleistet ist.

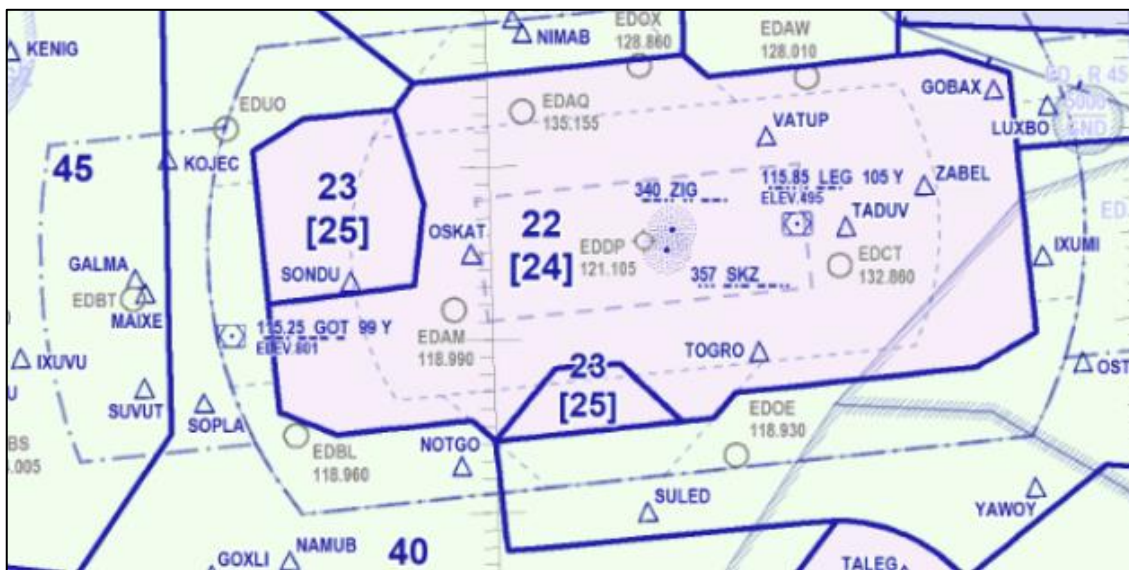


Abbildung 3: MVA-Sektoren am Verkehrsflughafen Leipzig [DFS AIP]

Grundsätzlich besteht ein Flugereignis nach Instrumentenflugregeln aus folgenden Elementen:

- Start
- Steigflug
- Streckenflug
- Sinkflug
- Endanflug
- Landung

Nach dem Start wird durch einen möglichst kontinuierlichen Steigflug die geplante Reiseflughöhe erreicht und diese erst in Richtung Zielflughafen verlassen, um in einem möglichst kontinuierlichen Sinkflug zum Endanflug und Landung zu kommen. Hierbei werden verschiedene Instrumentenflugverfahren verwendet, welchen den jeweiligen Flugelementen zugeordnet sind. Nach dem Start erfolgt der Abflug auf einer Standard Instrument Departure Route (SID), der weitere Steigflug, Streckenflug und Sinkflug erfolgt auf dem ATS-Streckennetz und der Anflug auf einer Standard Terminal Arrival Route und Final Approach (vgl. Abbildung 4).

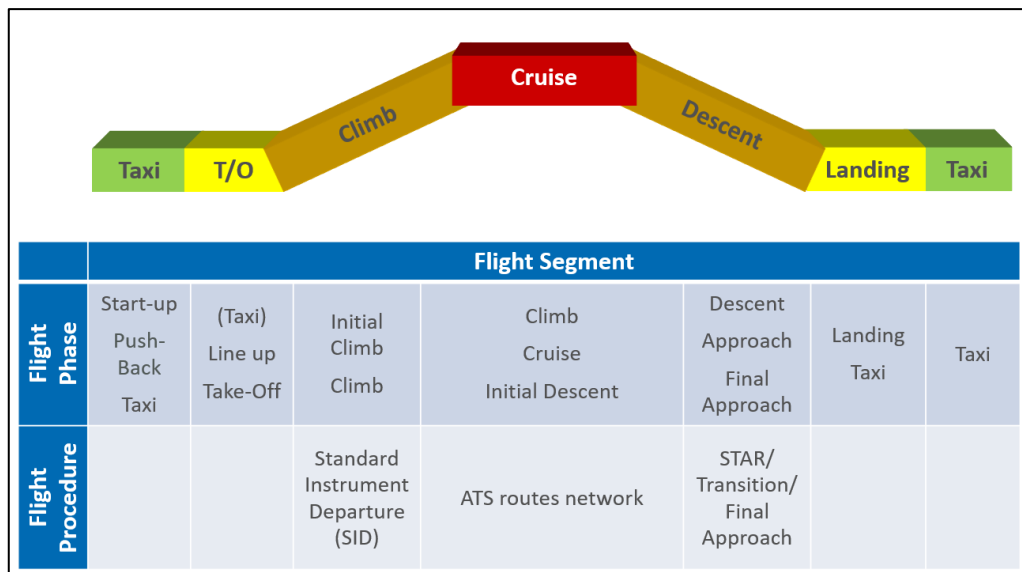


Abbildung 4: Segmente Instrumentenflug

Alle Instrumentenflugverfahren werden entsprechend den Vorgaben des ICAO Doc 8168 PANS-OPS konstruiert und bieten den LFZ Hindernisfreiheit. Somit kann der gesamte Flug, auch bei geringer Sichtweite und fehlender Bodensicht, sicher durchgeführt werden. Der sogenannte Verfahrensschutzraum wird nach festgelegten Kriterien – z. B. der Genauigkeit der verwendeten Navigationssysteme – bestimmt. Darüber hinaus dürfen sich keine Hindernisse innerhalb des Verfahrensschutzraums befinden.

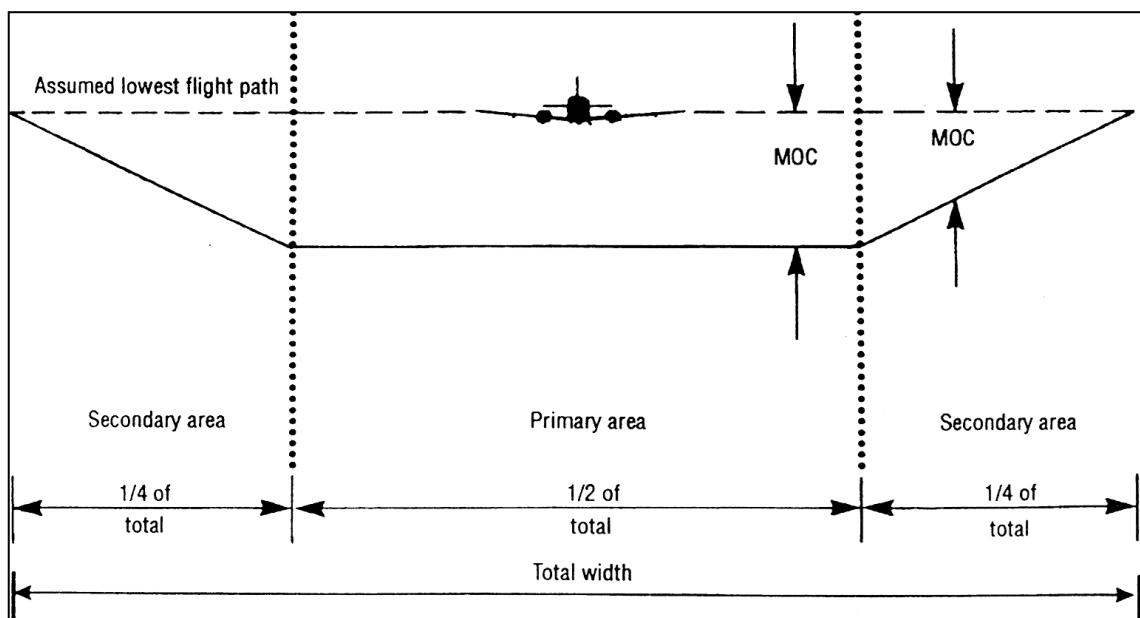


Abbildung 5: Verfahrensschutzraum nach ICAO PANS-OPS [22]

Entsprechend dem vertikalen Flugprofil befindet sich ein LFZ grundsätzlich nur zum Ab- und Anflug in Bodennähe bzw. niedrigen Flughöhen. So lange es sich innerhalb bestimmter lateraler Grenze der Instrumentenflugverfahren befindet, besteht Hindernisfreiheit und keine Gefahr, mit einem Hindernis oder dem Grund zu kollidieren.

Sobald der Fluglotse das LFZ mittels einer sogenannten Freigabe mit einem Steuerkurs (Radar Vector) von dem veröffentlichten Instrumentenflugverfahren führt, muss weiterhin

Hindernisfreiheit gegeben sein (vgl. Abschnitt 2.3). Hierfür dient ihm die jeweilige MVA, welche eben die geforderten 1.000 ft vertikalen Mindestabstand zum höchsten Hindernis bzw. dem Boden gewährleistet.

In den folgenden Abschnitten werden die jeweiligen Betriebsverfahren erläutert, welche ein solches Verlassen veröffentlichter Instrumentenflugverfahren bedingen.

3.2 Zivile Betriebsverfahren / MVA-Sektoren

Wie bereits erwähnt, folgt das LFZ während seines Flugverlaufs den veröffentlichten Instrumentenflugverfahren. Unter bestimmten Umständen führt der verantwortliche Fluglotse das LFZ von den veröffentlichten Routen weg – folgende Szenarien kommen in Betracht:

- **Shortcut / Direct Routing**

Während des An- oder Abflugs auf einer SID oder STAR folgt das LFZ der jeweiligen Route. Je nach Verkehrslage kann der Fluglotse ein Direct-Routing anweisen, um den Flugweg zu verkürzen (roter Pfeil, Abbildung 6). Dies kann immer nur oberhalb der jeweiligen MVA erfolgen, um weiterhin Hindernisfreiheit zu gewährleisten.

Im Streckenflug erhält ein LFZ ebenfalls je nach Verkehrslage und Arbeitslast des Fluglotsen entsprechende Direct-Routings. Auf Grund der großen Höhe ist hier die MVA meist nicht relevant. Vor allem im Anflug auf sogenannten „Transitions“ werden Direct-Routings häufig vergeben, um den Flugweg „abzukürzen“. Auch dies kann nur erfolgen, sofern sich das LFZ auf oder oberhalb der MVA befindet.

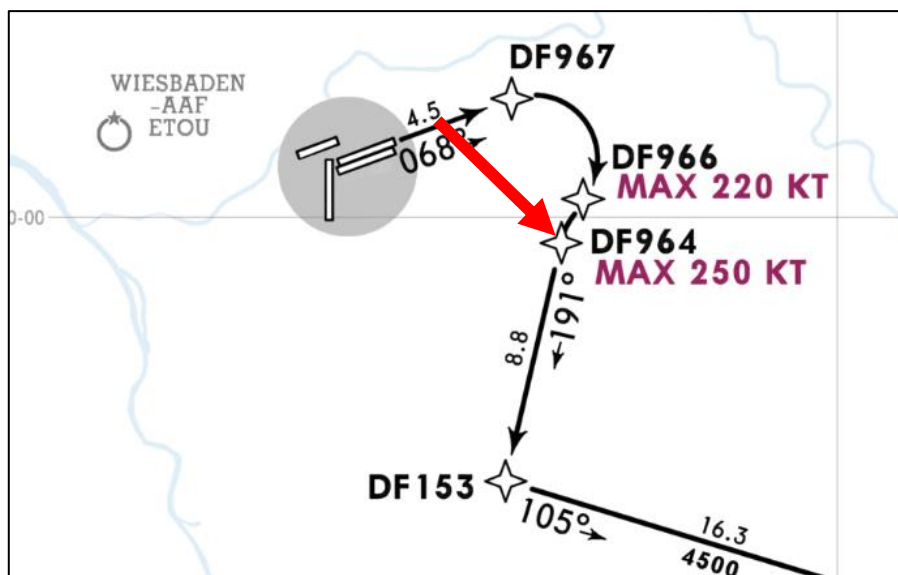


Abbildung 6: Abflugroute SID Flughafen Frankfurt/Main [Jeppesen]

- **Final Approach**

Sofern das LFZ nicht dem veröffentlichten Standardapproach folgt, welcher oftmals eine lange laterale Wegstrecke beinhaltet, kann es vom Fluglotsen zum Beginn des Endanflugs (Final Approach Fix / FAF) mit Hilfe von freien Steuerkursen geführt werden (vetcored). Dies dient ebenso der Flugwegverkürzung, um den Flug insgesamt effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten. Dies kann

nur erfolgen, sofern die MVA unterhalb oder zumindest in der Höhe des FAF liegt. Abbildung 7 zeigt den Standardflugweg in grün sowie einen verkürzten Flugweg mit Hilfe von Radar Vectors in rot.

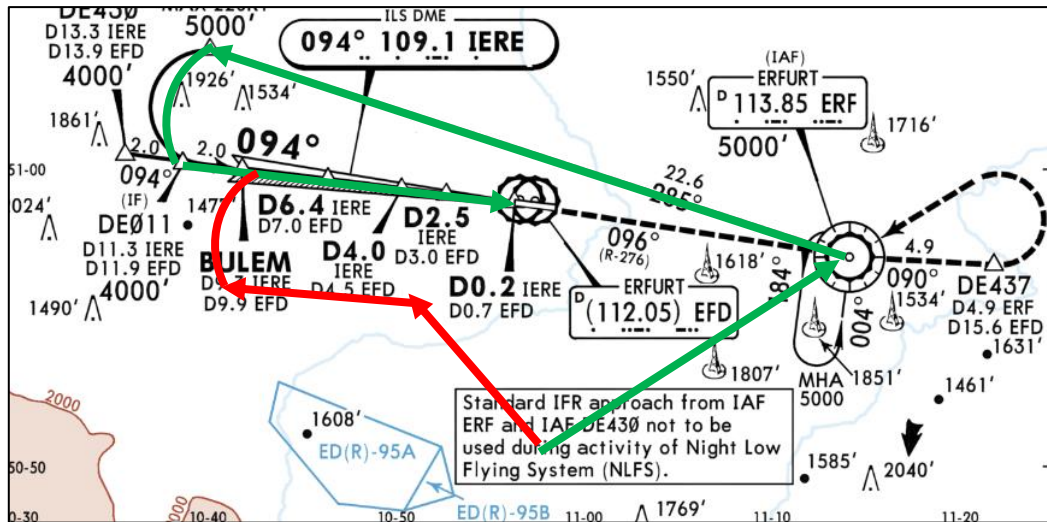


Abbildung 7: Standard Anflug Erfurt Landebahn 09 [Jeppesen]

- **Short Final Approach**

Je nach Verkehrslage und Position des LFZ relativ zur aktiven Landebahn kann der verantwortliche Fluglotse dem Luftfahrzeugführer einen verkürzten Endanflug anbieten. Hierfür muss das LFZ unter die Höhe des Beginns des Endanflugs am FAF (Final Approach Altitude) sinken, um den Endanflug in einer geringeren Distanz zur Landebahnschwelle zu beginnen. Diese Höhe muss sich auf oder oberhalb der jeweiligen MVA befinden (vgl. Abbildung 8, grün/Standardanflug, rot/verkürzter Anflug).

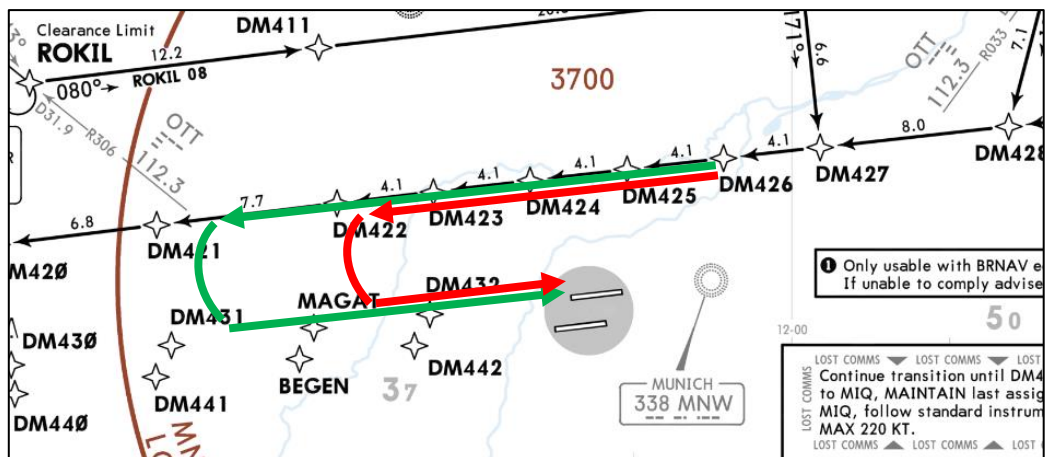


Abbildung 8: Final Approach München Landebahn 08L [Jeppesen]

- **IFR Pick-Up**

Unter gewissen Umständen wird ein Flug nicht unter Instrumentenflugregeln begonnen oder beendet, sondern unter Sichtflugregeln. Dies kann z. B. bei kleinen Flugplätzen der Fall sein, welche keine veröffentlichten Ab- oder Anflugverfahren haben. Der Flug muss dann unter Sichtflugbedingungen mit entsprechenden

Minima für Flugsicht und Wolkenuntergrenze begonnen werden und kann erst nach dem Abflug unter IFR weitergeführt werden. Um diesen Wechsel der Flugregel von VFR zu IFR durchzuführen, muss sich das LFZ auf oder oberhalb der jeweiligen MVA befinden. Auch bei einem Wechsel der Flugregel vom Instrumentenflug zu Sichtflug (IFR-VFR), wenn der Flug auf einem kleinen Flugplatz ohne Instrumentenflugverfahren beendet wird, muss dieser Wechsel oberhalb der MVA stattfinden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass auf Basis der MVA der verantwortliche Fluglotse Freigaben für freie Kursführung (Radar Vectors) geben oder einen Wechsel der Flugregel durchführen kann. Rein aus Sicht der Flugsicherung und des Flugbetriebs bietet eine niedrigere MVA mehr Flexibilität hinsichtlich der Verkehrsführung. Oftmals wird die minimale Höhe der MVA im realen Flugbetrieb nicht ausgenutzt bzw. benötigt. Entsprechende Kriterien zur Bestimmung der tatsächlich benötigten minimalen Höhe zur sicheren und effizienten Erbringung der Flugverkehrskontrolldienste werden in Kapitel 4 vorgestellt.

3.3 Militärische Betriebsverfahren / MVA-Sektoren

Grundsätzlich kommen alle Betriebsverfahren hinsichtlich der Verwendung der MVA bei der zivilen Flugsicherung auch bei der militärischen Flugsicherung zum Einsatz. In Deutschland besteht das Prinzip der Integration des militärischen Luftverkehrs in den zivilen Luftverkehr – militärische LFZ werden im Streckenflug von der zivilen Flugsicherung kontrolliert und wie zivile LFZ hinsichtlich der Vergabe von Freigaben und dem Einhalten von Staffelungsminima zu anderen LFZ (zivil oder militärisch) behandelt. Nur im Nahbereich militärischer Flughäfen bestehen militärische Flugsicherungsstellen, welche für die An- und Abflüge am jeweiligen Flughafen sowie dem Verkehr im Nahbereich des Flughafens verantwortlich sind. Hierfür werden – je nach Bedarf – eigene Zuständigkeitsbereiche um die Flughäfen mit lateralen und vertikalen Limits errichtet, in denen eine militärische Flugsicherungsstelle Flugsicherungsdienste inklusive Radargestützte Flugverkehrskontrolle erbringt.

Ein militärisches Flugereignis unterscheidet sich grundsätzlich hinsichtlich der Elemente Start, Steigflug, Streckenflug, Sinkflug, Endanflug und Landung nicht. Der Streckenflug wird hier jedoch nicht immer unter den Gesichtspunkten der effizientesten Trajektorie wie bei der zivilen Luftfahrt durchgeführt, sondern unterliegt u. U. bestimmten Anforderungen der jeweiligen Mission. Dies kann z. B. bestimmte Tiefflugsegmente enthalten, welche in speziell eingerichteten Lufträumen stattfinden. Ebenso bestehen militärische Trainingsgebiete, in denen - geschützt vor zivilem Luftverkehr - militärische Übungen (z. B. Luftkampf) stattfinden.

An den militärischen Flughäfen in Deutschland bestehen analog zur zivilen Luftfahrt MVA-Zonen, welche nach den gleichen Vorgaben (1.000 ft vertikal / 8 km lateral zum höchsten Hindernis, 500 ft über dem unkontrollierten Luftraum) durch den militärischen Flugbetrieb festgelegt werden. Zu den in Abschnitt 3.2 genannten Betriebsverfahren besteht in der militärischen Luftfahrt folgendes Betriebsverfahren:

- **Radar-Pattern**

Für das Training von An- und Abflugverfahren kann ein LFZ in der sogenannten Platzrunde (Traffic Pattern, Aerodrome Traffic Circuit) durch den

verantwortlichen Fluglotsen nach dem Abheben in einer möglichst kurzen Flugstrecke wieder zum Anflug geführt werden. Hierbei folgt er den Elementen der Platzrunde – Upwind, Crosswind, Downwind, Base, Final.

Diese weist er durch entsprechende Steuerkurse an (Radar Vectors), sofern dies unter IFR durchgeführt wird. Die Steuerkurse kann er nur anweisen, sofern sich das LFZ auf oder oberhalb der jeweiligen MVA befindet.

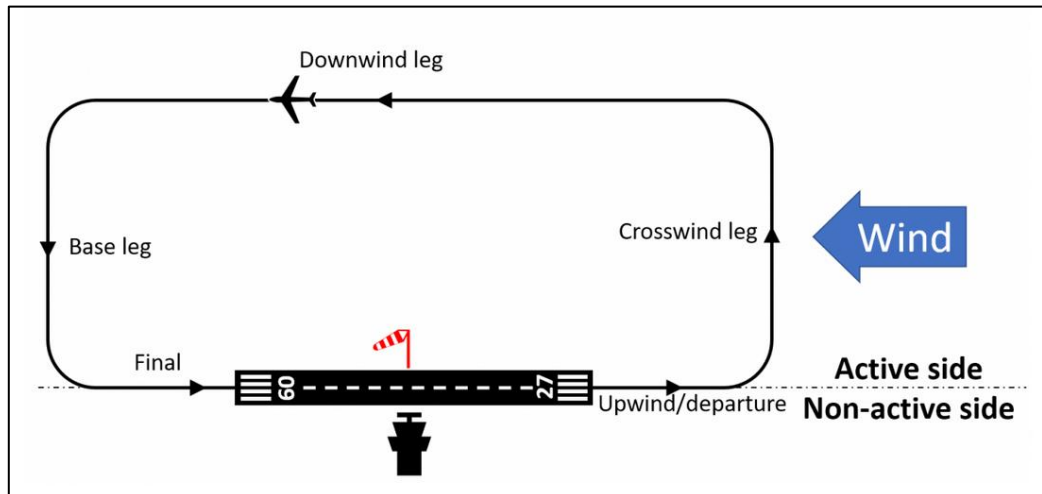


Abbildung 9: Elemente der Platzrunde [Skybrary]

Radar-Pattern werden auch in der zivilen Luftfahrt angewendet, z. B. wenn an einem Flughafen ein Training nach IFR durchgeführt wird. An militärischen Flughäfen wird dies jedoch wesentlich öfter durchgeführt und hat somit eine höhere Relevanz für den militärischen Flugbetrieb. Analog zur zivilen Flugsicherung bietet die MVA dem militärischen Fluglotsen entsprechende Flexibilität in der Verkehrsführung – je niedriger die MVA ist, umso mehr Flexibilität besteht. Auch hier gilt es jedoch abzuwägen, inwieweit die minimale Höhe eines spezifischen MVA-Sektors im realen Flugbetrieb genutzt wird.

4 Kriterien zur Anpassung der MVA

Die MVA dient zur Sicherstellung der Flexibilität der Verkehrsführung des jeweiligen Fluglotsen – außerhalb veröffentlichter Instrumentenflugverfahren. Sofern eine Anpassung bzw. Anhebung im Sinne der Optimierung der Bauhöhenbeschränkung erfolgen soll, müssen bestimmte Kriterien hinsichtlich der Verkehrsführung durch die Flugsicherung beachten bzw. weiterhin gewährleistet werden.

Folgende regulative Kriterien (vgl. Abschnitt 2) dienen der Festlegung der MVA:

- Hindernisfreiheit 300 m bzw. 984 oder 1.000 ft mit einem Abstand von 8 km über dem höchsten Hindernis
- 500 ft über dem unkontrollierten Luftraum (Klasse G)
- Cold Correction für niedrige Temperaturen

Darüber hinaus werden zusätzlich folgende betriebliche Kriterien angewendet:

- **Radarabdeckung**
Nur sofern in dem Bereich bis zur minimalen Höhe der MVA eine Radarabdeckung gegeben ist, kann der Fluglotse die Radarkursführung anwenden. Sollte keine Radarabdeckung gewährleistet sein, müsste die MVA bis zu der Höhe angehoben werden, ab der eine Radarabdeckung gewährleistet ist.
- **Funkabdeckung**
Analog zur Radarabdeckung muss auch eine Funkabdeckung gegeben sein, um dem jeweiligen Luftfahrzeugführer entsprechende Kursanweisungen via Sprechfunk anweisen zu können.

In Deutschland besteht eine sehr gute Radar- und Funkabdeckung (≤ 1.000 ft GND), sodass vorwiegend das höchste Hindernis oder der Abstand zum unkontrollierten Luftraum G der reglementierende Faktor ist.

Eine Anhebung der MVA zur Optimierung der Bauhöhenbeschränkung kann wie bereits erwähnt, nur erfolgen, sofern die bestehenden Betriebsverfahren der Flugsicherung zur Verkehrsführung außerhalb veröffentlichter IFR-Verfahren nur in dem Maße eingeschränkt werden, dass weiterhin ein sicherer und effizienter Ablauf des Luftverkehrs (zivil/militärisch) gewährleistet ist.

Entsprechend der in Abschnitt 3 aufgeführten Betriebsverfahren zur zivil/militärischen Nutzung der MVA sollten folgende Kriterien bei einer Anhebung der MVA beachtet werden:

- **Lokale Instrumentenflugverfahren**
Jeder zivile oder militärische Flughafen hat je nach Größe entsprechende Instrumentenflugverfahren für den An- und Abflug (vgl. Kapitel 3). Die jeweiligen MVA-Sektoren sind oftmals in ihrer Form (lateral) und ihrer Höhe so ausgelegt, dass die IFR-Verfahren möglichst optimal genutzt werden können. So sollte z. B. der Beginn einer Anflugroute (STAR) hinsichtlich der vorgeschriebenen Höhe durch die MVA ermöglicht werden. Ebenso sollten die verschiedenen Elemente des Anfluges (Initial Approach Fix, Final Approach Fix – siehe nächster Aufzählungspunkt) in Abhängigkeit der lokalen Betriebsverfahren nutzbar sein.
- **Final Approach Altitude**
Die MVA-Sektoren sollten gewährleisten, dass der Fluglotse die LFZ bei Radarkursführung (Radar Vectors) auf die jeweilige Endanflug-Höhe (Final Approach

Altitude) am Final Approach Fix (FAF) sinken lassen kann. Somit wird sichergestellt, dass das LFZ je nach Verkehrslage einen möglichst effizienten Flugweg hinsichtlich Flugzeit, Streckenlänge und Lärmvermeidung in Richtung Endanflug erhält.

Dabei sollte jedoch im Einzelfall unterschieden werden, ob es sich um einen internationalen Verkehrsflughafen mit hohem Verkehrsaufkommen oder einen Regionalflughafen mit eher geringem Verkehrsaufkommen handelt. Im letzteren Fall wird u. U. nur der sogenannte Standardanflug durch die Flugsicherung angewiesen, welcher am sogenannten Initial Approach Fix (IAF) in einer größeren Höhe als am FAF des Anflugs beginnt.

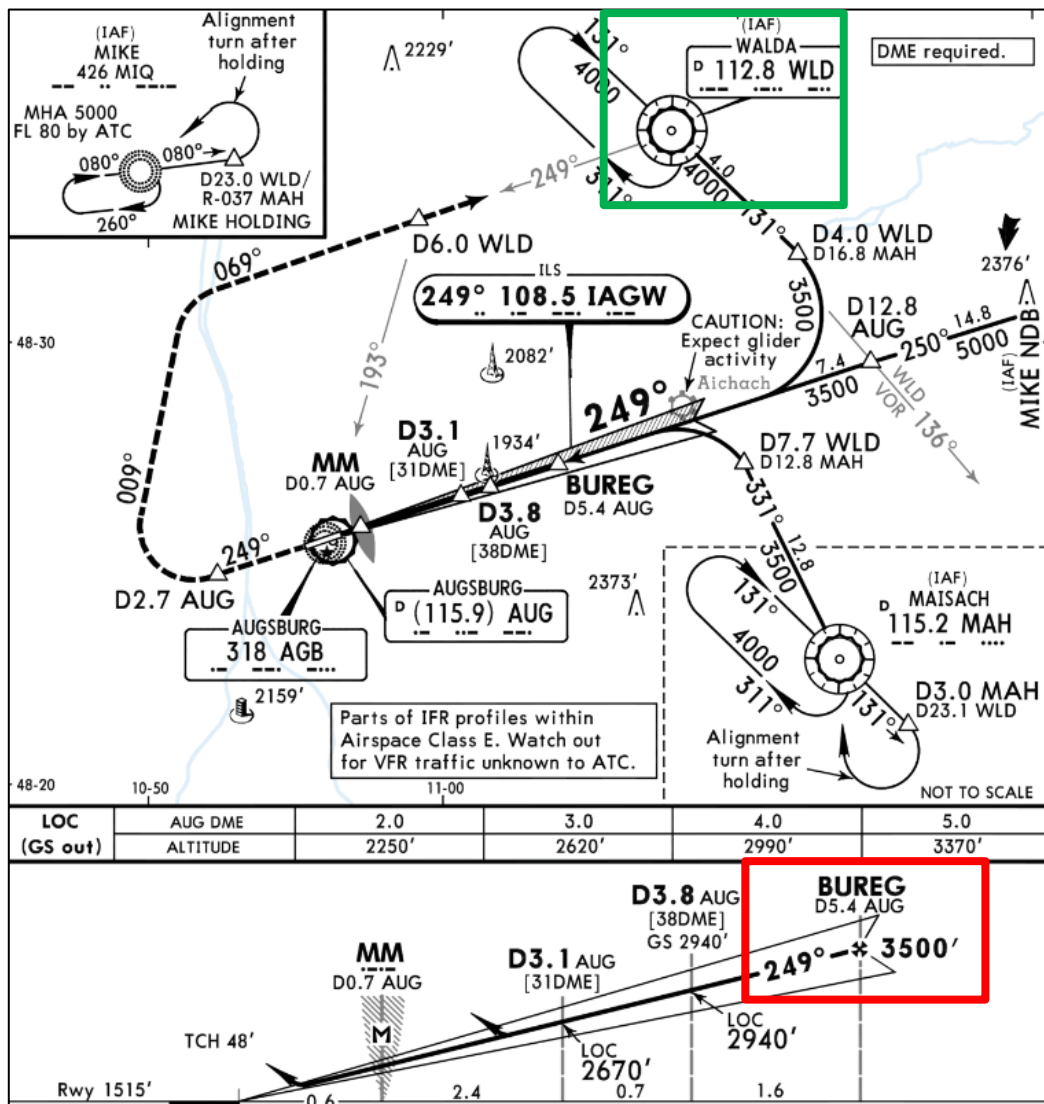


Abbildung 10: ILS-Anflug Augsburg Landebahn 25 [Jeppesen]

Abbildung 10 zeigt den ILS-Anflug am Flughafen Augsburg auf die Landebahn 25. Das FAF BUREG befindet sich in 3.500 ft (rot) – demzufolge würde der verantwortliche Fluglotse mindestens eine MVA von 3.500 ft im Umkreis des FAF benötigen, um ein ankommendes LFZ zum Beginn des Endanflugs beim FAF mit Radar Vectors zu führen. Würde er jedoch den Standardanflug verwenden,

welcher beim VOR Walda in 4.000 ft beginnt (WLD, grün), würde eine MVA von 4.000 ft genügen.

Die Entscheidung hinsichtlich der Nutzung und Relevanz des IAF am Standardanfluges oder des FAF am Beginn des Endanfluges ist je nach Flughafen verschieden. Anzahl an Flugbewegungen, Arbeitslast des Fluglotsen und die Anzahl an Flughäfen mit Instrumentenflugbetrieb innerhalb eines Anflugkontrollsektors sind Kriterien, welche für diese Abwägung eine Rolle spielen.

- **Volle 1.000 ft für vertikale Staffelung**

Die vertikale Höhenstaffelung im Instrumentenflugverkehr beträgt i. d. R. 1.000 ft [ICAO Doc 4444, PANS-ATM]. Die Flugsicherung weist den LFZ in den jeweiligen Kontrollsektoren entsprechend immer volle 1000er Werte als Höhenfreigabe zu (z. B. 3.000 ft, 4.000 ft, 5.000 ft). Das Anheben eines MVA-Sektors von einem vollen 1000er Wert weg kann somit erhebliche betriebliche Einschränkungen bedingen. Je nach Komplexität der lokalen Luftraumstruktur kann das Verlieren eines „Levels“ zu einem Verlust an Kapazität führen, da der verantwortliche Lotse nun den nächsten vollen 1000er Wert nutzen muss.

War der MVA-Wert z. B. vorher auf 4.000 ft, so konnten andere LFZ in 5.000 ft mit entsprechend 1.000 vertikaler Staffelung sicher überfliegen. Sollte der MVA-Wert nun z. B. auf 4.200 ft ansteigen, würden dem Fluglotsen nun erst wieder 5.000 ft als „Level“ zur vertikalen Staffelung zur Verfügung stehen – sofern sich mehrere LFZ in dem MVA-Sektor befinden.

- **Lokale Betriebsverfahren**

An jedem Flughafen bestehen lokale Betriebsverfahren – die Verkürzung des Endanflugs (Short Final Approach), Radar Pattern oder der Wechsel der Flugregel (IFR-Pickup) sind hierfür einige Beispiele. Je nach Größe und Verkehrslast haben diese Verfahren entsprechende Relevanz für den sicheren und effizienten Ablauf des lokalen Luftverkehrs. Ebenso bestehen individuelle Einsatzzwecke vor allem im militärischen Flugbetrieb, welche bestimmte Minimalhöhen und laterale Ausdehnung der MVA-Sektoren bedingen.

Bei einer Optimierung der MVA-Sektoren hinsichtlich der resultierenden Bauhöhenbeschränkung müssen alle genannten Kriterien individuell für den spezifischen Flughafen analysiert werden. Pauschale Aussagen hinsichtlich einer Anhebung aller MVA-Sektoren sind demzufolge nur schwer möglich. Betriebsverfahren stehen oftmals in einer komplexen Abhängigkeit zueinander, gerade bei benachbarten Flughäfen mit einer geringen Distanz und sich überschneidenden Zuständigkeitsbereichen zueinander.

Sollte z. B. das FAF angehoben werden, um eine höhere MVA zu ermöglichen, verlängert sich die Strecke des Endanflugs u. U. erheblich. Bei einem FAF mit 3.000 ft Höhe beträgt die projizierte Strecke des Endanflugs am Boden bei einem international standardisierten 3° Anflug ca. 17,5 km. Bei einer Anhebung des FAF um 300 ft verlängert sich der Endanflug um entsprechend 1.745 m. Dies führt zu einer zusätzlichen Flugstrecke sowie Spritverbrauch und sollte in die Gesamtbetrachtung mitaufgenommen werden.

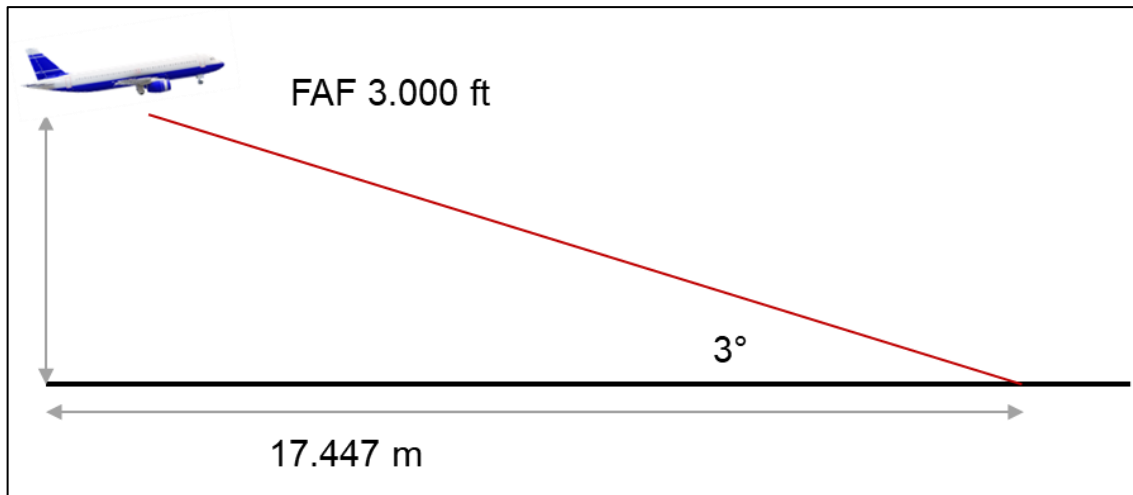


Abbildung 11: Abhängigkeit Höhe FAF Länge Endanflug [Eigene Darstellung]

5 Handlungsempfehlungen

Die Festlegung von MVA-Sektoren unterliegt einem komplexen Entscheidungsprozess, in welchem unterschiedliche regulative und betriebliche Kriterien zu beachten sind. MVA-Sektoren werden benötigt, um dem verantwortlichen Fluglotsen Handlungsspielraum in der Verkehrsführung zu geben und die sichere und effiziente Bearbeitung des Luftverkehrs zu gewährleisten. Für eine Anpassung der MVA-Sektoren zur Optimierung der Bauhöhenbeschränkung besteht trotz allem ein gewisser Spielraum, sofern die in Abschnitt 4 genannten Kriterien beachtet werden.

Folgende Handlungsempfehlungen lassen sich entsprechend ableiten:

1. Jeder Flughafen (zivil/militärisch) inklusive der dazugehörigen MVA-Sektoren sollte **individuell** betrachtet werden. Dies beinhaltet die lokalen Instrumentenverfahren, Betriebsverfahren und Abhängigkeiten zum umgebenden Luftraum/Luftverkehr inklusive benachbarter Flughäfen. Hierfür sollte eine **Diskussion mit den jeweiligen Fluglotsen und Verfahrensplanern** durchgeführt werden, um die tatsächliche betriebliche Nutzung der MVA-Sektoren festzustellen und mögliches Optimierungspotential festzustellen. Die MVA-Sektoren bilden meist die bestehenden Hinderniskulisse ab und werden betrieblich u. U. nicht voll genutzt.
2. Es sollte ein **Abgleich der zivilen und militärischen MVA-Sektoren** erfolgen. Die DFS hat für ganz Deutschland eine Karte der MVA-Sektoren im nationalen Luftfahrt-Handbuch AIP (Aeronautical Information Publication) im Abschnitt „Enroute 6 Streckenkarte – Kursführungsmindesthöhenkarte“ veröffentlicht. Ebenso veröffentlicht die Bundeswehr in der Mil AIP Abschnitt Flugplätze für jeden militärischen Flughafen eine MVA-Karte. Oftmals unterscheiden sich die Höhen und laterale Ausdehnung der zivilen und militärischen MVA-Sektoren für das gleiche Gebiet, ohne dass es hierfür eine regulative oder betriebliche Begründung besteht.

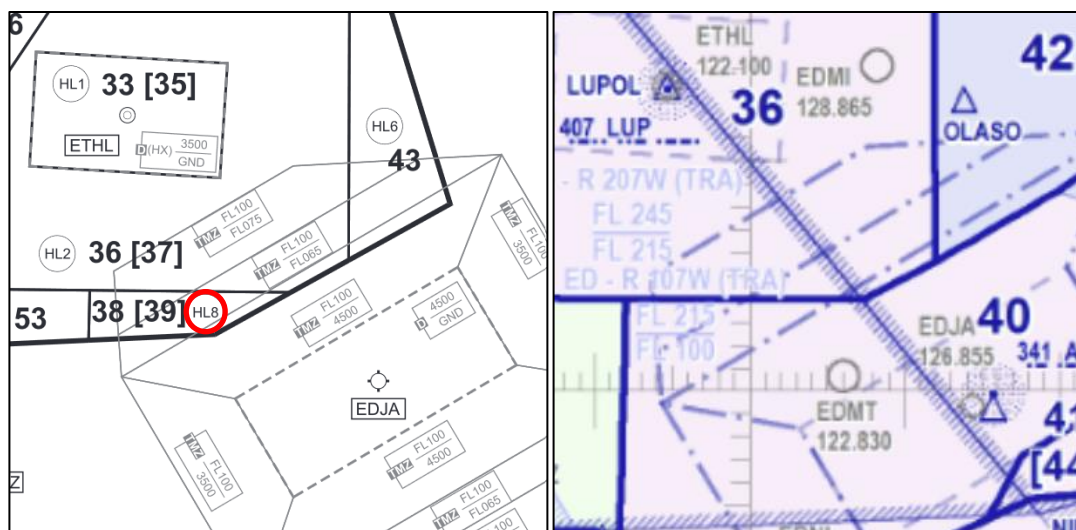


Abbildung 12: Unterschied MVA-Sektoren Militär (links) / zivil (rechts) [Mil AIP, AIP]

Abbildung 12 zeigt hierfür ein Beispiel: die MVA-Sektoren am militärischen Flughafen Laupheim – die linke Abbildung aus der Mil AIP der Bundeswehr, die rechte Abbildung aus der zivilen AIP der DFS. Im Sektor HL8 (rot markiert) ist seitens der Bundeswehr ein Sektor mit 3.800 und 3.900 ft für den Cold-Wert (in Klammern)

definiert. Seitens der DFS wurde in diesem Bereich ein Wert von 4.000 ft bestimmt. Basierend auf einer entsprechenden Analyse der lokalen Betriebsverfahren könnte u. U. eine Anpassung des HL8 Sektors an die 4.000 ft der zivilen Flugsicherung erfolgen.

3. An jedem Flughafen sollten die jeweiligen **Instrumentenflugverfahren** geprüft werden. Wie bereits beschrieben, bilden die MVA-Sektoren oftmals die jeweilige Hinderniskulisse ab. Das Delta in der Höhe zu den bestehenden IFR-Verfahren könnte für eine Anhebung der entsprechenden MVA-Sektoren genutzt werden – allerdings nur unter Beachtung der lokalen Betriebsverfahren. Die Anpassung von bestehenden IFR-Verfahren zur Anhebung der jeweiligen MVA-Sektoren kann eine weitere Maßnahme darstellen. Die jeweiligen IFR-Verfahren stehen allerdings oftmals in komplexen Abhängigkeiten zueinander und es sollten alle betrieblichen Abhängigkeiten und Folgen beachtet werden. Die Überarbeitung der IFR-Verfahren kann einen erheblichen Arbeitsaufwand erfordern, welcher in die Bewertung der Gesamtsituation mit aufgenommen werden sollte.
4. Die Anwendung der Hindernisfreiheit von 8 km lateral / 1.000 ft bzw. 300 m vertikal für den IFR-Betrieb nach EU 923/2012 wurde bereits intensiv mit der Bundeswehr und dem deutschen Verkehrsministerium diskutiert. ICAO Doc 8168 PANS-OPS nennt für den lateralen Mindestabstand 3 oder 5 NM - je nach Entfernung zur Radarantenne. Aktuell gilt in Deutschland – zumindest für den zivilen Luftverkehr – im unteren Luftraum eine laterale Radarstaffelung von 3 NM für LFZ untereinander. Dies resultiert u. U. aus der guten Radarabdeckung durch die Radaranlagen der DFS. Ebenso könnte dieser Wert auch für den lateralen Abstand zu einem Hindernis bei der Festlegung der MVA-Sektoren angewendet werden. SERA 5015 nennt hier neben dem 8 km Abstand die Möglichkeit der Festlegung einer Mindesthöhe durch, „...Staat, dessen Hoheitsgebiet überflogen wird...“ [1]. Es wäre zu diskutieren, ob aufgrund der guten Radarabdeckung hier nicht eine Verringerung des 8 km Abstands auf 3 NM (ca. 5.500 m) erfolgen kann.

Abschließend ist festzustellen, dass die Anpassung der MVA-Sektoren zur Optimierung der Bauhöhenbeschränkung eine komplexe Aufgabenstellung darstellt. Bestehende Instrumentenflugverfahren, lokale Betriebsverfahren, Lärmschutz, Längen der Flugstrecke und die Auswirkung auf die Arbeitslast des Fluglotsen und die darauf basierende Kapazität eines spezifischen Luftraums sind nur einige Faktoren, die hierfür beachtet werden müssen. Eine mögliche Anpassung kann immer nur auf Basis einer individuellen Einzelfallbetrachtung und sollte bestenfalls nur in Absprache mit betroffenen Fluglotsen und Verfahrensplanern erfolgen.

Im Anhang sind einige aktuelle Beispiele aufgeführt, welche mögliche Anpassungen von MVA-Sektoren unter Beachtung der genannten Kriterien und Handlungsempfehlungen aufzeigen.

Quellenverzeichnis

- [1] Europäische Union: Durchführungsverordnung (EU) Nr. 923/2012 der Kommission vom 26. September 2012 zur Festlegung gemeinsamer Luftverkehrsregeln und Betriebsvorschriften für Dienste und Verfahren der Flugsicherung – SERA, 26.09.2012
- [2] ICAO: Annex 2, “Rules of the Air”, 10th Edition 2005
- [3] ICAO: Annex 11, “Air Traffic Services”, 15th Edition 2018
- [4] ICAO: Doc 8168 „PANS-OPS Volume I Flight Procedures“, 6th Edition 2018
- [5] ICAO: Doc 8168 „PANS-OPS Volume II Construction of Visual & Instrument Flight Procedures“, 7th Edition 2020
- [6] ICAO: Doc 4444, „PANS-ATM Air Traffic Management“, 16th Edition 2016
- [7] ICAO: Manual of the ICAO Standard Atmosphere, 3rd Edition 1993

Anlage

Flughafen Nordholz ETMN

Der Flughafen Nordholz ist ein militärischer Flughafen und befindet sich nördlich von Bremen an der Nordseeküste. In den folgenden Abbildungen sind die militärischen und zivilen MVA-Sektoren im Umkreis des Flughafens dargestellt. Die militärischen Sektoren MN2 und MN3 weisen hier eine Abweichung zu den zivilen MVA-Sektoren auf – diese sind 1.600 ft (1.700 ft cold) hoch. Bei den zivilen MVA-Sektoren existieren diese Sektoren nicht – die Nutzung des Luftraums erfolgt jedoch auch nur durch die militärische Flugsicherung für den lokalen militärischen Flugbetrieb.

Die jeweiligen FAF der beiden Endanflüge in Landebahnrichtung 08/26 haben eine Höhe von 1.600 ft, was zumindest dem „warm“ Wert der beiden MVA-Sektoren MN2 und MN3 entspricht. Die Höhe von 1.600 ft für den Beginn des Endanflugs erscheint jedoch vergleichsweise sehr niedrig – die Endanflüge der sich in der Nähe befindlichen Flughäfen Wilhelmshaven und Wittmund beginnen in 1.700 ft - 2.000 ft.

In Absprache mit den betroffenen Institutionen für die Genehmigung von Windenergieanlagen würde eine Anhebung der Sektoren MN2 und MN3 auf 1.800 ft bereits eine erhebliche Verbesserung der Möglichkeiten hinsichtlich des weiteren Zubaus von Windenergieanlagen darstellen. Die Anflüge in Nordholz müssten folglich entsprechend am FAF um 200 ft angehoben werden, was eine Verlängerung des Endanflugs um ca. 1.200 m (ca. 0,6 NM) bedeuten würde.

Dies müsste entsprechend der Handlungsempfehlungen mit den Fluglotsen und Verfahrensplanern am Flughafen Nordholz diskutiert und bewertet werden.

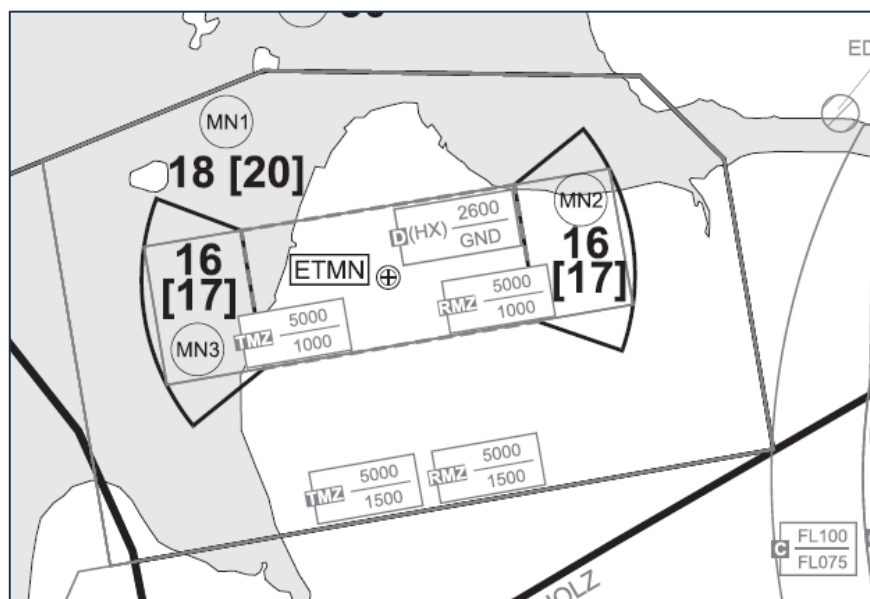


Abbildung 13: Militärische MVA-Sektoren Flughafen Nordholz [Mil AIP]

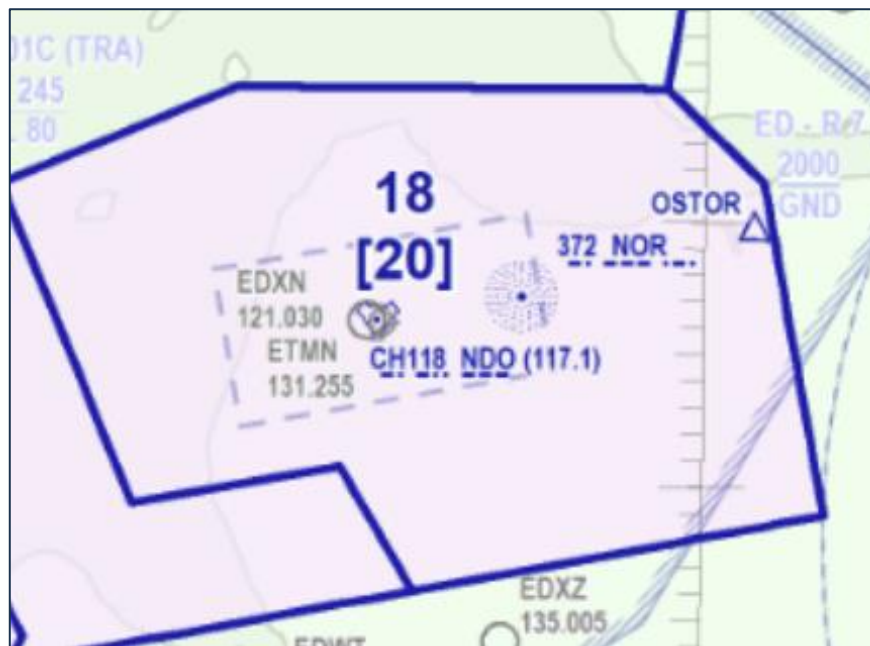


Abbildung 14: Zivile MVA-Sektoren Flughafen Nordholz [AIP]

Flughafen Frankfurt EDDF

In der folgenden Abbildung sind die zivilen MVA-Sektoren im Umkreis des internationalen Verkehrsflughafen Frankfurt/Main abgebildet. Rot markiert ist ein Sektor im Süden oberhalb des Flugplatzes Worms (EDFV) mit einer Höhe von 2.100 ft (cold 2.400 ft).

Eine betriebliche Notwendigkeit lässt sich aus den bestehenden Anflugverfahren am Flughafen Frankfurt/Main (EDDF) vorerst nicht ableiten, die Endanflughöhe am FAF beträgt hier 3.000 ft. Außerdem befindet sich in Richtung des FAF der Landebahnen 07 (Landerichtung Ost) ein weiterer MVA-Sektor mit 2.600 ft.

Der Lotse führt die Luftfahrzeuge mit Hilfe von Radar-Kursführung in Richtung des FAF, um sie dann in Richtung des Endanflugs zu drehen. Dementsprechend müsste er nach Durchflug des 2.100 ft Sektors das Luftfahrzeug wieder auf 2.600 ft steigen lassen. Dies erscheint aus betrieblicher Sicht ineffizient und nicht sinnvoll. Es ist davon auszugehen, dass der Lotse die minimal mögliche Höhe von 2.100 ft des betroffenen MVA-Sektors im normalen Betrieb nicht nutzen wird. Scheinbar bildet der MVA-Sektor die vorhandenen Hindernissituation ab. Eine Anpassung der MVA wäre grundsätzlich denkbar, sollte aber in Absprache mit den betroffenen Fluglotsen des Flughafen Frankfurt/Main der DFS diskutiert und abgesprochen werden.

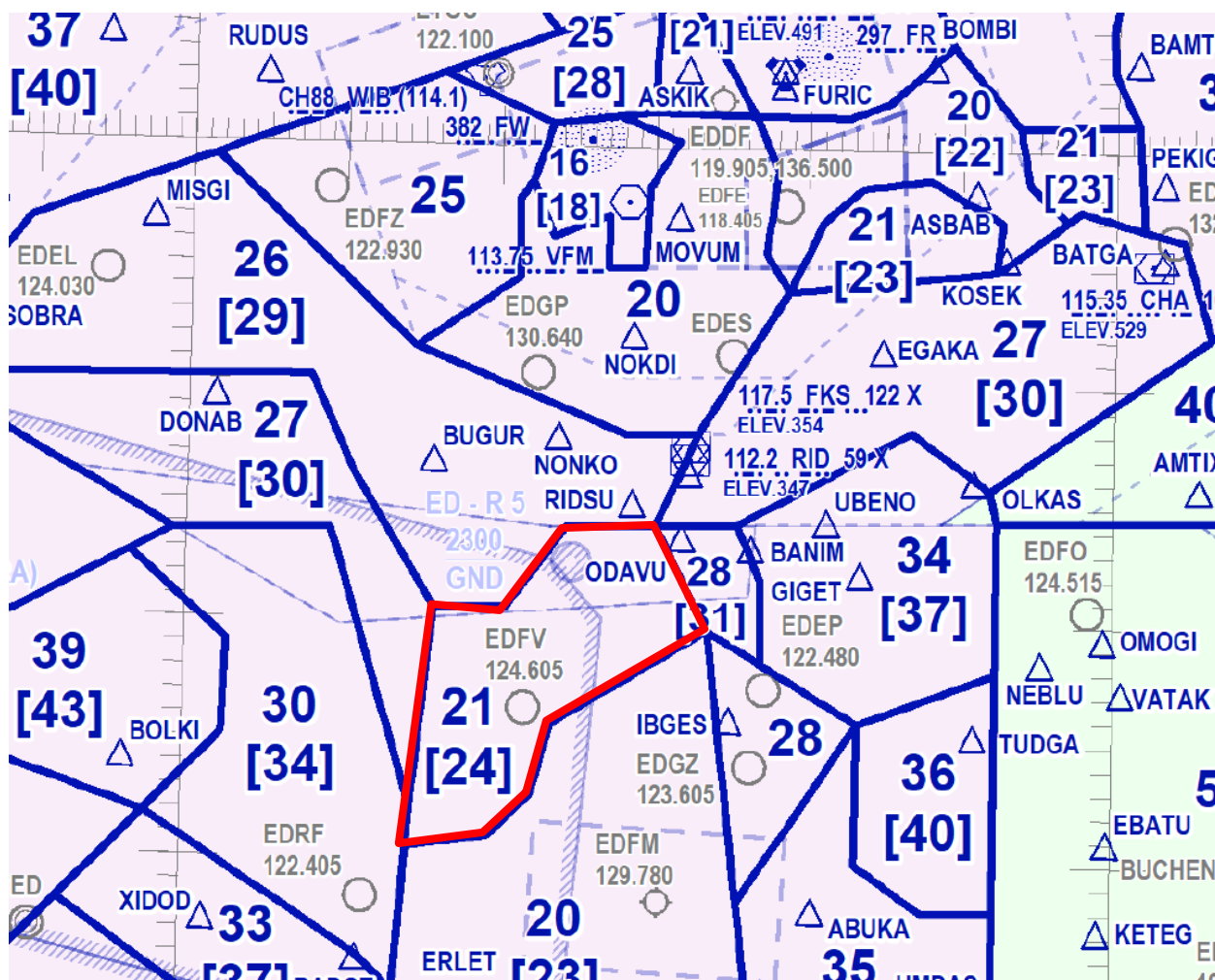


Abbildung 15: MVA-Sektoren Flughafen Frankfurt/Main [AIP]

Flughafen Lechfeld ETSL

Der Flughafen Lechfeld ist ein militärischer Flughafen und befindet sich westlich des internationalen Verkehrsflughafens München. In den folgenden Abbildungen sind die militärischen und zivilen MVA-Sektoren im Umkreis des Flughafens dargestellt.

Gerade im Nahbereich des Flughafens (roter Rahmen) fällt eine Diskrepanz zwischen den militärischen und zivilen MVA-Sektoren auf. Ebenso wird bei manchen MVA-Sektoren ein „Cold“ Wert in eckigen Klammern angegeben, bei manchen MVA-Sektoren wiederum nicht. In diesen Fällen wird der Cold-Korrektor-Faktor direkt in die Bauhöhenbeschränkung miteingerechnet – d. h. es werden nicht 300 m bzw. 1.000 ft von dem Höhenwert des MVA-Sektors als Hindernisfreiheit abgezogen, sondern ein um den Sicherheitsaufschlag für kalte Temperaturen erweiterter Wert.

Am Beispiel SL1 wäre die Bauhöhenbeschränkung in diesem Fall nicht 3.000 ft über MSL, sondern nur 2.700 ft über MSL (1.000 ft Obstacle Clearance plus 300 ft für kalte Temperaturen). Dies stellt sicher, dass der verantwortliche Lotse in diesem MVA-Sektor immer 4.000 ft anwenden kann und nicht bei kalten Temperaturen einen korrigierten Wert (z. B. 4.300 ft). Hintergrund hierbei ist meist der Fakt der betrieblich bedingten Nutzung von vollen 1.000er Werten (vgl. Kapitel 4) zur Sicherstellung der Höhenstaffelung zu anderen LFZ – in diesem Fall u. a. LFZ im Anflug nach München (Höhe Beginn Endanflug 5.000 ft).

Betrachtet man die jeweiligen Höhen zu Beginn der Endanflüge am Flughafen Lechfeld (5.000 ft bzw. 3.500 ft Richtung Landebahn 21 / 4.700 ft Richtung Landebahn 03), so erscheint eine Anhebung des MVA-Sektors SL1 mit einem Cold-Wert von 4.300 ft grundsätzlich ohne Auswirkung für die freie Kursführung im Anflug – hierfür müssten aber die lokalen Betriebsverfahren der Flugsicherung am Flughafen Lechfeld und der Anflugkontrolle des sich in der Nähe befindlichen zivilen Flughafen München analysiert werden.

Eine Optimierung der MVA-Sektoren am Flughafen Lechfeld erscheint sehr aufwendig, die Luftraumstruktur bedingt durch mehrere Flughäfen in unmittelbarer Nähe (Lechfeld, Augsburg, Oberpfaffenhofen, Memmingen, München) ist sehr komplex. Ebenso existieren diverse Instrumentenflugverfahren der verschiedenen Flughäfen, welche konfliktfrei konstruiert werden müssen. Außerdem bestehen Abhängigkeiten der lokalen Betriebsverfahren und Zuständigkeitsbereiche der zivilen (Anflugkontrolle München) und militärischen Flugsicherung.

Für eine Anpassung der MVA-Sektoren müssen all diese Faktoren berücksichtigt werden und eine intensive Bewertung der Auswirkungen für die sichere und effiziente Erbringung der Flugsicherungsdienste erfolgen. Dies kann nur unter Einbeziehung aller Beteiligten (u. a. zivile und militärische Flugsicherung) umgesetzt werden.

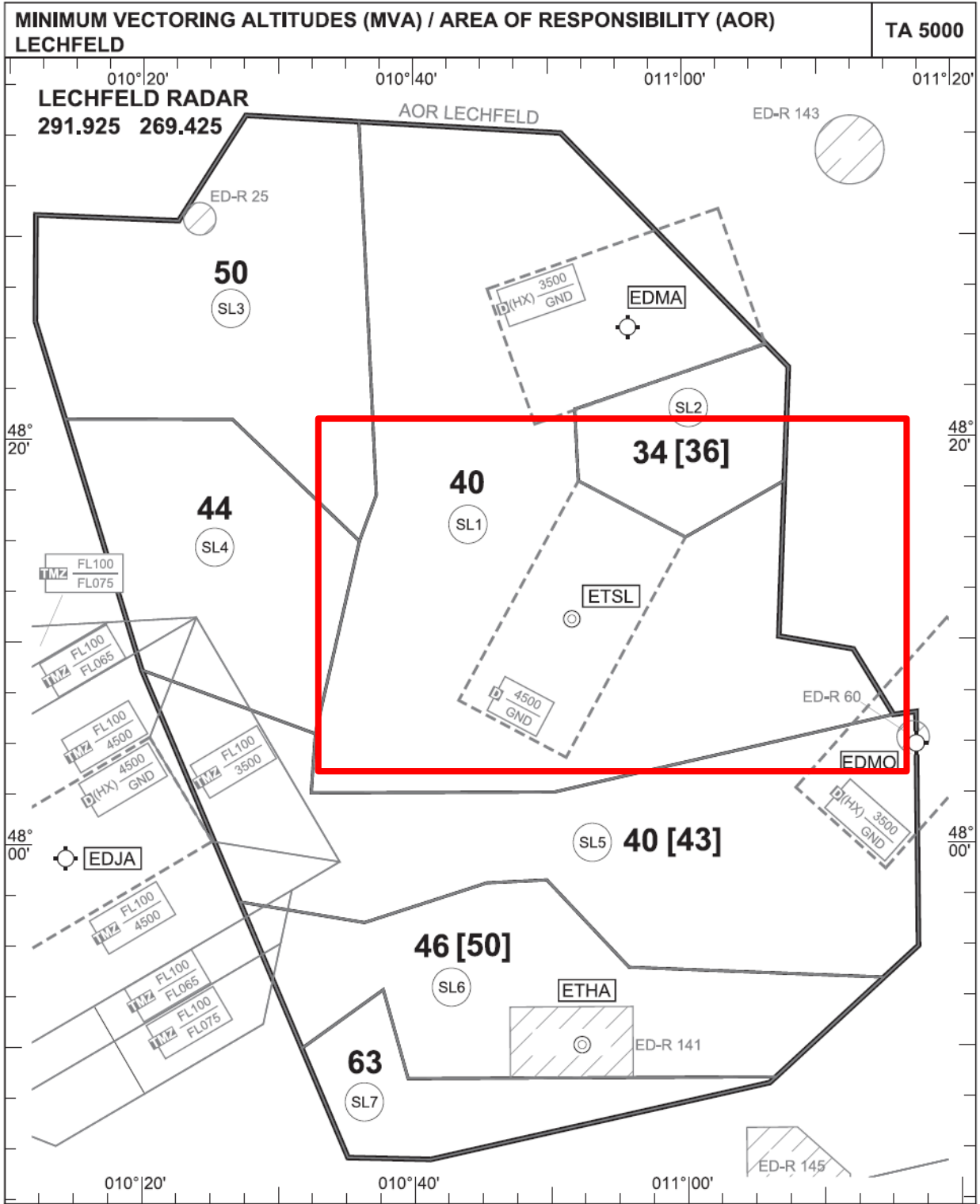


Abbildung 16: Militärische MVA-Sektoren Flughafen Lechfeld [Mil AIP]

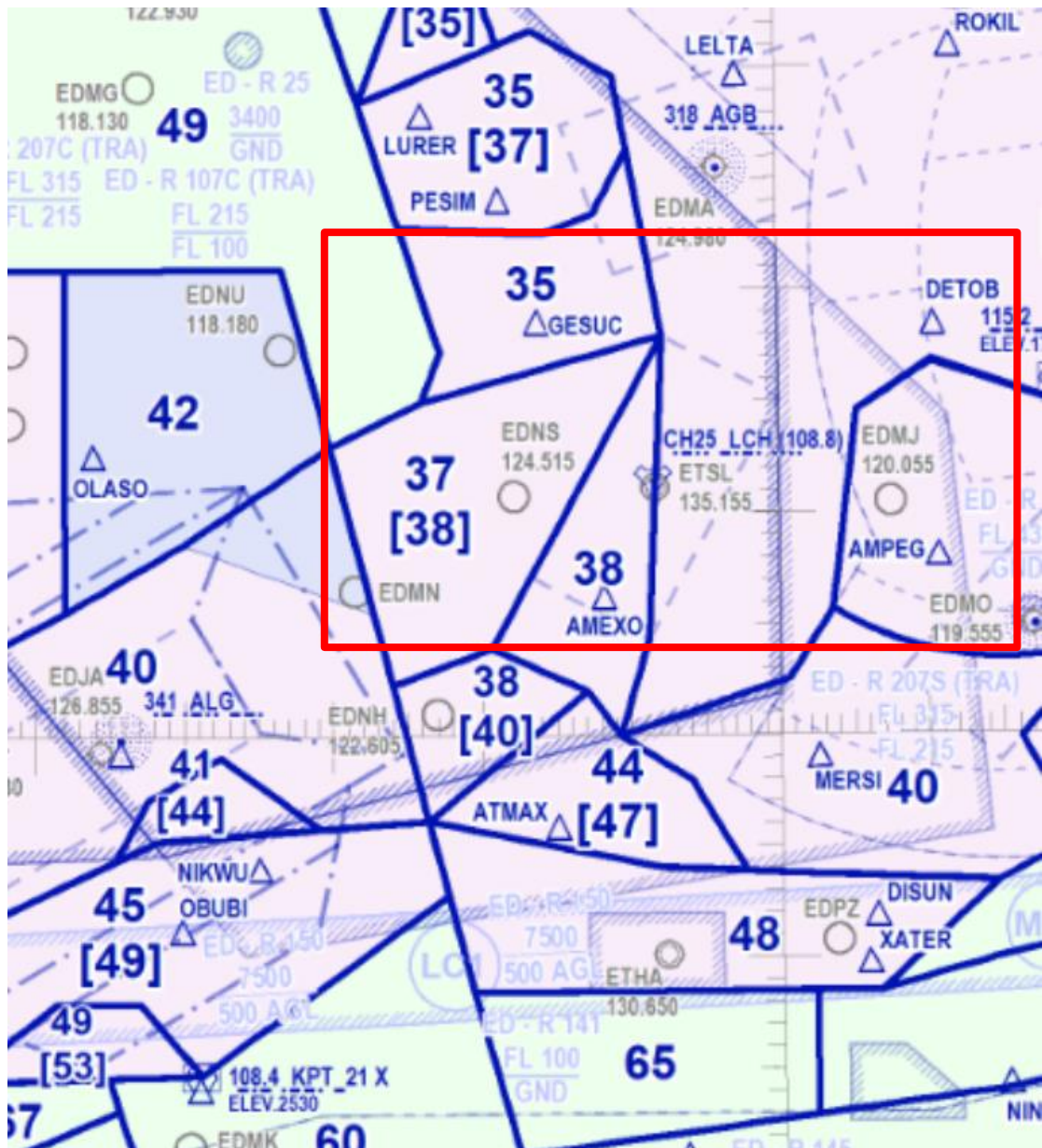


Abbildung 17: Zivile MVA-Sektoren am Flughafen Lechfeld [AIP]

Liste der geeigneten Flughäfen

In Absprache mit dem Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) wurde eine Liste von Flughäfen entwickelt, welche aus Sicht der Windenergie-Branche erhebliches Potential zur Optimierung der jeweiligen MVA-Sektoren bietet.

Durch den Gutachter wurde die Liste initial hinsichtlich des Flugbetriebs und Instrumentenflugverfahren geprüft und entsprechend einer möglichen Anpassung der MVA-Sektoren kategorisiert.

Flughafen	Bewertung	Kommentar
Niederstetten	mittel geeignet	Nahe MVA-Sektoren befinden sich bereits auf der Höhe des FAF, HN5 und HN6, Anhebung der MVA-Sektoren möglich
Laage	gut geeignet	Anhebung der MVA-Sektoren möglich, aber Anpassung der Anflugverfahren nötig, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich
Laupheim	mittel geeignet	Komplexe Luftraum- und IFR-Verfahrensstruktur
Celle	mittel geeignet	Nahe MVA-Sektoren befinden sich bereits auf der Höhe des FAF, Abhängigkeiten zu Flughafen Hannover
Lechfeld	mittel geeignet	Komplexe Luftraum- und IFR-Verfahrensstruktur
Manching	mittel geeignet	Komplexe Luftraum- und IFR-Verfahrensstruktur
Hohn	gut geeignet	Anhebung der MVA-Sektoren möglich, aber Anpassung der Anflugverfahren nötig, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich
Holzdorf	gut geeignet	Anhebung der MVA-Sektoren möglich, FAF aktuell schon unter der Höhe der jeweiligen MVA-Sektoren, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich
Windmundhafen	gut geeignet	Anhebung der MVA-Sektoren möglich, aber Anpassung der Anflugverfahren nötig, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich
Nordholz	gut geeignet	Anhebung der MVA-Sektoren möglich, aber Anpassung der Anflugverfahren nötig, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich
Nörvenich	mittel geeignet	Nahe MVA-Sektoren befinden sich bereits auf der Höhe des FAF, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich
Neuburg	mittel geeignet	Komplexe Luftraum- und IFR-Verfahrensstruktur

Faßberg	gut geeignet	Keine IFR-verfahren veröffentlicht, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich
Spangdahlem	mittel geeignet	NATO-Flughafen, Analyse der lokalen Betriebsverfahren erforderlich