



# Interaktion zwischen Wind- energieanlagen und Dreh- funkfeuer

Luftfahrttechnische Betrachtung möglicher Einflüsse einer Störung des DVOR Michaelsdorf auf den Flugverkehr

## Impressum

© FA Wind, März 2016

Herausgeber: Fachagentur zur Förderung  
eines natur- und umweltverträglichen Ausbaus  
der Windenergie an Land e.V.

Fanny-Zobel-Straße 11  
D-12435 Berlin

Autor:  
Hans-Ludwig Rau

Redaktion:  
Dr. Dirk Sudhaus

V.i.S.d.P.: Axel Tscherniak

Die Fachagentur zur Förderung eines natur- und umweltverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land e.V. ist ein gemeinnütziger Verein. Er ist eingetragen beim Amtsgericht Charlottenburg, VR 32573 B.

Haftungsausschluss: Die in diesem Fachbeitrag enthaltenen Angaben und Informationen sind nach bestem Wissen erhoben, geprüft und zusammengestellt. Eine Haftung für unvollständige oder unrichtige Angaben, Informationen und Empfehlungen ist ausgeschlossen, sofern diese nicht grob fahrlässig oder vorsätzlich verbreitet wurden.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Inhalt

|                                                                                                   |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                              | <b>3</b> |
| <b>1. Vorbemerkung</b> .....                                                                      | <b>4</b> |
| <b>2. Grundsatzbetrachtungen</b> .....                                                            | <b>4</b> |
| 2.1 Einsatz von VOR Anlagen .....                                                                 | 4        |
| 2.2 Navigationsausrüstung in Luftfahrzeugen für den Flugbetrieb nach Instrumentenflugregeln ..... | 5        |
| 2.3 Bestimmungen für den Sichtflugbetrieb .....                                                   | 5        |
| <b>3. Betrachtung DVOR Michaelsdorf</b> .....                                                     | <b>6</b> |
| 3.1 Nutzung des DVOR Michaelsdorf MIC für Streckennavigation .....                                | 6        |
| 3.2 Nutzung des DVOR Michaelsdorf für An-/Abflugverfahren .....                                   | 6        |
| 3.2.1 Flugplatz Lübeck .....                                                                      | 7        |
| 3.2.2 Flugplatz Kiel .....                                                                        | 7        |
| <b>4. Bewertung möglicher Einschränkungen bei einer Störung des DVOR MIC</b> .....                | <b>7</b> |
| <b>5. Zusammenfassung</b> .....                                                                   | <b>7</b> |

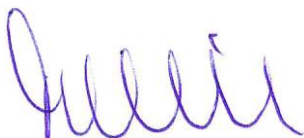
## Vorwort

Der Ausbau der Windenergie an Land ist in großem Maße von der Bereitstellung von Flächen abhängig. Zwei Prozent der Bundesfläche würden zur Erreichung der Energieziele nach Berechnungen des Fraunhofer Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik für die Windenergienutzung benötigt. Konfliktfrei, also ohne weitere Restriktionen, stehen laut einer Studie des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung jedoch nur 1,5 % der Bundesfläche zur Verfügung. Eine der Restriktionen stellen die Flugnavigationsanlagen der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH dar. Innerhalb eines Radius von 15 km werden Windenergievorhaben einer Einzelfallprüfung unterzogen, während im Umkreis von drei Kilometern Windenergieanlagen nicht zulässig sind. Bei diesem Vorgehen bezieht sich die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH auf Vorgaben der internationalen Zivilluftfahrtorganisation, die seit letztem Jahr jedoch grundsätzlich eine Senkung des Betrachtungsraums für Doppler-Drehfunkfeuer auf 10 km vorsieht.<sup>1</sup> Der Bundesverband Windenergie beziffert die durch Konflikte mit Drehfunkfeuern nicht umsetzbaren Projekte auf fast 800 Windenergieanlagen mit ca. 2300 MW Leistung.<sup>2</sup>

Diese grundsätzlichen Konflikte veranlassten das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein die FCS Flight Calibration Services GmbH mit einem Gutachten zur Interaktion zwischen Windenergieanlagen und dem Drehfunkfeuer Michaelsdorf zu beauftragen. Für dieses 2014 vorgelegte Gutachten wurden Messungen durchgeführt, um den Anteil von bestehenden Windenergieanlagen am Winkelfehler des Drehfunkfeuers zu bestimmen. Inzwischen liegt eine Fortführung des Gutachtens aus dem Jahr 2015 vor, in dem auch Simulationen zur Wirkung der im Genehmigungsverfahren befindlichen Windenergieanlagen vorgenommen wurden. Aus den durchgeführten Simulationen leitet der Gutachter ab, dass die neu beantragten Windenergieanlagen keinen wahrnehmbaren Winkelfehler in den Empfängern der Luftfahrzeuge erzeugen werden.

Dennoch sieht die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH derzeit keine Möglichkeit, die beantragten Anlagen zu genehmigen, da die im Gutachten angewandte Methode noch nicht validiert ist. Deutlich wird damit folgendes Dilemma: Die von der FCS Flight Calibration Services GmbH vorgeschlagene Bewertungsmethode bedarf einer Validierung, welche am besten durch den Bau von nach bisheriger Bewertungsmethode nicht zugelassenen Windenergieanlagen möglich wäre. Das Forschungsprojekt „Wechselwirkung von Windenergieanlagen mit terrestrischer Navigation/Radar“, hat das Ziel technisch-wissenschaftliche Grundlagen zur Beurteilung von Störungen der terrestrischen Navigationsanlagen durch Windenergieanlagen zu liefern. Um die tatsächlichen Einflüsse messen zu können, wird daher ein Drehfunkfeuer-Standort gesucht, an dem vor und nach dem Bau von Windenergieanlagen Untersuchungen durchgeführt werden können. Voraussetzung ist dabei, dass durch den dafür notwendigen Bau von Windenergieanlagen keine Gefahr für die Luftfahrt ausgehen kann und damit die Flugsicherheit gewährleistet ist.

Um an dieser Stelle einen Diskussionsbeitrag zu leisten und die Gefahr durch Störungen des Navigationssystems einschätzen zu können, hat die FA Wind die luftfahrttechnische Bedeutung des Drehfunkfeuers Michaelsdorf aus Sicht eines ehemaligen Flugzeugführers der Luftwaffe, Herrn Oberst a. D. Hans-L. Rau, beurteilen lassen. Neben der Analyse der konkreten Gefahr für die Luftfahrt durch die Errichtung zusätzlicher Windenergieanlagen am Standort Michaelsdorf wäre zu klären, ob im Falle eines Worst-Case, dem Wegfall des Drehfunkfeuers, die Streckennavigation der baltischen Flugroute gewährleistet ist bzw. die An- und Abflugverfahren der Flughäfen Lübeck und Kiel beeinflusst würden.



Axel Tscherniak  
Geschäftsführer der Fachagentur Windenergie an Land

---

<sup>1</sup> ICAO EUR DOC 015, European guidance material on managing Building Restricted Area, third edition, 2015

<sup>2</sup> BWE (2015): 2. BWE-Umfrage Windenergie und Flugsicherung

## 1. Vorbemerkung

Zum Thema mögliche Störwirkungen von Windenergieanlagen (WEA) auf Funknavigationsanlagen, hier Drehfunkfeuer (DVOR), der DFS Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) wurden durch den Sachverständigen Dr. Bredemeyer (FCS Flight Calibration Services GmbH, FCS) ein Gutachten im Jahr 2014<sup>3</sup> sowie ein Folgegutachten 2015<sup>4</sup> zum Thema „Interaktion zwischen WEA und dem DVOR Michaelsdorf (MIC) unter besonderer Betrachtung der Störwirkung auf den Empfänger“ erstellt. Im Ergebnis ist aus diesen beiden Gutachten abzuleiten, dass von den neu beantragten Windenergieanlagen keine Störungen ausgehen, die zu einem Winkelfehler des Drehfunkfeuers in den Empfängern der Luftfahrzeuge führen.

Beide Gutachten haben neue Aspekte in die wissenschaftliche Diskussion über die Störwirkung von WEA eingebracht. Die in den Gutachten getroffenen Feststellungen könnten vor Ort im Rahmen von Meßflügen bei Rückbau und Neuerrichtung der beantragten WEA nachgewiesen werden. Der durch Mitglieder des Forschungsvorhabens „Wechselwirkung von Windenergieanlagen mit terrestrischer Navigation/Radar“ (WERAN)<sup>5</sup> gemachte Vorschlag wurde seitens DFS bzw. Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) bislang noch nicht positiv beschieden.

Es ist zu vermuten, dass BAF und DFS befürchten, dass beim Widerlegen der o.g. Prognosen ein Rückbau der WEA nicht mehr möglich wäre und dies Einfluss auf die Verkehrsführung und damit auf die Flugsicherheit hätte.

Eine Aufgabe der Flugsicherungsbehörden ist es, eine potenzielle Gefährdung der Flugsicherheit auszuschließen. Da noch zu wenig über die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Flugnavigation bekannt ist, muss der Wissenszuwachs in diesem Bereich vorangetrieben werden. Einen Beitrag dazu soll das Vorhaben WERAN leisten.

Das DVOR MIC ist durch den o.g. Gutachter bereits vielfältig vermessen worden, so dass es sich besonders für eine Vorher-Nachher-Untersuchung im Rahmen von WERAN eignet, jedoch nur, solange keine Gefahr für die Luftfahrt davon ausgeht. Um Gefahren für den Luftverkehr auszuschließen, soll die Fragestellung inwieweit eine Störung des DVOR MIC durch WEA Auswirkungen auf Flugführung und Flugsicherheit haben könnte, ergänzend zur im Juni 2014 durch Hüttig et al. erstellten Flugsicherheitsanalyse,<sup>6</sup> aus der Sicht eines Flugzeugführers beantwortet werden.

## 2. Grundsatzbetrachtungen

### 2.1 Einsatz von VOR Anlagen

Drehfunkfeuer (VOR/DVOR)<sup>7</sup> werden für die klassischen Funknavigationsverfahren wie im Streckenflug aber auch bei An- und Abflugverfahren nach Instrumentenflugregeln verwendet. Zusätzlich dienen sie als Sensor für das Positionsupdate bei RNAV (Area Navigation, ein Flächennavigationsverfahren, welches die Route über frei wählbare Wegpunkte festlegt).

---

<sup>3</sup> Bredemeyer, J. (2014): Gutachten zur Interaktion zwischen Windenergieanlagen und DVOR-Anlagen der Flugsicherung – Abschlussbericht, im Auftrag des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR)

<sup>4</sup> Bredemeyer, J. (2015): Fortführendes Gutachten zur Interaktion zwischen Windenergieanlagen und dem DVOR MIC unter besonderer Betrachtung der Störwirkung auf den Empfänger, im Auftrag des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR)

<sup>5</sup> Unter der Leitung der Physikalisch Technischen Bundesanstalt untersucht das Forschungsprojekt WEARN Wechselwirkungen von Windenergieanlagen mit terrestrischen Navigationsanlagen wie UKW-Drehfunkfeuern. Ziel ist es die wissenschaftlichen Grundlagen zur Beurteilung der Wechselwirkung zu erarbeiten.

<sup>6</sup> Hüttig et al. (2014): Flugsicherheitsanalyse der Wechselwirkungen von Windenergieanlagen und Funknavigationshilfen DVOR/VOR der Deutschen Flugsicherung GmbH, im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, incl. Ergänzung durch Behrend (2015): Analyse der betrieblichen Einschränkungen des DVOR MIC

<sup>7</sup> DVOR ist eine Abkürzung für „Doppler Very High Frequency Omnidirectional Radio Range = Doppler UKW Drehfunkfeuer“. Das Doppler-VOR ist durch die Art der Signalerzeugung der richtungsgebenden Komponente viel unempfindlicher gegenüber Mehrwegeausbreitung als ein konventionelles (C)VOR.

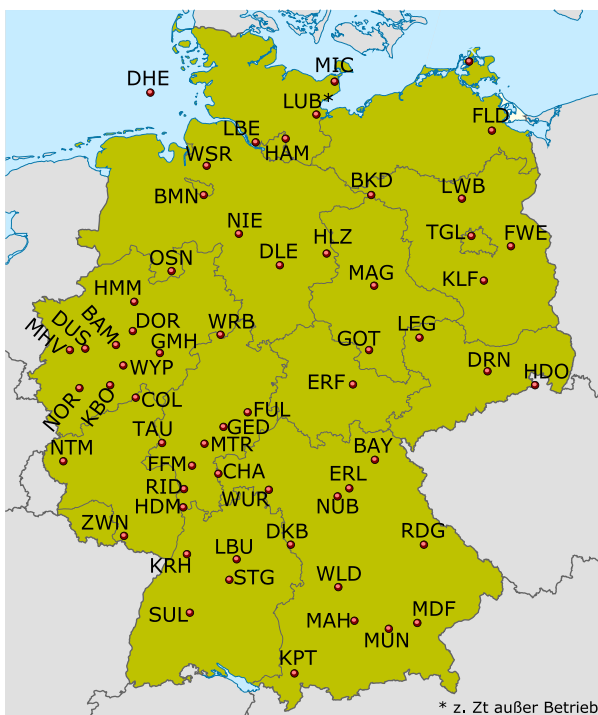


Abbildung 1: Lage der DVOR/VOR, \*das VOR Lübeck ist derzeit außer Betrieb, da der Standort verlagert wird.<sup>9</sup>

Bei den RNAV Verfahren müssen festgelegte Funkfeuer am Boden nicht mehr angefliegen werden, da bei den Waypoints lediglich die geografischen Koordinaten ermittelt werden. Diese optimierten RNAV Routen erlauben mehr Flexibilität, eine erhöhte Luftraumnutzung und eine höhere Luftraumkapazität.

Für die Nutzung bei RNAV 5 (Navigationsgenauigkeit +/- 5 NM) zur Aktualisierung der Luftfahrzeug (LFZ) Position in der Sensorkombination VOR/Funkentfernungsmessgerät (DME) ist die entsprechende Abdeckung durch Navigationsanlagen bedeutend. Dies bedeutet, dass sich in Entfernungen von 60 NM bzw. 75 NM mindestens ein VOR bzw. DVOR befinden muss, um eine adäquate Aktualisierung der LFZ Position mit Hilfe der Sensorik VOR/DME durchzuführen.<sup>8</sup>

Aus diesen definierten Maximalreichweiten kann eine Analyse der VOR/DVOR Abdeckung im deutschen Luftraum durchgeführt werden. Im Ergebnis ist festzustellen, dass bei 61 VOR/DVOR in Deutschland zur Navigation und zum Positionsupdate des RNAV Mehrfachüberdeckungen identifiziert werden können, die den Aus-

fall/mögliche Beeinträchtigung einzelner Anlagen jederzeit kompensieren können.

## 2.2 Navigationsausrüstung in Luftfahrzeugen für den Flugbetrieb nach Instrumentenflugregeln

Im Luftfahrthandbuch Deutschland<sup>10</sup> § 3 ist die vorgeschriebene Ausrüstung von Luftfahrzeugen für Flüge nach Instrumentenflugregeln (IFR) festgelegt. Gemäß Ziffer 2 müssen Luftfahrzeuge für den Instrumentenflugbetrieb mit zwei Empfangsgeräten für die Signale von UKW-Drehfunkfeuern (VOR-Navigations-Empfangsanlagen), die die nach gültigem internationalen Standard geforderte Störfestigkeit gegenüber UKW-Rundfunksendern (FM-Immunity) aufweisen, ausgestattet sein. Eines dieser Empfangsgeräte kann entfallen, wenn eine von der VOR Navigations-Empfangsanlage unabhängige funktionsfähige Flächennavigationsausrüstung nach Absatz 1 Nr. 6 vorhanden ist.

Gemäß Ziffer 6 hat eine Basisflächennavigationsausrüstung (B-RNAV) eine erforderliche Navigationsgenauigkeit von mindestens +/- fünf Nautischen Meilen zu erfüllen, soweit die Navigationsgenauigkeit für den jeweiligen Luftraum, die jeweilige Streckenführung oder das jeweilige Flugverfahren durch das Luftfahrt-Bundesamt vorgeschrieben und in den Nachrichten für Luftfahrer (NOTAM) veröffentlicht ist. Sofern durch das Luftfahrt Bundesamt für den jeweiligen Luftraum, die jeweilige Streckenführung oder das jeweilige Flugverfahren eine Navigationsgenauigkeit von mindestens +/- einer Nautischen Meile vorgeschrieben und in den NOTAM veröffentlicht ist, muss eine Präzisionsflächennavigationsausrüstung (P-RNAV) vorhanden sein, deren Datenbank die gültigen Navigationsdaten enthält.

## 2.3 Bestimmungen für den Sichtflugbetrieb

Für den Sichtflugbetrieb wird gem. § 4 (6) zusätzlich vorgeschrieben, dass Flugzeuge, Drehflügler, Motorsegler und motorgetriebene aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge und Tragschrauber mit einem VOR-Navigationsempfänger ausgerüstet sein müssen, der die nach gültigem internationalen

<sup>8</sup> ICAO DOC 8168 PANS-OPS Volume II, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures, fifth edition, 2006

<sup>9</sup> Verändert nach Wikimedia Commons (NordNordWest, geändert durch Bin im Garten)

<sup>10</sup> DFS Deutsche Flugsicherung GmbH: Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP) GEN 1.5-1 18. JAN 2007

Standard geforderte Störfestigkeit gegenüber UKW-Rundfunksendern (FM-Immunity) aufweist, oder einem Flächennavigationsgerät für:

- Flüge in Lufträumen der Klasse C,
- Flüge bei Nacht im kontrollierten Luftraum außerhalb der Sichtweite eines für den Nachtflugbetrieb genehmigten und befeuerten Flugplatzes,
- Flüge über Wolkendecken.

### **3. Betrachtung DVOR Michaelsdorf**

Im Anschluss an die in Ziff. 1 und 2 dargestellten grundsätzlichen Betrachtungen soll in der Folge auf die Frage eingegangen werden, inwieweit mögliche Störungen des Drehfunkfeuers Einfluss auf die Streckennavigation oder An- und Abflugverfahren haben können.

#### **3.1 Nutzung des DVOR Michaelsdorf MIC für Streckennavigation**

MIC befindet sich in Holstein ca. 35 NM östlich von Kiel und 30 NM nordöstlich von Lübeck. MIC ist Anflugpunkt von 3 RNAV/GPS-Routen, die alle von Nordosten (Dänemark und Schweden) auf das VOR zuführen. Die nächstgelegenen VORs der auf MIC zuführenden Routen liegen ca. 250 NM entfernt.

Von MIC führt die RNAV/GPS-Route A905 direkt zum VOR Hamburg (HAM).

Aus dem vorliegenden Kartenmaterial DOD FLIP ENROUTE LOW ALTITUDE EUROPE NORTH AFRICA AND MIDDLE EAST ist das DVOR MIC Bestandteil eines RNAV Routensystems, es dient damit im Bereich der Streckennavigation zum Positionsupdate.

Gemäß Luftfahrthandbuch Deutschland RNR 4.1-5 v. 10 Dezember 2015 ist das DVOR bis zu einer Entfernung von 80 NM und einer Höhe von 50.000 Fuß nutzbar.

Dabei sind die folgenden dauerhaften Einschränkungen angegeben:

Nicht nutzbar auf den Radialen 000-360 unter

|          |               |
|----------|---------------|
| 0-10 NM  | 1.200 ft MSL  |
| 10-20 NM | 2.500 ft MSL  |
| 20-30 NM | 3.900 ft MSL  |
| 30-40 NM | 5.400 ft MSL  |
| 40-50 NM | 7.100 ft MSL  |
| 50-60 NM | 8.900 ft MSL  |
| 60-70 NM | 10.800 ft MSL |
| 70-80 NM | 12.800 ft MSL |

VOR/DME nutzbar für An-/Abflugverfahren.

Das DVOR MIC befindet sich in einer 60 – 75 NM Reichweite von 7 anderen VOR/DVOR. Dies bedeutet, dass bei Ausfall des Drehfunkfeuers eine vollständige Abdeckung des Luftraumes und damit die Navigation mit Hilfe der anderen vorhandenen VOR/DVOR sowie eine Aktualisierung der LFZ Position im Rahmen von RNAV möglich wäre.

#### **3.2 Nutzung des DVOR Michaelsdorf für An-/Abflugverfahren**

Im Rahmen von An-/Abflug und Missed Approach Verfahren wird das DVOR MIC ausschließlich für Verfahren der Flugplätze Lübeck-Blankensee (EDHL) und Kiel-Holtenau (EDHK) genutzt. Hierbei ist es in folgende konventionelle Funknavigationsverfahren eingebunden:

- Standard Instrument Abflugverfahren (SID) Ramar 4 J (Lübeck)
- Anflugverfahren (STAR) NUSTA 6 Q (Kiel)

### 3.2.1 Flugplatz Lübeck (EDHL)

Zunächst ist festzustellen, dass das VOR Lübeck derzeit nicht mehr an der ursprünglichen Position in Klein Parin existiert.<sup>11</sup> Damit müssen die An- und Abflugverfahren neu erstellt werden. Bei den Abflugverfahren SID 07 und 25 ist der Waypoint RAMAR im Abflugverfahren RAMAR 4 J betroffen, der auf dem Radial 182/35 NM von MIC entfernt liegt. RAMAR kann auch durch Radial und DME des VOR HAM bestimmt werden. Aus diesem Grunde ergeben sich hier keine Einschränkungen.

### 3.2.2 Flugplatz Kiel (EDHK)

Beim STAR Anflugverfahren 08/26 wird MIC zur Definition des RNAV Punkt NUSTA mit der Angabe eines Radials verwendet. NUSTA wird aber auch durch das VOR Hamburg (HAM) mit Radial und DME definiert. Hiermit kann eine exakte Positionsbestimmung von NUSTA ohne MIC durchgeführt werden.

Ergänzend wird ein Ersatz für das VOR Lübeck bei Seedorf gestellt, über das eine weitere mögliche Ausfalloption für die o.g. An- und Abflugverfahren geschaffen werden kann. Wenngleich das Drehfunkfeuer Lübeck per NOTAM außer Betrieb gemeldet ist, sind die An-/Abflugverfahren nicht außer Kraft gesetzt.

## 4. Bewertung möglicher Einschränkungen bei einer Störung des DVOR MIC

Zur Aktualisierung der LFZ Position bei RNAV in der Sensorkombination VOR/DME ist eine entsprechende Abdeckung durch Navigationsanlagen bedeutend. Dies bedeutet, dass in einer Entfernung von 60 NM bzw. 75 NM sich mindestens ein VOR bzw. DVOR befinden muss, um eine adäquate Aktualisierung der LFZ Position mit Hilfe der Sensorik VOR/DME durchzuführen.

Nachdem das DVOR MIC einen Kreuzungspunkt von drei RNAV/GPS-Routen darstellt, dient es lediglich als Sensor für ein Positionsupdate. Entlang aller Routen, sie führen allesamt von Schweden über Dänemark nach Deutschland, befinden sich mehrere VOR innerhalb 60 NM. Diese VOR bilden kontinuierlich Möglichkeiten eines RNAV Updates.

MIC liegt innerhalb mehrerer VOR Abdeckungsbereiche, die auch bei einem möglichen Ausfall eine Aktualisierung der LFZ Positionen gewährleisten können.

Auch bei Betrachtung der An-/Abflugverfahren der Flugplätze Lübeck und Kiel böten sich bei einer möglichen Störung/einem Ausfall des VOR MIC die Möglichkeit einer Positionsbestimmung durch das VOR HAM und damit keine flugbetrieblichen bzw. flugsicherheitsrelevanten Einschränkungen.

Aus vorgenannten Gründen würde eine mögliche, durch einen Windpark erzeugte Störung des DVOR Michaelsdorf MIC zu keinen Beeinträchtigungen des Flugverkehrs führen.

## 5. Zusammenfassung

Zusammenfassend möchte ich die Fragen zu einer möglichen Beeinträchtigung des Flugbetriebes durch Störung des DVOR MIC wie folgt beantworten:

- Grundsätzlich werden VOR/DVOR für die klassischen Funknavigationsverfahren wie im Streckenflug aber auch bei An- und Abflugverfahren nach Instrumentenflugregeln verwendet. Zusätzlich dienen sie auch als Sensor für das Positionsupdate bei RNAV (bei diesem Navigationsverfahren wird die Route über frei wählbare Wegpunkte festlegt). Als zusätzliche Ausrüstung für RNAV werden GPS sowie DME eingesetzt.
- In der Verkehrsfliegerei werden VORs kaum noch für die Streckennavigation genutzt, gleichwohl werden sie für klassische Funknavigationsverfahren, gemäß dem Auftrag der DFS, einen sicheren Flugverkehr für jeden Teilnehmer anzubieten, weiterhin in Betrieb gehalten. Prozeduren für den Instrumentenflug werden in den PansOps festgelegt. Aus den darin definierten Maximalreichweiten von 75 bzw. 60 NM ist festzustellen, dass bei 61 VOR/DVOR in Deutschland zur Navigation und zum Positionsupdate des RNAV Mehrfachüberdeckungen identifiziert werden können, die den Ausfall/mögliche Beeinträchtigung einzelner Anlagen jederzeit kompensieren können.

---

<sup>11</sup>Michael Kühr: Funkfeuer muss Windkraft-Anlagen weichen, Holsteinischen Courier vom 27. November 2013



- Bedingt durch das dichte Netz von 61 Drehfunkfeuern in Deutschland und die daraus resultierende Mehrfachabdeckung können auch deutliche Winkelabweichungen hervorgerufen durch WEA oder andere Bauwerke den Flugverkehr im Bereich des Streckenfluges nicht beeinträchtigen. Wird ein VOR für An-/Abflugverfahren primär genutzt und wären diese Verfahren von einer Störung betroffen und wäre die Nutzungseinschränkung nicht per NOTAM bekanntgegeben, so hätte dies einen nicht hinnehmbaren Einfluss auf die Flugsicherheit.
- Bei der Streckennavigation auf den baltischen Flugrouten stellt das DVOR MIC einen Kreuzungspunkt von drei RNAV/GPS-Routen dar. Es dient lediglich als Sensor für ein Positionsupdate. Entlang aller Routen, sie führen allesamt von Schweden über Dänemark nach Deutschland, befinden sich mehrere VOR/DVOR innerhalb 60 NM. Diese VOR bilden kontinuierlich Möglichkeiten eines RNAV Updates. MIC liegt innerhalb mehrerer VOR Abdeckungsbereiche, die auch bei einem möglichen Ausfall eine Aktualisierung der LFZ Positionen gewährleisten können. Auch bei ausschließlicher Nutzung von VOR Signalen stehen genügend Flugfunkfeuer für die Durchführung der Navigation zur Verfügung.
- Für die An-/Abflugverfahren von Lübeck und Kiel kann auch das VOR HAM für eine Positionsbestimmung genutzt werden. Damit ergeben sich bei nur mit einem VOR ausgerüsteten LFZ keine Probleme, ein Verfahren beim Ausfall von MIC durchzuführen. Für Luftfahrzeuge, die mit einem Flight Management System (FMS) ausgerüstet sind, bedeutet selbst ein kompletter Ausfall des DVOR MIC keine Einschränkung bei der Durchführung der Verfahren. Eine mögliche, durch einen Windpark erzeugte Störung des DVOR Michaelsdorf MIC, würde zu keinen Beeinträchtigungen des Flugverkehrs führen.

**Fachagentur Windenergie an Land e.V.**

Fanny-Zobel-Straße 11 | 12435 Berlin

T +49 30 64 494 60 - 60 | F +49 30 64 494 60 – 61

post@fa-wind.de | [www.fachagentur-windenergie.de](http://www.fachagentur-windenergie.de)