Airbus Defence and Space

Signature technology group

WEA- Fremdabschaltung durch militärische Behörden. Die Folgen sowie technische Alternativen

Die aktuelle Situation bei der behördlichen Bewertung

Dr.-Ing. A. Frye, Labor für Signaturtechnik

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Hochfrequenz- und Signaturtechnik

Tel. 0421 /538 -2719
E-Mail: andreas.frye@airbus.com

November 2018

Signaturtechnik, Dr. A. Frye
Airbusallee 1
28199 Bremen

Präsentationsgliederung:

1. Fremdabschaltung bzw. bedarfsgerechte Steuerung
   a. Bedeutung
   b. Hintergrund

2. Folgen und Probleme bei der aktuellen behördlichen Bewertung
   a. Fehlende Berücksichtigung von WEA Charakteristika

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
   a. Aktuelle Bewertung seitens der mil. Behörden
   b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika

4. Ergebnisse / Optionen
5. Zusammenfassung

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

1. Fremdabschaltung bzw. bedarfsgerechten Steuerung
a. Bedeutung

- **Windenergieanlagen beeinflussen die LFZ Darstellung, wenn diese WP-Gebiete überqueren**
- **Diese Problematik ist bei modernen Radarsystemen der militärischen Flugsicherung besonders kritisch**

- **Seit ca. 3 Jahren: Forderung zur Abschaltung von WEA**

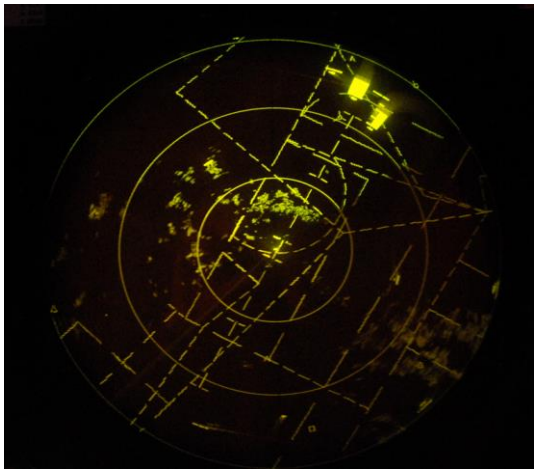
Vertragstext zur bedarfsgerechten Schaltung, liegt der Stellungnahme bei.
Details:

- Möglichkeit zu bedarfsgerechten Abschaltung durch den Controller
- Einrichtungskosten !!! → **einmalige Kosten**
- Zusätzliche Betriebskosten zur Betreuung !!! → **regelmäßige Kosten**
- Abschaltung !!! → **regelmäßige Kosten durch Ertragsausfall**
- Was ist bedarfsgerecht ? → **Entscheidung des Controllers**
- Welche Zeitspanne ? → **Bis zu 15 min. Verzögerung bei Radarsystem bzgl. An- und Abschaltung**

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

1. Fremdabschaltung bzw. bedarfsgerechte Steuerung
b. Hintergrund

Historie: Die Idee wurde beim alten Radar ASR 910 entwickelt



Digitales Radar, z.B. ASR-S	Analoges Radar, z.B. ASR-910
Störwirkung von WEA: LFz-Plotausfall ⇨ Track-Abbrüche (**häufig!**) WEA-Plots ⇨ Trackablenkung, Falschtracks (**selten!**) Darstellungshäufigkeit von WEA ist ***kein*** direktes Maß für deren Störwirkung	**Störwirkung von WEA:** Leuchtpunkte der WEA ⇨ Maskierung von LFz-Leuchtpunkten ⇨ Verlust der LFz-Verfolgbarkeit durch den Lotsen Darstellungshäufigkeit von WEA ist direktes Maß für deren Störwirkung

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

1. Fremdabschaltung bzw. bedarfsgerechte Steuerung

- **Der Umfang der Abschaltzeiten kann betrieblich nicht festgelegt bzw. zugesichert werden**

- **Die Zeiten sind heute deutlich länger als beim alten Radar angenommen**
- **aufgrund der Verzögerungen durch die Signalverarbeitung**

- **Die Wirksamkeit ist durch Feldversuche noch nicht im Detail geklärt**

- **Bewertungen sind zurzeit nicht justitiabel**
  (eine ausreichende statistische Überprüfung durch Befliegungen liegt noch nicht vor)

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

2. Folgen und Probleme bei der aktuellen behördlichen Bewertung
a. Fehlende Berücksichtigung von WEA Charakteristika

Wie wird aktuell bewertet ?

1. ***Bewertet wird die Belastung der DCM Zellen zum Plotausfall (ist dieser erkennbar, vgl. Seite 4)***
   → Die Umgebung wird in Zellen gegliedert, es erfolgt die Identifizierung von bewegten Objekten

2. **WEA werden durch stark vereinfachte Datensätze berücksichtigt**
   → Unterscheidung: als kleine / mittlere / große WEA

3. **Die Belastung der Zellen wird farblich gekennzeichnet → Festlegung nicht geprüft**

4. **Eine statistisch ausreichende Validierung dieser Bewertung mit Messungen liegt bisher nicht vor**

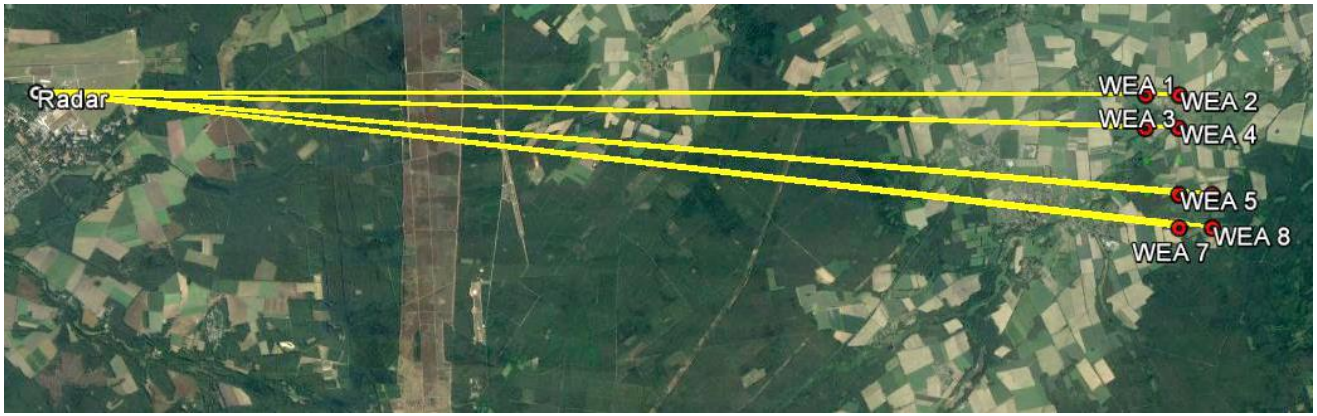
Es fehlen:
Welchen Einfluss hat die LFZ-Überflugrichtung ?
Welchen Einfluss hat die Windrichtung / Rotortorientierung ?
Der Einfluss des WEA Typs ?
Der Einfluss durch reflexionsarme Rotorblätter ?
Der Einfluss der Rotordrehzahl ?

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt

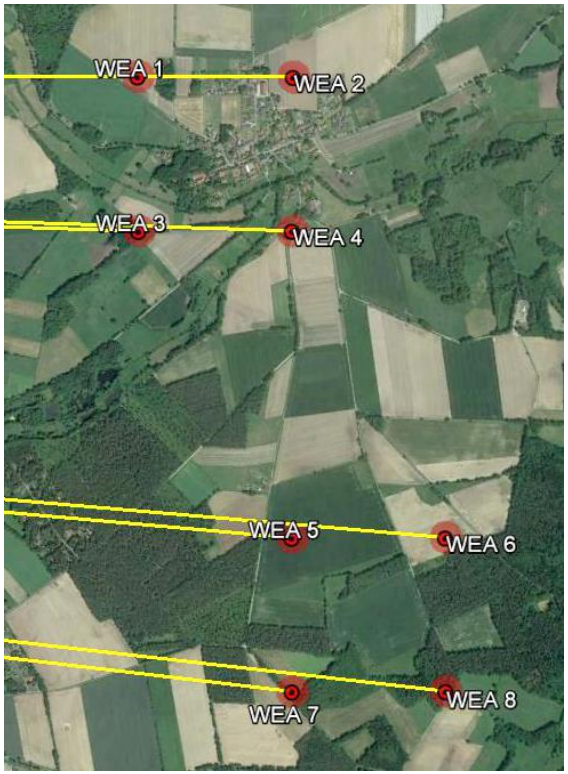
WEA- Bestand:

Ca. 18 km vom Radar entfernt

2 Gruppen a 4 WEA



Detail:



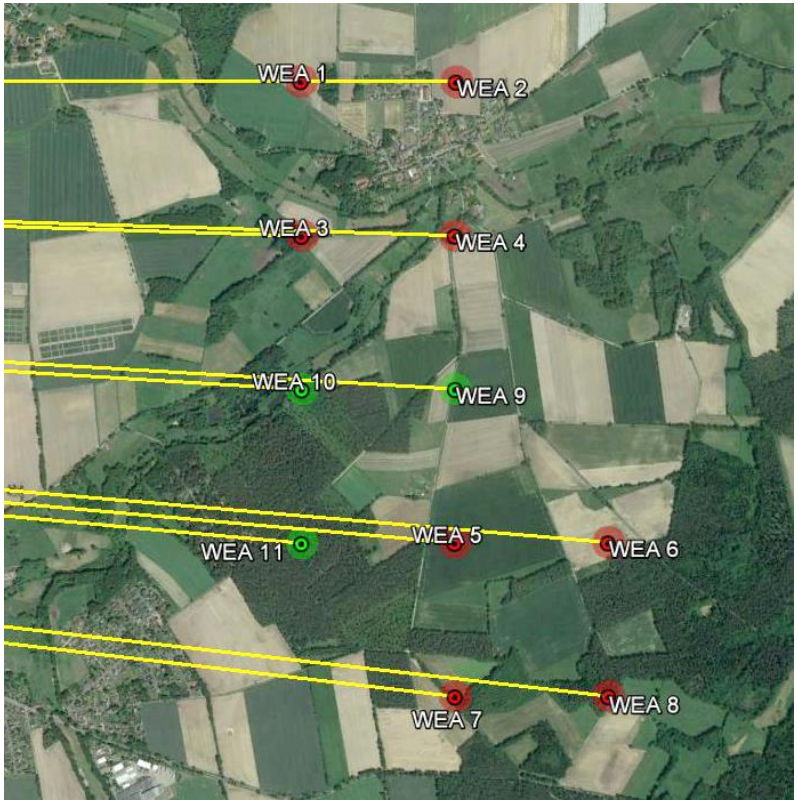
Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt

WEA- Planung:

3 zusätzliche WEA

Somit:
Gesamt 11 WEA (3x Planung , 8x Bestand)



WEA_Bezeichnung	WEA_Typ	Nabenhoehe	Rotordurchmesser	WEA_Stoertyp	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	WGS84 Altitude Ground	WEA abschaltbar	WEA abgeschaltet	WEA verschoben	Status
WEA 1	WEA mit 126m	160	126	D	52° 54' 52,98"	10° 28' 32,15"	55,49	nein	nein	nein	Bestand
WEA 2	WEA mit 126m	160	126	D	52° 54' 52,90"	10° 29'4,46"	56,28	nein	nein	nein	Bestand
WEA 3	WEA mit 126m	160	126	D	52° 54' 33,66"	10° 28' 32,15"	54,16	nein	nein	nein	Bestand
WEA 4	WEA mit 126m	160	126	D	52° 54' 33,66"	10° 29'4,15"	48	nein	nein	nein	Bestand
WEA 5	WEA mit 126m	160	126	D	52° 53' 55,04"	10° 29'3,99"	60,58	nein	nein	nein	Bestand
WEA 6	WEA mit 126m	160	126	D	52° 53' 55,04"	10° 29' 35,93"	58,78	nein	nein	nein	Bestand
WEA 7	WEA mit 126m	160	126	D	52° 53' 35,74"	10° 29'3,99"	53,42	nein	nein	nein	Bestand
WEA 8	WEA mit 126m	160	126	D	52° 53' 35,74"	10° 29' 35,92"	69,21	nein	nein	nein	Bestand
WEA 9	WEA mit 126m	160	126	D	52° 54' 14,34"	10° 29'4,14"	54,99	ja	nein	nein	Planung
WEA 10	WEA mit 126m	160	126	D	52° 54' 14,34"	10° 28' 32,15"	56	ja	nein	nein	Planung
WEA 11	WEA mit 126m	160	126	D	52° 53' 55,04"	10° 28' 32,15"	75,02	ja	nein	nein	Planung

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
a. Aktuelle Bewertung seitens der mil. Behörden

1. Bewertet wird die Belastung der DCM Zellen zum Plotausfall

→ *Die Umgebung wird in Zellen gegliedert, es erfolgt die Identifizierung von bewegten Objekten*

2. WEA werden durch stark vereinfachte Datensätze berücksichtigt

→ nur vereinfachte Unterscheidung als kleine / mittlere / große WEA

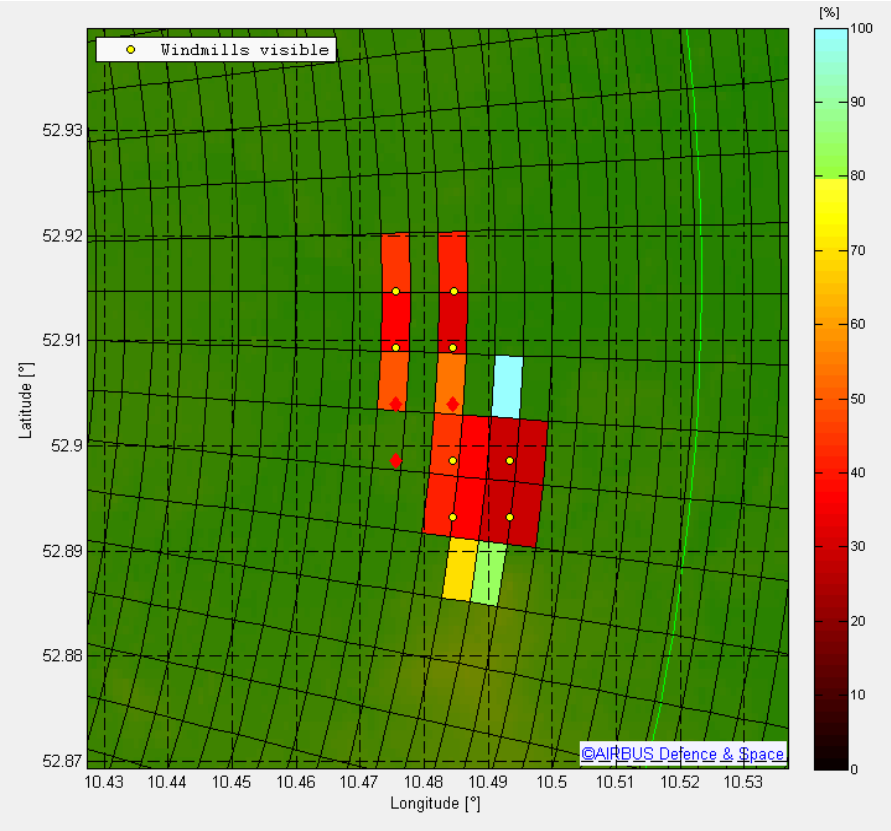
3. Die Belastung der Zellen wird farblich gekennzeichnet

→ die Festlegung der Farben zur Bewertung ist nicht geprüft

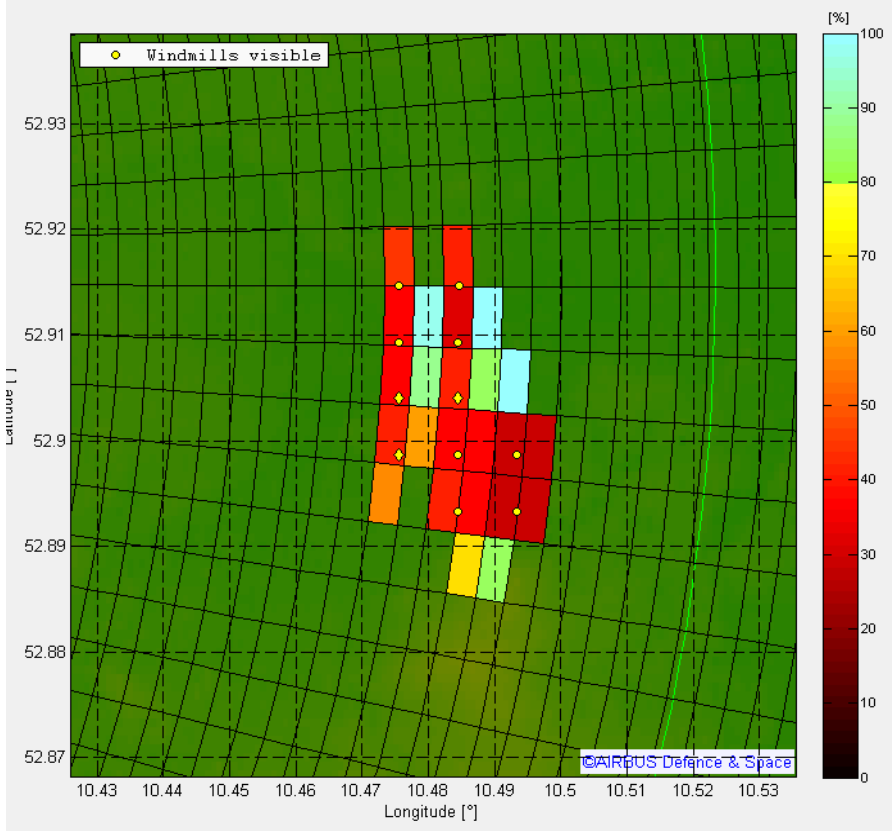
Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
a. Aktuelle Bewertung seitens der mil. Behörden

Ergebnisse zur PD DCM (ohne CFAR)
Nur WEA Bestand : 2 x 4 WEA



Ergebnisse zur PD DCM (ohne CFAR)
WEA Bestand & Planung : 2 x 4 WEA plus 3 WEA

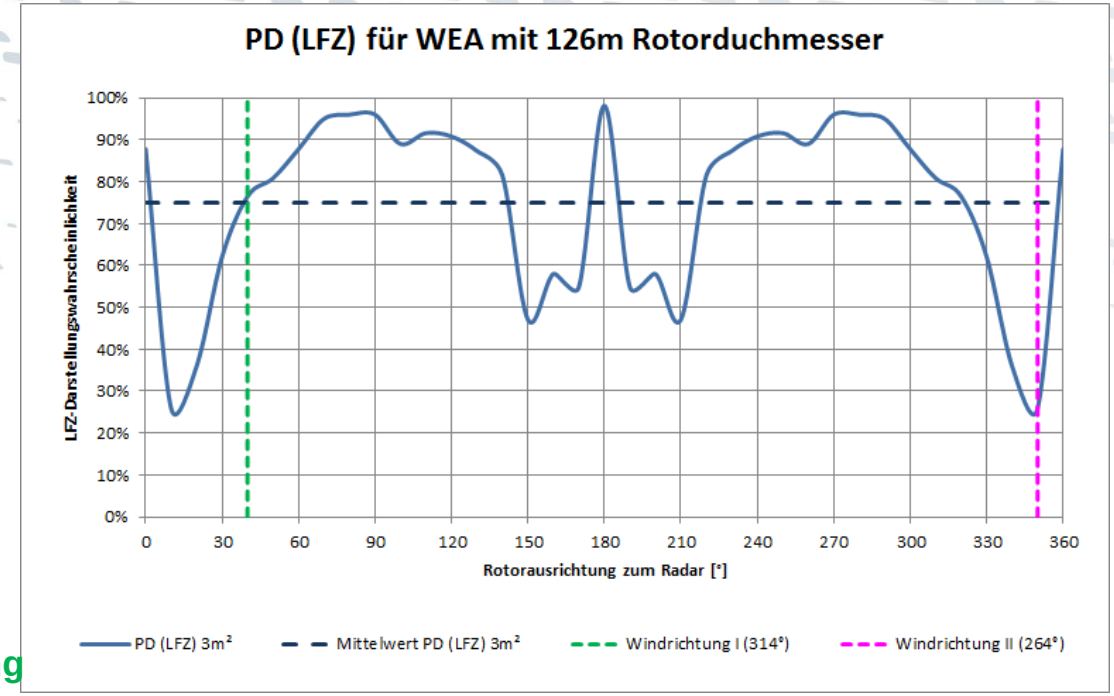


Belastung

Nach welcher Regel wird jetzt hier bewertet ? → Was ist hier zulässig ?

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika

Darstellung der Wahrscheinlichkeit für ein LFZ oberhalb der WEA



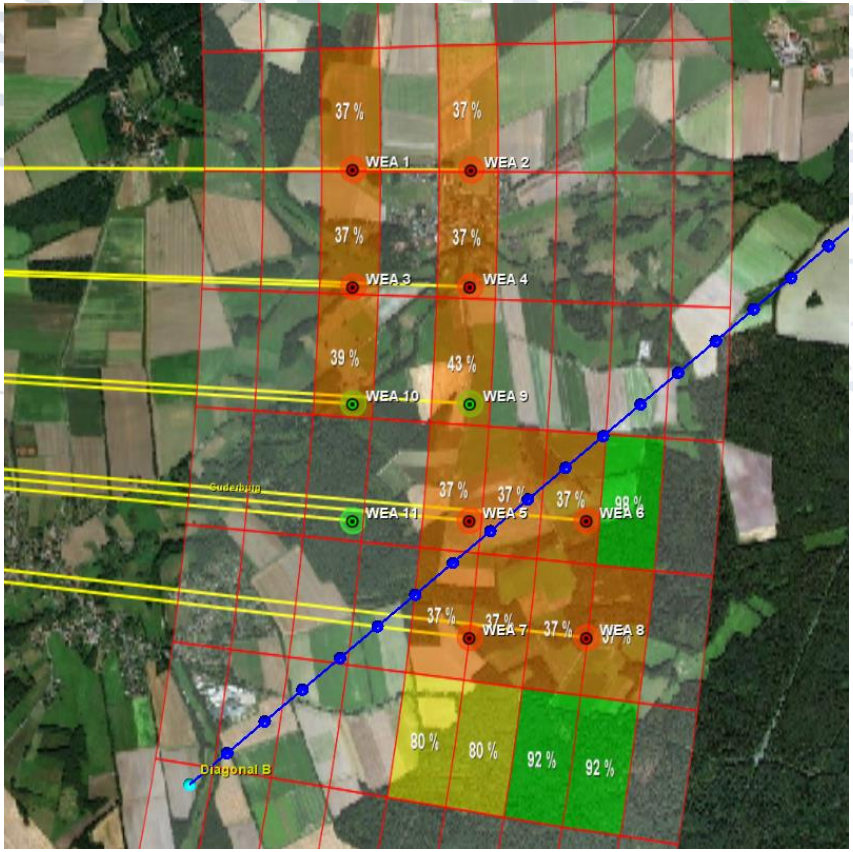
Datenbasis:
Moderne konkrete WEA mit 126m Rotor
(Objektdaten vom Hersteller)

Grundlage:
Radarquerschnittsberechnung der WEA mit Verfahren der militärischen Luftfahrt

Ergebnis gemäß Diagramm:
Bei ca. 10 °: **Einfluss der WEA ist sehr stark**
Bei ca. 0°/ 85° / 180° / 275°: **Einfluss der WEA ist gering**

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika mit Überfluganalyse



Betroffene DCM-Zellen sowie Überflugpfad :

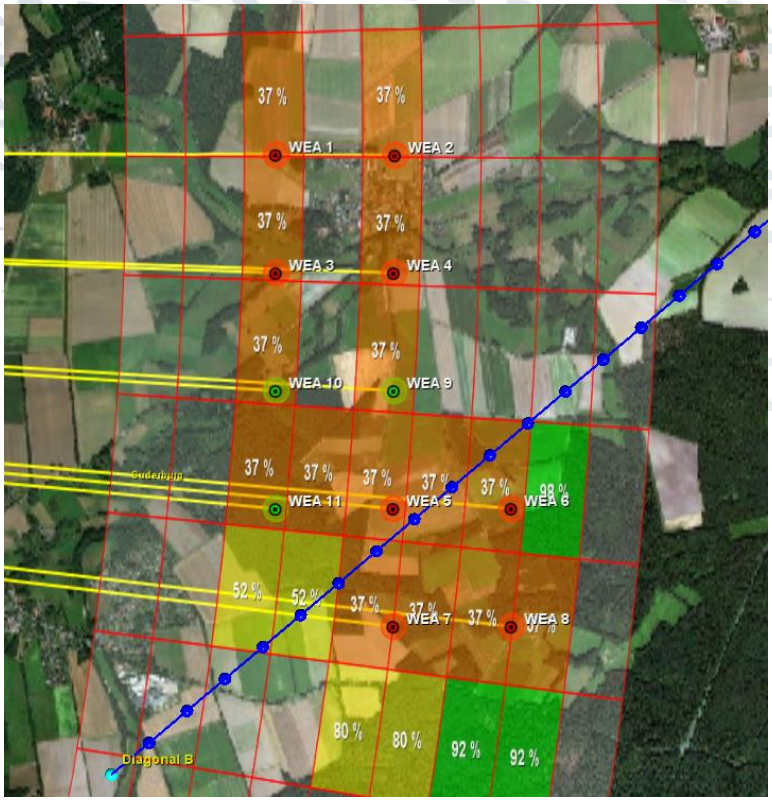
Situation „Bestand“

Worst-Case Windrichtung/

Worst-Case Rotororientierung, vgl. Seite 11

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika mit Überfluganalyse



Betroffene DCM-Zellen sowie Überflugpfad :

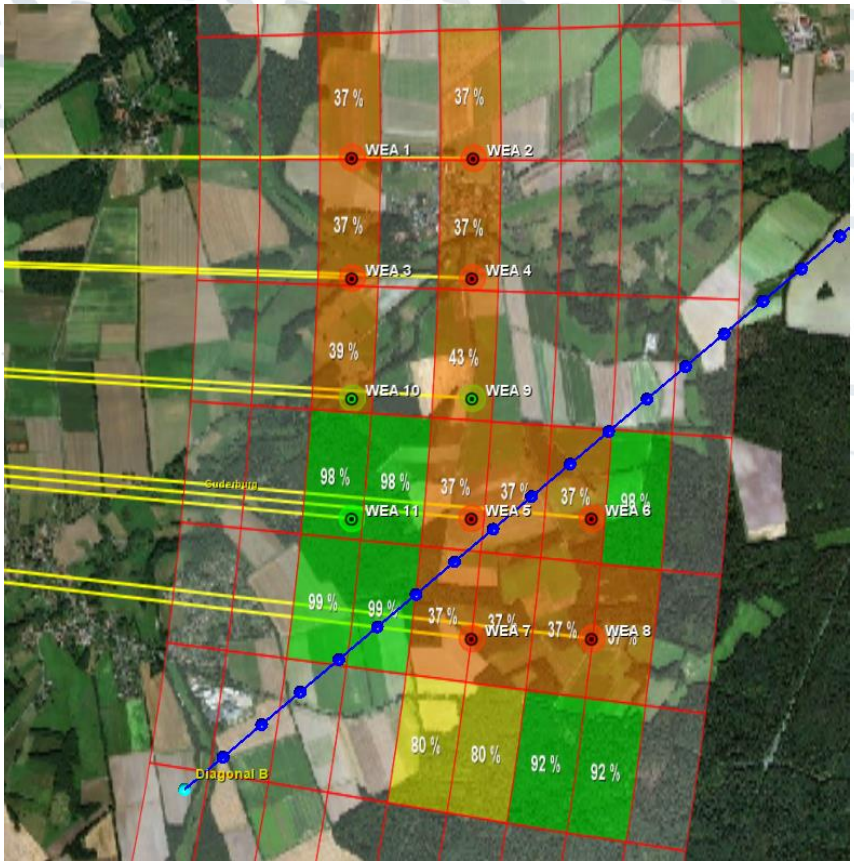
Situation „Planung“

Worst-Case Windrichtung/

Worst-Case Rotororientierung, vgl. Seite 11

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika



Betroffene DCM-Zellen sowie Überflugpfad :

Situation „Planung mit reduzierter Drehzahl“

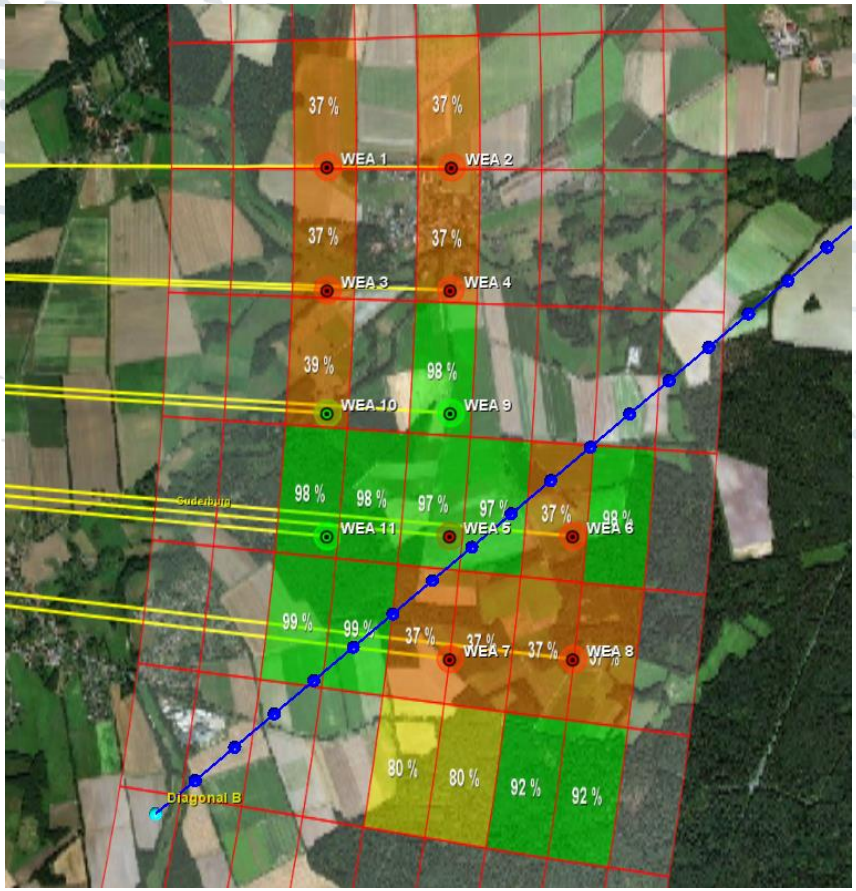
nur für die 3 Planungsanlagen

Worst-Case Windrichtung/

Worst-Case Rotororientierung, vgl. Seite 11

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für ein angenommenes Projekt
b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika



Betroffene DCM-Zellen sowie Überflugpfad :

Situation „Planung mit reduzierter Drehzahl“ für 5 WEA (3x Planung & 2 x Bestand)

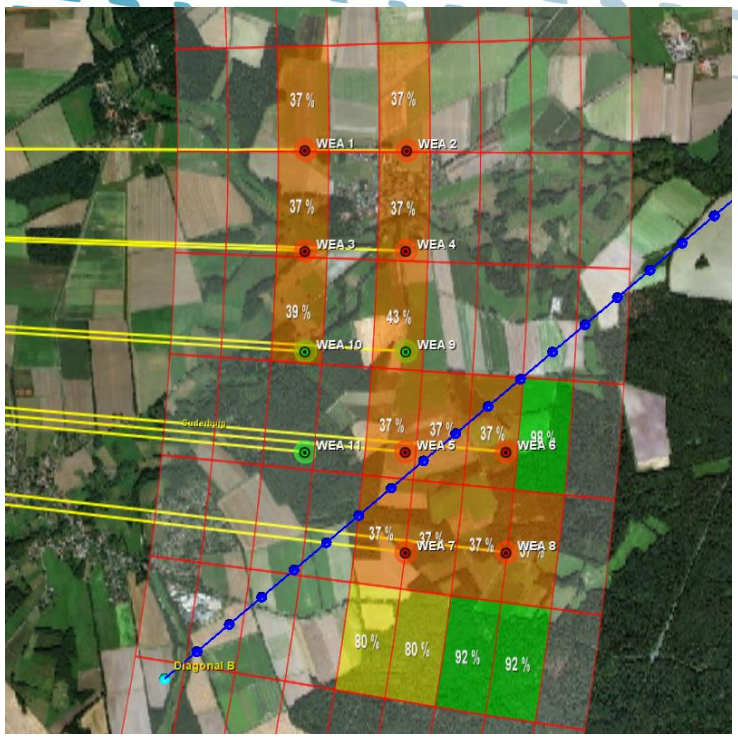
Worst-case Windrichtung

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für eine angenommenes Projekt
b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika

Trackverlustwahrscheinlichkeiten für den längsten Überflug

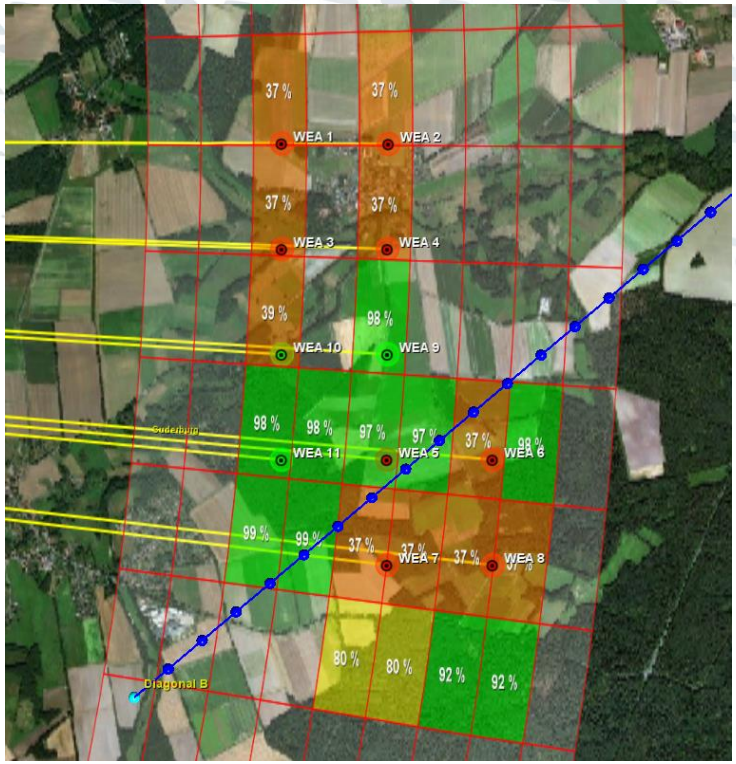
Bestand



Planung

mit reduzierter Drehzahl für 5 WEA

(3x Planung & 2x Bestand: WEA 4 & 5)

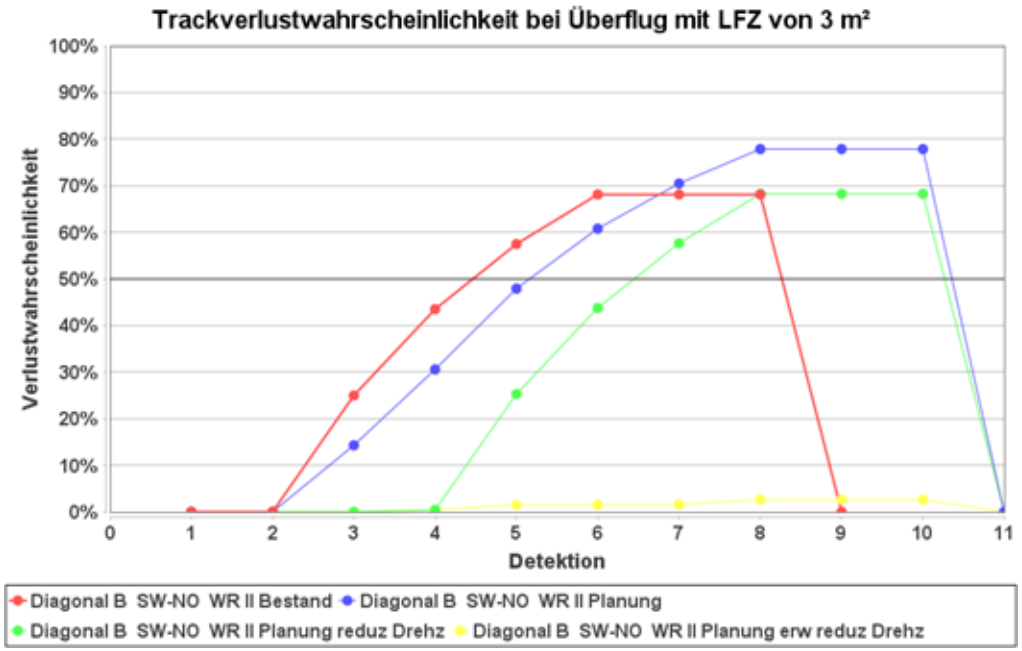


Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

3. Beispielrechnung für eine angenommenes Projekt

b. Bewertung mit Berücksichtigung von bekannten und verfizierten WEA-Charakteristika

LFZ- Trackverlustwahrscheinlichkeiten für einen langen Überflug



Die Kurven kennzeichnen:

a. die betroffene Zeit und

b. die Wahrscheinlichkeit für die Darstellung des LFZ

Nach welcher Regel wird jetzt hier bewertet ?
(Die Kurve muss kürzer & niedriger sein)

→ Was ist hier zulässig ?

Rot: alte Situation

Blau / grün / gelb: Mögliche neue Situation

Eine kleinere Fläche unter der Kurve kennzeichnet ein besseres Resultat !!!

Bestand		Planung		Planung mit reduz Drehz		Planung erw reduz Drehz	
SW-NO		SW-NO		SW-NO		SW-NO	
Darstellungs-wahrscheinlichkeit bei Detektion Nr.	Trackverlust-wahrscheinlichkeit bei Überflug	Darstellungs-wahrscheinlichkeit bei Detektion Nr.	Trackverlust-wahrscheinlichkeit bei Überflug	Darstellungs-wahrscheinlichkeit bei Detektion Nr.	Trackverlust-wahrscheinlichkeit bei Überflug	Darstellungs-wahrscheinlichkeit bei Detektion Nr.	Trackverlust-wahrscheinlichkeit bei Überflug
37,00%	0,00%	52,00%	0,00%	99,00%	0,00%	99,00%	0,00%
37,00%	0,00%	52,00%	0,00%	99,00%	0,00%	99,00%	0,00%
37,00%	25,00%	37,00%	14,52%	37,00%	0,01%	37,00%	0,01%
37,00%	43,76%	37,00%	30,80%	37,00%	0,40%	37,00%	0,40%
37,00%	57,82%	37,00%	48,10%	37,00%	25,31%	97,00%	1,59%
37,00%	68,37%	37,00%	61,08%	37,00%	43,98%	97,00%	1,64%
	68,37%	37,00%	70,81%	37,00%	57,99%	37,00%	1,70%
	68,37%	37,00%	78,11%	37,00%	68,49%	37,00%	2,87%
			78,11%		68,49%		2,87%
			78,11%		68,49%		2,87%

4. Ergebnisse und Optionen

Im Rahmen der behördlich gewünschten „bedarfsgerechten WEA- Steuerung“ ermöglicht die Berücksichtigung der WEA Charakteristika:

- Eine sachgerechte Umsetzung der Forderung
- Weiterbetrieb –teilweise reduziert- der WEA in vielen Fällen
- Weiterbetrieb bei bestimmten Windrichtungen / Rotororientierung
- Reduktion der Kosten durch geringere Stillstandzeiten

sowie:

Auch ohne die bedarfsgerechte Steuerung ermöglicht die Berücksichtigung der WEA Charakteristika:

- Eine sachgerechte Umsetzung der Forderung
- Weiterbetrieb –teilweise reduziert- der WEA in vielen Fälle
- Weiterbetrieb bei bestimmten Windrichtungen / Rotororientierung durch Programmierung der WEA

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

4. Ergebnisse und Optionen

Die Forderung des BMVg :

„Im Rahmen der bedarfsgerechten Schaltung fordert die Bundeswehr, dass Windenergieanlagen, welche eine Auflage zur Einrüstung einer bedarfsgerechten Schaltung erhalten, innerhalb von 1 Minute in einen für das Radargerät störungsfreien Zustand übergehen müssen.“

Ob die Windenergieanlagen dabei im Pendelbetrieb langsam weiterrotieren oder gänzlich angehalten werden, entscheidet nicht die Bundeswehr, sondern der jeweilige Anbieter der bedarfsgerechten Schaltung.

Wichtig ist, dass die Drehzahl soweit reduziert bleibt, dass sich die drehenden Rotorblätter nicht störend auf das Radargerät auswirken“.

→ Diese Lösung ist in vielen Fällen mit und ohne, dann über die Programmierung der WEA, der „bedarfsgerechten Schaltung“ erfüllbar !!!

→ Eine formelle Nachweisführung hier ist erforderlich !

→ Eine Abstimmung mit den zuständigen mil. Behörden ist erforderlich !

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

5. Zusammenfassung

Dargestellt wurden

a. die Auswirkungen der militärischen Forderung „ bedarfsgerechte Steuerung“

b. die aktuelle stark vereinfachte Bewertung der militärischen Behörden

c. Die Bewertungsschwierigkeiten in Ermangelung transparenter Kriterien

d. die verfügbaren technischen Optionen bei Berücksichtigung der bekannten WEA –Charakteristika

e. Entscheidungskriterien zum LFZ- Trackabbruch / Zielverlust. (nur diese sind für den Controller unmittelbar erkennbar)

→ **Eine Verifikation durch eine umfassende Befliegung ist erforderlich**

Signaturtechnik Bremen, Dr. - Ing. A. Frye
andreas.frye@airbus.com Tel. 0421 /538 -2719

Thank you / Danke für Ihre Aufmerksamkeit

AIRBUS