

Signaturtechnisches Gutachten
zum Windpark Aurich-Holtriem
im Einflussbereich der
militärischen Radaranlage Brockzetel

13.11.2014

Gutachten Nr.: COEMC2-244/12

(technischer Abschluss)

Auftraggeber:

Stadt Aurich
Bürgermeister-Hippen-Platz 1

D-26603 Aurich

Auftragnehmer:

Airbus Defence and Space GmbH
Military Aircraft
Airbus-Allee 1

D-28199 Bremen

Durchgeführt von:

Dr.-Ing. A. Frye; TAECS42
(ö.b.v. Sachverständiger)

unter Beteiligung von

Dipl.-Ing. M. Gottschalk TAECS42

Tel.: 0421 – 538 2719

Tel.: 0421 – 538 7338

Fax: 0421 – 538 3481

E-Mail: andreas.frye@cassidian.com



Ausfertigung Nr.: - pdf -

Das Gutachten besteht aus den Seiten 1 bis 44 mit dem Anhang A.

Inhaltsverzeichnis:

1	Vorbemerkung/Zielsetzung	3
2	Gesamtbeurteilung/Zusammenfassung der Ergebnisse	6
3	Aufgabenbeschreibung	13
4	Referenzuntersuchung.....	15
5	Untersuchungsverfahren.....	18
6	Technische Analyse	20
6.1	Radartechnische Randbedingungen.....	25
6.2	Bewertung des Einflusses von Einzelanlagen und Gruppierungen.....	29
6.3	Bewertung des Gesamteinflusses des Windparks	38
	Anhang A: Abkürzungen.....	44

1 Vorbemerkung/Zielsetzung

Die Analyse eines möglichen Störpotentials gegenüber dem Luftverteidigungsradarsystem in Brockzetel erfolgt für eine Windparkplanung mit sechs Windenergieanlagen im westlichen Gebiet sowie drei Windenergieanlagen im östlichen Gebiet im Bereich Aurich-Holtriem unter Berücksichtigung der vor- und nachgelagerten Windparkgebiete. Der Windpark Aurich-Holtriem befindet sich nordwestlich des Radarstandortes Brockzetel in einer Entfernung von ca. 13,5 km. Im Rahmen der aktuellen Planung zu diesem Projekt erfolgt eine Bewertung anhand der geplanten sowie vorhandenen WEAs im Hinblick auf die Störfreiheit gemäß den Forderungen zur Vermeidung von radarwirksamen Verschattungserscheinungen, die im Schwerpunkt für 3-D-Radarsysteme relevant sind.

Dabei stützt sich eine Untersuchung zur Klärung der technischen Möglichkeiten im Hinblick auf die Sicherstellung der Erhaltung der heutigen (Stör-) Situation bzw. zur Klärung des zu erwartenden veränderten Störpotentials durch die neu geplanten Windenergieanlagen auf vergleichbare Vorhaben in der Umgebung von Radarortungsanlagen zur Luftverteidigung ab. In der vorliegenden Untersuchung werden die technischen Betriebsparameter der Radarortungsanlage Brockzetel – die einer Sicherheitseinstufung unterliegen – zugrunde gelegt. Eine ausführliche Beschreibung der technischen Betriebsparameter und Aufgabenstellungen des Systems erfolgt aus diesem Grund nicht.

Die Beurteilung möglicher Störeinflüsse von Windenergieparks und Windenergieanlagen erfolgt daher unter folgenden Kriterien für 3-D-Radarsysteme:

- Messtechnisch feststellbare Radarverschattungen durch die geplanten WEAs
- Gerichtete Reflexionen
- Streufelderscheinungen, insbesondere infolge von Wechselwirkungen zwischen benachbarten Windenergieanlagen

- Bewertung der Streufeldintensität für einzelne WEAs als auch für mehrere WEAs unter Berücksichtigung deren Wechselwirkung
- Messtechnisch feststellbare Radarverschattungen durch die geplanten WEAs im Falle der notwendigen Berücksichtigung vorhandener räumlich vor- oder nachgelagerter WEAs im Hinblick auf 3-D-Radarsysteme.
- Konkrete Parameter des LV-Radarsystems: Antennenposition, Antennenhöhe, Azimutauflösung, Betriebsfrequenzbereich

sowie:

- Abschlussbericht: Einfluss von Hindernissen auf HF-gestützte Führungsmittel vom 15.02.2004
- Feldstudie RAF AWC „The Effects of Wind turbine Farms on ATC Radar“ vom 10.05.2005
- Messtechnische Untersuchung durch EADS an Rotorblättern und Bauweisen im Auftrag eines Windenergieanlagen-Herstellers zur Ermittlung von reflexionsdämpfenden Möglichkeiten aus 2003
- Messtechnische RQS-Untersuchung einer WEA vom Typ Enercon E66 durch Fa. Qinetiq, Großbritannien aus 2003
- Besprechung und Vortrag bei „Eurocontrol / Wind energy task group“ vom 01.03.2006 „Potential effects of wind turbines and justiciable solutions“.
- Guidelines on How to Assess the Potential Impact of Wind Turbines on Surveillance Sensors“, Version 0.15 vom 30. Juni 2009
- EADS Erkenntnisse aus Untersuchungen zum Einfluss von Windenergieanlagen auf die Erfassungen von Flugzielen am Beispiel einer 3-D-Radaranlage zur Luftverteidigung aus 2009

Die Bewertung der Ergebnisse zur Verschattung erfolgt im Hinblick auf die Möglichkeiten einer messtechnischen Erfassbarkeit dieser Einflüsse. Eine Beurteilung, ob diese Einflüsse zu betrieblich relevanten Störungen der Radarortungsanlage führen, erfolgt im Rahmen dieser Untersuchung nicht, da hierzu u. a. eine sehr konkrete Bewertung der Aufgaben des Radarortungssystems erforderlich ist.

Es sei darauf hingewiesen, dass eine Minderung der messtechnisch mit Hilfe von RASS ermittelbaren Entdeckungswahrscheinlichkeit zur Überprüfung von Radarverschattungen in der vorliegenden Untersuchung als nicht feststellbar erachtet wird, wenn die Reichweitenminderung geringer ist als der radiale Abstand bzw. Versatz zweier Rangefenster von 5 NM. Das ungestörte Feld dient dabei als Bezug. Die Radarreichweite ist dabei auf 100 % normiert. Die LFZ Position wird in ca. 130 NM angenommen. Eine messbare Beeinflussung liegt danach bei einer Reichweitenminderung auf unter 96,2 % vor.

Potentiell störrelevant sind im Standortbereich des geplanten Windparks neben der Säulen- und der Nabenkonstruktion die Rotorblätter. Radarwirksame Verschattungen können infolge zu geringer Distanzen zum Radaranlagenstandort vorliegen. Streufelder und gerichtete Reflexionen durch metallische Blitzschutzstrukturen können eine unzuverlässige bzw. ungenaue Zielpositionserkennung bewirken.

Es wurden die folgenden Detail-Untersuchungen durchgeführt:

Für die geplanten Aufstellungsorte wurde der Einfluss der Windenergieanlagen vom Typ Enercon E101 mit 135,4 m Nabenhöhe (westlicher Bereich) sowie vom Typ Enercon E53 mit 73 m Nabenhöhe (östlicher Bereich) im Windpark Aurich-Holtriem unter Berücksichtigung vorhandener Windenergieanlagen für die geplante Situation unter radartechnischen Aspekten geprüft. Auf dieser Grundlage erfolgen Rückschlüsse zu den Wechselwirkungen zwischen den vorhandenen und künftigen Einflüssen auf das Radarsystem unter den vorgenannten technischen Aspekten.

Zielsetzung:

Es werden im Ergebnis Vorschläge formuliert und begründet, an welchen Orten zusätzliche Windenergieanlagen unter den genannten radartechnischen Kriterien als zulässig erachtet werden. Das Gutachten dient zur Vorlage und Entscheidungsgrundlage im Rahmen des Genehmigungsverfahrens bei dem zuständigen BAIUDBw – Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr – sowie der Luftwaffe als Betreiber der Radaranlage in Brockzetel. Eine Bewertung der Radaranlage erfolgt nicht.

2 Gesamtbeurteilung/Zusammenfassung der Ergebnisse

Um eine Situation sicherzustellen, die auch bei Errichtung der geplanten WEAs für die Radaranlage in Brockzetel eine der bisherigen Betriebsituation gleichwertige Beeinflussung bzw. Radarreichweite schafft, ist die nachstehende WEA-Anordnung gemäß Abbildung 1 sowie Tabelle 1 zulässig:



Abbildung 1: Gesamtübersicht des Windparks Aurich-Holtriem der geplanten zulässigen Windenergieanlagen (grün) sowie der Fremdplanung (blau). Die rot gekennzeichneten Windenergieanlagen im östlichen Gebiet sind radartechnisch nicht zulässig. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. der Radaranlage Brockzetel sind gelb dargestellt.

Die Standorte der geplanten zulässigen Windenergieanlagen (grün) sowie der Fremdplanung (blau) sind gekennzeichnet. Die rot gekennzeichneten Windenergieanlagen im östlichen Gebiet sind radartechnisch nicht zulässig. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind gelb gekennzeichnet.

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
Windpark Königsmoor									
WEA 1			Enercon E70	53° 29' 58,39"	07° 35' 10,74"	98,0	0,749	6399,27	304,67
WEA 2			Enercon E70	53° 30' 10,38"	07° 35' 40,19"	98,0	0,776	6192,80	310,36
WEA 3			Enercon E66	53° 30' 21,39"	07° 36' 00,77"	85,0	0,861	6143,88	315,07
WEA 4			Enercon E70	53° 29' 54,66"	07° 35' 29,58"	98,0	0,805	6048,69	305,64
WEA 5			Enercon E70	53° 30' 07,78"	07° 36' 01,32"	98,0	0,824	5846,66	312,22
WEA 6			Enercon E66	53° 30' 23,80"	07° 36' 24,35"	85,0	0,880	5899,96	318,57
WEA 7			Enercon E70	53° 29' 53,22"	07° 35' 50,36"	98,0	0,854	5714,08	307,51
WEA 8			Enercon E58	53° 29' 58,38"	07° 36' 11,07"	70,0	0,585	5519,30	311,24
WEA 9			Enercon E66	53° 30' 10,75"	07° 36' 25,43"	85,0	0,730	5590,52	315,98
WEA 10			Enercon E70	53° 29' 38,76"	07° 35' 49,91"	98,0	0,895	5461,12	303,72
WEA 12			Enercon E66	53° 29' 54,27"	07° 36' 32,80"	85,0	0,798	5136,72	313,11
WEA 13			Enercon E66	53° 29' 30,02"	07° 36' 03,60"	85,0	0,815	5102,07	302,76
WEA 14			Enercon E66	53° 29' 33,25"	07° 36' 27,58"	85,0	0,857	4794,58	306,63
WEA 15			Enercon E66	53° 29' 48,38"	07° 36' 49,49"	85,0	0,859	4788,13	314,02
WEA 16			Enercon E66	53° 29' 09,59"	07° 35' 55,97"	85,0	0,847	4917,47	295,66
WEA 17			Enercon E70	53° 29' 16,79"	07° 36' 17,65"	67,0	0,861	4667,78	300,25
WEA 18			Enercon E70	53° 28' 54,47"	07° 35' 57,93"	67,0	0,844	4700,83	290,69
WEA 19			Enercon E70	53° 29' 00,78"	07° 36' 17,25"	67,0	0,882	4446,63	294,67
WEA 20			Enercon E66	53° 29' 43,99"	07° 36' 22,02"	74,0	0,895	5078,71	308,95
WEA E-44-01			Enercon E44	53° 29' 21,80"	07° 37' 04,35"	50,0	0,541	4040,86	308,31
WEA E-44-02			Enercon E44	53° 29' 27,33"	07° 36' 58,69"	50,0	0,515	4229,18	309,26
WEA E-44-03			Enercon E44	53° 29' 34,19"	07° 37' 29,82"	50,0	0,539	3953,32	316,92
WEA 21			Enercon E48	53° 29' 50,85"	07° 35' 39,03"	55,6	0,409	5834,88	305,64
WEA 23			Enercon E53	53° 30' 05,91"	07° 35' 49,04"	60,0	0,441	5979,01	310,36
WEA P1			Enercon E53	53° 30' 19,47"	07° 33' 54,43"	73,0	0,429	7931,68	302,79
WEA P2			Enercon E82	53° 30' 11,89"	07° 33' 39,60"	98,0	0,601	8039,71	300,29
Genehmigte WEA in Dornum (Windpark Dornum) Errichtung 1. Hj. 2011									
GD070			E-70 E4	53° 37' 22,97"	07° 25' 58,03"	64,0	0,033	23244,02	318,54
GD073			E-70 E4	53° 37' 27,63"	07° 24' 47,06"	64,0	0,025	24235,54	316,47
GD076			E-70 E4	53° 37' 27,99"	07° 27' 17,91"	64,0	0,040	22415,25	321,61
GD077			E-70 E4	53° 37' 30,45"	07° 25' 51,53"	64,0	0,031	23496,23	318,70
GD078			E-70 E4	53° 37' 30,76"	07° 26' 14,07"	64,0	0,033	23230,76	319,48
GD085			E-70 E4	53° 37' 41,38"	07° 27' 59,84"	64,0	0,041	22274,27	323,82
GD087			E-70 E4	53° 37' 43,93"	07° 26' 16,75"	64,0	0,031	23508,91	320,22
GD088			E-70 E4	53° 37' 42,90"	07° 27' 41,66"	64,0	0,039	22511,88	323,21
GD093			E-70 E4 (E-48)	53° 37' 49,30"	07° 25' 52,28"	64,0	0,027	23926,46	319,65
GD094			E-70 E4	53° 37' 49,43"	07° 26' 53,94"	64,0	0,033	23208,17	321,78
GD096			E-70 E4	53° 37' 49,91"	07° 28' 24,57"	64,0	0,041	22222,96	325,16
GD101			E-70 E4	53° 37' 54,53"	07° 27' 32,11"	64,0	0,036	22904,54	323,40
GD112			E-70 E4	53° 38' 10,56"	07° 27' 12,03"	64,0	0,031	23522,40	323,40
GD118			E-70 E4	53° 38' 19,07"	07° 27' 14,83"	64,0	0,029	23702,97	323,88
GD121			E-70 E4	53° 38' 32,16"	07° 27' 26,22"	64,0	0,027	23908,36	324,86
Errichtete WEA im Landkreis Aurich (Norderland)									
EA098			E-70 E4-2.300	53° 37' 55,68"	07° 24' 04,79"	64,0	0,016	25399,14	316,55
EA108			E-70 E4-2.300	53° 38' 07,47"	07° 23' 58,70"	64,0	0,014	25740,47	316,94
EA123			E-70 E4-2.300	53° 38' 47,08"	07° 28' 29,45"	64,0	0,030	23643,43	327,80
EA023			E-66/15.66-1.50	53° 36' 44,08"	07° 25' 39,30"	67,0	0,046	22600,39	315,86
EA027			E-66/15.66-1.50	53° 36' 46,63"	07° 25' 23,83"	67,0	0,043	22856,18	315,49
EA042			E-66/15.66-1.50	53° 36' 58,63"	07° 25' 20,64"	67,0	0,041	23161,89	316,03
EA049			E-66/15.66-1.50	53° 37' 05,54"	07° 25' 10,85"	67,0	0,038	23443,07	316,07
EA052			E-66/15.66-1.50	53° 37' 07,30"	07° 24' 59,06"	67,0	0,037	23630,87	315,80
EA034			E-66/18.70-1.80	53° 36' 51,66"	07° 24' 49,72"	65,0	0,034	23410,66	314,67
EA038			E-66/18.70-1.80	53° 36' 56,12"	07° 25' 06,19"	65,0	0,035	23292,87	315,43
EA044			E-66/18.70-1.80	53° 36' 59,73"	07° 24' 50,59"	65,0	0,033	23574,54	315,13
Windpark Georgshof									
EA081			E-40/5.40-500	53° 37' 35,92"	07° 25' 04,97"	50,0	-0,008	24196,24	317,45
EA083			E-40/5.40-500	53° 37' 40,40"	07° 25' 22,86"	50,0	-0,007	24076,71	318,25
EA084			E-40/5.40-500	53° 37' 42,91"	07° 25' 02,54"	50,0	-0,009	24385,37	317,72
EA086			E-40/5.40-500	53° 37' 43,70"	07° 25' 33,69"	50,0	-0,007	24020,27	318,76

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
EA090			E-40/5.40-500	53° 37' 46,93"	07° 25' 20,42"	50,0	-0,008	24256,93	318,49
EA091			E-40/5.40-500	53° 37' 48,82"	07° 25' 32,78"	50,0	-0,008	24150,08	318,98
EA092			E-40/5.40-500	53° 37' 49,48"	07° 24' 59,22"	50,0	-0,010	24576,43	317,93
EA097			E-40/5.40-500	53° 37' 53,95"	07° 25' 17,82"	50,0	-0,010	24450,85	318,74
EA100			E-40/5.40-500	53° 37' 56,27"	07° 24' 56,35"	50,0	-0,012	24767,34	318,17
EA102			E-40/5.40-500	53° 37' 56,08"	07° 25' 31,55"	50,0	-0,009	24334,02	319,29
EA104			E-40/5.40-500	53° 38' 00,58"	07° 25' 15,54"	50,0	-0,011	24632,31	318,98
EA105			E-40/5.40-500	53° 38' 02,84"	07° 24' 53,74"	50,0	-0,013	24950,40	318,40
EA106			E-40/5.40-500	53° 38' 02,83"	07° 25' 30,09"	50,0	-0,010	24509,45	319,56
EA107			E-40/5.40-500	53° 38' 06,10"	07° 25' 13,44"	50,0	-0,012	24786,16	319,18
EA109			E-40/5.40-500	53° 38' 09,51"	07° 24' 50,69"	50,0	-0,014	25141,55	318,62
EA110			E-40/5.40-500	53° 38' 09,05"	07° 25' 28,83"	50,0	-0,011	24670,58	319,81
EA113			E-40/5.40-500	53° 38' 12,11"	07° 25' 11,25"	50,0	-0,013	24952,82	319,39
EA115			E-40/5.40-500	53° 38' 15,80"	07° 25' 27,59"	50,0	-0,012	24844,44	320,08
EA116			E-40/5.40-500	53° 38' 17,86"	07° 25' 01,53"	50,0	-0,014	25199,44	319,34
Errichtete WEA im Landkreis Aurich (Sonstige Betreiber)									
EA099			Vestas V39-500	53° 37' 53,52"	07° 28' 04,29"	41,5	-0,019	22529,66	324,55
EA103			Vestas V39-500	53° 37' 55,01"	07° 27' 45,78"	41,5	-0,020	22766,80	323,92
EA125			E-40	53° 39' 04,65"	07° 24' 02,34"	31,0	-0,065	27009,67	319,61
EA130			E-40	53° 39' 19,23"	07° 27' 20,60"	31,0	-0,057	25166,15	326,58
EA133			E-40	53° 39' 33,34"	07° 27' 57,74"	31,0	-0,057	25164,47	328,43
EA135			E-40	53° 39' 35,39"	07° 26' 55,13"	31,0	-0,060	25841,48	326,34
EA137			E-40	53° 39' 47,31"	07° 27' 29,03"	31,0	-0,060	25810,29	327,94
EA136			Nordtank NTK 5	53° 39' 47,85"	07° 23' 27,87"	31,0	-0,072	28433,16	320,39
EA127			WindWorld 295	53° 39' 15,81"	07° 27' 43,90"	31,0	-0,056	24842,83	327,27
EA128			WindWorld 295	53° 39' 16,62"	07° 27' 35,70"	31,0	-0,056	24946,02	327,01
EA134			Tacke 250	53° 39' 34,43"	07° 27' 23,90"	31,0	-0,059	25525,67	327,28
EA138			E-33	53° 39' 48,36"	07° 29' 12,55"	31,0	-0,056	24875,70	331,68
EA114			E-30/2.30-200	53° 38' 09,48"	07° 28' 53,89"	36,0	-0,032	22422,72	327,18
EA132			WindWorld 150	53° 39' 27,35"	07° 29' 05,82"	31,0	-0,054	24367,60	330,69
Errichtete WEA im Landkreis Wittmund (Norderland)									
EW050			E-82-2.000	53° 37' 02,99"	07° 28' 43,83"	108,4	0,176	20839,24	323,67
EW058			E-82-2.000	53° 37' 11,19"	07° 28' 45,86"	108,4	0,173	21021,47	324,16
EW064			E-82-2.000	53° 37' 14,14"	07° 29' 00,60"	108,4	0,174	20937,55	324,91
EW068			E-82-2.000	53° 37' 20,25"	07° 28' 16,41"	108,4	0,165	21568,23	323,44
EW069			E-82-2.000	53° 37' 20,51"	07° 28' 35,03"	108,4	0,168	21371,58	324,19
EW074			E-82-2.000	53° 37' 25,61"	07° 27' 37,91"	108,4	0,157	22129,62	322,23
EW075			E-82-2.000	53° 37' 25,66"	07° 27' 57,17"	108,4	0,160	21914,70	322,96
EW054			E-82-2.000	53° 37' 05,23"	07° 28' 27,48"	98,0	0,144	21074,79	323,13
EW005			E-70 E4-2.000	53° 36' 18,69"	07° 25' 47,26"	99,0	0,135	21941,65	314,70
EW012			E-70 E4-2.000	53° 36' 27,15"	07° 25' 45,26"	99,0	0,132	22151,62	315,12
EW041			E-70 E4-2.000	53° 36' 57,54"	07° 26' 08,48"	99,0	0,128	22532,52	317,57
EW043			E-70 E4-2.000	53° 36' 58,78"	07° 25' 46,11"	99,0	0,124	22841,15	316,88
EW003			E-66/15.66-1.50	53° 36' 11,76"	07° 25' 50,77"	67,0	0,053	21745,82	314,41
EW006			E-66/15.66-1.50	53° 36' 18,97"	07° 25' 34,37"	67,0	0,050	22117,51	314,28
EW009			E-66/15.66-1.50	53° 36' 19,60"	07° 26' 11,27"	67,0	0,054	21648,67	315,57
EW013			E-66/15.66-1.50	53° 36' 27,37"	07° 25' 24,70"	67,0	0,047	22425,93	314,45
EW014			E-66/15.66-1.50	53° 36' 29,26"	07° 25' 58,17"	67,0	0,051	22030,42	315,67
EW015			E-66/15.66-1.50	53° 36' 29,81"	07° 26' 25,71"	67,0	0,054	21690,31	316,66
EW016			E-66/15.66-1.50	53° 36' 34,84"	07° 25' 40,57"	67,0	0,048	22380,70	315,39
EW018			E-66/15.66-1.50	53° 36' 34,88"	07° 27' 15,05"	67,0	0,059	21187,58	318,71
EW019			E-66/15.66-1.50	53° 36' 36,44"	07° 25' 20,82"	67,0	0,045	22673,02	314,83
EW020			E-66/15.66-1.50	53° 36' 36,42"	07° 27' 33,82"	67,0	0,060	21001,14	319,51
EW021			E-66/15.66-1.50	53° 36' 39,24"	07° 26' 00,13"	67,0	0,049	22226,19	316,30
EW022			E-66/15.66-1.50	53° 36' 40,44"	07° 26' 23,51"	67,0	0,051	21957,10	317,17
EW024			E-66/15.66-1.50	53° 36' 43,37"	07° 27' 10,61"	67,0	0,056	21443,15	319,03
EW025			E-66/15.66-1.50	53° 36' 43,17"	07° 27' 45,26"	67,0	0,060	21024,19	320,32
EW028			E-66/15.66-1.50	53° 36' 48,59"	07° 25' 51,86"	67,0	0,046	22539,99	316,53
EW030			E-66/15.66-1.50	53° 36' 47,66"	07° 27' 30,45"	67,0	0,057	21305,69	320,00
EW033			E-66/15.66-1.50	53° 36' 49,61"	07° 26' 08,70"	67,0	0,048	22350,14	317,16

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
EW035			E-66/15.66-1.50	53° 36' 52,69"	07° 25' 30,56"	67,0	0,043	22903,10	316,04
EW036			E-66/15.66-1.50	53° 36' 51,73"	07° 27' 49,42"	67,0	0,059	21179,35	320,94
EW037			E-66/15.66-1.50	53° 36' 54,27"	07° 27' 10,99"	67,0	0,054	21693,24	319,63
EW040			E-66/15.66-1.50	53° 36' 55,99"	07° 27' 28,67"	67,0	0,055	21523,89	320,37
EW045			E-66/15.66-1.50	53° 36' 58,21"	07° 28' 04,17"	67,0	0,059	21165,38	321,85
EW046			E-66/15.66-1.50	53° 36' 59,19"	07° 27' 42,22"	67,0	0,058	21441,71	321,05
EW048			E-66/15.66-1.50	53° 37' 04,74"	07° 25' 59,20"	67,0	0,044	22811,82	317,64
EW053			E-66/15.66-1.50	53° 37' 05,66"	07° 27' 18,18"	67,0	0,052	21877,01	320,49
EW055			E-66/15.66-1.50	53° 37' 07,77"	07° 28' 00,15"	67,0	0,058	21443,33	322,18
EW056			E-66/15.66-1.50	53° 37' 09,25"	07° 27' 39,90"	67,0	0,054	21710,37	321,48
EW057			E-66/15.66-1.50	53° 37' 11,23"	07° 26' 21,89"	67,0	0,045	22681,43	318,76
EW062			E-66/15.66-1.50	53° 37' 14,94"	07° 27' 19,04"	67,0	0,050	22088,36	321,00
EW066			E-66/15.66-1.50	53° 37' 17,71"	07° 27' 59,13"	67,0	0,054	21697,61	322,64
EW067			E-66/15.66-1.50	53° 37' 18,13"	07° 27' 38,52"	67,0	0,052	21940,89	321,88
EW011			E-48-800	53° 36' 26,51"	07° 26' 09,39"	75,6	0,075	21825,23	315,90
EW017			E-48-800	53° 36' 34,63"	07° 26' 17,60"	75,6	0,074	21901,05	316,64
EW039			E-48-800	53° 36' 55,75"	07° 25' 56,29"	75,6	0,087	22644,65	317,06
EW065			WindWorld W-2	53° 37' 17,53"	07° 26' 41,26"	31,5	-0,044	22594,93	319,76
Geplante WEA im Windpark Dornum									
PD115			E-101	53° 38' 11,04"	07° 27' 50,04"	135	0,210	23122,60	324,81
PD210			E-101	53° 38' 22,13"	07° 27' 34,42"	135	0,203	23568,36	324,72
PD240			E-101	53° 38' 01,47"	07° 27' 19,99"	135	0,208	23209,84	323,27
PD410			E-101	53° 37' 49,75"	07° 27' 10,44"	135	0,211	23028,61	322,38
PD420			E-101	53° 37' 36,67"	07° 27' 06,40"	135	0,216	22756,94	321,61
PD429			E-101	53° 37' 37,02"	07° 27' 24,75"	135	0,219	22556,51	322,30
PD330			E-82/E3	53° 37' 40,83"	07° 28' 18,92"	138	0,235	22054,17	324,53
PD440			E-82/E3	53° 37' 24,10"	07° 27' 01,84"	138	0,227	22507,77	320,83
PD630			E-82/E3	53° 37' 36,74"	07° 26' 03,82"	138	0,211	23493,81	319,42
PD120			E-70/E4	53° 38' 03,62"	07° 28' 17,16"	113	0,162	22648,52	325,50
PD320			E-70/E4	53° 37' 33,98"	07° 27' 49,14"	113	0,168	22208,80	323,06
PD520			E-70/E4	53° 37' 24,06"	07° 26' 12,32"	64	0,034	23095,45	319,08
PD611			E-53	53° 37' 40,21"	07° 25' 45,55"	73	0,050	23795,22	318,98
Beantragte WEA im Landkreis Wittmund (Norderland)									
BW004			E-82 E2	53° 36' 16,90"	07° 25' 18,26"	108,0	0,154	22287,46	313,64
BW047			E-82 E2	53° 37' 03,16"	07° 25' 33,91"	108,0	0,143	23093,70	316,71
NL1v			E-82/E3	53° 36' 29,00"	07° 26' 45,06"	98,0	0,139	21428,21	317,30
NL2			E-82/E3	53° 36' 11,37"	07° 26' 09,52"	108,0	0,165	21491,33	315,03
NL3v			E-82/E3	53° 36' 21,37"	07° 26' 28,03"	108,0	0,165	21472,43	316,26
NL4			E-82/E3	53° 36' 36,20"	07° 26' 37,57"	108,0	0,162	21685,03	317,43
NL5v			E-82/E3	53° 36' 44,38"	07° 26' 35,02"	108,0	0,159	21902,84	317,79
NL6			E-82/E3	53° 36' 49,19"	07° 26' 22,72"	108,0	0,156	22165,29	317,62
NL7			E-82/E3	53° 37' 03,27"	07° 26' 19,34"	108,0	0,151	22529,02	318,25
NL 9			E-82/E3	53° 37' 12,16"	07° 25' 58,20"	108,0	0,144	22993,52	317,99
NL 10			E-82/E3	53° 37' 15,83"	07° 26' 10,73"	108,0	0,145	22923,94	318,61
NL 11			E-82/E3	53° 37' 19,30"	07° 26' 23,04"	108,0	0,148	22855,03	319,21
NL 12			E-82/E3	53° 37' 15,04"	07° 26' 35,90"	108,0	0,150	22600,69	319,44
NL 13			E-82/E3	53° 37' 14,80"	07° 26' 55,70"	108,0	0,153	22358,91	320,14
NL 14			E-82/E3	53° 37' 10,55"	07° 27' 07,41"	108,0	0,156	22119,90	320,34
NL 15			E-82/E3	53° 37' 22,08"	07° 27' 27,45"	108,0	0,156	22163,06	321,67
NL16			E-82/E3	53° 37' 03,47"	07° 27' 01,95"	108,0	0,158	22017,41	319,78
NL17v			E-70/E4	53° 36' 48,25"	07° 26' 59,85"	98,0	0,136	21687,03	318,89
NL20			E-82/E3	53° 36' 41,05"	07° 27' 23,21"	108,0	0,169	21236,95	319,37
NL21v			E-70/E4	53° 37' 29,01"	07° 28' 20,38"	98,0	0,135	21742,57	324,02
NL22v			E-82/E3	53° 37' 31,57"	07° 28' 06,47"	108,0	0,158	21958,01	323,60
NL24			E-70/E4	53° 37' 00,02"	07° 28' 17,29"	98,0	0,144	21060,72	322,46
NL26			E-82/E3	53° 37' 18,45"	07° 28' 46,77"	108,0	0,169	21193,60	324,56
Bestand Holtriem									
WEA T1			Enercon E66	53° 35' 07,53"	07° 28' 24,30"	65,0	0,082	18344,89	316,11
WEA T2			Enercon E66	53° 34' 59,92"	07° 28' 27,80"	65,0	0,085	18131,52	315,74
WEA T3			Enercon E66	53° 34' 52,13"	07° 28' 31,14"	65,0	0,087	17917,07	315,34
WEA T4			Enercon E66	53° 34' 44,20"	07° 28' 34,74"	65,0	0,090	17697,06	314,93

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
WP Neuschoo – Südmoor									
WEA N 1	3400800,0	5936924,0	Enercon E101	53° 33' 15,84"	07° 30' 07,28"	135,0	0,431	14583,60	312,02
WEA N 2	3401134,0	5937131,0	Enercon E101	53° 33' 22,76"	07° 30' 25,18"	135,0	0,430	14485,83	313,52
WEA N 3	3400692,0	5936473,0	Enercon E101	53° 33' 01,18"	07° 30' 01,93"	135,0	0,435	14360,49	310,40
WEA N 4	3400957,0	5936637,0	Enercon E101	53° 33' 06,66"	07° 30' 16,13"	135,0	0,442	14273,31	311,60
WEA N 5	3401184,0	5936832,0	Enercon E101	53° 33' 13,12"	07° 30' 28,23"	135,0	0,443	14241,42	312,80
WEA N 6	3401260,0	5936547,0	Enercon E101	53° 33' 03,96"	07° 30' 32,68"	135,0	0,449	13990,26	312,17
WEA N 7	3400534,0	5936776,0	Enercon E101	53° 33' 10,87"	07° 29' 53,00"	135,0	0,423	14679,95	310,88
geplante WEAs westliches Gebiet									
WEA EC1	3400185,0	5935880,0	Enercon E101	53° 32' 41,55"	07° 29' 34,09"	135,4	0,440	14382,23	307,24
WEA EC2	3400886,0	5935910,0	Enercon E101	53° 32' 52,60"	07° 30' 07,20"	135,4	0,446	14115,85	309,84
WEA EC3	3401300,0	5935640,0	Enercon E101	53° 32' 34,58"	07° 30' 35,98"	135,4	0,476	13352,27	309,44
WEA EC4	3401250,0	5935950,0	Enercon E101	53° 32' 44,55"	07° 30' 32,91"	135,4	0,470	13592,98	310,30
WEA EC5	3401205,0	5936270,0	Enercon E101	53° 32' 54,87"	07° 30' 30,11"	135,4	0,460	13839,57	311,17
WEA EC6	3400787,0	5936206,0	Enercon E101	53° 32' 43,10"	07° 30' 13,00"	135,4	0,456	13847,14	309,18
geplante WEAs östliches Gebiet									
WEA O1			Enercon E53	53° 32' 47,66"	07° 31' 37,02"	73,0	0,226	12779,45	314,05
WEA O2			Enercon E53	53° 33' 06,21"	07° 32' 04,88"	73,0	0,221	12832,64	317,47
WEA O3			Enercon E53	53° 33' 05,71"	07° 32' 18,95"	73,0	0,225	12644,43	318,30

Tabelle 1: Koordinatenübersicht über die analysierte zulässige Aufstellung der geplanten Windenergieanlagen (grün) sowie der Vorbelastung (blau). Die rot gekennzeichneten Windenergieanlagen im östlichen Gebiet sind radartechnisch nicht zulässig.

Die zu erwartende Reichweitenminderung durch die grün gekennzeichneten geplanten WEAs unter Berücksichtigung der Vorbelastung erfüllt das Kriterium von 96,2 %.

Die WEA-Planung für das östliche Untersuchungsgebiet zeigt für die Anordnung der rot gekennzeichneten Windenergieanlagen WEA O1, WEA O2 und WEA O3 mit den geplanten WEA-Standorten vom Typ Enercon E53 mit einer Nabenhöhe von ca. 73 m Reichweitenwerte, die das Kriterium verletzen. Verschiebungen der WEA-Standorte innerhalb des Gebietes wurden geprüft, führen aber ebenfalls zu Ergebnissen, die das Reichweitenkriterium verletzen.

Größere Anlagendimensionen sind in dem östlichen Planungsgebiet ebenfalls radartechnisch nicht zulässig.

Bei der Realisierung der Planungsstandorte sind Ortsabweichungen in allen Richtungen gegenüber den Koordinaten gemäß Tabelle 1 in der Größenordnung des Säulendurchmessers – im unteren Höhenbereich – von ca. 5,5 m ohne Einfluss auf die Ergebnisse in allen Richtungen zulässig.

Für die vorliegende Radaranlage in Brockzetel, die als 3-D-Radaranlage zur Luftverteidigung dient, können ohne zusätzliche Änderungen die grün gekennzeichneten geplanten Windenergieanlagen im westlichen Gebiet radartechnisch akzeptiert werden, da aufgrund der Untersuchungsergebnisse nur eine unerhebliche messtechnisch nicht feststellbare Reichweitenänderung gegenüber der heutigen Situation vorliegen wird.

Die Streufeldeinflüsse bedingt durch die zukünftige Windparksituation mit den geplanten zulässigen WEAs weisen eine geringe Intensitätszunahme auf, infolge derer keine feststellbaren Auswirkungen auf das Radarsystem zu erwarten sind.

Zusätzlicher Handlungsbedarf für die zulässigen geplanten Windenergieanlagen besteht bei den festgestellten Einflüssen nicht.

Hinweis:

Sämtliche Ergebnisse sind unter den für die untersuchten WEA-Standorte angegebenen Randbedingungen gültig. Ein Übertrag der Ergebnisse auf andere Windenergieanlagen oder auf andere Standorte ist nur mit Einschränkungen möglich. Bei Änderungen der WEA-Konstruktionen, der Standorte oder bei abweichenden Geländeprofilen verlieren die ermittelten Ergebnisse ihre Gültigkeit.

Alle Untersuchungsobjekte sind hinsichtlich Konstruktion und Material vom Auftraggeber vorgegeben worden. Alle Untersuchungen und theoretische Analysen sind vom Sachverständigen persönlich überwacht oder durchgeführt worden. Der Schwerpunkt der Unterstützung durch Dipl.-Ing. M. Gottschalk liegt in der Durchführung der Simulationsverfahren nach festgelegten Prozessen.

Alle genutzten Hilfsmittel sind Eigentum der Airbus Defence and Space GmbH, Betriebsstätte Bremen. Sie entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Lehre und der Erfahrung aus der Praxis.



Dr. -Ing. A. Frye; 13.11.2014

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Hochfrequenz- und Signaturtechnik

3 Aufgabenbeschreibung

Nordwestlich des Radarstandortes Brockzetel ist in ca. 13,5 km Entfernung die Errichtung von drei Windenergieanlage des Typs Enercon E53 mit einer Nabenhöhe von ca. 73 m über Grund sowie sechs Windenergieanlagen des Typs Enercon E101 mit einer Nabenhöhe von ca. 135,4 m über Grund vorgesehen.

Geplante Anlagen:

Die getriebelosen WEA vom Typ Enercon E53 haben eine horizontale Ausdehnung der Naben- und Generator konstruktion von maximal ca. 7,42 m. Die Höhe kann mit maximal 4,54 m angegeben werden. Der Querschnitt der Standsäule als Stahlsäule oder Stahlbetonsäule am Anschluss zur Gondel ist mit ca. 1,5 m angegeben. Der Rotordurchmesser beträgt ca. 53 m. Die ermittelten Ergebnisse in diesem Gutachten behalten auch bei einem ggf. kleineren Rotordurchmesser ihre Gültigkeit ohne Einschränkungen.

Die getriebelosen WEA vom Typ Enercon E101 haben eine horizontale Ausdehnung der Naben- und Generator konstruktion von maximal ca. 15 m. Die Höhe kann mit maximal 7 m angegeben werden. Der Querschnitt der Standsäule als Stahlsäule oder Stahlbetonsäule am Anschluss zur Gondel ist mit ca. 3,2 m angegeben. Der Rotordurchmesser beträgt ca. 101 m. Die ermittelten Ergebnisse in diesem Gutachten behalten auch bei einem ggf. kleineren Rotordurchmesser ihre Gültigkeit ohne Einschränkungen.

Für die Rotorblätter der geplanten Anlage wird von einem Blitzschutzkonzept ausgegangen, das ein Leiterband bzw. eine axial geführte Leiterschiene im Rotorblatt sowie metallische Rezeptoren u. a. im Bereich der Blattspitze vorsieht. Gemäß durchgeführter messtechnischer Untersuchungen im Zusammenhang mit anderen Projekten konnte nachgewiesen werden, dass ein derartiges Blitzschutzkonzept ein geringeres radartechnisches Störpotential zeigt als äußere metallische Kantenprofile,

insbesondere eine geringere Streufeldintensität infolge eines geringeren Metallanteils im Rotorblatt.

Das Ausmaß der möglichen Einflüsse durch Rotorblätter wird im Folgenden für ein Blitzschutzkonzept berücksichtigt, das diesen axial verlaufenden Leiter vorsieht.

Ziel dieser Untersuchung ist es, unter den Kriterien, die in den nachstehenden Kapiteln genannt sind, eine Aussage über die durch die geplanten WEAs erzeugten und zu erwartenden radarverschattungswirksamen Störeinflüsse und daraus folgenden Reichweitenminderungen zu erarbeiten und – soweit erforderlich – Maßnahmen zu deren Beseitigung und deren Wirksamkeit aufzuzeigen.

4 Referenzuntersuchung

Die vorliegende Untersuchung berücksichtigt neben den durchgeführten Simulationsrechnungen zusätzlich Erkenntnisse aus rechnergestützten und messtechnischen Analysen von anderen Windkraftvorhaben im Nahbereich unterschiedlichster Radarortungssysteme. Der Schwerpunkt der vorliegenden messtechnischen Grundlagen und Referenzen bezieht sich auf 3D-Radarsysteme zur Luftverteidigung. Bei der Modellierung sowie der rechnergestützten Strahlungsfeldanalyse der vorliegenden WEA-Anordnung wurden die gleichen Verfahren aus den nachstehend genannten Vorhaben – in weiterentwickelter Version – genutzt.

Grundlagen dieser Untersuchungen sind u. a.:

- a. Computergestützte Strahlungsfeldanalysen der DASA zur Beurteilung der Einflüsse einzelner Windkraftanlagen im Nahbereich des militärischen Radarsensors Auenhausen/NRW. Die Resultate wurden in einem Bericht vom September 1998 zusammengefasst.
- b. Flugvermessungen zur Verschattungswirkung von Windkraftanlagen im Nahbereich des Radarsensors Auenhausen im Jahr 1996.
- c. Technische Vorgaben der Bundeswehr an die Untersuchung von Windenergieanlagen zum Radarsensor Brockzetel vom September 1998.
- d. Durchgeführte computergestützte Strahlungsfeldanalyse der DASA zur Beurteilung der Einflüsse einzelner Windkraftanlagen mit Nabenhöhen von 98 m über Grund. Dabei wurden gezielt unterschiedliche Distanzen zu einer Radarortungsanlage bewertet. Die Resultate wurden in einem Bericht vom Januar 1999 zusammengefasst. Die gewählten Modellparameter bei der Nachbildung dieser Wind-

energieanlagen entsprechen den Parametern der Untersuchungen nach a und b zu Auenhausen, da hierbei jeweils eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den computergestützten Strahlungsfeldanalysen sowie den Flugvermessungen festgestellt wurde.

- e. Durchgeführte Flugvermessungen zum Radarsensor Brockzetel/Niedersachsen vom April 1999.
- f. Computergestützte Strahlungsfeldanalysen der DASA im Rahmen einer Machbarkeitsanalyse für ein Aufstellungskonzept eines Windenergieparks. Die Resultate zu radartechnisch möglichen Anordnungen einer größeren Anzahl von Windenergieanlagen im Nahbereich des Radarsensors Brockzetel wurden dabei in einem Bericht im Mai 1999 zusammengefasst.
- g. Interpretation und Beteiligung an der Auswertung von Flugvermessungen im Rahmen der „Arbeitsgruppe Messtechnik“ – 1999 bis 2003 – unter Leitung des Luftwaffenführungskommandos.
- h. Computergestützte Feldanalysen der EADS in Abstimmung mit der Erprobungsstelle WTD 81 der Bundeswehr in Greding zur Beurteilung des Einflusses von Windenergieanlagen bei unterschiedlichen Radarbetriebsfrequenzen im Jahr 2003.
- i. Untersuchung von Windenergieanlagen-Anordnungen im Einflussbereich/Arbeitsbereich von Luftverteidigungsanlagen der Typen MPR, HADR und RRP 117 mit unterschiedlichen Frequenzen in den Jahren 2002 bis 2005.
- j. Untersuchung von Windenergieanlagen-Anordnungen im Einflussbereich/Arbeitsbereich von Navigationsanlagen des Typs DVOR in Deutschland im Jahr 2004.

- k. Untersuchung von WEA Anordnungen in großer Distanz sowie deren Einfluss auf Luftverteidigungsradaranlagen des Typs HADR und Vergleich mit Flugverkehrsaufzeichnungen in den Jahren 2008 und 2009.
- l. Report DoD USA „ THE EFFECTS OF WIND TURBINE FARMS ON MILITARY READINESS 2006“.
- m. Eurocontrol “ Guidelines from Wind turbine task force “ Version 1.0
- n. ICAO EUR Doc. 15 2nd Edition, September 2009.
- o. e. ICAO – Doc 8071 – Manual on Testing of Radio Navigation Aids; Vol. III.

5 Untersuchungsverfahren

Das eingesetzte numerische Untersuchungsverfahren zur Strahlungsfeldanalyse im Raum basiert bzgl. der Nachbildung der Windenergieanlagen auf dem mathematischen Verfahren der Momentenmethode.

Bei den Untersuchungen der Abschattungswirkungen, sowie der Wechselwirkungen der Windenergieanlagen untereinander, wurden die Feldberechnungen bei jeder einzelnen Konfiguration einer Windenergieanlage oder einer Gruppe von Windenergieanlagen für verschiedene Raumgebiete sowie unterschiedliche Höhen durchgeführt. In der vorliegenden Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf einen sehr niedrigen Elevationswinkel von $0,2^\circ \dots 0,22^\circ$ gelegt. Dabei wurde diese leicht geneigte Analyseebene derart im Raum bzgl. der Höhen angeordnet, dass der Höhenbereich der Gondeln, d. h. der Bereich, in dem die intensivsten Störungen hervorgerufen werden können, abgetastet wird.

Zusätzlich wurde zur Abschätzung der sich bewegenden Rotorblätter jede Windenergieanlage mit und ohne metallische Blitzschutzstruktur in den Rotorblättern analysiert. Bei der Analyse der Windenergieanlagen mit stark metallhaltigen Rotorblättern wurde stets eine Y-Konfiguration gewählt. Das nach unten zeigende Rotorblatt ist leicht seitlich vor der Säule positioniert.

Grundsätzlich wird bei den numerischen Analysen als Worst-case-Ansatz das Raumgebiet der Gondel als eine rotationssymmetrische Objektstruktur nachgebildet, die bei vollständiger Rotation ein Ellipsoid ergibt.

Die Einflüsse durch Bodenreflexionen sind in einer ergänzenden Untersuchungsreihe berücksichtigt, die auf dem numerischen Verfahren der UTD basiert. In diesem Zusammenhang wurde auf der Grundlage von Datenbanken, die das Gelände und die Kulturdaten, die u. a. Bebauung und Vegetation beinhalten, das Geländeprofil rechnergestützt nachgebildet. Der Einfluss durch Bodenreflexionen und Streufelder

auf das Radarstrahlungsfeld, insbesondere auf die Empfangsverhältnisse am Ort der Radarortungsanlage, wird dadurch berücksichtigt.

Das elektromagnetische Strahlungsfeld wurde bei jeder Analyse in einem 400 m breiten und einem 25 km langen Feldgebiet – ausgehend von der Radarortungsanlage – ermittelt. Dieses Feldgebiet stellt somit den letzten Streckenabschnitt der vom LFZ reflektierten Radarwelle dar. In den Abbildungen sind somit die Feldstärkeverteilungen der letzten 25 km mit der Radarortungsanlage als Zielpunkt angegeben.

Das Raumgebiet um das Radarsystem wird mit unterschiedlichen Feldpunktdichten analysiert, um eine gesicherte Datenbasis für die Beurteilung der zu erwartenden Einflüsse auf die Empfangsfeldstärke zu haben.

Grundsätzlich wird bei den Feldberechnungen eine normierte elektrische Feldstärke bei Annahme vertikaler Polarisierung ausgewiesen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt durch als Farbflächen gekennzeichnete Feldstärkeverteilungen sowie durch 3D-Konturdarstellungen, die die räumliche Ausdehnung des Streufeldes in der direkten Umgebung der streuenden Struktur der Windenergieanlage deutlich machen.

Ein Einfluss auf die Radarortungssysteme wird als messtechnisch nachweisbar beurteilt, wenn die Feldstärkeminderungen am Ort der Empfangsantenne zu einer Reichweitenminderung auf 96,2 % oder weniger gegenüber dem ungestörten Fall (100 %) führen. Die Beurteilung von messbaren Reflexions- und Streufeldeinflüssen orientiert sich an Änderungen der Empfangsfeldstärke, die eine gleiche Größenordnung erreichen.

Eine Bewertung, ob die messbaren Einflüsse eine Beeinträchtigung des Betriebes des Radarortungsverfahrens bedeuten, erfolgt in Rahmen dieser Untersuchung nicht.

6 Technische Analyse

Die nachstehenden Untersuchungen zur Beurteilung des Einflusses von WEAs auf das Radarstrahlungsfeld wurden unter Berücksichtigung der Generatorbauform, den vorhandenen Blitzschutzkonzepten, der Säulendimensionierung und den Nabenhöhen durchgeführt. Ein geringfügig größerer Rotordurchmesser bewirkt keine Abweichungen von den nachfolgenden Analyseergebnissen.

- **Dreifach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 2. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 14**, **WEA EC1** und **WEA 7** bei einer mittleren Distanz von ca. 8,3 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

w1				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA 14	Enercon E66	85	4794,58	
WEA EC1	Enercon E101	135,4	14382,23	0,61
WEA 7	Enercon E70	98	5714,08	0,27
			8296,96	

Tabelle 2: Teilanordnung der geplanten Situation (w1).

- **Sechsfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 3. Die Analysen werden für die Standorte **WEA E-44-01**, **WEA 20**, **WEA EC2**, **WEA E-44-02**, **WEA EC3** und **WEA EC6** bei einer mittleren Distanz von ca. 9,11 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

w2				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA E-44-01	Enercon E44	50	4040,86	
WEA 20	Enercon E66	74	5078,71	0,64
WEA EC2	Enercon E101	135,4	14115,85	0,89
WEA E-44-02	Enercon E44	50	4229,18	-0,58
WEA EC3	Enercon E101	135,4	13352,27	0,18
WEA EC6	Enercon E101	135,4	13847,14	-0,26
			9110,67	

Tabelle 3: Teilanordnung der geplanten Situation (w2).

- **Siebenfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 4. Die Analysen werden für die Standorte **WEA EC4**, **WEA 23**, **WEA 2**, **WEA N3**, **WEA N7**, **WEA EC5** und **WEA 8** bei einer mittleren Distanz von ca. 10,59 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

w3				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA EC4	Enercon E101	135,4	13592,98	
WEA 23	Enercon E53	60	5979,01	0,05
WEA 2	Enercon E70	98	6192,80	0,00
WEA N 3	Enercon E101	135	14360,49	0,05
WEA N 7	Enercon E101	135	14679,95	0,48
WEA EC5	Enercon E101	135,4	13839,57	0,29
WEA 8	Enercon E58	70	5519,30	0,06
			10594,87	

Tabelle 4: Teilanordnung der geplanten Situation (w3).

- **Siebenfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 5. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 15**, **WEA O1**, **EW006**, **EW003**, **EW013**, **EA034** und **EW005** bei einer mittleren Distanz von ca. 18,46 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

o1				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA 15	Enercon E66	85	4788,13	
WEA O1	Enercon E53	73	12779,45	0,02
EW006	E-66/15.66-1.500	67	22117,51	0,24
EW003	E-66/15.66-1.500	67	21745,82	0,13
EW013	E-66/15.66-1.500	67	22425,93	0,03
EA034	E-66/18.70-1.800	65	23410,66	0,22
EW005	E-70 E4-2.000	99	21941,65	0,03
			18458,45	

Tabelle 5: Teilanordnung der geplanten Situation (o1).

- **Vierzehnfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Abbildung 5. Die Analysen werden für die Standorte **NL4, EA081, WEA 02, EW041, NL6, EW048, EA084, NL5v, EA092, NL9, EA100, EA083, NL7** und **WEA 03** bei einer mittleren Distanz von ca. 21,72 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

o2				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
NL4	E-82/E3	108	21685,03	
EA081	E-40/5.40-500	50	24196,24	0,02
WEA 02	Enercon E53	73	12832,64	0,02
EW041	E-70 E4-2.000	99	22532,52	0,11
NL6	E-82/E3	108	22165,29	0,05
EW048	E-66/15.66-1.500	67	22811,82	0,02
EA084	E-40/5.40-500	50	24385,37	0,08
NL5v	E-82/E3	108	21902,84	0,08
EA092	E-40/5.40-500	50	24576,43	0,14
NL 9	E-82/E3	108	22993,52	0,06
EA100	E-40/5.40-500	50	24767,34	0,18
EA083	E-40/5.40-500	50	24076,71	0,08
NL7	E-82/E3	108	22529,02	0,01
WEA 03	Enercon E53	73	12644,43	0,04
			21721,37	

Tabelle 6: Teilanordnung der geplanten Situation (o2).

Die Abbildung 2 und Abbildung 3 geben die untersuchten Kubaturen der Naben- und Generatorbauformen der geplanten Dimensionen wieder. Die Maximalabmessungen der nachgebildeten Generatorgondeln sowie die Durchmesser des jeweiligen oberen Säulenanschlusses sind angegeben.

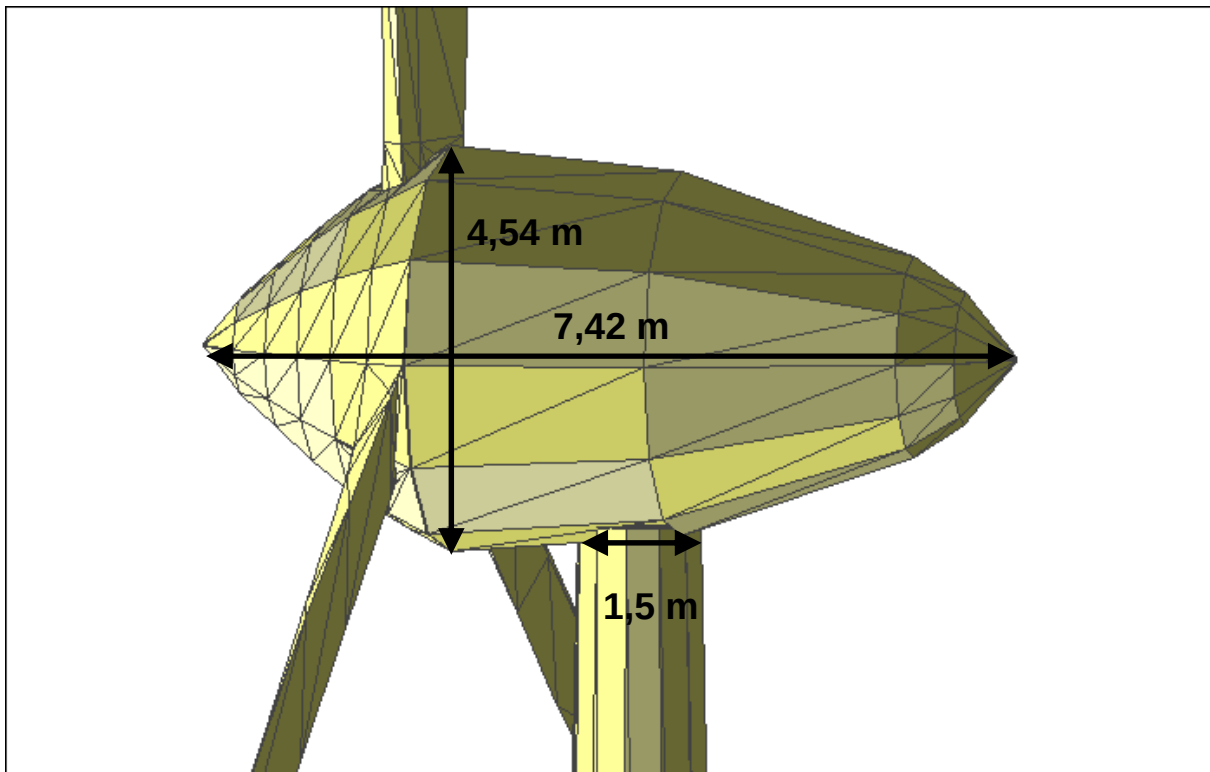


Abbildung 2: Schematische Objektgeometrie für die geplante WEA-Bauform Enercon E53 ohne Getriebe mit ca. 53 m Rotor bei ca. 73 m NH.

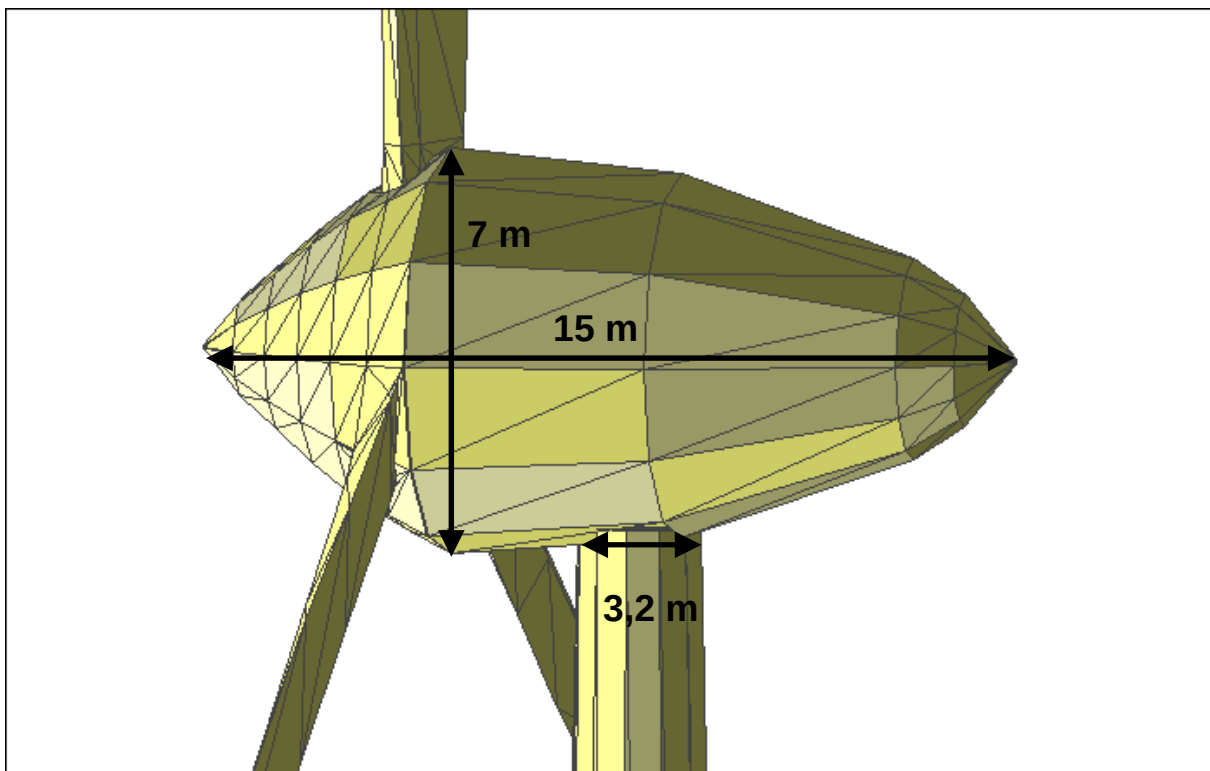


Abbildung 3: Schematische Objektgeometrie für die geplante WEA-Bauform Enercon E101 ohne Getriebe mit ca. 101 m Rotor bei ca. 135 m NH.

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.

Die Abbildung 4 zeigt eine Luftaufnahme der berücksichtigten geplanten WEA-Standorte im Windpark Aurich-Holtriem sowie der Vorbelastung bezüglich der Radaranlage Brockzetel für die geplante Situation.

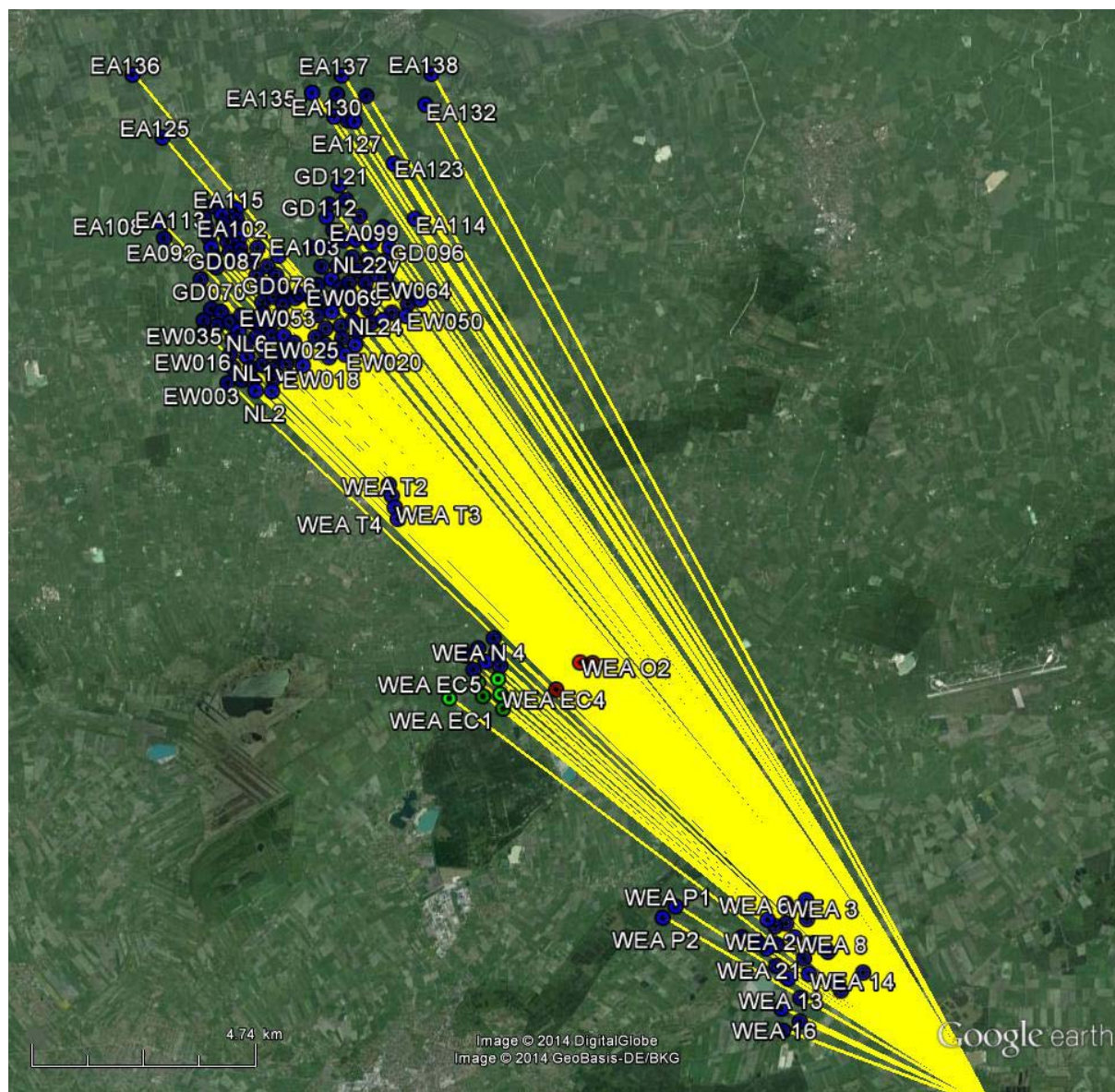


Abbildung 4: Schematische Darstellung der untersuchten Standorte der vorhandenen sowie geplanten Windenergieanlagen. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind gelb gekennzeichnet.

6.1 Radartechnische Randbedingungen

In früheren Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, welche räumliche Ausdehnung das Streufeld einer Windenergieanlage typischerweise hat. Sie zeigen, dass sich das Strahlungsfeld in großen Distanzen hinter einer verschattenden Windenergieanlage rekonstruiert. Bei der Beurteilung der Feldstärkeminderung ist daher zwischen dem Primärpfad vom Radarsystem zum Luftfahrzeug und dem Sekundärpfad des Signals vom reflektierenden Luftfahrzeug zurück zum Radarsystem zu unterscheiden. Die Ursache von möglichen Reichweitenreduktionen ist im vorliegenden Fall der durch die Windenergieanlage hervorgerufene Verschattungseinfluss im Sekundärpfad, bzw. die von der Windenergieanlage in Richtung Radarortungsanlage zeigende Verschattungswirkung.

Die Auswirkung durch eine oder mehrere Windenergieanlagen wird im 3-dimensionalen Raum ermittelt.

Die nachstehende Abbildung 5 stellt schematisch einen 2-dimensionalen Flächenausschnitt dar, der unter einem Elevationswinkel vom Luftfahrzeug herunter bis zur exakten Höhenposition der Radarantenne zeigt. Als Höhenposition am Ort der Radarortungsanlage wird die Unterkante der Radarantenne gewählt. Alle Feldstärken sind normiert und in dBV/m angegeben.

Die normierten Feldstärkewerte – der Referenzfall ohne WEA – gemäß der Abbildung 7 sind die Grundlage für die Untersuchungen. Die analysierten Ergebnisse aus dem Kapitel 6.1 und 6.2 sind gültig für Elevationswinkel oberhalb 0,2°.

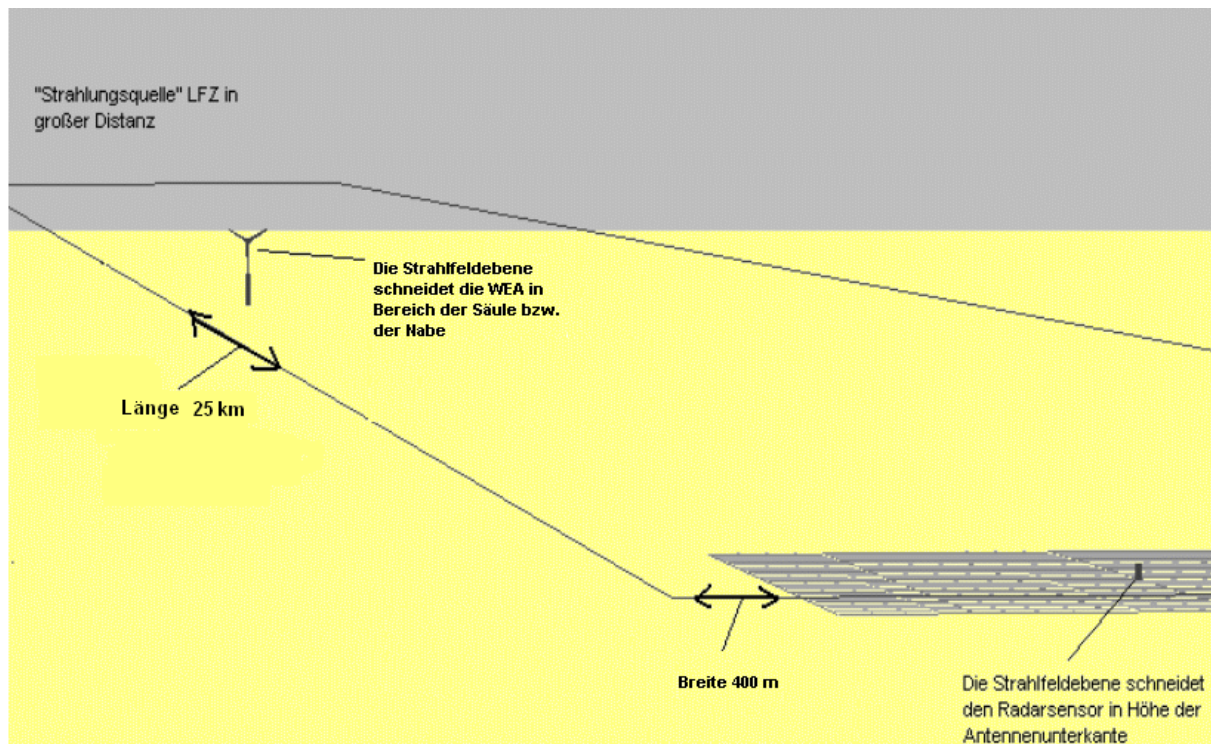


Abbildung 5: Anordnung von Radar und WEA sowie Lage des in dieser Untersuchung dargestellten Luftraums mit einer Ausdehnung von (hier) 25 km x 400 m Breite. Das LFZ wird in einer Distanz von bis zu 130 NM angenommen.
– schematische Darstellung –

Dargestellt ist in der vorliegenden Untersuchung – wenn nicht anders angegeben – stets ein Feldgebiet für den Sekundärpfad, das vom LFZ reflektierte Signal zur Radaranlage ist bis 25 km Längenausdehnung und in einer Breite von 400 m darstellt. Der grau dargestellte Ausschnitt des Feldgebietes wird mehreren Detailanalysen unterzogen, um eine ausreichende Datenbasis für die zu erwartenden Einflüsse auf die Empfangsverhältnisse des Radarsensors zu erhalten.

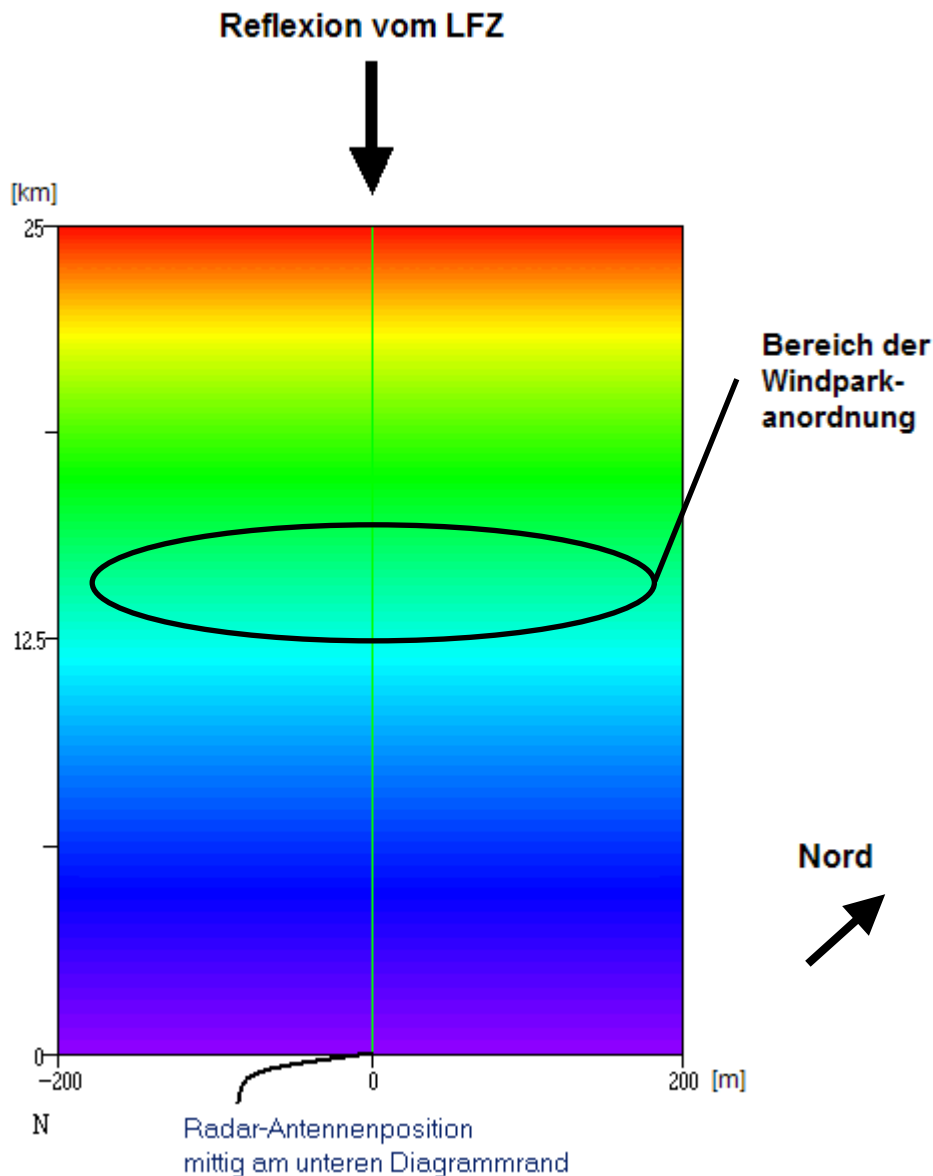


Abbildung 6: Feldgebiet von 25 km x 400 m in der Übersicht (schematische Übersicht für das Radar Brockzetel)

Das Untersuchungsgebiet ist in der Übersicht dargestellt. Der Feldstärkeverlauf ist farblich in verschiedenen Abstufungen angegeben. Der Ort der geplanten Windenergieanlagen wurde in Abbildung 6 schematisch in der geplanten Distanz zu den Radarsystemen als schwarze Ellipse gekennzeichnet. Die gemittelte Distanz der gesamten zukünftigen WEA-Anordnung zum Radar Brockzetel liegt bei ca. 13,5 km.

Die Abbildung 7 gibt die Strahlungsfeldverteilungen als Referenz im Fall ohne Windenergieanlagen zum Vergleich für die Frequenz von ca. 3,1 GHz wieder. Die Werte

sind normiert und dienen einer vergleichenden Betrachtung am Ort der Empfangsantenne als Referenzwert.

Bei der Betriebsfrequenz der Radaranlage in Brockzetel gilt für den Fall ohne WEA im Rahmen der Simulation zum Strahlungsfeld der Referenzwert von:

-6,506 dBV/m (normierte Empfangsfeldstärke)

LFZ in großer Distanz

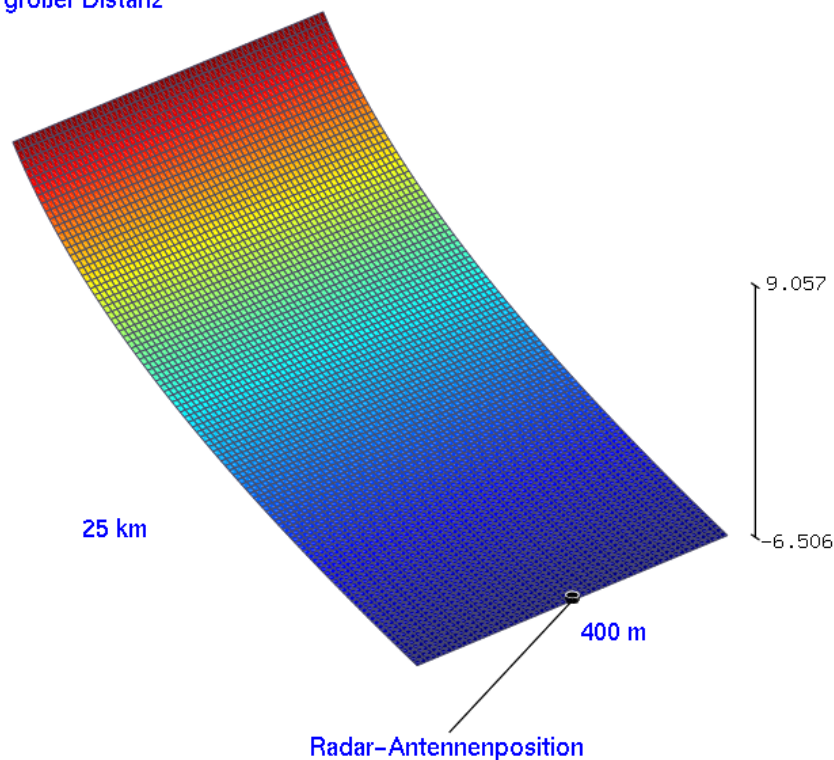


Abbildung 7: Das dargestellte Raumgebiet mit einer Elevation von $0,2^\circ$ ohne WEA-Einfluss in der Konturdarstellung für die Betriebsfrequenz des Radars Brockzetel.

Die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse gemäß dem Kapitel 6.2 unter Berücksichtigung des Einflusses von Windenergieanlagen zeigen am Ort des Radarsensors von den o.g. Werten ohne WEA abweichende, üblicherweise geringere Feldstärkewerte. Diese Differenz der Werte wird in eine zu erwartende äquivalente Reduktion der Reichweite umgerechnet.

6.2 Bewertung des Einflusses von Einzelanlagen und Gruppierungen

Die Nachbildung der geplanten Windenergieanlagen vom Typ Enercon E53 sowie Enercon E101 erfolgt gemäß der Abbildung 2 und Abbildung 3. Die Strahlungsfeldanalyse erfolgt für die vorgenannten Anlagentypen und Standortkombinationen.

Die Abbildung 8 bis Abbildung 12 geben für die Betriebsfrequenz der militärischen Radaranlage Brockzetel die Ergebnisse der **künftigen Situation** für die Anordnung mit den geplanten Windenergieanlagen als Teilanordnungen wieder.

Im direkten Vergleich mit der Referenz ohne WEA sind der radartechnisch wirksame Verschattungseffekt von einer WEA-Struktur bis zur Radarortungsanlage sowie die von der WEA verursachten Streufelder erkennbar. Deutlich sichtbar wird ebenfalls die unterschiedliche Ausdehnung und Ausprägung des Streufeldes infolge von Reflexions- und Beugungserscheinungen an den verschiedenen WEA-Strukturen in Abhängigkeit von der Distanz zum Radarsensor.

Die Auswertungen der Analyse für den Ort der empfangenden Radarortungsanlage erfolgt mittels der Feldpunktgitter, über das die Orte der berechneten Feldstärkewerte festgelegt sind.

Dreifach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 2. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 14**, **WEA EC1** und **WEA 7** bei einer mittleren Distanz von ca. 8,3 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

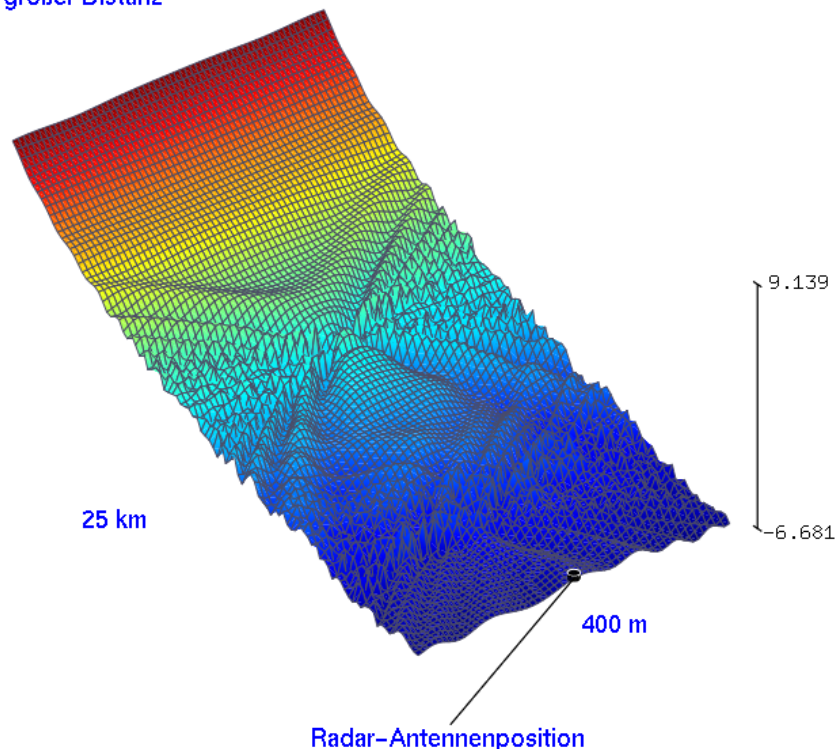


Abbildung 8: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA 14, WEA EC1 und WEA 7 als Dreifach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 8 mit -6,681 dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

98,01 %.

Der Verschattungseinfluss ist messtechnisch nicht feststellbar, das Kriterium ist erfüllt.

Sechsfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 3. Die Analysen werden für die Standorte **WEA E-44-01**, **WEA 20**, **WEA EC2**, **WEA E-44-02**, **WEA EC3** und **WEA EC6** bei einer mittleren Distanz von ca. 9,11 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

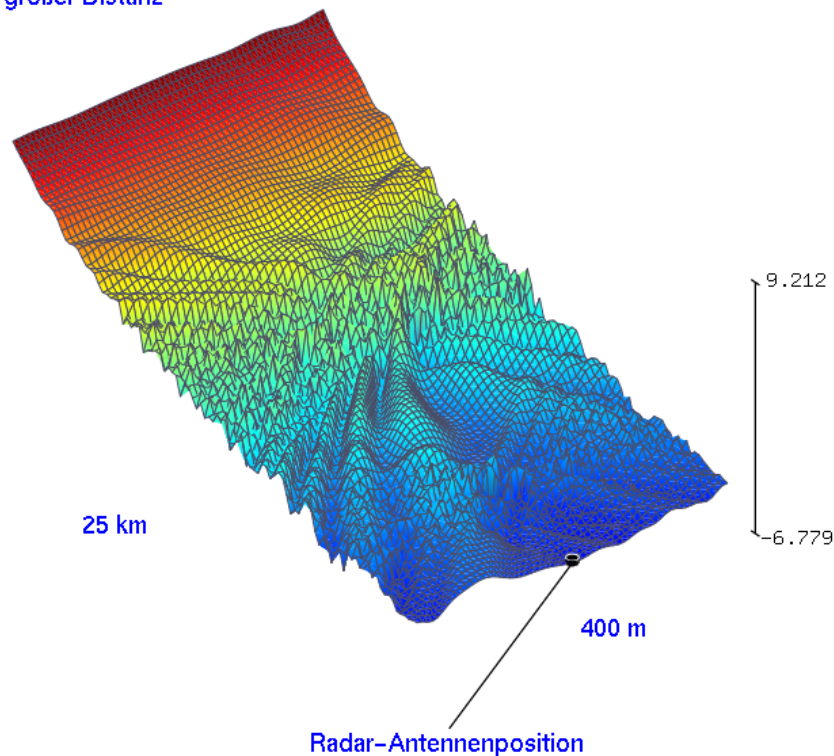


Abbildung 9: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA E-44-01, WEA 20, WEA EC2, WEA E-44-02, WEA EC3 und WEA EC6 als Sechsfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 9 mit -6,779 dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,91 %.

Der Verschattungseinfluss ist messtechnisch nicht feststellbar, das Kriterium ist erfüllt.

Siebenfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 4. Die Analysen werden für die Standorte **WEA EC4**, **WEA 23**, **WEA 2**, **WEA N3**, **WEA N7**, **WEA EC5** und **WEA 8** bei einer mittleren Distanz von ca. 10,59 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

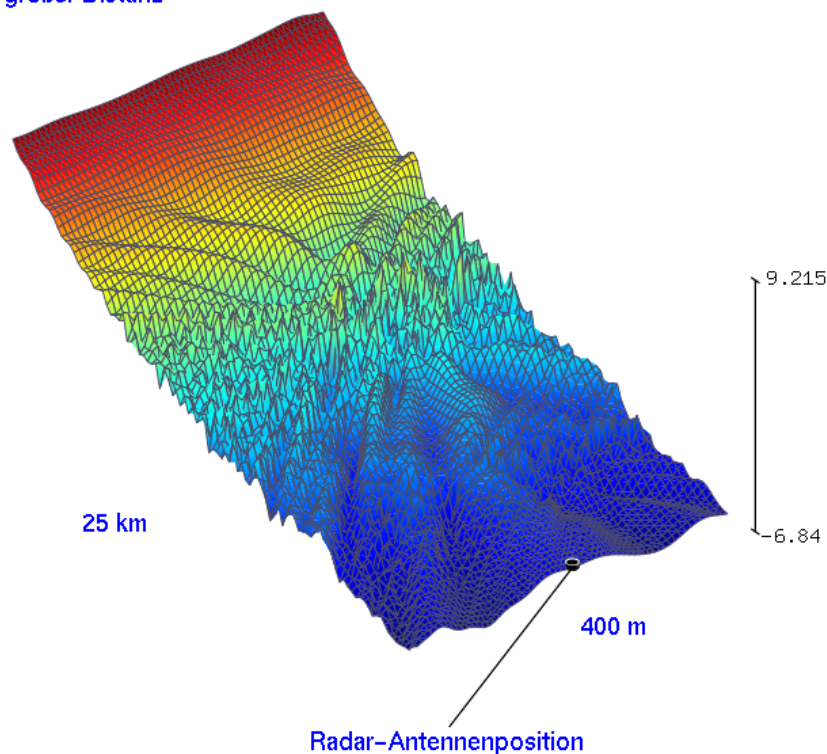


Abbildung 10: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA EC4, WEA 23, WEA 2, WEA N3, WEA N7, WEA EC5 und WEA 8 als Siebenfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 10 mit -6,84 dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,23 %.

Der Verschattungseinfluss ist messtechnisch nicht feststellbar, das Kriterium ist erfüllt.

Siebenfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 5. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 15, WEA 01, EW006, EW003, EW013, EA034** und **EW005** bei einer mittleren Distanz von ca. 18,46 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

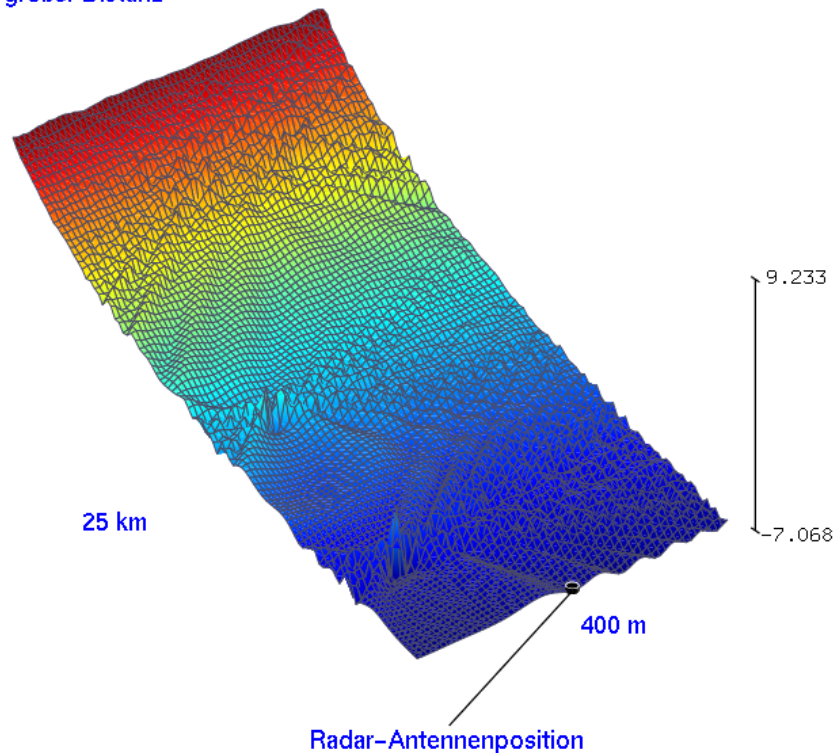


Abbildung 11: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA 15, WEA 01, EW006, EW003, EW013, EA034 und EW005 als Siebenfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 11 mit -7,068 dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

93,73 %.

Das Kriterium ist nicht erfüllt, an dem Standort WEA 01 ist die WEA der Dimension vom Typ Enercon E 53 radartechnisch nicht zulässig.

Vierzehnfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Abbildung 5. Die Analysen werden für die Standorte **NL4, EA081, WEA O2, EW041, NL6, EW048, EA084, NL5v, EA092, NL9, EA100, EA083, NL7** und **WEA O3** bei einer mittleren Distanz von ca. 21,72 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

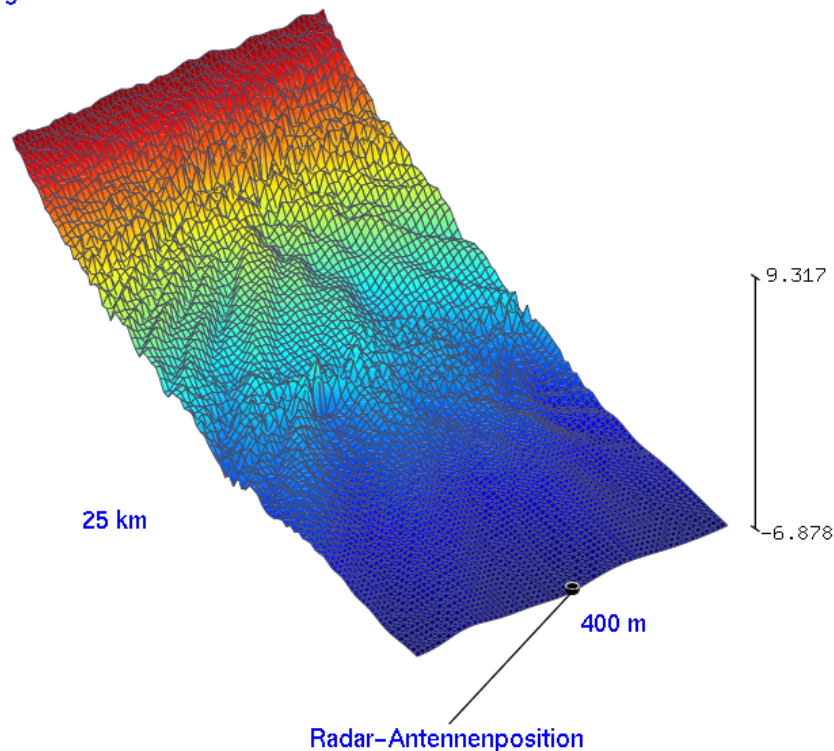


Abbildung 12: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten NL4, EA081, WEA O2, EW041, NL6, EW048, EA084, NL5v, EA092, NL9, EA100, EA083, NL7 und WEA O3 als Vierzehnfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 12 mit -6,878 dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

95,81 %.

Das Kriterium ist nicht erfüllt, an den Standort WEA O2 und WEA O3 sind die WEAs der Dimension vom Typ Enercon E 53 radartechnisch nicht zulässig.

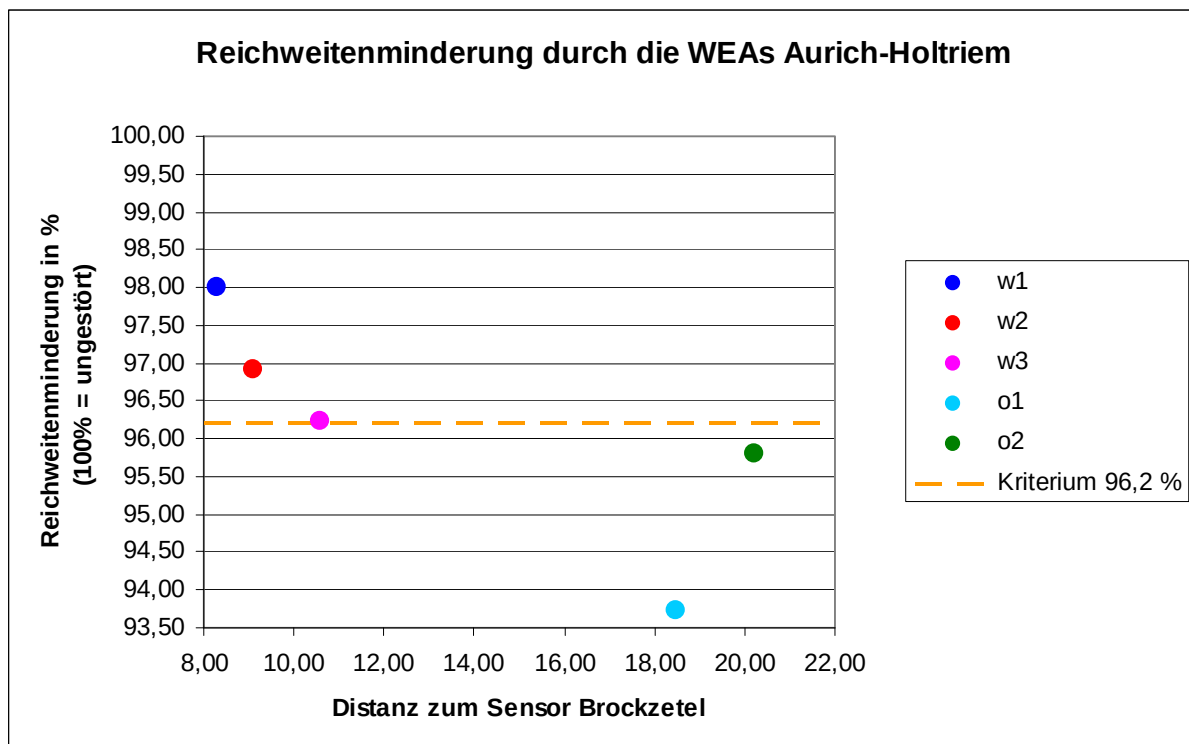


Abbildung 13: Übersicht über die zu erwartende Reichweitenreduktion bei den angegebenen WEA-Konstellationen.

Beurteilung:

In den Untersuchungen wurden die geplanten WEAs in Aurich-Holtriem unter Berücksichtigung der Vorbelastung als künftige Situation analysiert.

Für die Untersuchung der Aufstellung der geplanten WEAs im westlichen Gebiet vom Typ Enercon E101 liegen gemäß den Untersuchungsergebnissen keine Verschattungen vor, die das Kriterium 96,2 % verletzen.

Die WEA-Planung für das östliche Untersuchungsgebiet zeigt für die Anordnung der Standorte WEA O1, WEA O2 und WEA O3 mit dem geplanten Typ Enercon E53 mit einer Nabenhöhe von ca. 73 m Reichweitenwerte, die das Kriterium verletzen.

Die nachstehende Abbildung 14 gibt die Perspektive der vorhandenen/geplanten Windenergieanlagen über Azimut und Elevation bzgl. der Gondelpositionen für das Radar Brockzetel wieder. Die Bereiche der untersuchten Teilanordnungen sind farbig hinterlegt.

Bei den analysierten Teilanordnungen wird grundsätzlich neben anderen Parametern der Radaranlage auch die Breite der Antennenkeule berücksichtigt. Bei den jeweiligen Teilanalysen wird das LFZ mittig bzgl. des jeweils analysierten Azimutabschnittes in großer Entfernung angenommen und der hervorgerufene Verschattungseinfluss im Sekundärpfad, bzw. die von den Windenergieanlagen in Richtung Radarortungsanlage zeigende Verschattungswirkung analysiert. Die Auswahl der untersuchten Teilanordnungen basiert auf der Auswertung der geplanten Standorte unter dem Aspekt der geringsten Azimutabstände und der damit verbundenen stärksten Verschattungserscheinungen bzw. Reichweitenminderungen.

Befindet sich ein LFZ hinter einer WEA-Anordnung mit geringen Azimutabständen, werden bedingt durch die direkten Verschattungen sowie stärkeren Wechselwirkungen untereinander die größten Verschattungserscheinungen bzw. Reichweitenminderungen auftreten. Verschiebt sich die LFZ-Azimutposition aus diesem Bereich mit geringen Azimutabständen der WEAs heraus, nimmt der Verschattungseinfluss grundsätzlich ab.

In der Abbildung 14 ist die Perspektive der untersuchten Teilausschnitte des Windparks über Azimut und Elevation bzgl. der Gondelpositionen für das Radar Brockzetel dargestellt. Die Teilanordnungen mit den stärksten Verdichtungen für die Planungsanlagen sind in der Abbildung 14 durch orange Flächen gekennzeichnet. Die jeweiligen LFZ-Positionen im Azimut sind für die Teilanordnungen schematisch gekennzeichnet.

Die Detailanalysen, bei denen das LFZ hinter einer WEA-Verdichtung mit geringen Azimutabständen angeordnet ist, geben den jeweiligen worst-case Fall einer Ver-

ichtung wieder. Die Azimutbreite der Teilanordnungen ist somit nicht zwingend identisch mit der Azimutaufösung des Radargerätes.

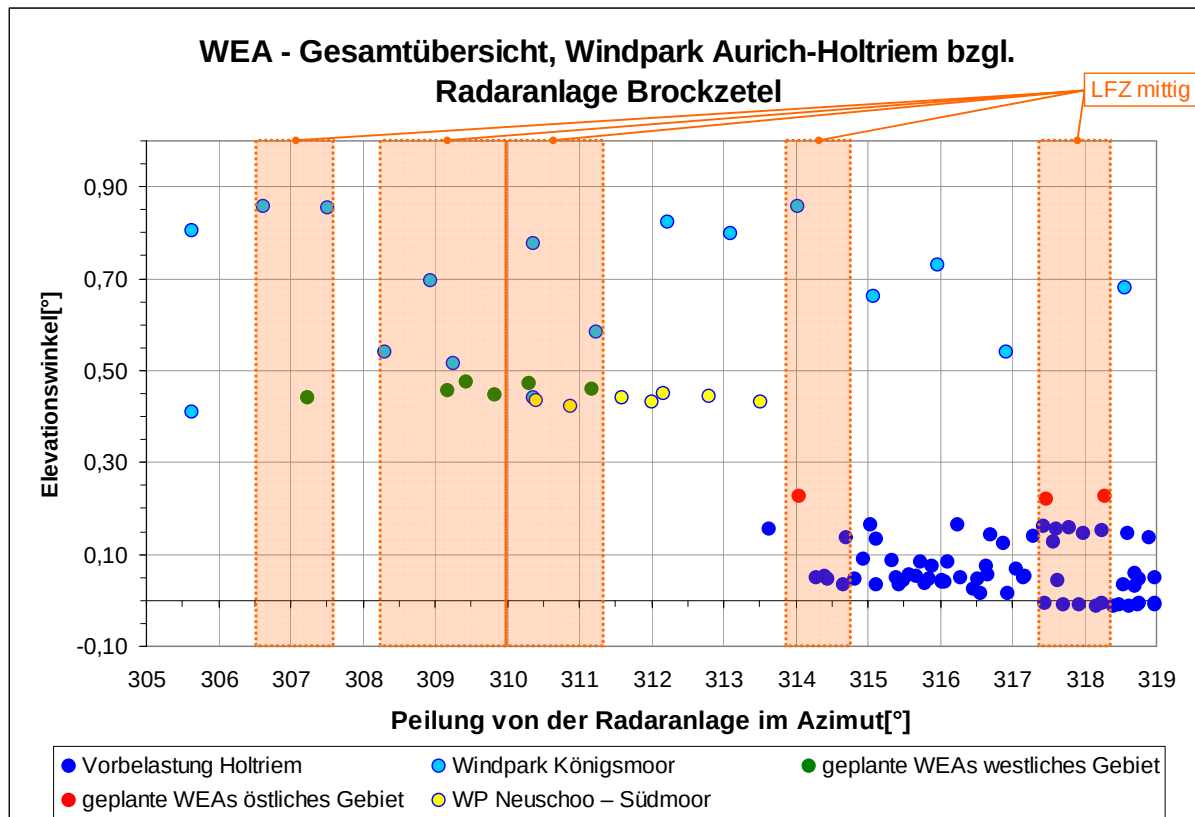


Abbildung 14: Perspektive zur Gondelanordnung gemäß Azimut und Elevation für die Position des Radars Brockzetel. Die Bereiche der analysierten Teilanordnungen sind orange gekennzeichnet.

6.3 Bewertung des Gesamteinflusses des Windparks

In den Untersuchungen wurden die geplanten Standorte in Aurich-Holtriem als zukünftige Situation unter Berücksichtigung der Vorbelastung analysiert.

Die Ergebnisse gemäß dem Kapitel 6.2 zeigen für die geplanten Windenergieanlagen im westlichen Gebiet für die untersuchten Teilanordnungen keine Verschattungserscheinungen, die das Reichweitenkriterium von 96,2 % verletzen.

Zusätzlicher Handlungsbedarf für die geplanten Windenergieanlagen im westlichen Gebiet vom Typ Enercon E101 durch z. B. Standortänderungen besteht bei den festgestellten Einflüssen nicht.

Die WEA-Planung für das östliche Untersuchungsgebiet zeigt für die Anordnung der Windenergieanlagen WEA O1, WEA O2 und WEA O3 mit den geplanten WEA-Standorten vom Typ Enercon E53 mit einer Nabenhöhe von ca. 73 m Reichweitenwerte, die das Kriterium verletzen. Verschiebungen der WEA-Standorte innerhalb des Gebietes wurden geprüft, führen aber ebenfalls zu Ergebnissen, die das Reichweitenkriterium verletzen.

Größere Anlagendimensionen sind in dem östlichen Planungsgebiet ebenfalls radartechnisch nicht zulässig.

Die Abbildung 15 zeigt eine Luftbildaufnahme des Windparkgebietes als Detailansicht der grün gekennzeichneten geplanten radartechnisch zulässigen WEA-Standorte sowie der blau gekennzeichneten Vorbelastung. Die rot gekennzeichneten Windenergieanlagen im östlichen Gebiet sind radartechnisch nicht zulässig. Die Koordinaten der vorhandenen/geplanten WEAs sowie die jeweiligen Entfernungen, die Elevation und Azimutwinkelbezüge zum Radar Brockzetel sind der Tabelle 7 zu

entnehmen. Die Abbildung 16 zeigt eine Übersicht zur Anordnung bzgl. der Elevation und Azimut der WEA-Gondeln bzgl. der militärischen Radaranlage Brockzetel.



Abbildung 15: Gesamtübersicht des Windparks Aurich-Holtriem der geplanten zulässigen Windenergieanlagen (grün) sowie der Fremdplanung (blau). Die rot gekennzeichneten Windenergieanlagen im östlichen Gebiet sind radartechnisch nicht zulässig. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. der Radaranlage Brockzetel sind gelb dargestellt.

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
Windpark Königsmoor									
WEA 1			Enercon E70	53° 29' 58,39"	07° 35' 10,74"	98,0	0,749	6399,27	304,67
WEA 2			Enercon E70	53° 30' 10,38"	07° 35' 40,19"	98,0	0,776	6192,80	310,36
WEA 3			Enercon E66	53° 30' 21,39"	07° 36' 00,77"	85,0	0,861	6143,88	315,07
WEA 4			Enercon E70	53° 29' 54,66"	07° 35' 29,58"	98,0	0,805	6048,69	305,64
WEA 5			Enercon E70	53° 30' 07,78"	07° 36' 01,32"	98,0	0,824	5846,66	312,22
WEA 6			Enercon E66	53° 30' 23,80"	07° 36' 24,35"	85,0	0,880	5899,96	318,57
WEA 7			Enercon E70	53° 29' 53,22"	07° 35' 50,36"	98,0	0,854	5714,08	307,51
WEA 8			Enercon E58	53° 29' 58,38"	07° 36' 11,07"	70,0	0,585	5519,30	311,24
WEA 9			Enercon E66	53° 30' 10,75"	07° 36' 25,43"	85,0	0,730	5590,52	315,98
WEA 10			Enercon E70	53° 29' 38,76"	07° 35' 49,91"	98,0	0,895	5461,12	303,72
WEA 12			Enercon E66	53° 29' 54,27"	07° 36' 32,80"	85,0	0,798	5136,72	313,11
WEA 13			Enercon E66	53° 29' 30,02"	07° 36' 03,60"	85,0	0,815	5102,07	302,76
WEA 14			Enercon E66	53° 29' 33,25"	07° 36' 27,58"	85,0	0,857	4794,58	306,63
WEA 15			Enercon E66	53° 29' 48,38"	07° 36' 49,49"	85,0	0,859	4788,13	314,02
WEA 16			Enercon E66	53° 29' 09,59"	07° 35' 55,97"	85,0	0,847	4917,47	295,66
WEA 17			Enercon E70	53° 29' 16,79"	07° 36' 17,65"	67,0	0,861	4667,78	300,25
WEA 18			Enercon E70	53° 28' 54,47"	07° 35' 57,93"	67,0	0,844	4700,83	290,69
WEA 19			Enercon E70	53° 29' 00,78"	07° 36' 17,25"	67,0	0,882	4446,63	294,67
WEA 20			Enercon E66	53° 29' 43,99"	07° 36' 22,02"	74,0	0,895	5078,71	308,95
WEA E-44-01			Enercon E44	53° 29' 21,80"	07° 37' 04,35"	50,0	0,541	4040,86	308,31
WEA E-44-02			Enercon E44	53° 29' 27,33"	07° 36' 58,69"	50,0	0,515	4229,18	309,26
WEA E-44-03			Enercon E44	53° 29' 34,19"	07° 37' 29,82"	50,0	0,539	3953,32	316,92
WEA 21			Enercon E48	53° 29' 50,85"	07° 35' 39,03"	55,6	0,409	5834,88	305,64
WEA 23			Enercon E53	53° 30' 05,91"	07° 35' 49,04"	60,0	0,441	5979,01	310,36
WEA P1			Enercon E53	53° 30' 19,47"	07° 33' 54,43"	73,0	0,429	7931,68	302,79
WEA P2			Enercon E82	53° 30' 11,89"	07° 33' 39,60"	98,0	0,601	8039,71	300,29
Genehmigte WEA in Dornum (Windpark Dornum) Errichtung 1. Hj. 2011									
GD070			E-70 E4	53° 37' 22,97"	07° 25' 58,03"	64,0	0,033	23244,02	318,54
GD073			E-70 E4	53° 37' 27,63"	07° 24' 47,06"	64,0	0,025	24235,54	316,47
GD076			E-70 E4	53° 37' 27,99"	07° 27' 17,91"	64,0	0,040	22415,25	321,61
GD077			E-70 E4	53° 37' 30,45"	07° 25' 51,53"	64,0	0,031	23496,23	318,70
GD078			E-70 E4	53° 37' 30,76"	07° 26' 14,07"	64,0	0,033	23230,76	319,48
GD085			E-70 E4	53° 37' 41,38"	07° 27' 59,84"	64,0	0,041	22274,27	323,82
GD087			E-70 E4	53° 37' 43,93"	07° 26' 16,75"	64,0	0,031	23508,91	320,22
GD088			E-70 E4	53° 37' 42,90"	07° 27' 41,66"	64,0	0,039	22511,88	323,21
GD093			E-70 E4 (E-48)	53° 37' 49,30"	07° 25' 52,28"	64,0	0,027	23926,46	319,65
GD094			E-70 E4	53° 37' 49,43"	07° 26' 53,94"	64,0	0,033	23208,17	321,78
GD096			E-70 E4	53° 37' 49,91"	07° 28' 24,57"	64,0	0,041	22222,96	325,16
GD101			E-70 E4	53° 37' 54,53"	07° 27' 32,11"	64,0	0,036	22904,54	323,40
GD112			E-70 E4	53° 38' 10,56"	07° 27' 12,03"	64,0	0,031	23522,40	323,40
GD118			E-70 E4	53° 38' 19,07"	07° 27' 14,83"	64,0	0,029	23702,97	323,88
GD121			E-70 E4	53° 38' 32,16"	07° 27' 26,22"	64,0	0,027	23908,36	324,86
Errichtete WEA im Landkreis Aurich (Norderland)									
EA098			E-70 E4-2.300	53° 37' 55,68"	07° 24' 04,79"	64,0	0,016	25399,14	316,55
EA108			E-70 E4-2.300	53° 38' 07,47"	07° 23' 58,70"	64,0	0,014	25740,47	316,94
EA123			E-70 E4-2.300	53° 38' 47,08"	07° 28' 29,45"	64,0	0,030	23643,43	327,80
EA023			E-66/15.66-1.50	53° 36' 44,08"	07° 25' 39,30"	67,0	0,046	22600,39	315,86
EA027			E-66/15.66-1.50	53° 36' 46,63"	07° 25' 23,83"	67,0	0,043	22856,18	315,49
EA042			E-66/15.66-1.50	53° 36' 58,63"	07° 25' 20,64"	67,0	0,041	23161,89	316,03
EA049			E-66/15.66-1.50	53° 37' 05,54"	07° 25' 10,85"	67,0	0,038	23443,07	316,07
EA052			E-66/15.66-1.50	53° 37' 07,30"	07° 24' 59,06"	67,0	0,037	23630,87	315,80
EA034			E-66/18.70-1.80	53° 36' 51,66"	07° 24' 49,72"	65,0	0,034	23410,66	314,67
EA038			E-66/18.70-1.80	53° 36' 56,12"	07° 25' 06,19"	65,0	0,035	23292,87	315,43
EA044			E-66/18.70-1.80	53° 36' 59,73"	07° 24' 50,59"	65,0	0,033	23574,54	315,13
Windpark Georgshof									
EA081			E-40/5.40-500	53° 37' 35,92"	07° 25' 04,97"	50,0	-0,008	24196,24	317,45
EA083			E-40/5.40-500	53° 37' 40,40"	07° 25' 22,86"	50,0	-0,007	24076,71	318,25
EA084			E-40/5.40-500	53° 37' 42,91"	07° 25' 02,54"	50,0	-0,009	24385,37	317,72
EA086			E-40/5.40-500	53° 37' 43,70"	07° 25' 33,69"	50,0	-0,007	24020,27	318,76

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
EA090			E-40/5.40-500	53° 37' 46,93"	07° 25' 20,42"	50,0	-0,008	24256,93	318,49
EA091			E-40/5.40-500	53° 37' 48,82"	07° 25' 32,78"	50,0	-0,008	24150,08	318,98
EA092			E-40/5.40-500	53° 37' 49,48"	07° 24' 59,22"	50,0	-0,010	24576,43	317,93
EA097			E-40/5.40-500	53° 37' 53,95"	07° 25' 17,82"	50,0	-0,010	24450,85	318,74
EA100			E-40/5.40-500	53° 37' 56,27"	07° 24' 56,35"	50,0	-0,012	24767,34	318,17
EA102			E-40/5.40-500	53° 37' 56,08"	07° 25' 31,55"	50,0	-0,009	24334,02	319,29
EA104			E-40/5.40-500	53° 38' 00,58"	07° 25' 15,54"	50,0	-0,011	24632,31	318,98
EA105			E-40/5.40-500	53° 38' 02,84"	07° 24' 53,74"	50,0	-0,013	24950,40	318,40
EA106			E-40/5.40-500	53° 38' 02,83"	07° 25' 30,09"	50,0	-0,010	24509,45	319,56
EA107			E-40/5.40-500	53° 38' 06,10"	07° 25' 13,44"	50,0	-0,012	24786,16	319,18
EA109			E-40/5.40-500	53° 38' 09,51"	07° 24' 50,69"	50,0	-0,014	25141,55	318,62
EA110			E-40/5.40-500	53° 38' 09,05"	07° 25' 28,83"	50,0	-0,011	24670,58	319,81
EA113			E-40/5.40-500	53° 38' 12,11"	07° 25' 11,25"	50,0	-0,013	24952,82	319,39
EA115			E-40/5.40-500	53° 38' 15,80"	07° 25' 27,59"	50,0	-0,012	24844,44	320,08
EA116			E-40/5.40-500	53° 38' 17,86"	07° 25' 01,53"	50,0	-0,014	25199,44	319,34
Errichtete WEA im Landkreis Aurich (Sonstige Betreiber)									
EA099			Vestas V39-500	53° 37' 53,52"	07° 28' 04,29"	41,5	-0,019	22529,66	324,55
EA103			Vestas V39-500	53° 37' 55,01"	07° 27' 45,78"	41,5	-0,020	22766,80	323,92
EA125			E-40	53° 39' 04,85"	07° 24' 02,34"	31,0	-0,065	27009,67	319,61
EA130			E-40	53° 39' 19,23"	07° 27' 20,60"	31,0	-0,057	25166,15	326,58
EA133			E-40	53° 39' 33,34"	07° 27' 57,74"	31,0	-0,057	25164,47	328,43
EA135			E-40	53° 39' 35,39"	07° 26' 55,13"	31,0	-0,060	25841,48	326,34
EA137			E-40	53° 39' 47,31"	07° 27' 29,03"	31,0	-0,060	25810,29	327,94
EA136			Nordtank NTK 5	53° 39' 47,85"	07° 23' 27,87"	31,0	-0,072	28433,16	320,39
EA127			WindWorld 295	53° 39' 15,81"	07° 27' 43,90"	31,0	-0,056	24842,83	327,27
EA128			WindWorld 295	53° 39' 16,62"	07° 27' 35,70"	31,0	-0,056	24946,02	327,01
EA134			Tacke 250	53° 39' 34,43"	07° 27' 23,90"	31,0	-0,059	25525,67	327,28
EA138			E-33	53° 39' 48,36"	07° 29' 12,55"	31,0	-0,056	24875,70	331,68
EA114			E-30/2.30-200	53° 38' 09,48"	07° 28' 53,89"	36,0	-0,032	22422,72	327,18
EA132			WindWorld 150	53° 39' 27,35"	07° 29' 05,82"	31,0	-0,054	24367,60	330,69
Errichtete WEA im Landkreis Wittmund (Norderland)									
EW050			E-82-2.000	53° 37' 02,99"	07° 28' 43,83"	108,4	0,176	20839,24	323,67
EW058			E-82-2.000	53° 37' 11,19"	07° 28' 45,86"	108,4	0,173	21021,47	324,16
EW064			E-82-2.000	53° 37' 14,14"	07° 29' 00,60"	108,4	0,174	20937,55	324,91
EW068			E-82-2.000	53° 37' 20,25"	07° 28' 16,41"	108,4	0,165	21568,23	323,44
EW069			E-82-2.000	53° 37' 20,51"	07° 28' 35,03"	108,4	0,168	21371,58	324,19
EW074			E-82-2.000	53° 37' 25,61"	07° 27' 37,91"	108,4	0,157	22129,62	322,23
EW075			E-82-2.000	53° 37' 25,66"	07° 27' 57,17"	108,4	0,160	21914,70	322,96
EW054			E-82-2.000	53° 37' 05,23"	07° 28' 27,48"	98,0	0,144	21074,79	323,13
EW005			E-70 E4-2.000	53° 36' 18,89"	07° 25' 47,26"	99,0	0,135	21941,65	314,70
EW012			E-70 E4-2.000	53° 36' 27,15"	07° 25' 45,26"	99,0	0,132	22151,62	315,12
EW041			E-70 E4-2.000	53° 36' 57,54"	07° 26' 08,48"	99,0	0,128	22532,52	317,57
EW043			E-70 E4-2.000	53° 36' 58,78"	07° 25' 46,11"	99,0	0,124	22841,15	316,88
EW003			E-66/15.66-1.50	53° 36' 11,76"	07° 25' 50,77"	67,0	0,053	21745,82	314,41
EW006			E-66/15.66-1.50	53° 36' 18,97"	07° 25' 34,37"	67,0	0,050	22117,51	314,28
EW009			E-66/15.66-1.50	53° 36' 19,80"	07° 26' 11,27"	67,0	0,054	21648,67	315,57
EW013			E-66/15.66-1.50	53° 36' 27,37"	07° 25' 24,70"	67,0	0,047	22425,93	314,45
EW014			E-66/15.66-1.50	53° 36' 29,26"	07° 25' 58,17"	67,0	0,051	22030,42	315,67
EW015			E-66/15.66-1.50	53° 36' 29,81"	07° 26' 25,71"	67,0	0,054	21690,31	316,66
EW016			E-66/15.66-1.50	53° 36' 34,84"	07° 25' 40,57"	67,0	0,048	22380,70	315,39
EW018			E-66/15.66-1.50	53° 36' 34,88"	07° 27' 15,05"	67,0	0,059	21187,58	318,71
EW019			E-66/15.66-1.50	53° 36' 36,44"	07° 25' 20,82"	67,0	0,045	22673,02	314,83
EW020			E-66/15.66-1.50	53° 36' 36,42"	07° 27' 33,82"	67,0	0,060	21001,14	319,51
EW021			E-66/15.66-1.50	53° 36' 39,24"	07° 26' 00,13"	67,0	0,049	22226,19	316,30
EW022			E-66/15.66-1.50	53° 36' 40,44"	07° 26' 23,51"	67,0	0,051	21957,10	317,17
EW024			E-66/15.66-1.50	53° 36' 43,37"	07° 27' 10,61"	67,0	0,056	21443,15	319,03
EW025			E-66/15.66-1.50	53° 36' 43,17"	07° 27' 45,26"	67,0	0,060	21024,19	320,32
EW028			E-66/15.66-1.50	53° 36' 48,59"	07° 25' 51,86"	67,0	0,046	22539,99	316,53
EW030			E-66/15.66-1.50	53° 36' 47,66"	07° 27' 30,45"	67,0	0,057	21305,69	320,00
EW033			E-66/15.66-1.50	53° 36' 49,61"	07° 26' 08,70"	67,0	0,048	22350,14	317,16

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
EW035			E-66/15.66-1.50	53° 36' 52,69"	07° 25' 30,56"	67,0	0,043	22903,10	316,04
EW036			E-66/15.66-1.50	53° 36' 51,73"	07° 27' 49,42"	67,0	0,059	21179,35	320,94
EW037			E-66/15.66-1.50	53° 36' 54,27"	07° 27' 10,99"	67,0	0,054	21693,24	319,63
EW040			E-66/15.66-1.50	53° 36' 55,99"	07° 27' 28,67"	67,0	0,055	21523,89	320,37
EW045			E-66/15.66-1.50	53° 36' 58,21"	07° 28' 04,17"	67,0	0,059	21165,38	321,85
EW046			E-66/15.66-1.50	53° 36' 59,19"	07° 27' 42,22"	67,0	0,058	21441,71	321,05
EW048			E-66/15.66-1.50	53° 37' 04,74"	07° 25' 59,20"	67,0	0,044	22811,82	317,64
EW053			E-66/15.66-1.50	53° 37' 05,66"	07° 27' 18,18"	67,0	0,052	21877,01	320,49
EW055			E-66/15.66-1.50	53° 37' 07,77"	07° 28' 00,15"	67,0	0,058	21443,33	322,18
EW056			E-66/15.66-1.50	53° 37' 09,25"	07° 27' 39,90"	67,0	0,054	21710,37	321,48
EW057			E-66/15.66-1.50	53° 37' 11,23"	07° 26' 21,89"	67,0	0,045	22681,43	318,76
EW062			E-66/15.66-1.50	53° 37' 14,94"	07° 27' 19,04"	67,0	0,050	22088,36	321,00
EW066			E-66/15.66-1.50	53° 37' 17,71"	07° 27' 59,13"	67,0	0,054	21697,61	322,64
EW067			E-66/15.66-1.50	53° 37' 18,13"	07° 27' 38,52"	67,0	0,052	21940,89	321,88
EW011			E-48-800	53° 36' 26,51"	07° 26' 09,39"	75,6	0,075	21825,23	315,90
EW017			E-48-800	53° 36' 34,63"	07° 26' 17,60"	75,6	0,074	21901,05	316,64
EW039			E-48-800	53° 36' 55,75"	07° 25' 56,29"	75,6	0,087	22644,65	317,06
EW065			WindWorld W-2	53° 37' 17,53"	07° 26' 41,26"	31,5	-0,044	22594,93	319,76
Geplante WEA im Windpark Dornum									
PD115			E-101	53° 38' 11,04"	07° 27' 50,04"	135	0,210	23122,60	324,81
PD210			E-101	53° 38' 22,13"	07° 27' 34,42"	135	0,203	23568,36	324,72
PD240			E-101	53° 38' 01,47"	07° 27' 19,99"	135	0,208	23209,84	323,27
PD410			E-101	53° 37' 49,75"	07° 27' 10,44"	135	0,211	23028,61	322,38
PD420			E-101	53° 37' 36,67"	07° 27' 06,40"	135	0,216	22756,94	321,61
PD429			E-101	53° 37' 37,02"	07° 27' 24,75"	135	0,219	22556,51	322,30
PD330			E-82/E3	53° 37' 40,83"	07° 28' 18,92"	138	0,235	22054,17	324,53
PD440			E-82/E3	53° 37' 24,10"	07° 27' 01,84"	138	0,227	22507,77	320,83
PD630			E-82/E3	53° 37' 36,74"	07° 26' 03,82"	138	0,211	23493,81	319,42
PD120			E-70/E4	53° 38' 03,62"	07° 28' 17,16"	113	0,162	22648,52	325,50
PD320			E-70/E4	53° 37' 33,98"	07° 27' 49,14"	113	0,168	22208,80	323,06
PD520			E-70/E4	53° 37' 24,06"	07° 26' 12,32"	64	0,034	23095,45	319,08
PD611			E-53	53° 37' 40,21"	07° 25' 45,55"	73	0,050	23795,22	318,98
Beantragte WEA im Landkreis Wittmund (Norderland)									
BW004			E-82 E2	53° 36' 16,90"	07° 25' 18,26"	108,0	0,154	22287,46	313,64
BW047			E-82 E2	53° 37' 03,16"	07° 25' 33,91"	108,0	0,143	23093,70	316,71
NL1v			E-82/E3	53° 36' 29,00"	07° 26' 45,06"	98,0	0,139	21428,21	317,30
NL2			E-82/E3	53° 36' 11,37"	07° 26' 09,52"	108,0	0,165	21491,33	315,03
NL3v			E-82/E3	53° 36' 21,37"	07° 26' 28,03"	108,0	0,165	21472,43	316,26
NL4			E-82/E3	53° 36' 36,20"	07° 26' 37,57"	108,0	0,162	21685,03	317,43
NL5v			E-82/E3	53° 36' 44,38"	07° 26' 35,02"	108,0	0,159	21902,84	317,79
NL6			E-82/E3	53° 36' 49,19"	07° 26' 22,72"	108,0	0,156	22165,29	317,62
NL7			E-82/E3	53° 37' 03,27"	07° 26' 19,34"	108,0	0,151	22529,02	318,25
NL 9			E-82/E3	53° 37' 12,16"	07° 25' 58,20"	108,0	0,144	22993,52	317,99
NL 10			E-82/E3	53° 37' 15,83"	07° 26' 10,73"	108,0	0,145	22923,94	318,61
NL 11			E-82/E3	53° 37' 19,30"	07° 26' 23,04"	108,0	0,148	22855,03	319,21
NL 12			E-82/E3	53° 37' 15,04"	07° 26' 35,90"	108,0	0,150	22600,69	319,44
NL 13			E-82/E3	53° 37' 14,80"	07° 26' 55,70"	108,0	0,153	22358,91	320,14
NL 14			E-82/E3	53° 37' 10,55"	07° 27' 07,41"	108,0	0,156	22119,90	320,34
NL 15			E-82/E3	53° 37' 22,08"	07° 27' 27,45"	108,0	0,156	22163,06	321,67
NL16			E-82/E3	53° 37' 03,47"	07° 27' 01,95"	108,0	0,158	22017,41	319,78
NL17v			E-70/E4	53° 36' 48,25"	07° 26' 59,85"	98,0	0,136	21687,03	318,89
NL20			E-82/E3	53° 36' 41,05"	07° 27' 23,21"	108,0	0,169	21236,95	319,37
NL21v			E-70/E4	53° 37' 29,01"	07° 28' 20,38"	98,0	0,135	21742,57	324,02
NL22v			E-82/E3	53° 37' 31,57"	07° 28' 06,47"	108,0	0,158	21958,01	323,60
NL24			E-70/E4	53° 37' 00,02"	07° 28' 17,29"	98,0	0,144	21060,72	322,46
NL26			E-82/E3	53° 37' 18,45"	07° 28' 46,77"	108,0	0,169	21193,60	324,56
Bestand Holtriem									
WEA T1			Enercon E66	53° 35' 07,53"	07° 28' 24,30"	65,0	0,082	18344,89	316,11
WEA T2			Enercon E66	53° 34' 59,92"	07° 28' 27,80"	65,0	0,085	18131,52	315,74
WEA T3			Enercon E66	53° 34' 52,13"	07° 28' 31,14"	65,0	0,087	17917,07	315,34
WEA T4			Enercon E66	53° 34' 44,20"	07° 28' 34,74"	65,0	0,090	17697,06	314,93

Nr	Rechts	Hoch	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
WP Neuschoo – Südmoor									
WEA N 1	3400800,0	5936924,0	Enercon E101	53° 33' 15,84"	07° 30' 07,28"	135,0	0,431	14583,60	312,02
WEA N 2	3401134,0	5937131,0	Enercon E101	53° 33' 22,76"	07° 30' 25,18"	135,0	0,430	14485,63	313,52
WEA N 3	3400692,0	5936473,0	Enercon E101	53° 33' 01,18"	07° 30' 01,93"	135,0	0,435	14360,49	310,40
WEA N 4	3400957,0	5936637,0	Enercon E101	53° 33' 06,66"	07° 30' 16,13"	135,0	0,442	14273,31	311,60
WEA N 5	3401184,0	5936832,0	Enercon E101	53° 33' 13,12"	07° 30' 28,23"	135,0	0,443	14241,42	312,80
WEA N 6	3401260,0	5936547,0	Enercon E101	53° 33' 03,96"	07° 30' 32,68"	135,0	0,449	13990,26	312,17
WEA N 7	3400534,0	5936776,0	Enercon E101	53° 33' 10,87"	07° 29' 53,00"	135,0	0,423	14679,95	310,88
geplante WEAs westliches Gebiet									
WEA EC1	3400185,0	5935880,0	Enercon E101	53° 32' 41,55"	07° 29' 34,09"	135,4	0,440	14382,23	307,24
WEA EC2	3400886,0	5935910,0	Enercon E101	53° 32' 52,60"	07° 30' 07,20"	135,4	0,446	14115,85	309,84
WEA EC3	3401300,0	5935640,0	Enercon E101	53° 32' 34,58"	07° 30' 35,98"	135,4	0,476	13352,27	309,44
WEA EC4	3401250,0	5935950,0	Enercon E101	53° 32' 44,55"	07° 30' 32,91"	135,4	0,470	13592,98	310,30
WEA EC5	3401205,0	5936270,0	Enercon E101	53° 32' 54,87"	07° 30' 30,11"	135,4	0,460	13839,57	311,17
WEA EC6	3400787,0	5936206,0	Enercon E101	53° 32' 43,10"	07° 30' 13,00"	135,4	0,456	13847,14	309,18
geplante WEAs östliches Gebiet									
WEA O1			Enercon E53	53° 32' 47,66"	07° 31' 37,02"	73,0	0,226	12779,45	314,05
WEA O2			Enercon E53	53° 33' 06,21"	07° 32' 04,88"	73,0	0,221	12832,64	317,47
WEA O3			Enercon E53	53° 33' 05,71"	07° 32' 18,95"	73,0	0,225	12644,43	318,30

Tabelle 7: Koordinatenübersicht über die analysierte zulässige Aufstellung der geplanten Windenergieanlagen (grün) sowie der Vorbelastung (blau). Die rot gekennzeichneten Windenergieanlagen im östlichen Gebiet sind radartechnisch nicht zulässig.

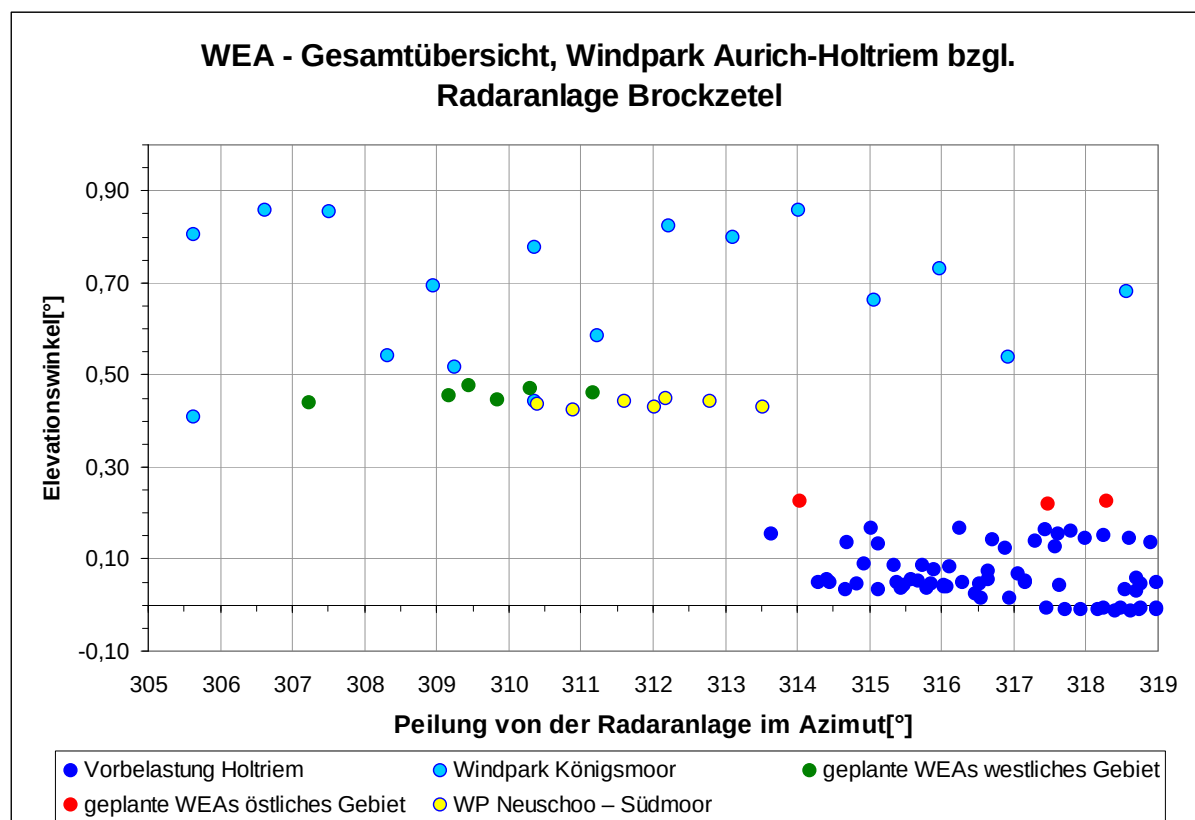


Abbildung 16: Perspektive zur Gondelanordnung gemäß Azimut und Elevation für die Position des Radars Brockzetel. Die grün gekennzeichneten Windenergieanlagen im westlichen Gebiet sind radartechnisch zulässig. Die rot gekennzeichneten Windenergieanlagen im östlichen Gebiet sind radartechnisch nicht zulässig.

Anhang A: Abkürzungen

ASR	=	Airport Surveillance Radar (Primärradar)	2-D-Radar
GND	=	Geländehöhe	
LFZ	=	Luftfahrzeug	
LV-Radar	=	Radar zur Luftverteidigung;	3-D-Radar
MoM	=	Momentenmethode ; Analyseverfahren zur Hochfrequenzausbreitung	
MPR	=	Typenbezeichnung eines Radargerätes zur Luftverteidigung	
NH	=	Nabenhöhe	
RASS	=	Verfahren/Tool zur messtechnischen Bewertung von Radarsystemen	
RCS	=	Radar-Cross-Section	(RQS Radarquerschnitt)
Reichweiten- minderung	=	Maß für die Beschränkung/Minderung der radarwirksamen Einsehbarkeit in definierte Luftraumsektionen. Die ideale Betriebsbedingung liegt vor für einen Wert von 100 %.	
SSR/IFF	=	Secondary Surveillance Radar	(Sekundärradar)
UTD	=	Uniform Theorie of Diffraction: Analyseverfahren zur Hochfrequenzausbreitung	
WEA	=	Windenergieanlage	