

Signaturtechnisches Gutachten
zum Windpark Ochtersum
im Einflussbereich der
militärischen Radaranlage Brockzetel

19.06.2015

Gutachten Nr.: TAECS42-149/15
TAECS42-410/14
(technischer Abschluss)

Auftraggeber:

Norderland Naturstrom GmbH
Im Gewerbegebiet 5

D-26556 Westerholt

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@airbus.com



Ausfertigung Nr.: - pdf -

Das Gutachten besteht aus den Seiten 1 bis 53 mit dem Anhang A.

Inhaltsverzeichnis:

1	Vorbemerkung/Zielsetzung	3
2	Gesamtbeurteilung/Zusammenfassung der Ergebnisse	6
3	Aufgabenbeschreibung	15
4	Referenzuntersuchung.....	17
5	Untersuchungsverfahren.....	20
6	Technische Analyse	22
6.1	Radartechnische Randbedingungen.....	30
6.2	Bewertung des Einflusses von Einzelanlagen und Gruppierungen.....	34
6.3	Bewertung des Gesamteinflusses des Windparks	49
	Anhang A: Abkürzungen.....	53

1 Vorbemerkung/Zielsetzung

Die Analyse eines möglichen Störpotentials gegenüber dem Luftverteidigungsradarsystem in Brockzetel erfolgt für eine Planung eines Windenergievorhabens Ochtersum, bestehend aus mehreren Teilgebieten unter Berücksichtigung benachbarter Bestandsanlagen in den Planungsgebieten. Die Windparkplanung Ochtersum befindet sich nordwestlich des Radarstandortes Brockzetel in einer Entfernung zwischen ca. 13,3 km und ca. 20,6 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:

- a. Messtechnisch feststellbare Radarverschattungen durch die geplanten WEAs
- b. Gerichtete Reflexionen
- c. Streufelderscheinungen, insbesondere infolge von Wechselwirkungen zwischen benachbarten Windenergieanlagen
- d. Bewertung der Streufeldintensität für einzelne WEAs als auch für mehrere WEAs unter Berücksichtigung deren Wechselwirkung

- e. Messtechnisch feststellbare Radarverschattungen durch die geplanten WEAs im Falle der notwendigen Berücksichtigung vorhandener räumlich vor- oder nachgelagerter WEAs im Hinblick auf 3-D-Radarsysteme.
- f. Konkrete Parameter des LV-Radarsystems: Antennenposition, Antennenhöhe, Azimutauflösung, Betriebsfrequenzbereich

Berücksichtigt sind weiter die Referenzuntersuchungen gemäß Kapitel 4

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 E115 sowie Enercon E82 im Windpark Ochtersum 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. der Radarreichweite des Radarsystems Brockzetel schafft, ist die nachstehende WEA-Anordnung gemäß Abbildung 1 und Abbildung 2 sowie Tabelle 1 und Tabelle 2 zulässig:

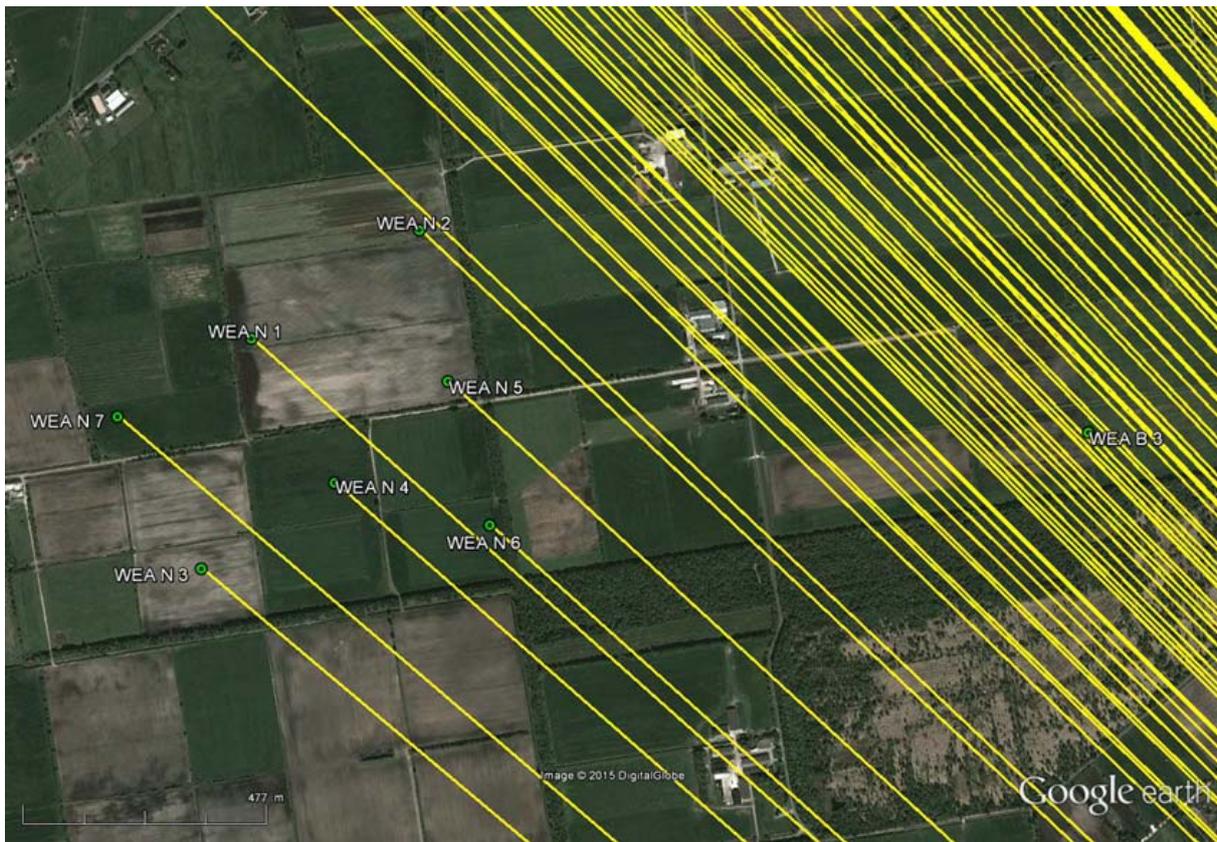


Abbildung 1: Gesamtübersicht des Windparks Ochtersum der geplanten Windenergieanlagen (grün) in den Teilgebieten 1 und 2. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. der Radaranlage Brockzetel sind gelb dargestellt.



Abbildung 2: Gesamtübersicht des Windparks Ochtersum der geplanten Windenergieanlagen (grün) in den Teilgebieten 5, 8 und 9. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. der Radaranlage Brockzetel sind gelb dargestellt.

Die Standorte der geplanten Windenergieanlagen (grün) sind gekennzeichnet. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind gelb gekennzeichnet.

Nr	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
Genehmigte WEA in Dornum (Windpark Dornum) Errichtung 1. Hj. 2011							
GD070	E-70 E4	53° 37' 22,97"	07° 25' 58,03"	64,0	0,113	23226,18	318,54
GD073	E-70 E4	53° 37' 27,63"	07° 24' 47,06"	64,0	0,109	24214,83	316,47
GD076	E-70 E4	53° 37' 27,99"	07° 27' 17,91"	64,0	0,118	22400,87	321,61
GD077	E-70 E4	53° 37' 30,45"	07° 25' 51,53"	64,0	0,112	23478,34	318,70
GD078	E-70 E4	53° 37' 30,76"	07° 26' 14,07"	64,0	0,114	23213,82	319,48
GD085	E-70 E4	53° 37' 41,38"	07° 27' 59,84"	64,0	0,118	22261,94	323,82
GD087	E-70 E4	53° 37' 43,93"	07° 26' 16,75"	64,0	0,112	23492,45	320,22
GD088	E-70 E4	53° 37' 42,90"	07° 27' 41,66"	64,0	0,117	22498,67	323,21
GD093	E-70 E4	53° 37' 49,30"	07° 25' 52,28"	64,0	0,110	23909,14	319,65
GD094	E-70 E4	53° 37' 49,43"	07° 26' 53,94"	64,0	0,114	23193,40	321,78
GD096	E-70 E4	53° 37' 49,91"	07° 28' 24,57"	64,0	0,119	22211,83	325,16
GD101	E-70 E4	53° 37' 54,53"	07° 27' 32,11"	64,0	0,115	22891,46	323,40
GD112	E-70 E4	53° 38' 10,56"	07° 27' 12,03"	64,0	0,112	23508,93	323,40
GD118	E-70 E4	53° 38' 19,07"	07° 27' 14,83"	64,0	0,111	23689,84	323,88
GD121	E-70 E4	53° 38' 32,16"	07° 27' 26,22"	64,0	0,110	23896,01	324,86

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.

Nr	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
Errichtete WEA im Landkreis Aurich							
EA098	E-70 E4-2.300	53° 37' 55,68"	07° 24' 04,79"	64,0	0,104	25377,47	316,56
EA108	E-70 E4-2.300	53° 38' 07,47"	07° 23' 58,70"	64,0	0,102	25718,90	316,94
EA123	E-70 E4-2.300	53° 38' 47,08"	07° 28' 29,45"	64,0	0,112	23633,88	327,80
EA023	E-66/15.66-1.500	53° 36' 44,08"	07° 25' 39,30"	67,0	0,124	22580,58	315,86
EA027	E-66/15.66-1.500	53° 36' 46,63"	07° 25' 23,83"	67,0	0,123	22835,79	315,49
EA042	E-66/15.66-1.500	53° 36' 58,63"	07° 25' 20,64"	67,0	0,121	23141,73	316,03
EA049	E-66/15.66-1.500	53° 37' 05,54"	07° 25' 10,65"	67,0	0,120	23422,69	316,07
EA052	E-66/15.66-1.500	53° 37' 07,30"	07° 24' 59,06"	67,0	0,119	23610,05	315,80
EA034	E-66/18.70-1.800	53° 36' 51,66"	07° 24' 49,72"	65,0	0,115	23388,95	314,67
EA038	E-66/18.70-1.800	53° 36' 56,12"	07° 25' 06,19"	65,0	0,116	23272,01	315,43
EA044	E-66/18.70-1.800	53° 36' 59,73"	07° 24' 50,59"	65,0	0,114	23553,13	315,13
Windpark Georgshof							
EA081	E-40/5.40-500	53° 37' 35,92"	07° 25' 04,97"	50,0	0,076	24176,54	317,45
EA083	E-40/5.40-500	53° 37' 40,40"	07° 25' 22,86"	50,0	0,076	24057,90	318,25
EA084	E-40/5.40-500	53° 37' 42,91"	07° 25' 02,54"	50,0	0,075	24365,77	317,72
EA086	E-40/5.40-500	53° 37' 43,70"	07° 25' 33,69"	50,0	0,076	24002,01	318,76
EA090	E-40/5.40-500	53° 37' 46,93"	07° 25' 20,42"	50,0	0,076	24238,21	318,49
EA091	E-40/5.40-500	53° 37' 48,82"	07° 25' 32,78"	50,0	0,076	24131,94	318,98
EA092	E-40/5.40-500	53° 37' 49,48"	07° 24' 59,22"	50,0	0,075	24556,89	317,93
EA097	E-40/5.40-500	53° 37' 53,95"	07° 25' 17,82"	50,0	0,075	24432,23	318,74
EA100	E-40/5.40-500	53° 37' 56,27"	07° 24' 56,35"	50,0	0,074	24747,88	318,17
EA102	E-40/5.40-500	53° 37' 56,08"	07° 25' 31,55"	50,0	0,075	24316,03	319,29
EA104	E-40/5.40-500	53° 38' 00,58"	07° 25' 15,54"	50,0	0,074	24613,78	318,98
EA105	E-40/5.40-500	53° 38' 02,84"	07° 24' 53,74"	50,0	0,074	24931,03	318,40
EA106	E-40/5.40-500	53° 38' 02,83"	07° 25' 30,09"	50,0	0,075	24491,60	319,56
EA107	E-40/5.40-500	53° 38' 06,10"	07° 25' 13,44"	50,0	0,074	24767,70	319,18
EA109	E-40/5.40-500	53° 38' 09,51"	07° 24' 50,69"	50,0	0,073	25122,24	318,62
EA110	E-40/5.40-500	53° 38' 09,05"	07° 25' 28,83"	50,0	0,074	24652,85	319,81
EA113	E-40/5.40-500	53° 38' 12,11"	07° 25' 11,25"	50,0	0,074	24934,44	319,39
EA115	E-40/5.40-500	53° 38' 15,80"	07° 25' 27,59"	50,0	0,074	24826,86	320,08
EA116	E-40/5.40-500	53° 38' 17,66"	07° 25' 01,53"	50,0	0,073	25180,82	319,34
Errichtete WEA im Landkreis Aurich (Sonstige Betreiber)							
EA099	Vestas V39-500	53° 37' 53,52"	07° 28' 04,29"	41,5	0,060	22517,82	324,55
EA103	Vestas V39-500	53° 37' 55,01"	07° 27' 45,78"	41,5	0,059	22754,27	323,92
EA125	E-40	53° 39' 04,65"	07° 24' 02,34"	31,0	0,028	26989,93	319,61
EA130	E-40	53° 39' 19,23"	07° 27' 20,60"	31,0	0,030	25154,76	326,58
EA133	E-40	53° 39' 33,34"	07° 27' 57,74"	31,0	0,030	25154,81	328,43
EA135	E-40	53° 39' 35,39"	07° 26' 55,13"	31,0	0,029	25829,50	326,34
EA137	E-40	53° 39' 47,31"	07° 27' 29,03"	31,0	0,029	25799,88	327,94
EA136	Nordtank NTK 500	53° 39' 47,65"	07° 23' 27,87"	31,0	0,026	28413,21	320,39
EA127	WindWorld 295 kW	53° 39' 15,81"	07° 27' 43,90"	31,0	0,030	24832,24	327,27
EA128	WindWorld 295 kW	53° 39' 16,62"	07° 27' 35,70"	31,0	0,030	24935,14	327,01
EA134	Tacke 250	53° 39' 34,43"	07° 27' 23,90"	31,0	0,029	25514,77	327,28
EA138	E-33	53° 39' 48,36"	07° 29' 12,55"	31,0	0,030	24869,03	331,68
EA114	E-30/2.30-200	53° 38' 09,48"	07° 28' 53,89"	36,0	0,046	22413,20	327,18
EA132	WindWorld 150 kW	53° 39' 27,35"	07° 29' 05,82"	31,0	0,031	24360,26	330,69
Errichtete WEA im Landkreis Wittmund (Norderland)							
EW050	E-82-2.000	53° 37' 02,99"	07° 28' 43,83"	108,4	0,249	20827,66	323,67
EW058	E-82-2.000	53° 37' 11,19"	07° 28' 45,86"	108,4	0,247	21010,19	324,16
EW064	E-82-2.000	53° 37' 14,14"	07° 29' 00,60"	108,4	0,248	20926,92	324,91
EW068	E-82-2.000	53° 37' 20,25"	07° 28' 16,41"	108,4	0,240	21556,01	323,44
EW069	E-82-2.000	53° 37' 20,51"	07° 28' 35,03"	108,4	0,242	21360,11	324,19
EW074	E-82-2.000	53° 37' 25,61"	07° 27' 37,91"	108,4	0,234	22115,99	322,23
EW075	E-82-2.000	53° 37' 25,66"	07° 27' 57,17"	108,4	0,236	21901,85	322,96
EW054	E-82-2.000	53° 37' 05,23"	07° 28' 27,48"	98,0	0,218	21062,61	323,13
EW005	E-70 E4-2.000	53° 36' 18,69"	07° 25' 47,26"	99,0	0,212	21921,41	314,70
EW012	E-70 E4-2.000	53° 36' 27,15"	07° 25' 45,26"	99,0	0,210	22131,55	315,12
EW041	E-70 E4-2.000	53° 36' 57,54"	07° 26' 08,48"	99,0	0,206	22514,37	317,57
EW043	E-70 E4-2.000	53° 36' 58,78"	07° 25' 46,11"	99,0	0,203	22822,08	316,88
EW003	E-66/15.66-1.500	53° 36' 11,76"	07° 25' 50,77"	67,0	0,129	21725,52	314,41

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.

Nr	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
EW006	E-66/15.66-1.500	53° 36' 18,97"	07° 25' 34,37"	67,0	0,127	22096,72	314,28
EW009	E-66/15.66-1.500	53° 36' 19,60"	07° 26' 11,27"	67,0	0,130	21629,48	315,57
EW013	E-66/15.66-1.500	53° 36' 27,37"	07° 25' 24,70"	67,0	0,125	22404,98	314,45
EW014	E-66/15.66-1.500	53° 36' 29,26"	07° 25' 58,17"	67,0	0,128	22010,97	315,67
EW015	E-66/15.66-1.500	53° 36' 29,81"	07° 26' 25,71"	67,0	0,130	21672,06	316,66
EW016	E-66/15.66-1.500	53° 36' 34,84"	07° 25' 40,57"	67,0	0,126	22360,67	315,39
EW018	E-66/15.66-1.500	53° 36' 34,68"	07° 27' 15,05"	67,0	0,133	21171,56	318,71
EW019	E-66/15.66-1.500	53° 36' 36,44"	07° 25' 20,82"	67,0	0,124	22652,19	314,83
EW020	E-66/15.66-1.500	53° 36' 36,42"	07° 27' 33,82"	67,0	0,134	20985,97	319,51
EW021	E-66/15.66-1.500	53° 36' 39,24"	07° 26' 00,13"	67,0	0,126	22207,13	316,30
EW022	E-66/15.66-1.500	53° 36' 40,44"	07° 26' 23,51"	67,0	0,128	21939,08	317,17
EW024	E-66/15.66-1.500	53° 36' 43,37"	07° 27' 10,61"	67,0	0,131	21427,20	319,03
EW025	E-66/15.66-1.500	53° 36' 43,17"	07° 27' 45,26"	67,0	0,134	21009,68	320,32
EW028	E-66/15.66-1.500	53° 36' 48,59"	07° 25' 51,86"	67,0	0,125	22520,86	316,53
EW030	E-66/15.66-1.500	53° 36' 47,66"	07° 27' 30,45"	67,0	0,132	21290,70	320,00
EW033	E-66/15.66-1.500	53° 36' 49,61"	07° 26' 08,70"	67,0	0,126	22331,76	317,16
EW035	E-66/15.66-1.500	53° 36' 52,69"	07° 25' 30,56"	67,0	0,123	22883,19	316,04
EW036	E-66/15.66-1.500	53° 36' 51,73"	07° 27' 49,42"	67,0	0,133	21165,26	320,94
EW037	E-66/15.66-1.500	53° 36' 54,27"	07° 27' 10,99"	67,0	0,130	21677,62	319,63
EW040	E-66/15.66-1.500	53° 36' 55,99"	07° 27' 28,67"	67,0	0,131	21509,06	320,37
EW045	E-66/15.66-1.500	53° 36' 58,21"	07° 28' 04,17"	67,0	0,133	21152,07	321,85
EW046	E-66/15.66-1.500	53° 36' 59,19"	07° 27' 42,22"	67,0	0,131	21427,53	321,05
EW048	E-66/15.66-1.500	53° 37' 04,74"	07° 25' 59,20"	67,0	0,123	22793,49	317,64
EW053	E-66/15.66-1.500	53° 37' 05,66"	07° 27' 18,18"	67,0	0,128	21862,02	320,49
EW055	E-66/15.66-1.500	53° 37' 07,77"	07° 28' 00,15"	67,0	0,131	21430,12	322,18
EW056	E-66/15.66-1.500	53° 37' 09,25"	07° 27' 39,90"	67,0	0,129	21696,37	321,48
EW057	E-66/15.66-1.500	53° 37' 11,23"	07° 26' 21,89"	67,0	0,124	22664,25	318,76
EW062	E-66/15.66-1.500	53° 37' 14,94"	07° 27' 19,04"	67,0	0,127	22073,66	321,00
EW066	E-66/15.66-1.500	53° 37' 17,71"	07° 27' 59,13"	67,0	0,129	21684,63	322,64
EW067	E-66/15.66-1.500	53° 37' 18,13"	07° 27' 38,52"	67,0	0,128	21927,08	321,88
EW011	E-48-800	53° 36' 26,51"	07° 26' 09,39"	75,6	0,151	21806,18	315,90
EW017	E-48-800	53° 36' 34,63"	07° 26' 17,60"	75,6	0,151	21882,60	316,64
EW039	E-48-800	53° 36' 55,75"	07° 25' 56,29"	75,6	0,146	22625,93	317,06
WEA im Windpark Dornum							
PD115	E-101	53° 38' 11,04"	07° 27' 50,04"	135	0,290	23110,66	324,81
PD210	E-101	53° 38' 22,13"	07° 27' 34,42"	135	0,285	23556,09	324,72
PD240	E-101	53° 38' 01,47"	07° 27' 19,99"	135	0,289	23196,45	323,27
PD410	E-101	53° 37' 49,75"	07° 27' 10,44"	135	0,291	23014,53	322,38
PD420	E-101	53° 37' 36,67"	07° 27' 06,40"	135	0,295	22742,33	321,61
PD429	E-101	53° 37' 37,02"	07° 27' 24,75"	135	0,297	22542,66	322,30
PD330	E-92	53° 37' 40,83"	07° 28' 18,92"	138	0,312	22042,58	324,52
PD440	E-92	53° 37' 24,10"	07° 27' 01,84"	138	0,306	22492,62	320,83
PD630	E-92	53° 37' 36,74"	07° 26' 03,82"	138	0,293	23476,61	319,42
PD120	E-92	53° 38' 03,62"	07° 28' 17,16"	113	0,240	22637,45	325,50
PD320	E-92	53° 37' 33,98"	07° 27' 49,14"	113	0,245	22195,85	323,06
PD520	E-70/E4	53° 37' 24,06"	07° 26' 12,32"	64	0,114	23078,24	319,08
WEA im Landkreis Wittmund (Norderland)							
BW004	E-82 E2	53° 36' 16,90"	07° 25' 18,26"	108,0	0,232	22265,91	313,64
BW047	E-82 E2	53° 37' 03,16"	07° 25' 33,91"	108,0	0,223	23074,25	316,71
NL1v	E-82/E3	53° 36' 29,00"	07° 26' 45,06"	98,0	0,214	21410,76	317,30
NL2	E-82/E3	53° 36' 11,37"	07° 26' 09,52"	108,0	0,240	21471,82	315,03
NL3v	E-82/E3	53° 36' 21,37"	07° 26' 28,03"	108,0	0,240	21454,02	316,26
NL4	E-82/E3	53° 36' 36,20"	07° 26' 37,57"	108,0	0,238	21667,48	317,43
NL5v	E-82/E3	53° 36' 44,38"	07° 26' 35,02"	108,0	0,236	21885,42	317,79
NL6	E-82/E3	53° 36' 49,19"	07° 26' 22,72"	108,0	0,233	22147,50	317,62
NL7	E-82/E3	53° 37' 03,27"	07° 26' 19,34"	108,0	0,229	22511,50	318,25
NL 9	E-82/E3	53° 37' 12,16"	07° 25' 58,20"	108,0	0,224	22975,37	317,99
NL 10	E-82/E3	53° 37' 15,83"	07° 26' 10,73"	108,0	0,225	22906,42	318,61
NL 11	E-82/E3	53° 37' 19,30"	07° 26' 23,04"	108,0	0,226	22838,13	319,21
NL 12	E-82/E3	53° 37' 15,04"	07° 26' 35,90"	108,0	0,228	22584,21	319,44
NL 13	E-82/E3	53° 37' 14,80"	07° 26' 55,70"	108,0	0,231	22343,24	320,14

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.

Nr	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
NL 14	E-82/E3	53° 37' 10,55"	07° 27' 07,41"	108,0	0,233	22104,60	320,34
NL 15	E-82/E3	53° 37' 22,08"	07° 27' 27,45"	108,0	0,233	22148,91	321,67
NL16	E-82/E3	53° 37' 03,47"	07° 27' 01,95"	108,0	0,234	22001,68	319,78
NL17v	E-70/E4	53° 36' 48,25"	07° 26' 59,85"	98,0	0,212	21670,78	318,89
NL20	E-82/E3	53° 36' 41,05"	07° 27' 23,21"	108,0	0,243	21221,47	319,37
NL21v	E-70/E4	53° 37' 29,01"	07° 28' 20,38"	98,0	0,211	21730,74	324,02
NL22v	E-82/E3	53° 37' 31,57"	07° 28' 06,47"	108,0	0,235	21945,69	323,60
NL24	E-82	53° 37' 00,02"	07° 28' 17,29"	98,0	0,218	21047,99	322,46
NL26	E-82/E3	53° 37' 18,45"	07° 28' 46,77"	108,0	0,243	21182,54	324,56
Geplante WEA in Roggenstede							
PR01	E-101	53° 38' 31,48"	07° 29' 23,05"	149,0	0,331	22707,82	329,24
PR03	E-101	53° 38' 22,85"	07° 29' 44,76"	99,0	0,208	22275,39	329,77
PR04	E-82	53° 38' 11,49"	07° 30' 08,53"	108,4	0,238	21752,90	330,29
PR05	E-82	53° 37' 56,97"	07° 30' 21,18"	108,4	0,244	21248,03	330,23
WEA Osterkam	E-70/E4	53° 38' 22,65"	07° 27' 51,93"	113,0	0,233	23384,61	325,39
vorhandene WEAs Utgast-Mimstede							
WEA 38	WEA_TW600	53° 39' 11,10"	07° 32' 27,80"	50,0	0,082	22303,40	338,36
WEA W05	Enercon E70	53° 39' 06,00"	07° 31' 38,90"	64,0	0,117	22506,53	336,10
WEA W04	Enercon E70	53° 38' 55,50"	07° 32' 10,50"	64,0	0,120	21977,83	337,13
WEA W03	Enercon E70	53° 38' 55,70"	07° 32' 23,50"	64,0	0,120	21891,65	337,71
WEA W02	Enercon E70	53° 38' 48,60"	07° 32' 07,60"	64,0	0,121	21802,53	336,78
WEA W01	Enercon E70	53° 38' 48,20"	07° 32' 20,60"	64,0	0,121	21697,89	337,35
WEA 1-Mimst	Enercon E70	53° 38' 37,99"	07° 32' 03,47"	64,0	0,122	21532,14	336,25
WEA 2-Mimst	Enercon E70	53° 38' 33,68"	07° 31' 57,84"	64,0	0,123	21452,50	335,86
WEA W06	Enercon E70	53° 39' 01,67"	07° 31' 14,34"	64,0	0,117	22572,25	334,91
geplante WEAs Utgast-Mimstede							
WEA W07	Enercon E70	53° 38' 55,03"	07° 30' 44,24"	64,0	0,116	22629,04	333,43
WEA W08	Enercon E70	53° 39' 10,32"	07° 32' 39,14"	64,0	0,119	22204,79	338,84
WEA W09	Enercon E70-E4	53° 38' 58,29"	07° 31' 39,35"	64,0	0,118	22285,57	335,87
WEA W10	Enercon E70-E4	53° 39' 00,21"	07° 31' 53,12"	64,0	0,119	22237,53	336,52
WEA H01	Enercon E70-E4	53° 38' 34,39"	07° 31' 13,28"	64,0	0,121	21820,50	333,92
WEA H02	Enercon E70-E4	53° 38' 30,77"	07° 31' 26,36"	64,0	0,122	21614,86	334,36
WEA H05	Enercon E70-E4	53° 38' 26,66"	07° 31' 37,23"	64,0	0,123	21414,17	334,70
WEA H06	Enercon E70-E4	53° 38' 29,71"	07° 31' 48,17"	64,0	0,123	21414,43	335,29
WEA M03	Enercon E70-E4	53° 38' 47,05"	07° 31' 56,39"	64,0	0,121	21840,86	336,24
WEA H03	Enercon E70-E4	53° 38' 27,23"	07° 31' 15,11"	64,0	0,122	21607,13	333,74
WEA H04	Enercon E70-E4	53° 38' 23,63"	07° 31' 26,40"	64,0	0,123	21415,88	334,11
WEA H07	Enercon E70-E4	53° 38' 58,91"	07° 30' 55,54"	64,0	0,116	22644,45	334,03
WEA T01	Enercon E70-E4	53° 38' 51,62"	07° 30' 54,59"	64,0	0,117	22449,94	333,74
WEA H08	Enercon E70-E4	53° 38' 55,43"	07° 31' 07,31"	64,0	0,117	22453,41	334,41
WEA H09	Enercon E70-E4	53° 38' 47,05"	07° 31' 04,18"	64,0	0,118	22245,43	333,98
WEA T02	Enercon E70-E4	53° 38' 50,26"	07° 31' 15,56"	64,0	0,118	22243,87	334,58
WEA H10	Enercon E70-E4	53° 38' 41,44"	07° 31' 11,24"	64,0	0,120	22032,72	334,09
WEA H12	Enercon E70-E4	53° 38' 44,38"	07° 31' 21,81"	64,0	0,120	22030,43	334,64
WEA W11	Enercon E70-E4	53° 38' 38,12"	07° 31' 27,85"	64,0	0,121	21808,05	334,69
WEA H15	Enercon E70-E4	53° 38' 34,92"	07° 31' 38,70"	64,0	0,122	21633,72	335,05
WEA M04	Enercon E70-E4	53° 38' 40,73"	07° 31' 52,49"	64,0	0,122	21691,55	335,86
WEA H13	Enercon E70-E4	53° 38' 44,27"	07° 31' 33,36"	64,0	0,120	21937,13	335,14
WEA H14	Enercon E70-E4	53° 38' 48,43"	07° 31' 43,18"	64,0	0,120	21978,82	335,71
WEA W13	Enercon E70-E4	53° 38' 50,96"	07° 31' 30,02"	64,0	0,119	22150,53	335,22
WEA W14	Enercon E70-E4	53° 38' 53,45"	07° 31' 51,28"	64,0	0,119	22059,75	336,22
WEA H11	Enercon E70-E4	53° 38' 56,45"	07° 31' 21,71"	64,0	0,118	22368,74	335,05
WEA H16	Enercon E70-E4	53° 39' 03,76"	07° 32' 06,18"	64,0	0,118	22243,92	337,20
WEA W12	Enercon E70-E4	53° 39' 01,71"	07° 32' 18,18"	64,0	0,119	22100,64	337,66
WEA W15	Enercon E70-E4	53° 39' 02,93"	07° 32' 30,99"	64,0	0,120	22047,10	338,26
WEA W16	Enercon E70-E4	53° 39' 05,06"	07° 32' 46,22"	64,0	0,120	22006,24	339,00
WEA W17	Enercon E70-E4	53° 38' 59,13"	07° 32' 40,49"	64,0	0,120	21873,57	338,57
WEA R01	Enercon E70-E4	53° 39' 01,95"	07° 31' 29,23"	64,0	0,117	22465,28	335,55
vorhandene WEAs Terheide							
WEA T1	Enercon E66	53° 35' 07,53"	07° 28' 24,30"	65,0	0,147	18329,20	316,11
WEA T2	Enercon E66	53° 34' 59,92"	07° 28' 27,80"	65,0	0,149	18115,76	315,74

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.

Nr	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
WEA T3	Enercon E66	53° 34' 52,13"	07° 28' 31,14"	65,0	0,150	17901,20	315,34
WEA T4	Enercon E66	53° 34' 44,20"	07° 28' 34,74"	65,0	0,152	17681,10	314,93
Windpark Königsmoor							
WEA 1	Enercon E70	53° 29' 58,39"	07° 35' 10,74"	98,0	0,717	6391,39	304,67
WEA 2	Enercon E70	53° 30' 10,38"	07° 35' 40,19"	98,0	0,741	6186,62	310,36
WEA 3	Enercon E66	53° 30' 21,39"	07° 36' 00,77"	85,0	0,625	6138,96	315,07
WEA 4	Enercon E70	53° 29' 54,66"	07° 35' 29,58"	98,0	0,759	6041,52	305,64
WEA 5	Enercon E70	53° 30' 07,78"	07° 36' 01,32"	98,0	0,785	5841,32	312,22
WEA 6	Enercon E66	53° 30' 23,80"	07° 36' 24,35"	85,0	0,651	5896,12	318,57
WEA 7	Enercon E70	53° 29' 53,22"	07° 35' 50,36"	98,0	0,803	5707,78	307,51
WEA 8	Enercon E58	53° 29' 58,38"	07° 36' 11,07"	70,0	0,540	5514,08	311,24
WEA 9	Enercon E66	53° 30' 10,75"	07° 36' 25,43"	85,0	0,687	5586,33	315,98
WEA 10	Enercon E70	53° 29' 38,76"	07° 35' 49,91"	98,0	0,840	5454,31	303,73
WEA 12	Enercon E66	53° 29' 54,27"	07° 36' 32,80"	85,0	0,748	5132,32	313,11
WEA 13	Enercon E66	53° 29' 30,02"	07° 36' 03,60"	85,0	0,753	5095,58	302,77
WEA 14	Enercon E66	53° 29' 33,25"	07° 36' 27,58"	85,0	0,801	4789,26	306,63
WEA 15	Enercon E66	53° 29' 48,38"	07° 36' 49,49"	85,0	0,802	4784,26	314,02
WEA 16	Enercon E66	53° 29' 09,59"	07° 35' 55,97"	85,0	0,782	4909,98	295,66
WEA 17	Enercon E70	53° 29' 16,79"	07° 36' 17,65"	67,0	0,602	4661,46	300,25
WEA 18	Enercon E70	53° 28' 54,47"	07° 35' 57,93"	67,0	0,598	4692,98	290,70
WEA 19	Enercon E70	53° 29' 00,78"	07° 36' 17,25"	67,0	0,632	4439,79	294,67
WEA 20	Enercon E66	53° 29' 43,99"	07° 36' 22,02"	74,0	0,632	5073,49	308,95
WEA E-44-01	Enercon E44	53° 29' 21,80"	07° 37' 04,35"	50,0	0,454	4036,78	308,32
WEA E-44-02	Enercon E44	53° 29' 27,33"	07° 36' 58,69"	50,0	0,434	4225,03	309,26
WEA E-44-03	Enercon E44	53° 29' 34,19"	07° 37' 29,82"	50,0	0,464	3950,75	316,92
WEA 21	Enercon E48	53° 29' 50,65"	07° 35' 39,03"	55,6	0,370	5827,99	305,64
WEA 23	Enercon E53	53° 30' 05,91"	07° 35' 49,04"	60,0	0,403	5973,07	310,36
WEA P1	Enercon E53	53° 30' 19,47"	07° 33' 54,43"	73,0	0,398	7921,14	302,79
WEA P2	Enercon E82	53° 30' 11,69"	07° 33' 39,60"	98,0	0,571	8028,27	300,29

Tabelle 1: Koordinatenübersicht über die berücksichtigten vorhandenen WEAs (blau dargestellt).

Nr	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
Teilgebiet 1: Blomberg (Neuschoo) – Südmoor							
WEA B 3	Enercon E115	53° 33' 09,86"	07° 31' 36,47"	135,0	0,506	13260,27	316,15
Teilgebiet 2: Neuschoo – Südmoor							
WEA N 1	Enercon E115	53° 33' 15,84"	07° 30' 07,28"	135,0	0,460	14568,86	312,02
WEA N 2	Enercon E115	53° 33' 22,76"	07° 30' 25,18"	135,0	0,463	14471,89	313,52
WEA N 3	Enercon E115	53° 33' 01,18"	07° 30' 01,93"	135,0	0,467	14345,05	310,41
WEA N 4	Enercon E82	53° 33' 06,66"	07° 30' 16,13"	138,0	0,482	14258,67	311,60
WEA N 5	Enercon E115	53° 33' 13,12"	07° 30' 28,23"	135,0	0,471	14227,51	312,80
WEA N 6	Enercon E115	53° 33' 03,96"	07° 30' 32,68"	135,0	0,480	13976,25	312,17
WEA N 7	Enercon E115	53° 33' 10,87"	07° 29' 53,00"	135,0	0,457	14664,43	310,88
Teilgebiet 5: Nördlich Uтары							
WEA U 1	Enercon E115	53° 37' 10,93"	07° 29' 22,93"	135,4	0,326	20611,42	325,68
WEA U 2	Enercon E115	53° 37' 13,57"	07° 29' 47,44"	135,4	0,329	20428,62	326,85
WEA U 4	Enercon E115	53° 37' 03,17"	07° 29' 33,71"	135,4	0,331	20301,70	325,76
Teilgebiet 8 : Nördlich Barkholt							
WEA O 09	Enercon E115	53° 37' 08,41"	07° 31' 39,81"	135,0	0,349	19234,10	331,73
WEA O 10	Enercon E115	53° 37' 14,98"	07° 31' 56,01"	135,0	0,348	19274,93	332,79
WEA O 11	Enercon E115	53° 37' 04,75"	07° 32' 00,39"	135,0	0,354	18957,14	332,57
WEA O 12	Enercon E115	53° 37' 16,87"	07° 32' 12,76"	92,0	0,221	19188,23	333,69
WEA O 13	Enercon E115	53° 37' 08,12"	07° 32' 20,13"	92,0	0,225	18885,77	333,69
Teilgebiet 9 : Standort westlich des Gebietes 8							
WEA O 01	Enercon E115	53° 37' 35,50"	07° 31' 09,59"	135,0	0,331	20234,78	331,47
WEA O 02	Enercon E115	53° 37' 25,41"	07° 31' 06,79"	135,0	0,335	19986,51	330,92
WEA O 03	Enercon E115	53° 37' 16,53"	07° 31' 05,18"	135,0	0,339	19761,87	330,45
WEA O 04	Enercon E115	53° 37' 05,34"	07° 31' 02,92"	135,0	0,344	19482,81	329,84
WEA O 05	Enercon E115	53° 37' 31,80"	07° 31' 26,37"	135,0	0,335	19988,02	332,09
WEA O 06	Enercon E115	53° 37' 16,88"	07° 31' 28,69"	135,0	0,343	19561,57	331,57
WEA O 07	Enercon E115	53° 37' 06,71"	07° 31' 19,74"	135,0	0,346	19366,00	330,70

Tabelle 2: Koordinatenübersicht über die analysierte Aufstellung der geplanten WEAs in den jeweiligen Teilgebieten (grün dargestellt). Die grün gekennzeichneten geplanten WEAs sind bzgl. der Radaranlage Brockzetel zulässig.

Die zu erwartende Reichweitenminderung durch die vorgenannte Windparkplanung mit den grün gekennzeichneten geplanten WEAs als Enercon E115 bzw. Enercon E82 erfüllt das Kriterium von 96,2 %.

Bei der Realisierung der Planungsstandorte sind Ortsabweichungen in allen Richtungen gegenüber den Koordinaten gemäß Tabelle 2 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 geplanten Windenergieanlagen radartechnisch akzeptiert werden, da aufgrund der Untersuchungsergebnisse

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.

nur eine unerhebliche messtechnisch nicht feststellbare Reichweitenänderung gegenüber der heutigen Situation vorliegen wird.

Die Streufeldeinflüsse bedingt durch die zukünftige Windparksituation mit den geplanten 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, Betrieb Bremen. Sie entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Lehre und der Erfahrung aus der Praxis.



Dr. -Ing. A. Frye; 19.06.2015

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Hochfrequenz- und Signaturtechnik

3 Aufgabenbeschreibung

Nordwestlich des Radarstandortes Brockzetel ist in einer Entfernung zwischen ca. 13,3 km und ca. 20,6 km in mehreren Teilgebieten die Errichtung von insgesamt 23 Windenergieanlagen des Typs Enercon E115 sowie Enercon E82 vorgesehen.

Geplante Anlagen:

Die getriebelosen WEA vom Typ Enercon E115 haben eine horizontale Ausdehnung der Naben- und Generator konstruktion von maximal ca. 15 m. Die Höhe kann mit maximal 6,8 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. 115 m. Die ermittelten Ergebnisse in diesem Gutachten behalten auch bei einem ggf. kleineren Rotordurchmesser ihre Gültigkeit ohne Einschränkungen.

Die getriebelosen WEA vom Typ Enercon E82 haben eine horizontale Ausdehnung der Naben- und Generator konstruktion von maximal ca. 11,57 m. Die Höhe kann mit maximal 5,53 m angegeben werden. Der Querschnitt der Standsäule als Stahlsäule oder Stahlbetonsäule am Anschluss zur Gondel ist mit ca. 2,4 m angegeben. Der Rotordurchmesser beträgt ca. 82 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.:

1. 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.
2. Flugvermessungen zur Verschattungswirkung von Windkraftanlagen im Nahbereich des Radarsensors Auenhausen im Jahr 1996.
3. Technische Vorgaben der Bundeswehr an die Untersuchung von Windenergieanlagen zum Radarsensor Brockzetel vom September 1998.
4. 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 Windenergieanlagen 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.

5. Durchgeführte Flugvermessungen zum Radarsensor Brockzetel/Niedersachsen vom April 1999.
6. 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.
7. Interpretation und Beteiligung an der Auswertung von Flugvermessungen im Rahmen der „Arbeitsgruppe Messtechnik“ – 1999 bis 2003 – unter Leitung des Luftwaffenführungskommandos.
8. 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.
9. 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.
10. Untersuchung von Windenergieanlagen-Anordnungen im Einflussbereich/Arbeitsbereich von Navigationsanlagen des Typs DVOR in Deutschland im Jahr 2004.
11. 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.
12. Report DoD USA „ THE EFFECES OF WIND TURBINE FARMS ON MILITARY READINESS 2006“.
13. Eurocontrol “ Guidelines from Wind turbine task force “ Version 1.0
14. ICAO EUR Doc. 15 2nd Edition, September 2009.
15. ICAO – Doc 8071 – Manual on Testing of Radio Navigation Aids; Vol. III.

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

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 Polarisation 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.

- **Fünffach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 3. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 23**, **WEA 2**, **WEA N3**, **WEA N7** und **WEA 8** bei einer mittleren Distanz von ca. 9,34 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a1				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA 23	Enercon E53	60	5973,07	
WEA 2	Enercon E70	98	6186,62	0,00
WEA N 3	Enercon E115	135	14345,05	0,05
WEA N 7	Enercon E115	135	14664,43	0,48
WEA 8	Enercon E58	70	5514,08	0,35
			<u>9336,65</u>	

Tabelle 3: Teilanordnung der geplanten Situation (a1).

- **Vierfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 4. Die Analysen werden für die Standorte **WEA N4**, **WEA N1**, **WEA N6** und **WEA 5** bei einer mittleren Distanz von ca. 12,16 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a2				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA N 4	Enercon E82	138	14258,67	
WEA N 1	Enercon E115	135	14568,86	0,41
WEA N 6	Enercon E115	135	13976,25	0,16
WEA 5	Enercon E70	98	5841,32	0,05
			<u>12161,28</u>	

Tabelle 4: Teilanordnung der geplanten Situation (a2).

- **Vierfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 5. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 5, WEA 12, WEA N2** und **BW004** bei einer mittleren Distanz von ca. 14,02 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a3				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA N 5	Enercon E115	135	14227,51	
WEA 12	Enercon E66	85	5132,32	0,31
WEA N 2	Enercon E115	135	14471,89	0,41
BW004	E-82 E2	108	22265,91	0,12
			<u>14024,41</u>	

Tabelle 5: Teilanordnung der geplanten Situation (a3).

- **Sechsfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 6. Die Analysen werden für die Standorte **EA042, EW035, EA049, WEA T1, WEA B3** und **NL3v** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,42 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a4				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
EA042	E-66/15.66-1.500	67	23141,73	
EW035	E-66/15.66-1.500	67	22883,19	0,01
EA049	E-66/15.66-1.500	67	23422,69	0,04
WEA T1	Enercon E66	65	18329,20	0,04
WEA B 3	Enercon E115	135	13260,27	0,04
NL3v	E-82/E3	108	21454,02	0,11
			<u>20415,18</u>	

Tabelle 6: Teilanordnung der geplanten Situation (a4).

- **Fünffach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 7. Die Analysen werden für die Standorte **GD096, WEA Osterkamp, PD120, WEA U1** und **WEA U4** bei einer mittleren Distanz von ca. 21,83 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a5				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
GD096	E-70 E4	64	22211,83	
WEA Osterkamp	E-70/E4	113	23384,61	0,22
PD120	E-92	113	22637,45	0,11
WEA U 1	Enercon E115	135,4	20611,42	0,18
WEA U 4	Enercon E115	135,4	20301,70	0,08
			21829,40	

Tabelle 7: Teilanordnung der geplanten Situation (a5).

- **Dreifach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 8. Die Analysen werden für die Standorte **EA135**, **EA130** und **WEA U2** bei einer mittleren Distanz von ca. 23,8 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a6				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
EA135	E-40	31	25829,50	
EA130	E-40	31	25154,76	0,25
WEA U 2	Enercon E115	135,4	20428,62	0,27
			23804,29	

Tabelle 8: Teilanordnung der geplanten Situation (a6).

- **Doppel-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 9. Die Analysen werden für die Standorte **PR03** und **WEA O04** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,88 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a7				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
PR03	E-101	99	22275,39	
WEA O 04	Enercon E115	135	19482,81	0,07
			20879,10	

Tabelle 9: Teilanordnung der geplanten Situation (a7).

- **Dreifach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 10. Die Analysen werden für die Standorte **PR05**, **PR04** und **WEA O03** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,92 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a8				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
PR05	E-82	108,4	21248,03	
PR04	E-82	108,4	21752,90	0,06
WEA O 03	Enercon E115	135	19761,87	0,16
			20920,93	

Tabelle 10: Teilanordnung der geplanten Situation (a8).

- **Vierfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 11. Die Analysen werden für die Standorte **WEA O07**, **WEA O02**, **WEA O01** und **WEA O06** bei einer mittleren Distanz von ca. 19,79 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a9				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA O 07	Enercon E115	135	19366,00	
WEA O 02	Enercon E115	135	19986,51	0,22
WEA O 01	Enercon E115	135	20234,78	0,56
WEA O 06	Enercon E115	135	19561,57	0,09
			19787,22	

Tabelle 11: Teilanordnung der geplanten Situation (a9).

- **Vierfach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 12. Die Analysen werden für die Standorte **WEA O09**, **WEA O05**, **WEA O11** und **WEA O10** bei einer mittleren Distanz von ca. 19,36 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a10				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA O 09	Enercon E115	135	19234,10	
WEA O 05	Enercon E115	135	19988,02	0,36
WEA O 11	Enercon E115	135	18957,14	0,48
WEA O 10	Enercon E115	135	19274,93	0,22
			19363,55	

Tabelle 12: Teilanordnung der geplanten Situation (a10).

- **Fünffach-Anordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 13. Die Analysen werden für die Standorte **WEA W07**, **WEA O12**, **WEA O13**, **WEA T01** und **WEA H03** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,95 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

a11				
WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]	Winkeldiff.
WEA W07	Enercon E70	64	22629,04	
WEA O 12	Enercon E115	92	19188,23	0,26
WEA O 13	Enercon E115	92	18885,77	0,00
WEA T01	Enercon E70-E4	64	22449,94	0,05
WEA H03	Enercon E70-E4	64	21607,13	0,00
			20952,02	

Tabelle 13: Teilanordnung der geplanten Situation (a11).

Die Abbildung 3 und Abbildung 4 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.

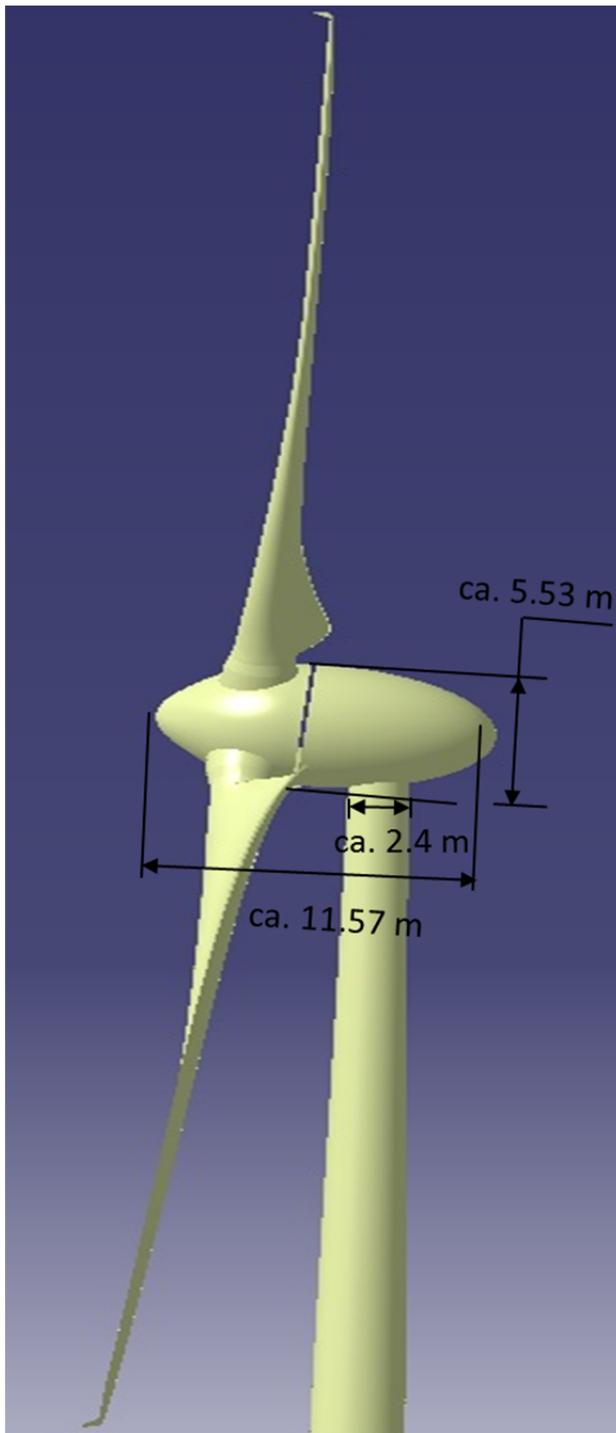


Abbildung 3: Schematische Objektgeometrie für die geplante WEA-Bauform Enercon E82 ohne Getriebe mit ca. 82 m Rotor bei ca. 138 m NH.

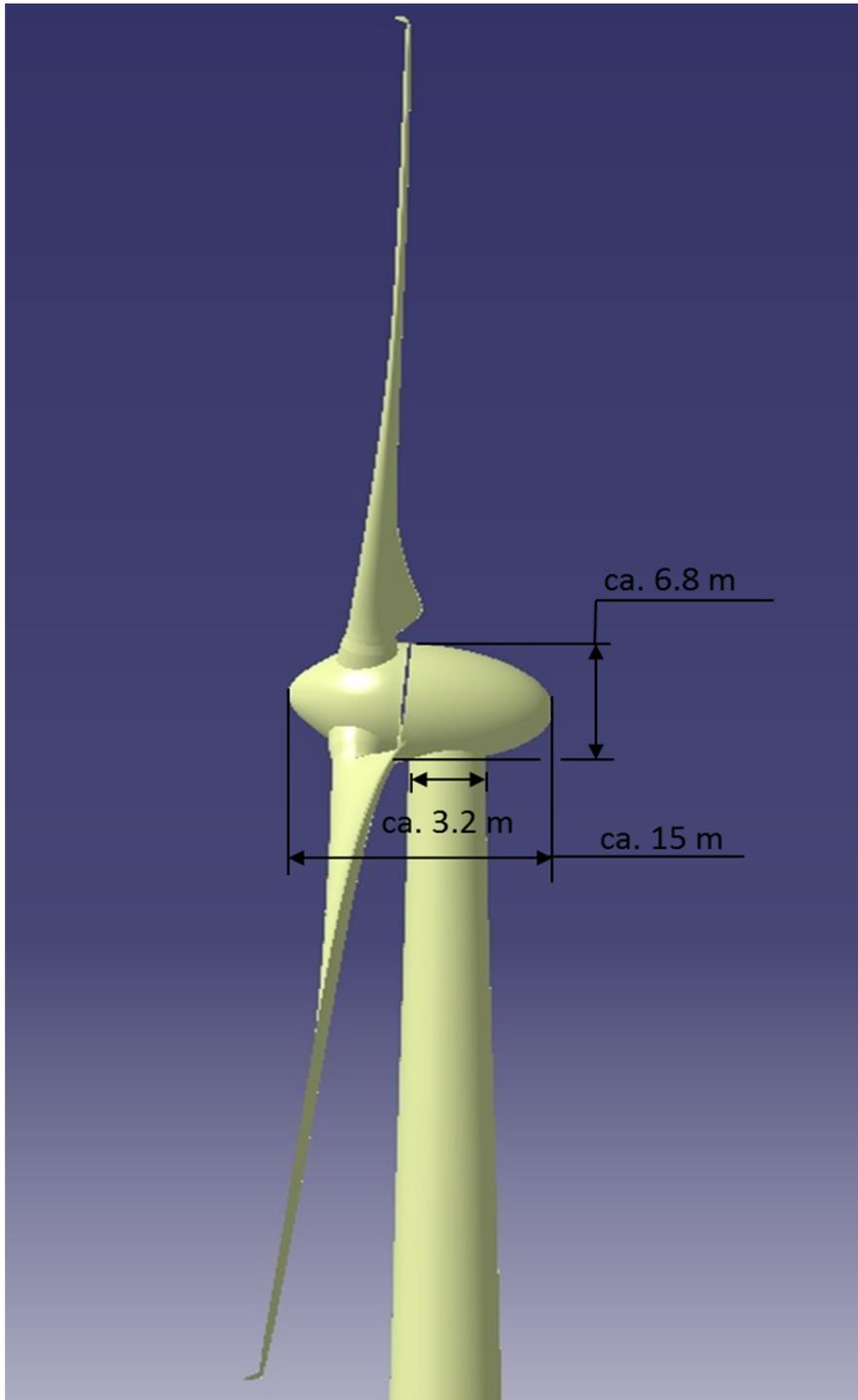


Abbildung 4: Schematische Objektgeometrie für die geplante WEA-Bauform Enercon E115 ohne Getriebe mit ca. 115 m Rotor bei ca. 92 m bzw. 135 m NH.

Die Abbildung 5 zeigt eine Luftaufnahme als Übersicht der berücksichtigten vorhandenen/geplanten WEA-Standorte im Windparkgebiet Ochtersum bezüglich der Radaranlage Brockzetel für die geplante Situation.

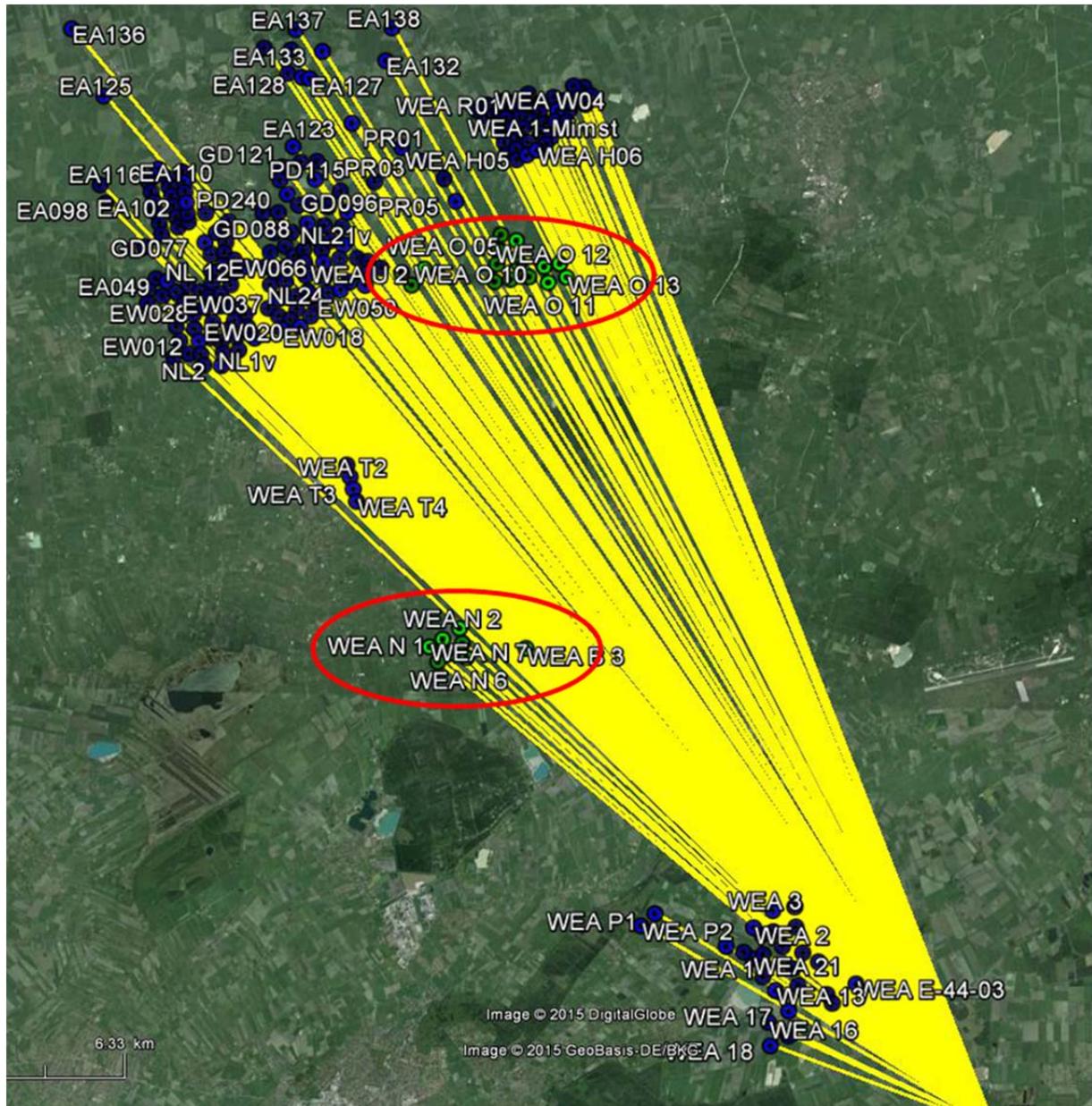


Abbildung 5: Schematische Darstellung der untersuchten Standorte der vorhandenen sowie geplanten Windenergieanlagen. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind gelb gekennzeichnet.

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 6 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 8 sind die Grundlage für die Untersuchungen. Die analysierten Ergebnisse aus dem Kapitel 6.1 und 6.2 sind gültig für Elevationswinkel oberhalb $0,2^\circ$.

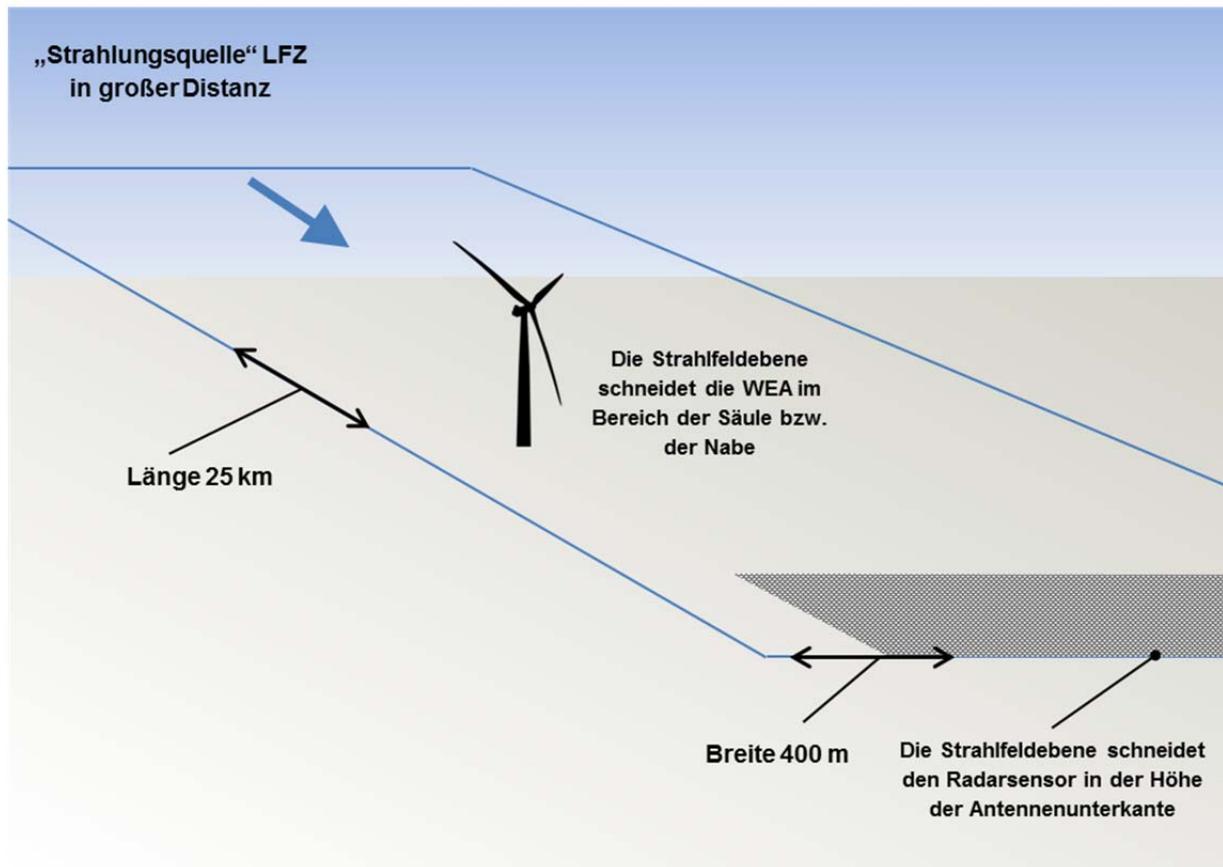


Abbildung 6: Anordnung von Radar und WEA sowie Lage des in dieser Untersuchung dargestellten Luftraums mit einer Ausdehnung von (hier) 25 km x 400 m Breite. Das LFZ wird in einer Distanz von bis zu 130 NM angenommen.
– schematische Darstellung –

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.

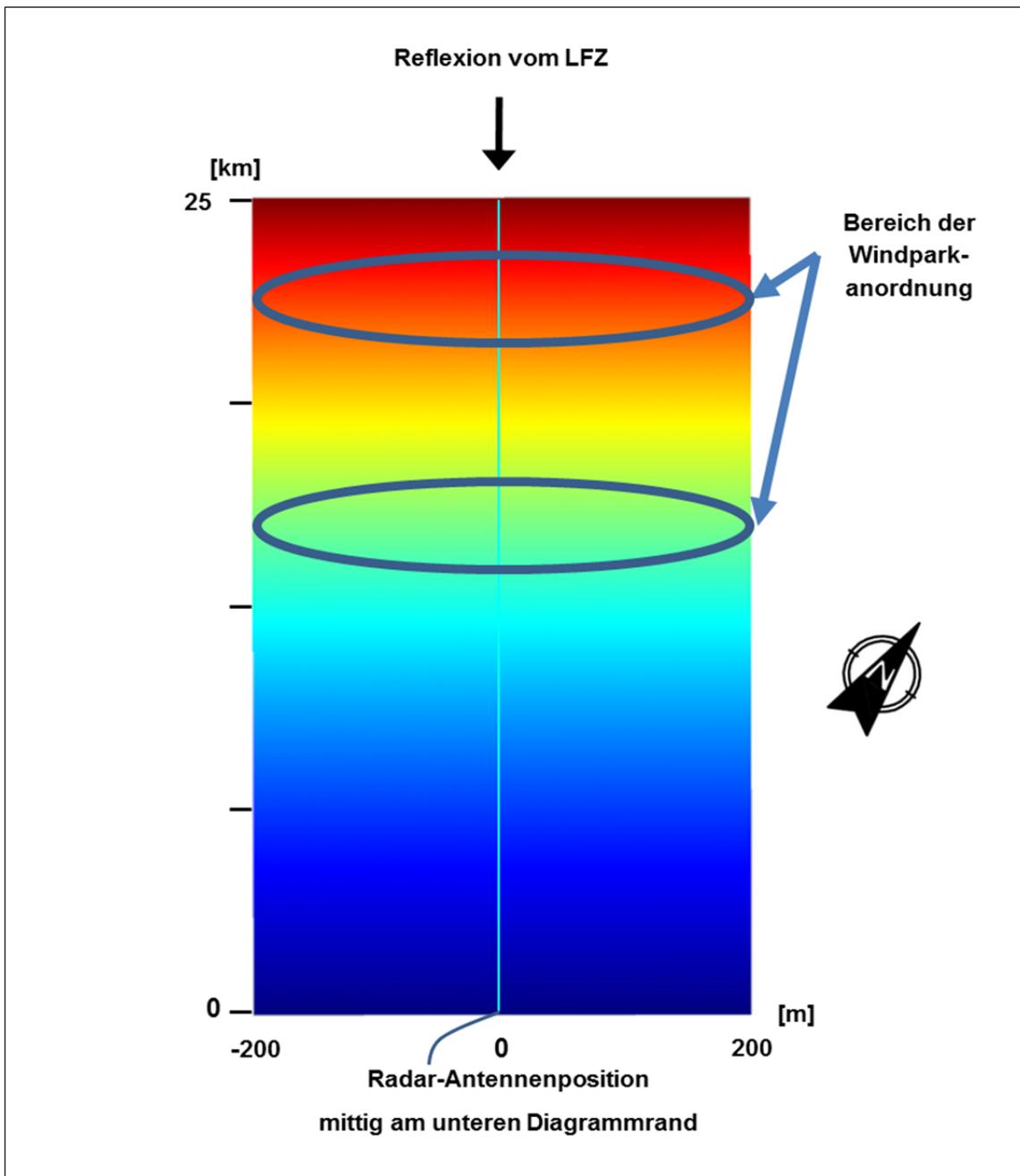


Abbildung 7: Feldgebiet von 25 km x 400 m in der Übersicht (schematische Übersicht für das Radar Brockzetel)

Das Untersuchungsgebiet ist in der Übersicht dargestellt. Der Feldstärkeverlauf ist farblich in verschiedenen Abstufungen angegeben. Der Ort der geplanten Windenergieanlagen wurde in Abbildung 7 schematisch in der geplanten Distanz zu den Radarsystemen als schwarze Ellipse gekennzeichnet. Die Distanz der gesamten zukünftigen WEA-Anordnung zum Radar Brockzetel liegt zwischen ca. 13,3 km und 20,6 km.

Die Abbildung 8 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:

-6,683 dBV/m (normierte Empfangsfeldstärke)

LFZ in großer Distanz

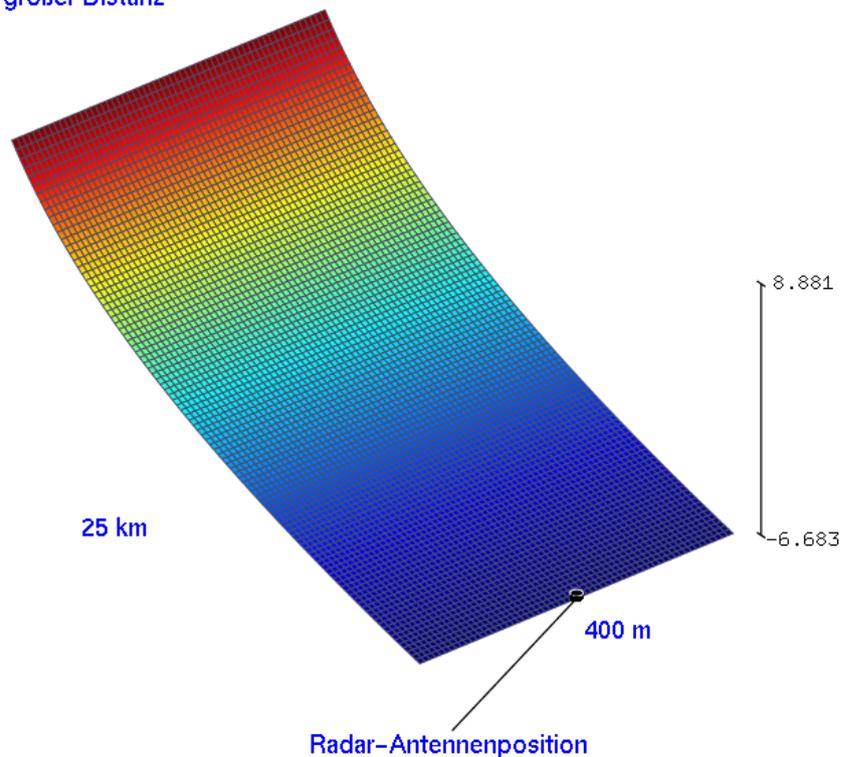


Abbildung 8: Das dargestellte Raumgebiet mit einer Elevation von 0,2° ohne WEA-Einfluss in der Konturdarstellung für die Betriebsfrequenz des Radars Brockzetel.

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 E82 bzw. E115 erfolgt gemäß der Abbildung 3 und Abbildung 4. Die Strahlungsfeldanalyse erfolgt für die vorgenannten Anlagentypen und Standortkombinationen.

Die Abbildung 9 bis Abbildung 19 geben für die Betriebsfrequenz der militärischen Radaranlage Brockzetel die Ergebnisse der **geplanten 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.

Fünffach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 3. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 23, WEA 2, WEA N3, WEA N7** und **WEA 8** bei einer mittleren Distanz von ca. 9,34 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

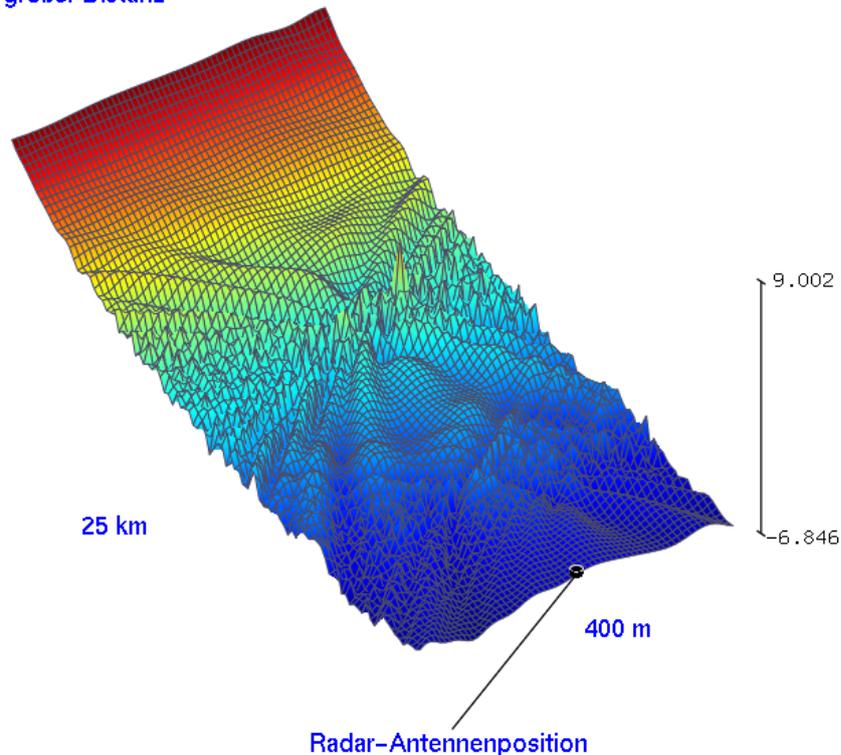


Abbildung 9: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA 23, WEA 2, WEA N3, WEA N7 und WEA 8 als Fünffach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 9 mit $-6,846$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

98,14 %.

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

Vierfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 4. Die Analysen werden für die Standorte **WEA N4**, **WEA N1**, **WEA N6** und **WEA 5** bei einer mittleren Distanz von ca. 12,16 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

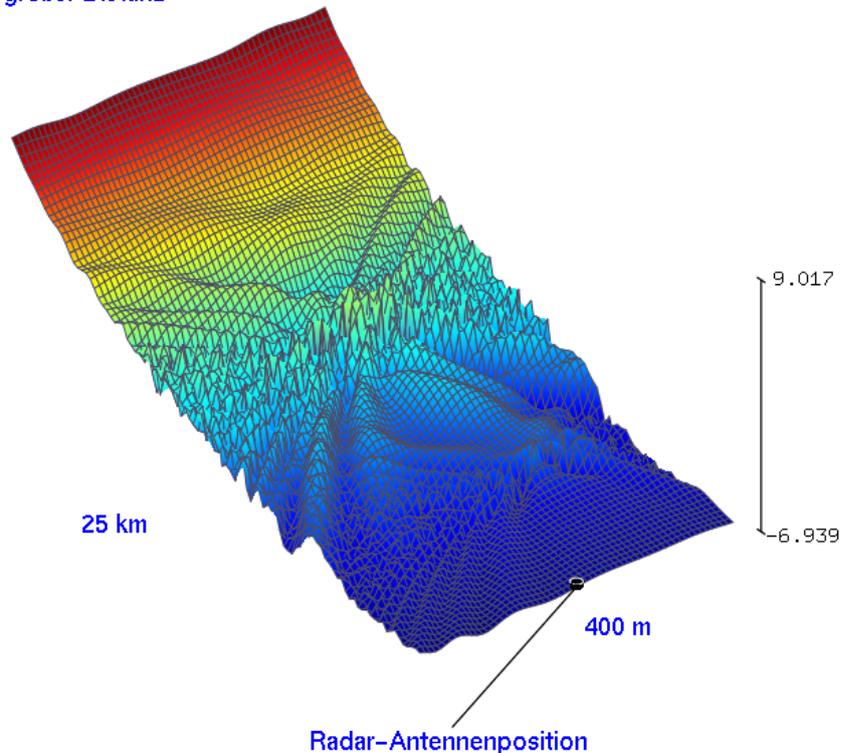


Abbildung 10: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA N4, WEA N1, WEA N6 und WEA 5 als Vierfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 10 mit $-6,939$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

97,10 %.

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

Vierfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 5. Die Analysen werden für die Standorte **WEA 5**, **WEA 12**, **WEA N2** und **BW004** bei einer mittleren Distanz von ca. 14,02 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

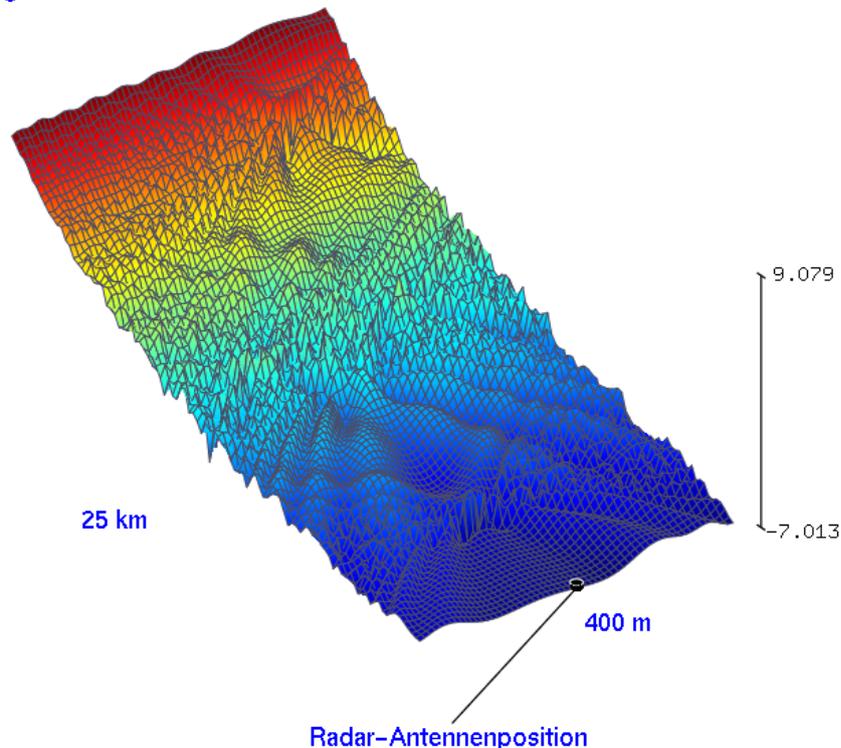


Abbildung 11: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA 5, WEA 12, WEA N2 und BW004 als Vierfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 11 mit $-7,013$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,27 %.

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

Sechsfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 6. Die Analysen werden für die Standorte **EA042, EW035, EA049, WEA T1, WEA B3** und **NL3v** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,42 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

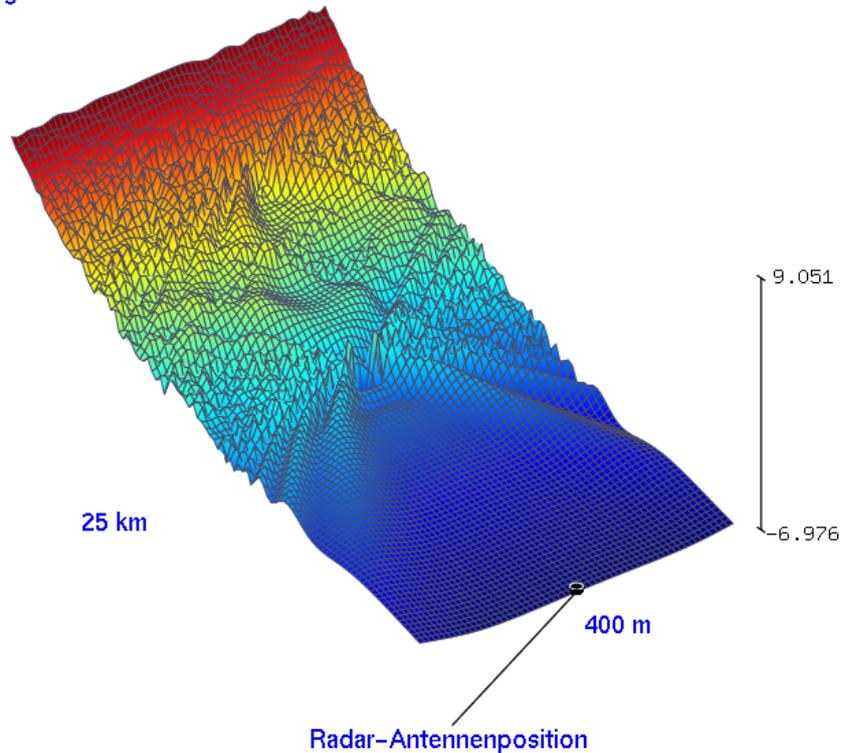


Abbildung 12: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten EA042, EW035, EA049, WEA T1, WEA B3 und NL3v als Sechsfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 12 mit $-6,976$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,68 %.

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

Fünffach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 7. Die Analysen werden für die Standorte **GD096, WEA Osterkamp, PD120, WEA U1** und **WEA U4** bei einer mittleren Distanz von ca. 21,83 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

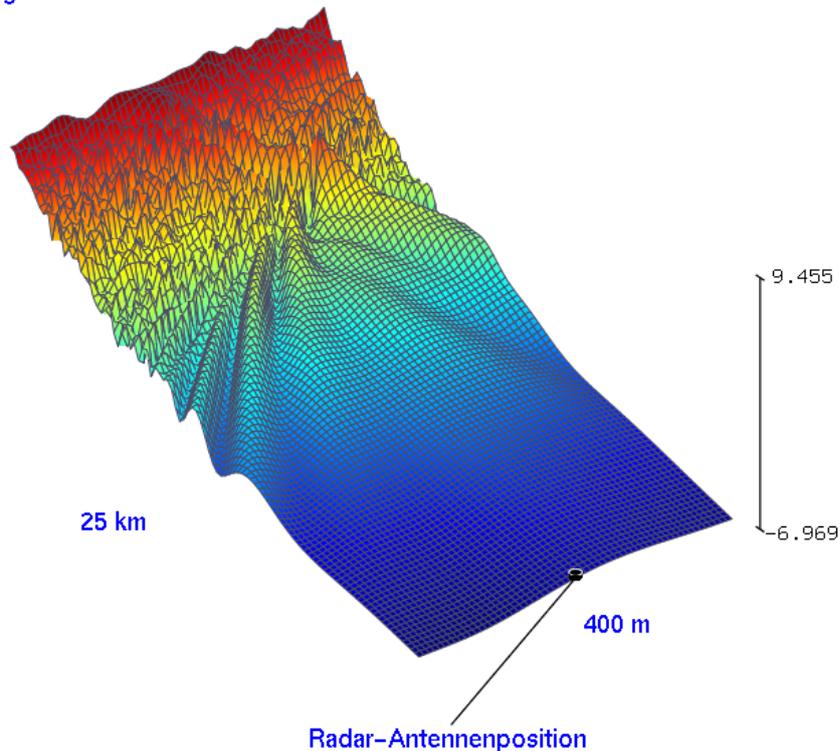


Abbildung 13: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten GD096, WEA Osterkamp, PD120, WEA U1 und WEA U4 als Fünffach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 13 mit -6,969 dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,76 %.

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

Dreifach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 8. Die Analysen werden für die Standorte **EA135**, **EA130** und **WEA U2** bei einer mittleren Distanz von ca. 23,8 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

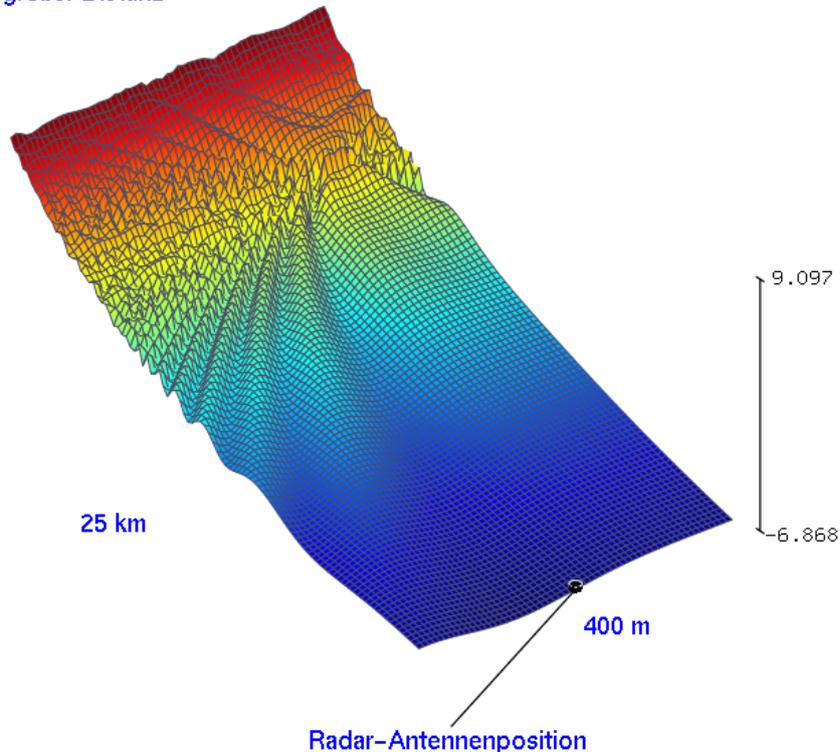


Abbildung 14: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten EA135, EA130 und WEA U2 als Dreifach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 14 mit $-6,868$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

97,89 %.

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

Doppel-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 9. Die Analysen werden für die Standorte **PR03** und **WEA 004** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,88 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

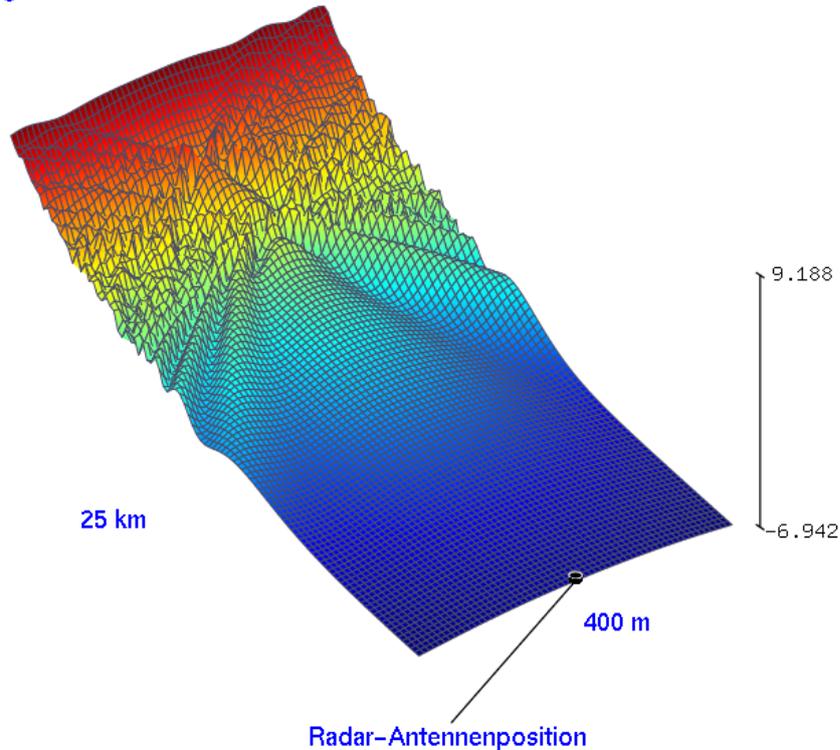


Abbildung 15: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten PR03 und WEA 004 als Doppel-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 15 mit $-6,942$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

97,06 %.

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

Dreifach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 10. Die Analysen werden für die Standorte **PR05**, **PR04** und **WEA 003** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,92 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

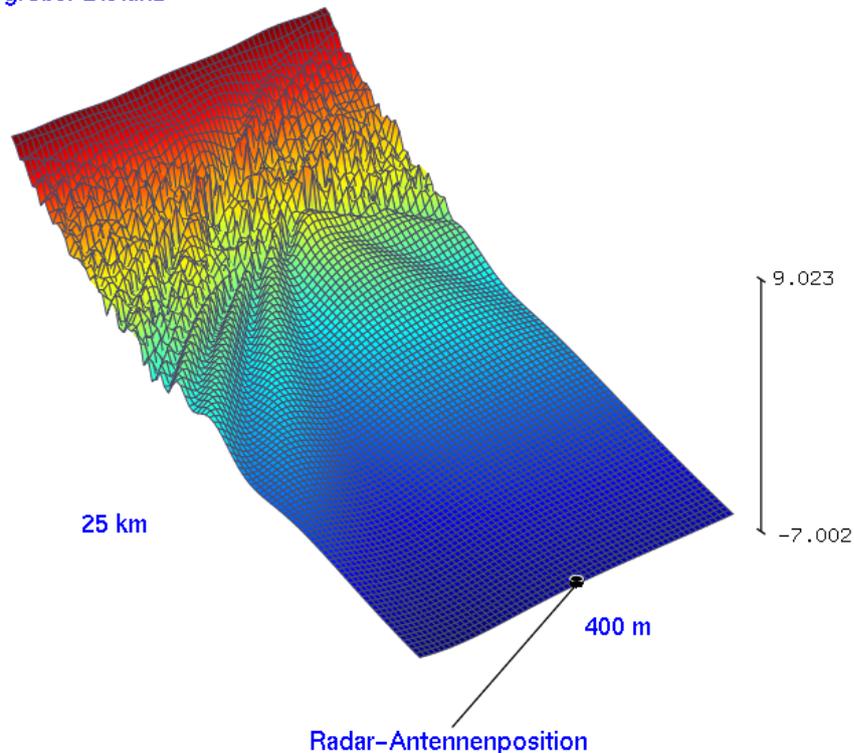


Abbildung 16: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten PR05, PR04 und WEA 003 als Dreifach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 16 mit $-7,002$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,39 %.

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

Vierfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 11. Die Analysen werden für die Standorte **WEA O07**, **WEA O02**, **WEA O01** und **WEA O06** bei einer mittleren Distanz von ca. 19,79 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

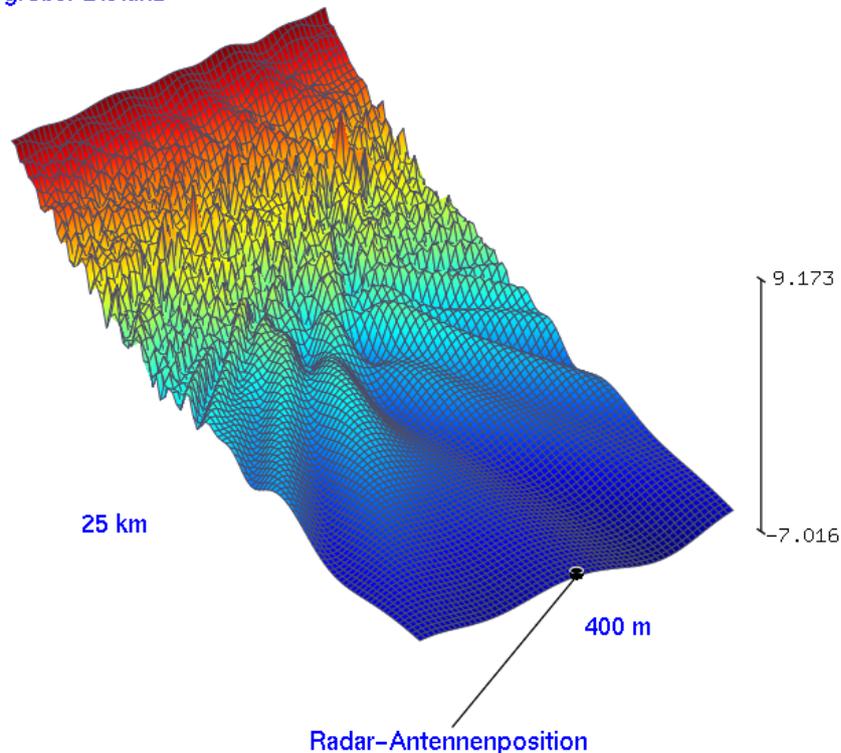


Abbildung 17: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA O07, WEA O02, WEA O01 und WEA O06 als Vierfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 17 mit $-7,016$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,24 %.

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

Vierfach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 12. Die Analysen werden für die Standorte **WEA O09**, **WEA O05**, **WEA O11** und **WEA O11** bei einer mittleren Distanz von ca. 19,36 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

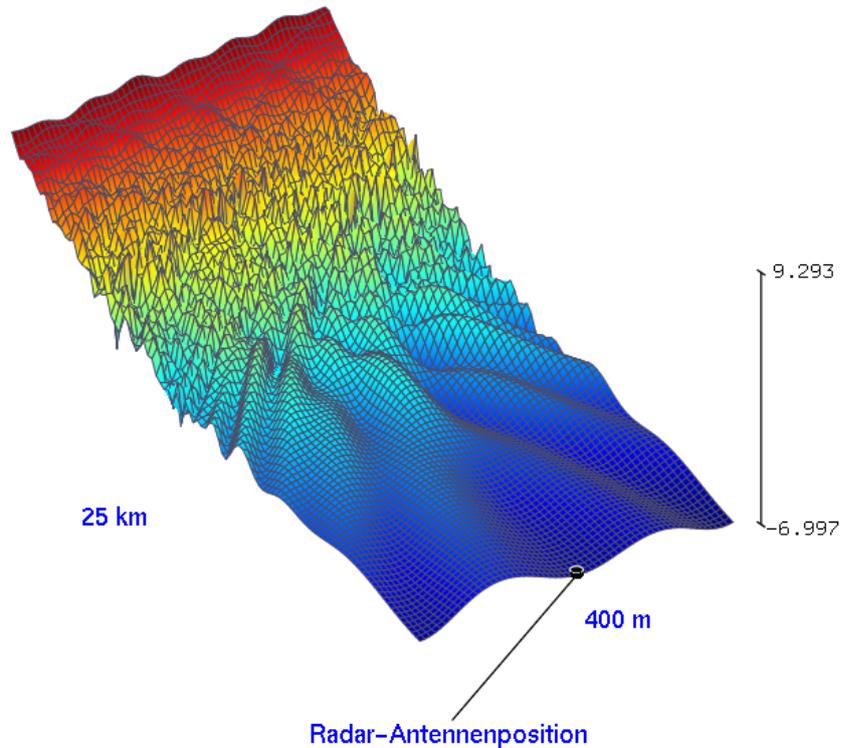


Abbildung 18: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA O09, WEA O05, WEA O11 und WEA O11 als Vierfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 18 mit $-6,997$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,45 %.

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

Fünffach-Anordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 13. Die Analysen werden für die Standorte **WEA W07, WEA O12, WEA O13, WEA T01** und **WEA H03** bei einer mittleren Distanz von ca. 20,95 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

LFZ in großer Distanz

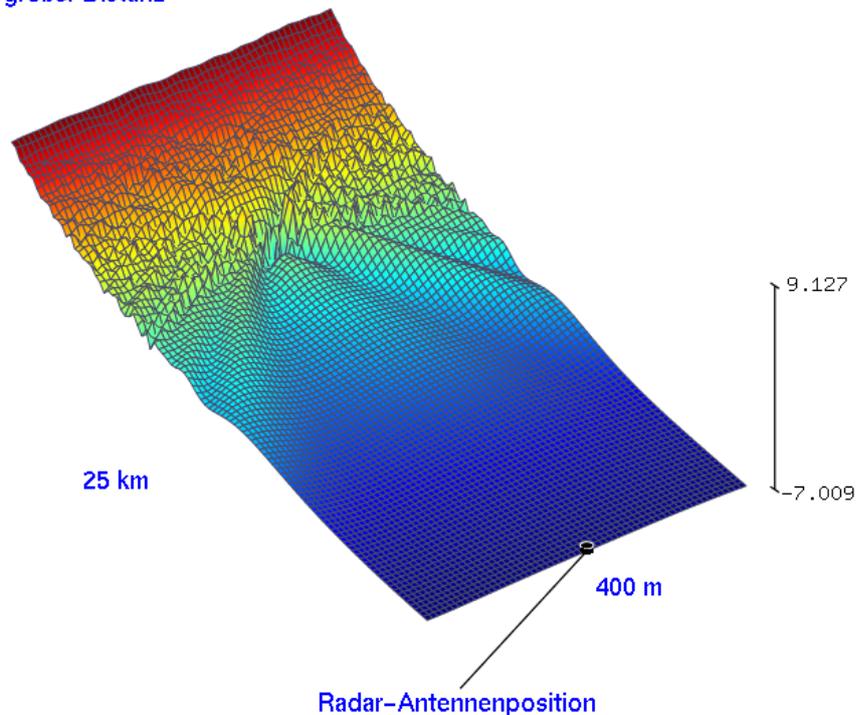


Abbildung 19: Reflexions- und Streufeldausbildung für die Windenergieanlagen an den Standorten WEA W07, WEA O12, WEA O13, WEA T01 und WEA H03 als Fünffach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel.

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 19 mit $-7,009$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß den genannten Kriterien eine Reichweite von

96,32 %.

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

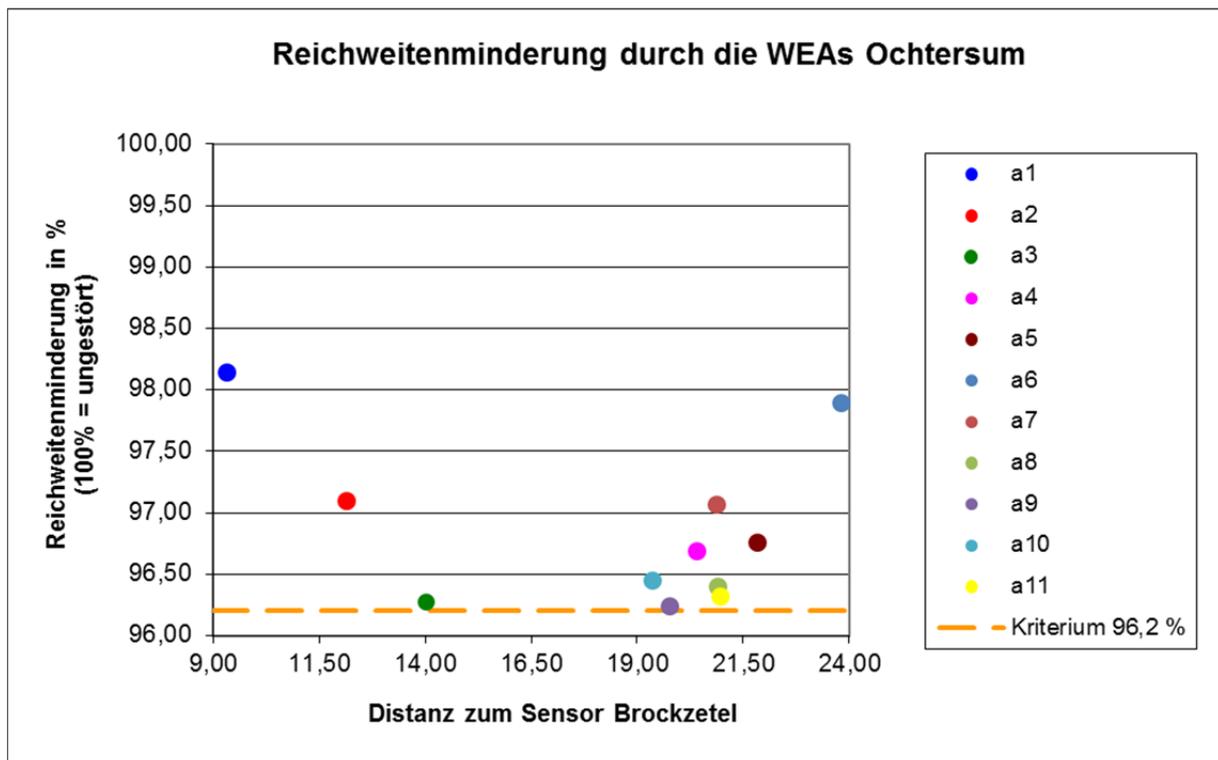


Abbildung 20: Übersicht über die zu erwartende Reichweitenreduktion bei den angegebenen WEA-Konstellationen.

Beurteilung:

In den Untersuchungen wurden die vorhandenen sowie geplanten WEAs in Ochtersum als künftige Situation analysiert.

Für die Untersuchung der Aufstellung der geplanten WEAs liegen gemäß den Untersuchungsergebnissen keine Verschattungen vor, die das Kriterium 96,2 % verletzen.

Die nachstehende Abbildung 21 gibt die Perspektive der geplanten Windenergieanlagen über Azimut und Elevation bzgl. der Gondelpositionen für das Radar Brockzetel wieder.

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 21 ist die Perspektive der untersuchten Teilausschnitte des Windparks über Azimut und Elevation bzgl. der Gondelpositionen für das Radar Brockzetel dargestellt.

Die Detailanalysen, bei denen das LFZ hinter einer WEA-Verdichtung mit geringen Azimutabständen angeordnet ist, geben den jeweiligen worst-case Fall einer Verdichtung wieder. Die Azimutbreite der Teilanordnungen ist somit nicht zwingend identisch mit der Azimutauflösung des Radargerätes.

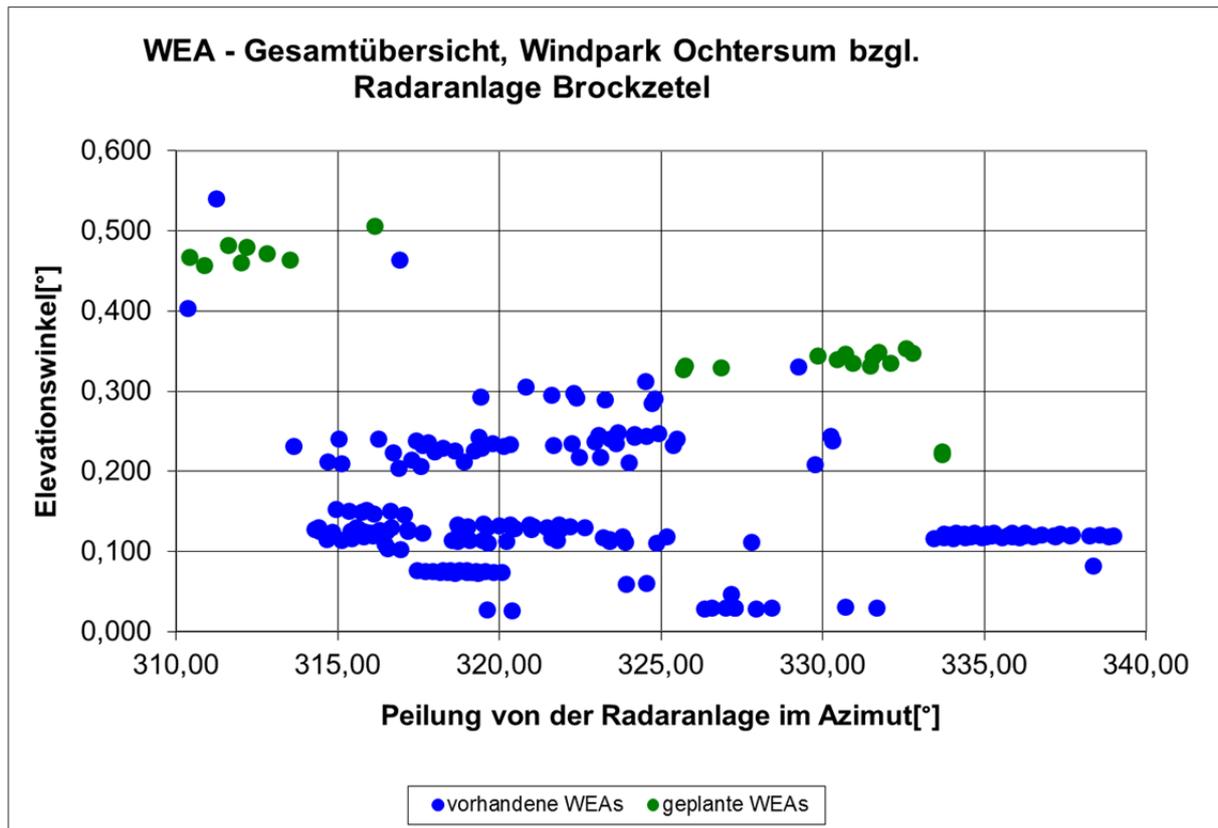


Abbildung 21: Perspektive zur Gondelanordnung gemäß Azimut und Elevation für die Position des Radars Brockzetel.

6.3 Bewertung des Gesamteinflusses des Windparks

In den Untersuchungen wurden die geplanten Standorte im Gebiet Ochtersum als zukünftige Situation unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen analysiert.

Die Ergebnisse gemäß dem Kapitel 6.2 zeigen für die geplanten Windenergieanlagen als Enercon E115 mit einer Nabenhöhe von ca. 135 m bzw. 92 m sowie Enercon E82 mit einer Nabenhöhe von ca. 138 m über Grund für die untersuchten Teilanordnungen keine Verschattungserscheinungen, die das Reichweitenkriterium von 96,2 % verletzen.

Zusätzlicher Handlungsbedarf für die geplanten Windenergieanlagen durch z. B. Standortänderungen besteht bei den festgestellten Einflüssen nicht.

Die Abbildung 22 und Abbildung 23 zeigen eine Luftbildaufnahme des Windparkgebietes als Detailansicht der grün gekennzeichneten geplanten radartechnisch zulässigen WEA-Standorte. Die Koordinaten der geplanten WEAs sowie die jeweiligen Entfernungen, die Elevation und Azimutwinkelbezüge zum Radar Brockzetel sind der Tabelle 14 zu entnehmen. Die Abbildung 24 zeigt eine Übersicht zur Anordnung bzgl. der Elevation und Azimut der WEA-Gondeln bzgl. der militärischen Radaranlage Brockzetel.



Abbildung 22: Gesamtübersicht des Windparks Ochtersum der geplanten Windenergieanlagen (grün) in den Teilgebieten 1 und 2. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. der Radaranlage Brockzetel sind gelb dargestellt.

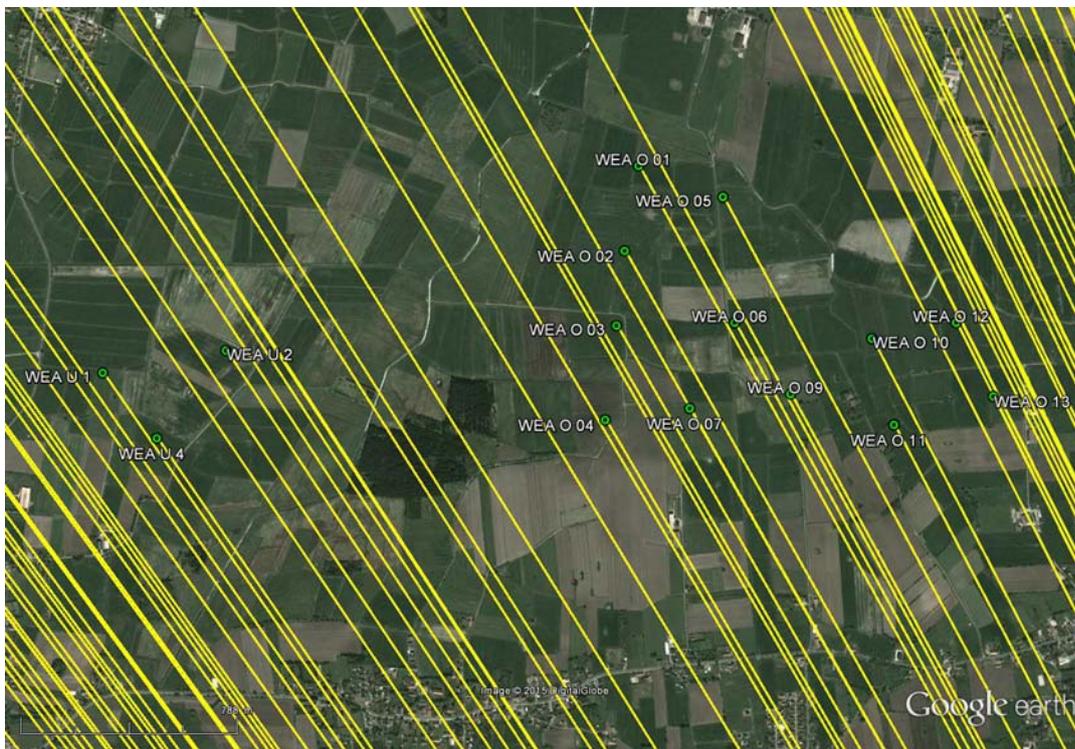


Abbildung 23: Gesamtübersicht des Windparks Ochtersum der geplanten Windenergieanlagen (grün) in den Teilgebieten 5, 8 und 9. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. der Radaranlage Brockzetel sind gelb dargestellt.

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.

Nr	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe ü. Grund	Elevation	Distanz in Meter	Winkel
Teilgebiet 1: Blomberg (Neuschoo) – Südmoor							
WEA B 3	Enercon E115	53° 33' 09,86"	07° 31' 36,47"	135,0	0,506	13260,27	316,15
Teilgebiet 2: Neuschoo – Südmoor							
WEA N 1	Enercon E115	53° 33' 15,84"	07° 30' 07,28"	135,0	0,460	14568,86	312,02
WEA N 2	Enercon E115	53° 33' 22,76"	07° 30' 25,18"	135,0	0,463	14471,89	313,52
WEA N 3	Enercon E115	53° 33' 01,18"	07° 30' 01,93"	135,0	0,467	14345,05	310,41
WEA N 4	Enercon E82	53° 33' 06,66"	07° 30' 16,13"	138,0	0,482	14258,67	311,60
WEA N 5	Enercon E115	53° 33' 13,12"	07° 30' 28,23"	135,0	0,471	14227,51	312,80
WEA N 6	Enercon E115	53° 33' 03,96"	07° 30' 32,68"	135,0	0,480	13976,25	312,17
WEA N 7	Enercon E115	53° 33' 10,87"	07° 29' 53,00"	135,0	0,457	14664,43	310,88
Teilgebiet 5: Nördlich Utarp							
WEA U 1	Enercon E115	53° 37' 10,93"	07° 29' 22,93"	135,4	0,326	20611,42	325,68
WEA U 2	Enercon E115	53° 37' 13,57"	07° 29' 47,44"	135,4	0,329	20428,62	326,85
WEA U 4	Enercon E115	53° 37' 03,17"	07° 29' 33,71"	135,4	0,331	20301,70	325,76
Teilgebiet 8 : Nördlich Barkholt							
WEA O 09	Enercon E115	53° 37' 08,41"	07° 31' 39,81"	135,0	0,349	19234,10	331,73
WEA O 10	Enercon E115	53° 37' 14,98"	07° 31' 56,01"	135,0	0,348	19274,93	332,79
WEA O 11	Enercon E115	53° 37' 04,75"	07° 32' 00,39"	135,0	0,354	18957,14	332,57
WEA O 12	Enercon E115	53° 37' 16,87"	07° 32' 12,76"	92,0	0,221	19188,23	333,69
WEA O 13	Enercon E115	53° 37' 08,12"	07° 32' 20,13"	92,0	0,225	18885,77	333,69
Teilgebiet 9 : Standort westlich des Gebietes 8							
WEA O 01	Enercon E115	53° 37' 35,50"	07° 31' 09,59"	135,0	0,331	20234,78	331,47
WEA O 02	Enercon E115	53° 37' 25,41"	07° 31' 06,79"	135,0	0,335	19986,51	330,92
WEA O 03	Enercon E115	53° 37' 16,53"	07° 31' 05,18"	135,0	0,339	19761,87	330,45
WEA O 04	Enercon E115	53° 37' 05,34"	07° 31' 02,92"	135,0	0,344	19482,81	329,84
WEA O 05	Enercon E115	53° 37' 31,80"	07° 31' 26,37"	135,0	0,335	19988,02	332,09
WEA O 06	Enercon E115	53° 37' 16,88"	07° 31' 28,69"	135,0	0,343	19561,57	331,57
WEA O 07	Enercon E115	53° 37' 06,71"	07° 31' 19,74"	135,0	0,346	19366,00	330,70

Tabelle 14: Koordinatenübersicht über die analysierte Aufstellung der geplanten WEAs in den jeweiligen Teilgebieten (grün dargestellt). Die grün gekennzeichneten geplanten WEAs sind bzgl. der Radaranlage Brockzetel zulässig.

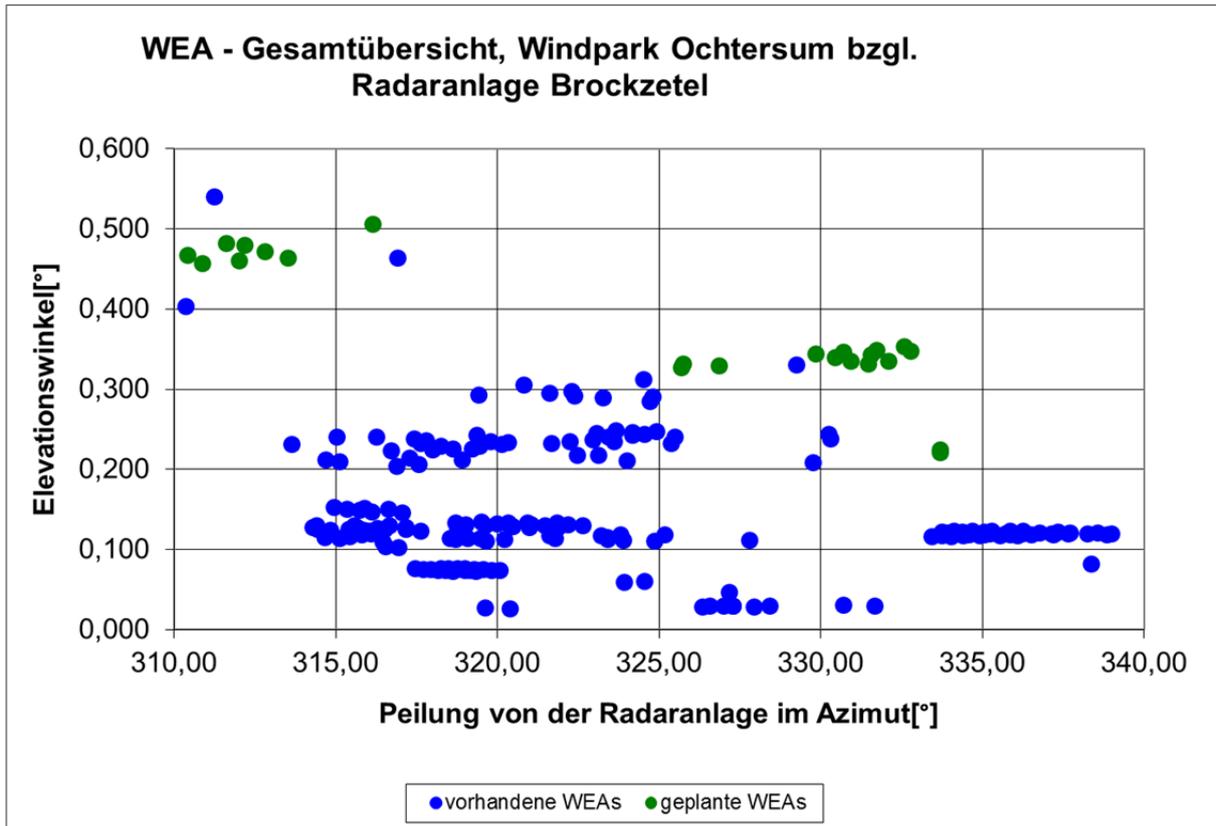


Abbildung 24: Perspektive zur Gondelanordnung gemäß Azimut und Elevation für die Position des Radars Brockzetel.

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)
Reichweitenminderung	=	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	