

Untersuchung der Auswirkungen eines WP-Planungsvorhabens
„Mückendorf“ im Gebiet Baruth/Mark in unmittelbarer
Nachbarschaft zu mehreren
Richtfunktrassen

28.04.2025

Gutachten Nr.: G 28-04-2025

Beauftragungen vom 21.02.25

Auftraggeber:

Naturwind Potsdam GmbH
Hegelallee 41

D-14467 Potsdam

Auftragnehmer:

Dr.-Ing. A. Frye
Radarsignaturtechnische Beratung für
die Luftfahrt
Lärchenstraße 18
28816 Stuhr



Durchgeführt von:

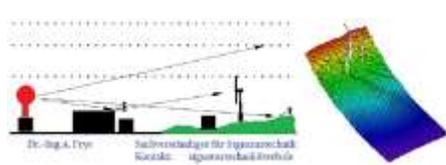


E-Mail:



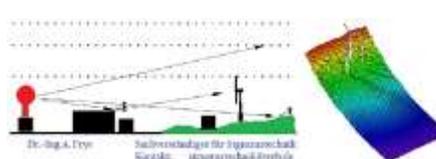
Ausfertigung Nr.: - pdf

Das Gutachten besteht aus den Seiten 1 bis 71 mit dem Anhang A



Inhaltsverzeichnis:

1.	Aufgabenstellung zur projektierten Windparkplanung „Mückendorf“	3
2.	Analyse der Störeinflüsse	12
2.1	Situation des Windparks bzgl. der geplanten Strecke der Fa. Telefonica	16
2.2	Situation des Windparks bzgl. der vorhandenen Strecke der Fa. Telefonica	21
2.3	Situation des Windparks bzgl. der vorhandenen Strecke der 450C	23
2.4	Situation des Windparks bzgl. der 80GHz-Strecke der Fa. Ericsson	28
2.5	Situation des Windparks bzgl. der 38GHz-Strecke der Fa. Ericsson	33
2.6	Situation des Windparks bzgl. der Strecken der Fa. Lan-COM East	35
2.7	Situation des Windparks bzgl. der vorhandenen Strecke der Fa. Vodafone	37
3.	Detailbewertung bzgl. möglicher Störeinflüsse	42
3.1	Geplante Richtfunkstrecke, Linknummer 202559622 & 623 der Fa. Telefonica	42
3.2	Vorhandene Richtfunkstrecke, Linknummer 202556284, der Fa. Telefonica	43
3.3	Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. 450C	44
3.4	Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson	45
3.5	Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson	47
3.6	Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Lan-COM East	48
3.7	Vorhandene Richtfunkstrecke der der Fa. Vodafone	49
4.	Ergänzende Informationen	50
4.1	Einfluss der Topografie und der Erdkrümmung	50
5.	Ergebnis	52
Anhang A: Übersicht über die Antennenstandorte		57



1. Aufgabenstellung zur projektierten Windparkplanung „Mückendorf“

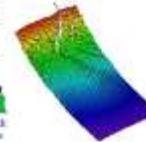
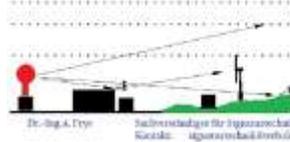
Nördlich von Baruth/Mark in Brandenburg ist die Realisierung eines neu geplanten Windpark in einem Waldgebiet „ Mückendorf“ mit Windenergieanlagen vom Typ Nordex N175 mit Nabenhöhe von 179m über Grund und einem jeweiligen Rotorradius von 175 m geplant.

Im Zuge der Planung wurde dem Projektierer mitgeteilt, dass in unmittelbarer Nähe und direkt im Planungsgebiet 6 verschiedene heute vorhandene Richtfunkstrecken sowie eine weitere geplante Richtfunkstrecke von unterschiedlicher Betreiber mit jeweils unterschiedlichen technischen Parametern verlaufen.

Die geplante Richtfunkstrecke, Linknummer 202559622 & 623, der Fa. Telefonica ist in den Abbildungen stets hellblau dargestellt und hat die nachstehenden Parameter und Endpunkte:

	Nordkoordinate WGS 84	Ostkoordinate WGS 84	Betriebsfrequenz & Länge	Antennenhöhe gesamt NHN	Antennenhöhe (Strukturhöhe) über GND	Fußpunkt- höhe NHN	Höhendifferenz
Funkstelle Nord (A- Standort)	52° 08' 07,53''	13° 28' 10,57''	18,7 GHz 10 335m	84,85m	44,85m	44,0m	Δ 53,15m Von Nord nach Süd anstei- gend
Funkstelle Süd (B- Standort)	52° 02' 36,89''	13° 29' 34,63''		138,0m	39,0m	99,0m	

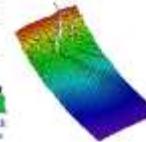
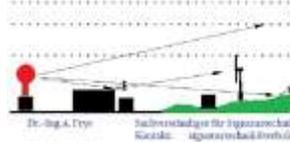
Tabelle 1: Daten zu den Funkstellen; Quelle: Mitteilung der Fa. Telefonica an den Auftraggeber vom 02.04.2025



Die vorhandene Richtfunkstrecke, Linknummer 202556284, der Fa. Telefonica ist in den Abbildungen stets gelb dargestellt und hat die nachstehenden Parameter und Endpunkte:

	Nordkoordinate WGS 84	Ostkoordinate WGS 84	Betriebsfrequenz & Länge	Antennenhöhe gesamt NHN	Antennenhöhe (Strukturhöhe) über GND	Fußpunkthöhe NHN	Höhendifferenz
Funkstelle Nord (A-Standort)	51° 59' 56,18''	13° 25' 53,67''	18,7 GHz 11 163m	196,1m	47,15m	40,0m	Δ 53,15m Von Nord nach Süd ansteigend
Funkstelle Süd (B-Standort)	52° 05' 25,83''	13° 29' 52,47''		111,3m	46,3m	65,0m	

Tabelle 2: Daten zu den Funkstellen; Quelle: Mitteilung der Fa. Telefonica an den Auftraggeber vom 02.04.2025

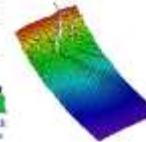
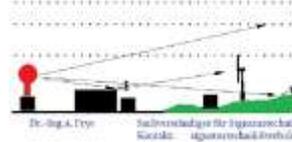


Die vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. 450C ist in den Abbildungen stets grün dargestellt und hat die nachstehenden Parameter und Endpunkte:

	Nordkoordinate WGS 84	Ostkoordinate WGS 84	Betriebsfrequenz & Länge	Antennenhöhe gesamt NHN	Antennenhöhe (Strukturhöhe) über GND	Fußpunkthöhe NHN	Höhendifferenz
Funkstelle Nord (Baruth)	52° 10' 19,34''	13° 23' 29,24''	12,675 GHz 14 293m	91,8m	50,8m	41,0m	Δ 3,2m Von Nord nach Süd ansteigend
Funkstelle Süd (Mellensee)	52° 03' 56,04''	13° 30' 29,49''		95,0m	39,0m	65,0m	

Tabelle 3: Daten zu den Funkstellen; Quelle: Mitteilung der Fa. 450C an den Auftraggeber

*) Die Fußpunkthöhen wurden separat, bzw. zusätzlich aus topografischen Karten entnommen und auf ganze Meter aufgerundet.



Die vorhandene Richtfunkstrecke, der Fa. Ericsson ist in den Abbildungen stets magenta dargestellt und hat die nachstehenden Parameter und Endpunkte:

	Nordkoordinate WGS 84	Ostkoordinate WGS 84	Betriebsfrequenz & Länge	Antennenhöhe gesamt NHN	Antennenhöhe (Strukturhöhe) über GND	Fußpunkthöhe NHN	Höhendifferenz
Funkstelle Nord (BY 2844)	52° 07' 0,33"	13° 29' 0,96"	80,00 GHz 5 940m	98,5m	49,5m	49,0m	Δ 4,5m Von Nord nach Süd ansteigend
Funkstelle Süd (BY2001)	52° 03' 56,04"	13° 30' 29,49"		103,0m	47,0m	56,0m	

Tabelle 4: Daten zu den Funkstellen; Quelle: Mitteilung der Fa. Ericsson an den Auftraggeber

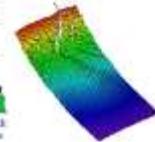
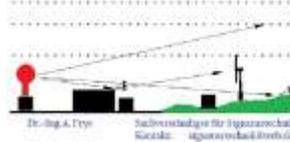
*) Die Fußpunkthöhen wurden separat aus topografischen Karten entnommen und auf ganze Meter aufgerundet.

Die vorhandene Richtfunkstrecke, der Fa. Ericsson ist in den Abbildungen stets rosa dargestellt und hat die nachstehenden Parameter und Endpunkte:

	Nordkoordinate WGS 84	Ostkoordinate WGS 84	Betriebsfrequenz & Länge	Antennenhöhe gesamt NHN	Antennenhöhe (Strukturhöhe) über GND	Fußpunkthöhe NHN	Höhendifferenz
Funkstelle Nord (BY 2267)	52° 05' 25,88"	13° 29' 0,96"	38,0 GHz 2 860m	116,3m	49,3m	67,0m	Δ 6,7m Von Nord nach Süd ansteigend
Funkstelle Süd (BY2001)	52° 03' 56,04"	13° 30' 29,49"		123,0m	67,0m	56,0m	

Tabelle 5: Daten zu den Funkstellen; Quelle: Mitteilung der Fa. Ericsson an den Auftraggeber

*) Die Fußpunkthöhen wurden separat, bzw. zusätzlich aus topografischen Karten entnommen und auf ganze Meter aufgerundet.

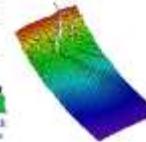
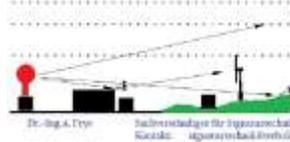


Die vorhandenen Richtfunkstrecken der Fa. Lan-COM East sind in den Abbildungen stets rot dargestellt. Die nachstehende Antennenposition wurde als südlichster Endpunkt verschiedener Richtfunkstrecke angegeben:

	Nordkoordinate WGS 84	Ostkoordinate WGS 84	Betriebsfrequenz & Länge	Antennenhöhe gesamt NHN	Antennenhöhe (Strukturhöhe) über GND	Fußpunkt- höhe NHN	Höhendifferenz
Funkstelle Süd	52° 06' 32,28''	13° 31' 35,28'	NN & NN	NN	NN	NN	NN

Tabelle 6: Daten zu den Funkstellen; Quelle: Mitteilung der Fa. Ericsson an den Auftraggeber

*) Die Ermittlung der Detaildaten ist nicht erforderlich weil gemäß der Mitteilung des Betreibers sowie der Lageüberprüfung das Planungsgebiet südlich aller der von diese Antenne betriebenen Richtfunkverbindung ist.

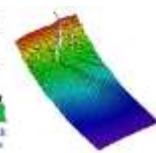
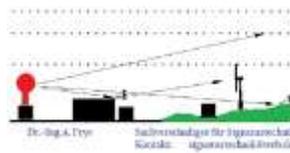


Die vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Vodafone ist in den Abbildungen stets weiß dargestellt und hat die nachstehenden Parameter und Endpunkte:

	Nordkoordinate WGS 84	Ostkoordinate WGS 84	Betriebsfrequenz & Länge	Antennenhöhe gesamt NHN	Antennenhöhe (Strukturhöhe) über GND	Fußpunkthöhe NHN	Höhendifferenz
Funkstelle Nord (Neuhof 0241B)	52° 08' 12,40"	13° 28' 17,0"	13,0 GHz 16 268m	95,0m	53,0m	42,0m	Δ 92,0m Von Nord nach Süd ansteigend
Funkstelle Süd (Groß Zietscht 0242B)	51° 59' 29,8"	13° 29' 55,1"		187,0m	40,0m	147,0m	

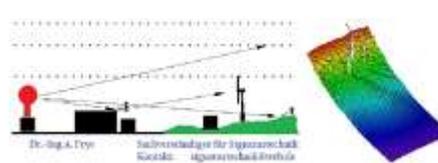
Tabelle 7: Daten zu den Funkstellen; Quelle: Mitteilung der Fa. Telefonica an den Auftraggeber

*) Die Fußpunkthöhen wurden separat, bzw. zusätzlich aus topografischen Karten entnommen und auf ganze Meter aufgerundet.



Ziel der Untersuchung ist es festzustellen, ob störrelevante Auswirkungen durch die in Planung befindlichen Windenergieanlagen aufgrund eines möglicherweise zu geringen Abstandes der Standsäule sowie des Rotorkreises auf die vorstehend genannten Richtfunkstrecken entstehen können.

Maßgeblich ist dabei die vollständige Freihaltung der 1. Fresnelzone, die um die geometrische Achse der jeweiligen Richtfunkstrecke zur Bewertung herangezogen wird, vgl. auch die Beschreibungen in Kapitel 2 und Kapitel 14.



Die nachfolgende Tabelle 8 gibt die projizierten Koordinaten, Rotordurchmesser Nabenhöhe sowie die exakten Fußpunkthöhen der geplanten Windenergieanlagen wieder:

offizielle Benennung	WEA-Typ	Nabenhöhe	Rotorradius	WGS 84 (Grad/Min/Sek)		Geländehöhe (m. ü. NN)	Gesamtbauwerkshöhe	Gesamthöhe in m DHHN 2016
				Breite (Nord)	Länge (Ost)			
WEA 1	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 40".82156	13° 27' 34".54074	50,9	266,5	317,4
WEA 2	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 38".56970	13° 28' 5".42667	49,2	266,5	315,7
WEA 3	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 33".51785	13° 28' 42".97526	50	266,5	316,5
WEA 4	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 29".05701	13° 29' 15".93462	55,3	266,5	321,8
WEA 5	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 28".22326	13° 27' 16".73298	49,9	266,5	316,4
WEA 6	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 28".73109	13° 28' 6".09528	50,1	266,5	316,6
WEA 7	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 20".02079	13° 28' 47".85377	53	266,5	319,5
WEA 8	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 16".85421	13° 29' 21".02590	54,6	266,5	321,1
WEA 9	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 17".78421	13° 27' 27".87016	50,3	266,5	316,8
WEA 10	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 9".55801	13° 27' 59".79777	50,7	266,5	317,2
WEA 11	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 2".13712	13° 29' 9".27637	56,1	266,5	322,6
WEA 12	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 0".66262	13° 27' 35".45153	51,8	266,5	318,3
WEA 13	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 6' 4".01335	13° 28' 24".00905	51,2	266,5	317,7
WEA 14	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 49".04469	13° 28' 53".00642	54	266,5	320,5
WEA 15	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 46".81445	13° 27' 50".80219	53	266,5	319,5
WEA 16	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 40".11557	13° 29' 28".67897	60,6	266,5	327,1
WEA 17	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 30".94723	13° 28' 55".30266	62,8	266,5	329,3
WEA 18	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 28".66795	13° 29' 14".40347	63	266,5	329,5
WEA 19	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 30".60306	13° 29' 41".66481	65,4	266,5	331,9
WEA 20	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 28".05271	13° 28' 4".21642	51,7	266,5	318,2
WEA 21	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 40".08028	13° 28' 18".09920	57,9	266,5	324,4
WEA 22	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 49".24276	13° 29' 18".49016	57,4	266,5	323,9
WEA 23	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 21".21499	13° 28' 23".57836	51,9	266,5	318,4
WEA 24	N175 6-X-6,8 MW	179 m	87,5 m	52° 5' 16".41483	13° 27' 52".94966	51,9	266,5	318,4

Tabelle 8:

Die projizierten Windenergieanlagen in Ba-ruth/Mark. Die lokalen Gelände-/ Fußpunkthöhen sind DGM gemäß Beistellung des Auftrag-gebers entnommen.

Alle WEA:

Fa. Nordex N175X-6.8MW

175m Rotordurchmesser
179m Nabenhöhe

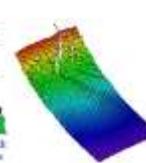
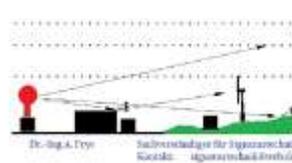


Abbildung 1:
Übersichtsdarstellung
der sieben Richtfunkver-
bindungen sowie der ge-
planten Windenergiean-
lagen im Planungsgebiet
Baruth/Mark.

Hellblau:
Geplante Richt-
funkstrecke Fa. Telefo-
nica

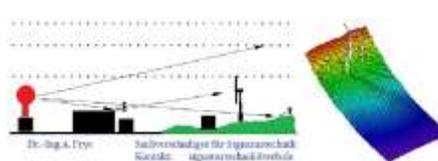
gelb:
Vorhandene Richt-
funkstrecke Fa. Telefo-
nica

grün:
vorhandene
Richtfunkstrecke Fa.
450C

magenta:
vorhandene
Richtfunkstrecke Fa.
Ericsson

rosa:
vorhandene
Richtfunkstrecke Fa.
Ericsson

rot:
vorhandene
Richtfunkstrecke Fa.
Lan-COM east



2. Analyse der Störeinflüsse

Die Bewertung von Einflüssen auf eine Richtfunkstrecke kann nur näherungsweise unter der Annahme einer reinen Freiraumausbreitung erfolgen. Bei längeren Übertragungstrecken über mehrere Kilometer Distanz haben die topografischen Verhältnisse sowie natürliche oder künstliche Hindernisse im Übertragungsweg einen deutlichen Einfluss auf die Übertragungsqualität.

Nachfolgend wird dabei zwischen den Einflüssen durch

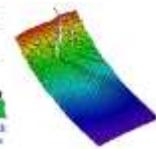
- a. die Erdkrümmung sowie der Topografie und
- b. Hindernisse im oder nahe dem Übertragungsweg

unterschieden.

Zu a:

Zwischen der Sende- und der Empfangsantennenposition sind bei Richtfunkverbindungen bestimmte räumliche Bereiche um die geometrischen Verbindungslinie herum frei zu halten. Von Bedeutung ist, dass auch bei freier geometrisch-optischer Verbindung durch nahe Hindernisse, die sich an der geometrischen Verbindungslinie befinden, infolge von Reflexionen Störeinflüsse wirksam werden, die die Übertragung signifikant beeinträchtigen können. Daher ist, um Störeinflüsse durch die Geländetopografie zu vermeiden eine bestimmte Mindesthöhe der Übertragungstrecke über Grund einzuhalten.

Dabei ist bei langen Übertragungstrecken die Erdkrümmung zusätzlich zu berücksichtigen, da sich dadurch eine Absenkung der Verbindungsstrecke jeweils gegenüber den Antennenposition ergibt, oder -anders formuliert- eine gegenüber der flachen Erde wirksame Anhebung der Topografie, die am Ort der halben Übertragungstrecke ein Maximum zeigt.



Zu b:

Zur Vermeidung von Reflexionen an natürlichen oder künstlichen Hindernissen sind zusätzlich seitlich der geometrischen Verbindung bestimmte Mindestabstände frei zu halten.

Die Beeinträchtigung der Richtfunkstrecke durch statische bzw. dynamische Anteile einer Windenergieanlage wird als vollständig ausgeschlossen betrachtet, sofern mindestens die 1. und idealerweise die 2. Fresnelzone nicht durch diese Anlagenteile tangiert wird. In dem Fall ist ein ausreichender Abstand seitlich und, sofern möglich, in der Höhe zu anderen Objekten einzuhalten.

Fresnelzonen sind in diesem Zusammenhang elliptisch geformte Bereiche, die die geometrische Verbindungachse einer Richtfunkstrecke umgeben, vgl. Abbildung 2.

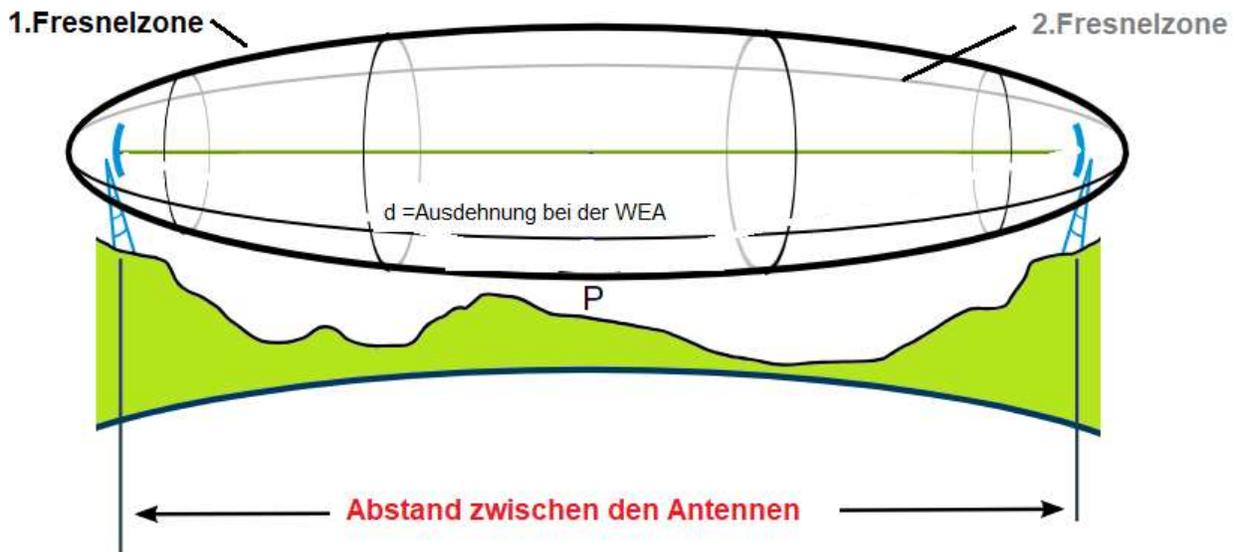
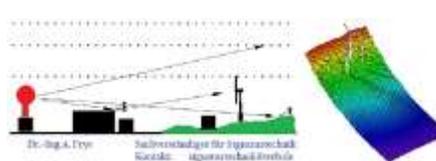


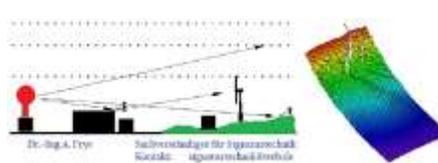
Abbildung 2: Schematische Darstellung zur Fresnelzone



In einem Funkfeld sind Freiraumbedingungen gegeben, wenn eine elektromagnetische Ausbreitung unbehindert zwischen Sende- und Empfangsantenne vorliegt. In der Hochfrequenztechnik rechnet man bei einer sehr genauen Betrachtung mit den Bedingungen einer ungestörten Freiraumausbreitung, wenn der Radius der 1. Fresnelzone um mehr als 57% frei gehalten wird. Dann ist keine durch Hindernisse begründete zusätzliche Dämpfung der Übertragungsstrecke gegeben.

Die nachstehende Bewertung prüft die vollständige Freihaltung der 1. Fresnelzone um die geometrische Verbindungslinie zwischen den Antennenpositionen. In dem Raumreich der 1. Fresnelzone wird die meiste Energie der elektromagnetischen Welle übertragen. Liegen in diesen Bereich Einschränkungen durch Hindernisse vor, z.B. durch Bauwerke, durch die Topografie oder durch Vegetation, sofern die Richtfunkstrecke keine ausreichende Höhe über Grund hat, nimmt die Streckendämpfung infolge von Verschattungen, Reflexionen und Streuungen deutlich zu. Das Rausch-/ Nutzsignal-Verhältnis und damit die Übertragungsqualität werden deutlich reduziert. Die Nutzung und Weiterverarbeitung der übertragenen Daten ist dann nicht mehr möglich.

Diese Fresnelzone ist gemäß Abbildung 2 ein Rotationsellipsoid, dessen Brennpunkte die beiden Antennen sind. Höhere Frequenzen führen zu schmaleren Fresnel-Zonen, sind jedoch empfindlicher gegenüber den o.g. Einflüssen. Auf diese Weise ergibt sich eine schlauchartige Zone im Raum zwischen den beiden Antennenpositionen, die bei der Hälfte der Übertragungsstrecke die größte Lateraldimension sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung hat. Zugleich ist die Fresnelzone im Hochfrequenzfeld infolge atmosphärischer Einflüsse leicht gekrümmt, sodass die Erdkrümmung teilweise nachgebildet wird. Der K-Faktor wird hierbei mit 1,3 berücksichtigt. Dieser Sachverhalt führt entlang der Strecke zu einer geringfügig geringeren Höhe über Grund, als bei einer Berechnung der Streckenführung über einer mathematisch idealen Ebene ohne Erdkrümmung.



Die laterale Ausdehnung der Fresnelzonen wird durch Länge der Strecke sowie die Übertragungsfrequenz bestimmt. Bei sehr hoher Frequenz ergibt sich eine schmalere Zone mit geringerer Querausdehnung in Höhe und Breite.

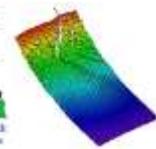
Die 2. und höhere Fresnelzonen haben in der Praxis eine geringere Bedeutung. Nachfolgend wird die 2. Fresnelzone ggf. zusätzlich als Sicherheitspuffer berücksichtigt, da die Lage der Antennen am Mast sowie die WEA- und Antennenstandorte infolge von Koordinatenumrechnungen nicht immer dezimetergenau bestimmt werden können.

Die Untersuchung berücksichtigt alle vorstehenden Angaben gemäß Kapitel 1 und beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Abbildung der projektierten Windenergieanlagen sowie der Funkstellen in eigenen Datensätzen des Autors
- Ermittlung der exakten Abstände und Azimutwinkel zu den Funkstellen.
- Ermittlung der exakten Höhe der Punkt-zu-Punkt Verbindung der beiden Funkstellen.
- Ermittlung des Topografieverlaufs
- Berechnung der geometrischen Erdkrümmung
- Ermittlung der maximalen Breite und Höhe der 1. und 2. Fresnelzone.
- Ermittlung von Lage und Querdimension der 1. und 2. Fresnelzone in Bezug auf die geplanten WEA
- Ermittlung möglicher Überlappungen der Fresnelzonen mit dem Rotorkreis der geplanten – Worst Case Ansatz. Rotorebene steht orthogonal zur Punkt-zu-Punkt Verbindung.

Sofern die Analysen zeigen, dass weder die erste noch die zweite Fresnelzone durch Anlagenteile berührt werden, kann eine Beeinträchtigung der Richtfunkstrecke durch die geplanten WEA ausgeschlossen werden.

Sollten WEA-Anlagenteile die erste bzw. zweite Fresnelzone berühren oder sehr nahe sein, werden Maßnahmen zur Reduktion dieser Störwirkung erforderlich sein.



2.1 Situation des Windparks bzgl. der geplanten Strecke der Fa. Telefonica

Die Auswertung der WGS 84 - Koordinaten der Standortplanungen zum Windpark Mückendorf gemäß Tabelle 8 ergibt für die geplante Richtfunkstrecke 202559622/623 die geringsten Abstände für die WEA 03, WEA 14 und WEA 17.

Diese Seitenabstände sind in nachstehender Abbildung rot gekennzeichnet.

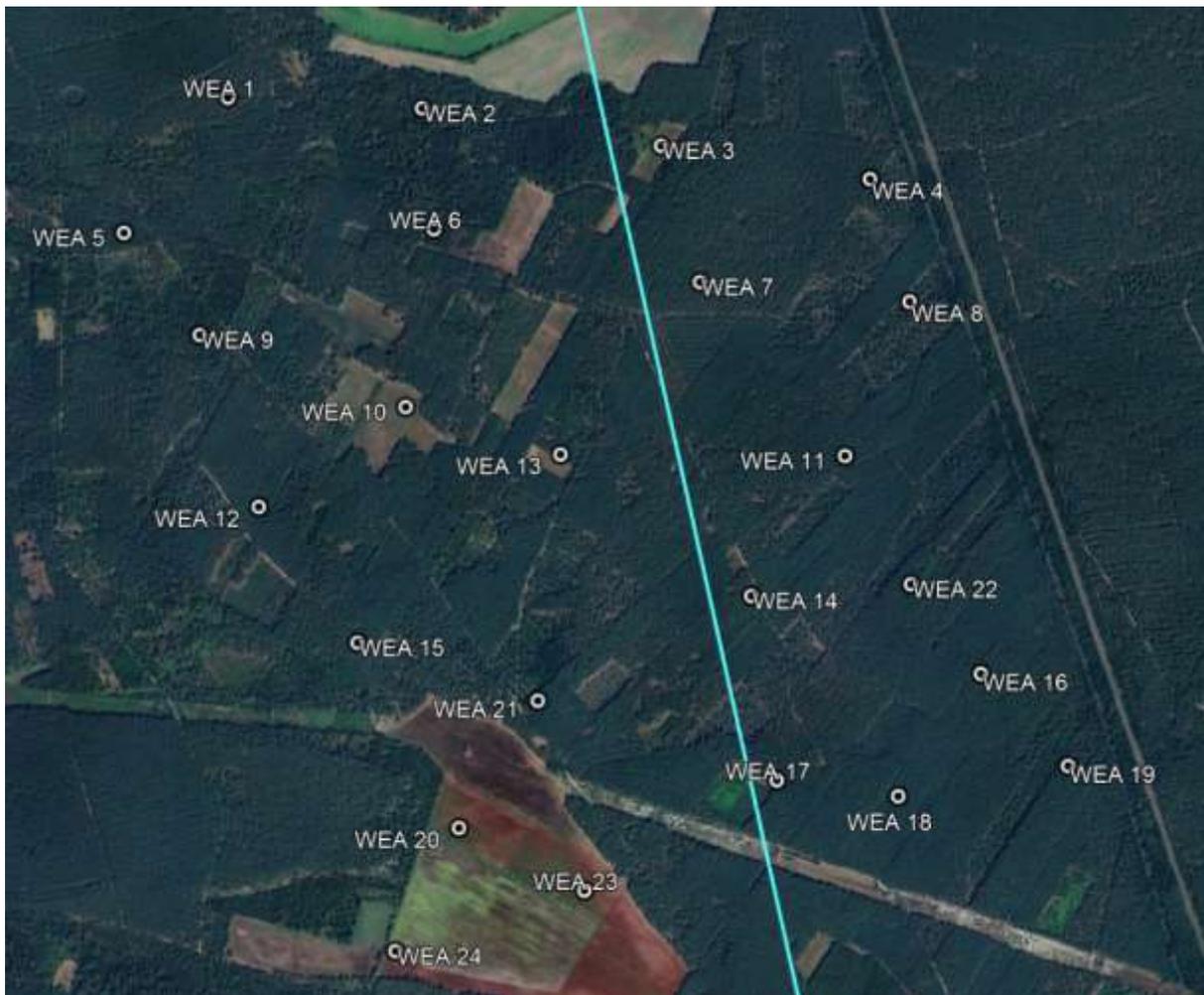
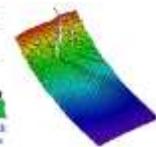
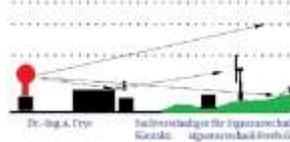


Abbildung 3: Lagedarstellung der Richtfunkstrecke zu den geplanten WEA



Zur Lage der Richtfunkstrecke, vgl. Tabelle 1:

Länge: 10335m

Frequenz: 18,7 GHz

Höhenverlauf: Von Antenne A(Nord) : 84,85 m NN
bis Antenne B(Süd): 138,0 m NN

Höhendifferenz: Δ 53,15m. Von Nord nach Süd ansteigend

Fresnelzonenausdehnung:

Angaben stets für den Radius [m]

Maximale Ausdehnung beim Streckenmittelpunkt:

1. F-Zone: 6,44m; 2. F-Zone: 9,11m

Ausdehnung bei WEA 03: 1. F-Zone: 5,83m; 2. F-Zone: 8,24m

Ausdehnung bei WEA 14: 1. F-Zone: 6,36m; 2. F-Zone: 8,99m

Ausdehnung bei WEA 17: 1. F-Zone: 6,43m; 2. F-Zone: 9,10m

Bewertung des WEA-Standortes 03:

Distanz zur Antenne A(Nord): 2965m

Höhe der Strecke bei der WEA: 100,0m NN (50,0 ü. GND)

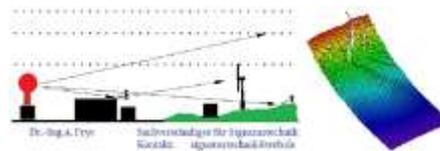
Abstand der WEA-Standsäule: 153,9m

Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse: Δ 129,0m

Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse: Δ 200,8m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 113,3m

Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 5,83m



Bewertung des WEA-Standortes 14:

Distanz zur Antenne A(Nord): 4359m

Höhe der Strecke bei der WEA:	107,2m NN (63,3 ü. GND)
Abstand der WEA-Standsäule:	132,8m
Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse:	Δ 125,0m
Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse:	Δ 177,0m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 89,5 m
Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 6,36 m

Bewertung des WEA-Standortes 17:

Distanz zur Antenne A(Nord): 4911m

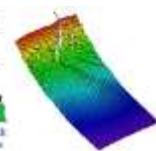
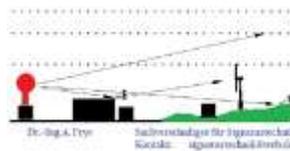
Höhe der Strecke bei der WEA:	110,1m NN (47,3 ü. GND)
Abstand der WEA-Standsäule:	80,6m
Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse:	Δ 131,7m
Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse:	Δ 154,4m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 66,9 m
Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 6,43 m

- Die Maßangaben beziehen sich auf die Achse der WEA-Standsäule sowie die Achse der Richtfunkstrecke.

Die WEA 03, 14 und 17 zeigen von der gesamten WP-Planung die stärkste Betroffenheit gegenüber dieser Richtfunkstrecke aufgrund der geringsten Abstände zum Richtfunkstreckenverlauf.

Durch die seitlichen Abstände gegenüber der Richtfunkstrecke sowie die gegenüber der Richtfunkstrecke deutlich höheren Nabenhöhen ergeben sich schräg im Raum gemessen bei diesen im Detail überprüften WEA jeweils deutlich größere freie Gesamtabstände



zwischen den Strukturen der WEAs, gebildet aus der Standsäule sowie dem Rotor, gegenüber den Ausdehnungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Alle anderen WEA des geplanten WP Mückendorf zeigen deutlich größere seitliche Abstände zur Richtfunkstrecke. Sie erfüllen ebenfalls die Bedingungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Die geplante Richtfunkstrecke 202559622 /623 der Fa. Telefonica wird durch die Planung nicht beeinträchtigt.

Die nachfolgende Abbildung 6 verdeutlicht die vorstehend aufgeführten Parameter. Die weiße Linie in der Abbildung kennzeichnet dabei den Abstand zwischen der 1. Fresnelzone und den Rotorkreis. Dieser muss idealerweise größer null sein, damit eine störwirksamen Beeinträchtigung der Richtfunkstrecke ausgeschlossen werden kann.

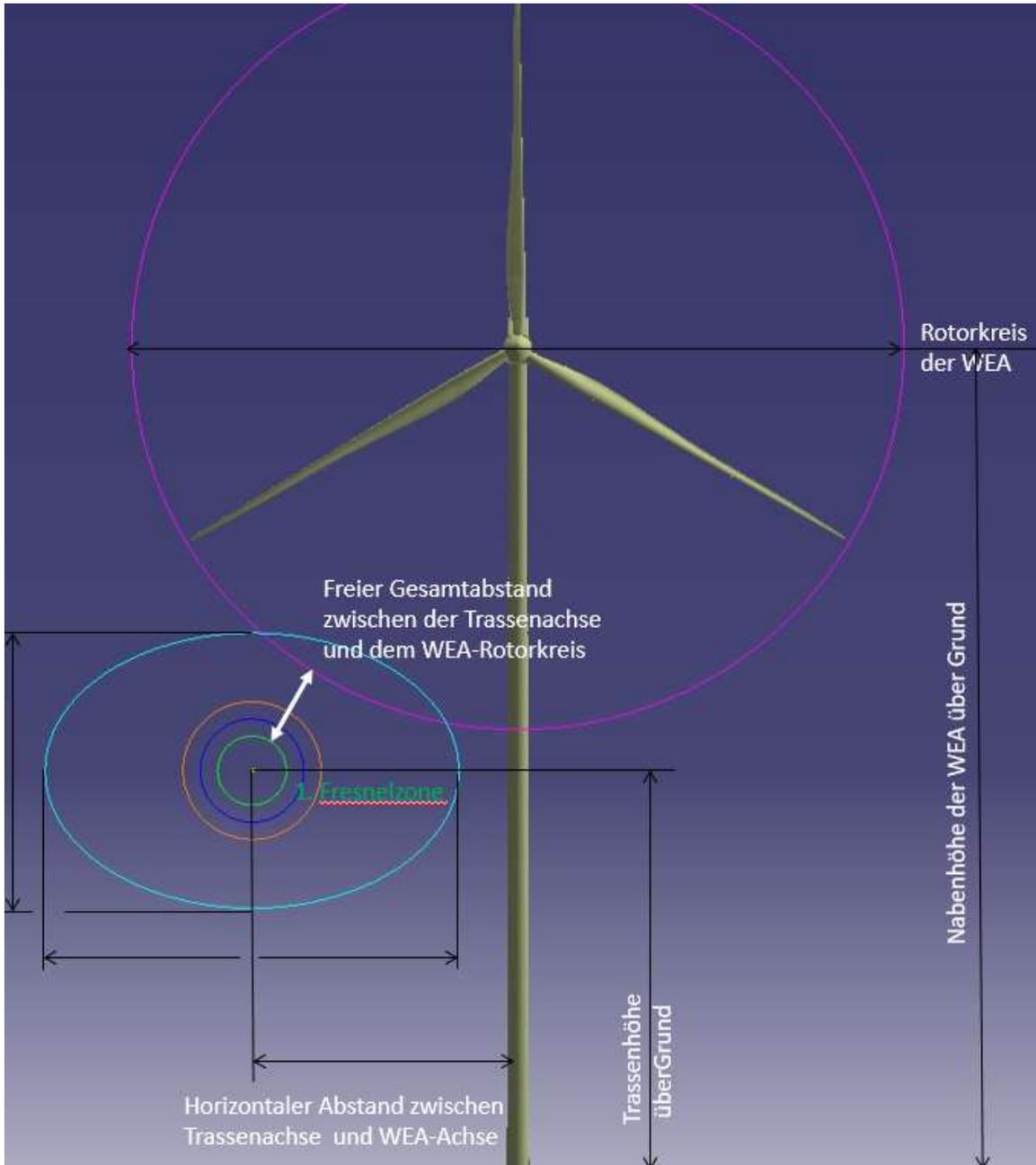


Abbildung 4: Systemdarstellung der WEA in Bezug auf die geplante Richtfunkstrecke der Fa. Telefonica. Hier ist eine Rotorstellung angenommen, die die ungünstigste Rotororientierung mit maximaler lateraler Ausdehnung annimmt.

Farbige Kreise= 1.(grün) und 2. (dunkelblau) Fresnelzone der Richtfunkstrecke

Weißer Strecke= Gegebener freier Abstand, um störwirksamen Beeinträchtigungen auszuschließen



2.2 Situation des Windparks bzgl. der vorhandenen Strecke der Fa. Telefonica

Die Auswertung der WGS 84 - Koordinaten der Standortplanungen zum Windpark Mückendorf gemäß Tabelle 8 ergibt für den nördlichen Endpunkt der vorhandenen Richtfunkstrecke 202556284 den geringsten Abstand zu der WEA 19.

Der Abstand der WEA zur nördlichen Antenne der Richtfunkstrecke ist in nachstehender Abbildung rot gekennzeichnet.

Alle weiteren WEA zeigen deutlich größere Abstände. Die Richtfunkstrecke zeigt in eine südliche Richtung und verläuft nicht durch das Planungsgebiet des WP Mückendorf.

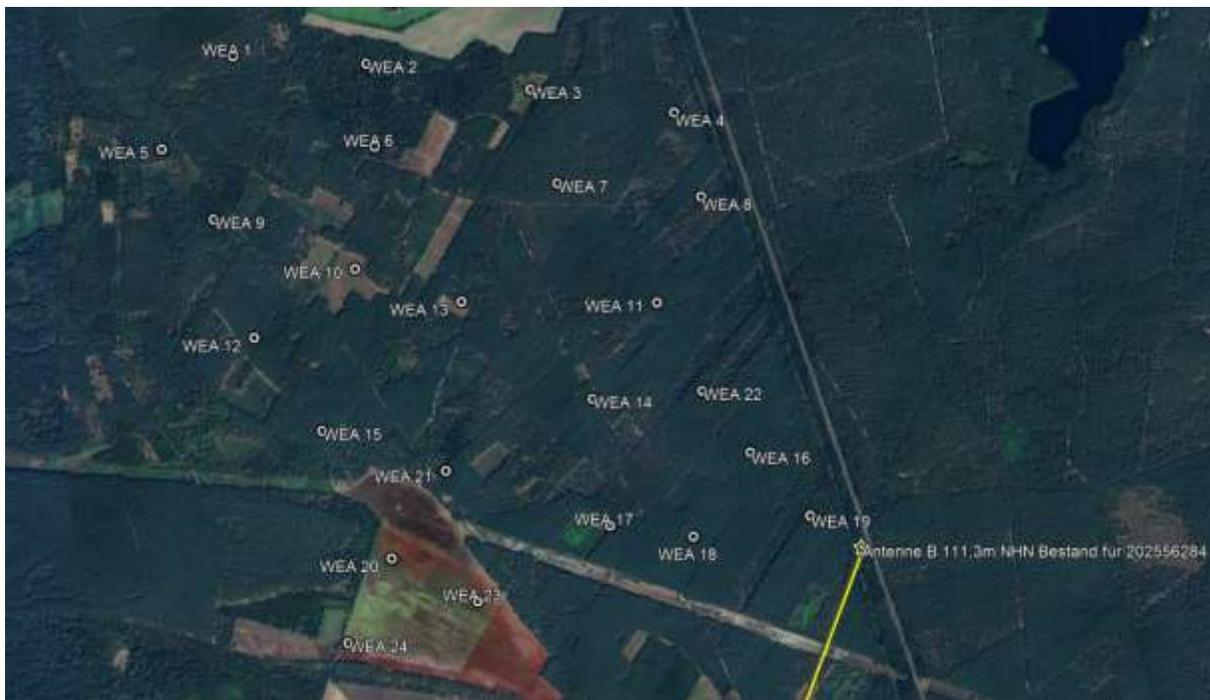
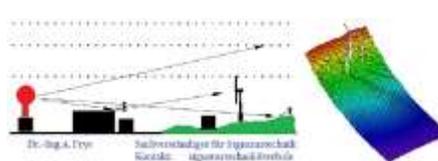


Abbildung 5: Lagedarstellung der Richtfunkstrecke, gelb gekennzeichnet, zu den geplanten WEA



Zur Lage der Richtfunkstrecke, vgl. Tabelle 2:

Länge: 11635m

Frequenz: 18,7 GHz

Höhenverlauf: Von Antenne A(Nord) : 196,1 m NN
bis Antenne B(Süd): 111,3 m NN

Höhendifferenz: Δ 84,8m. Von Nord nach Süd etwas abfallend

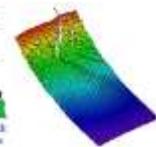
Bewertung des WEA-Standortes 19:

Distanz zur Antenne A(Nord): 254m

Die WEA 19 zeigt von der gesamten WP-Planung den geringsten Abstand zur nördlichen Richtfunkantenne. Die Richtfunkstrecke befindet sich zwischen dieser Antenne und einem deutlich weiter südlichen angeordneten Antennenstandort B.

Alle anderen geplanten WEA zeigen deutlich größere seitliche Abstände zur Richtfunkstrecke. Sie erfüllen alles die Bedingungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Die vorhandene Richtfunkstrecke 202556284 der Fa. Telefonica wird durch die Planung nicht beeinträchtigt, sie verläuft nicht durch das Planungsgebiet des Windparks.



2.3 Situation des Windparks bzgl. der vorhandenen Strecke der 450C

Die Auswertung der WGS 84 - Koordinaten der Standortplanungen zum Windpark Mückendorf gemäß Tabelle 8 ergibt für die vorhandene Richtfunkstrecke Baruth – Mellense die geringsten Abstände für die WEA 01, WEA 10 und WEA A2-03.

Diese Seitenabstände sind in nachstehender Abbildung rot gekennzeichnet.



Abbildung 6: Darstellung der Richtfunkstrecke zu den geplanten WEA als Gesamtübersicht

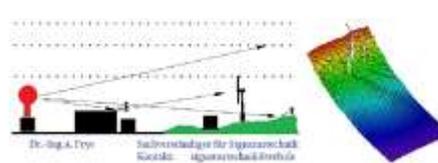
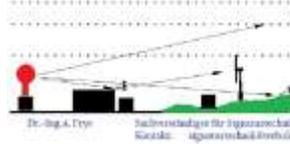


Abbildung 7: Lagedarstellung der Richtfunkstrecke, grün gekennzeichnet, zu den geplanten WEA



Zur Lage der Richtfunkstrecke, vgl. Tabelle 3:

Länge: 14293m

Frequenz: 12,765 GHz

Höhenverlauf: Von Antenne Baruth(Nord) : 91,8 m NN
bis Antenne Mellense(Süd): 95,0 m NN

Höhendifferenz: Δ 3,2m. Von Nord nach Süd etwas ansteigend

Fresnelzonenausdehnung:

Angaben stets für den Radius [m]

Maximale Ausdehnung beim Streckenmittelpunkt:

1. F-Zone: 9,16m; 2. F-Zone: 12,96m

Ausdehnung bei WEA 01: 1. F-Zone: 6,09m; 2. F-Zone: 12,81m

Ausdehnung bei WEA 10: 1. F-Zone: 5,02m; 2. F-Zone: 12,37m

Ausdehnung bei WEA A2-03: 1. F-Zone: 4,30m; 2. F-Zone: 11,88m

Bewertung des WEA-Standortes 01:

Distanz zur Antenne (Nord): 8202m

Höhe der Strecke bei der WEA: 93,6m NN (42,7m ü.GND)

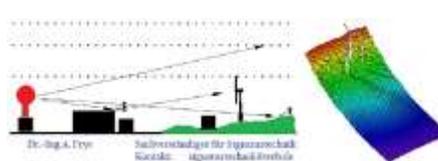
Abstand der WEA-Standsäule: 84,19m

Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse: Δ 136,27m

Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse: Δ 160,1m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 72,6m

Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 6,09m



Bewertung des WEA-Standortes 10:

Distanz zur Antenne (Nord): 9269m

Höhe der Strecke über Grund bei der WEA:	93,9m NN (43,17 ü. GND)
Abstand der WEA-Standsäule:	57,9m
Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse:	Δ 135,8m
Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse:	Δ 147,5m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 60,0 m

Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 5,02 m

- Die Maßangaben beziehen sich auf die Achse der WEA-Standsäule sowie die Achse der Richtfunkstrecke.

Die WEA 01 und 10 zeigen von der gesamten WP-Planung die stärkste Betroffenheit gegenüber dieser Richtfunkstrecke aufgrund der geringsten Abstände zum Richtfunkstreckenverlauf.

Durch die seitlichen Abstände gegenüber der Richtfunkstrecke sowie die gegenüber der Richtfunkstrecke deutlich höheren Nabhöhen ergeben sich schräg im Raum gemessen bei diesen im Detail überprüften WEA jeweils deutlich größere freie Gesamtabstände zwischen den Strukturen der WEAs, gebildet aus der Standsäule sowie dem Rotor, gegenüber den Ausdehnungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Alle anderen geplanten WEA zeigen deutlich größere seitliche Abstände zur Richtfunkstrecke. Sie erfüllen ebenfalls die Bedingungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Die vorhandene Richtfunkstrecke Baruth – Mellense der Fa. 450C wird durch die Planung nicht beeinträchtigt.

Die nachfolgende Abbildung 8 verdeutlicht die vorstehend aufgeführten Parameter. Die weiße Linie in der Abbildung kennzeichnet dabei den Abstand zwischen der 1. Fresnelzone und dem Rotorkreis. Dieser muss idealerweise größer null sein, damit eine störende Beeinträchtigung der Richtfunkstrecke ausgeschlossen werden kann.

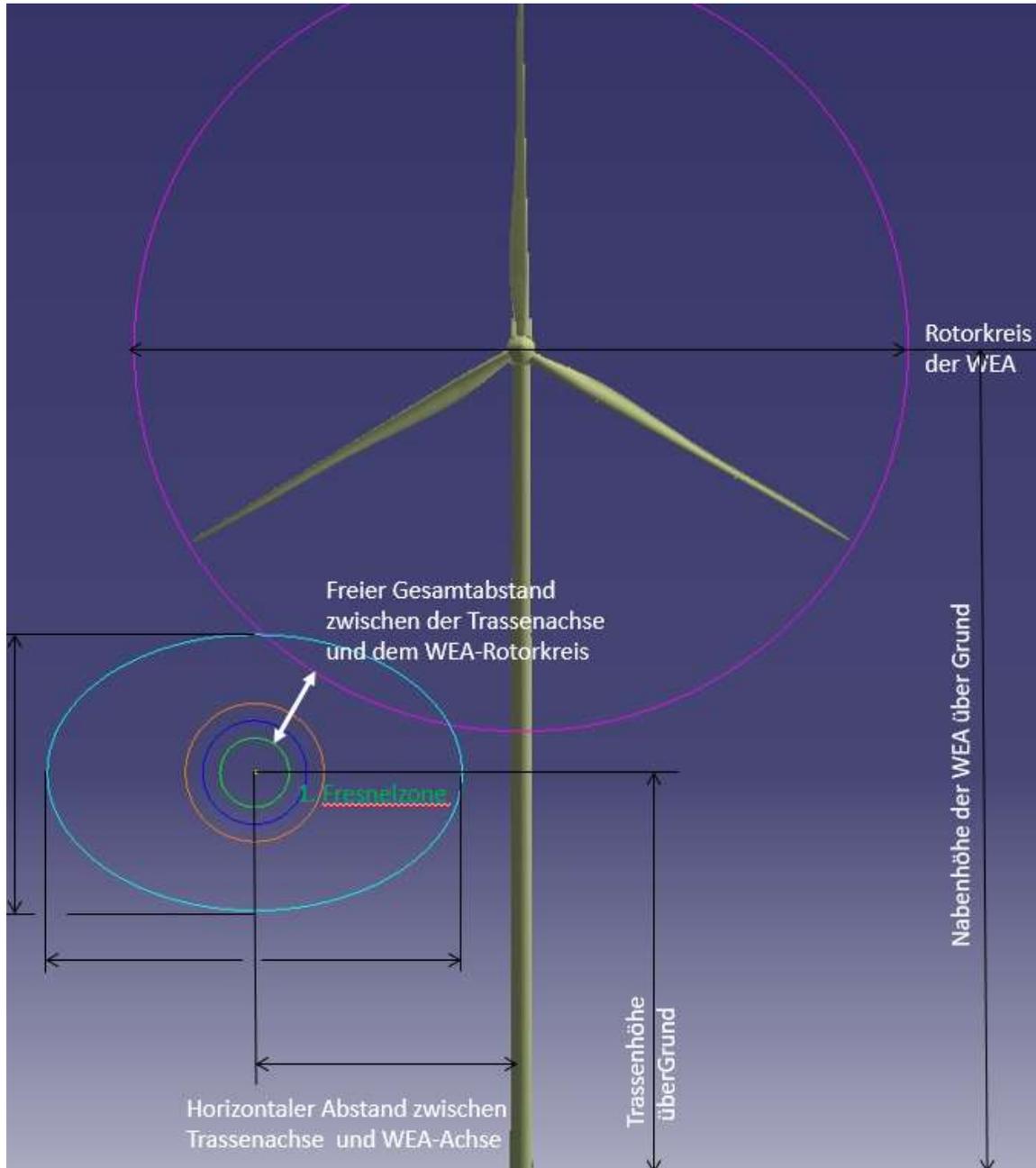
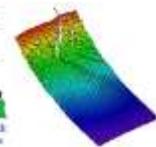


Abbildung 8: Systemdarstellung der WEA in Bezug auf die geplante Richtfunkstrecke der Fa. Telefonica. Hier ist eine Rotorstellung angenommen, die die ungünstigste Rotororientierung mit maximaler lateraler Ausdehnung annimmt.

Farbige Kreise= 1.(grün) und 2. (dunkelblau) Fresnelzone der Richtfunkstrecke

Weißer Strecke= Gegebener freier Abstand, um störrisikoreiche Beeinträchtigungen auszuschließen



2.4 Situation des Windparks bzgl. der 80GHz-Strecke der Fa. Ericsson

Die Auswertung der WGS 84 - Koordinaten der Standortplanungen zum Windpark Mückendorf gemäß Tabelle 8 ergibt für die vorhandene 80GHz-Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson die geringsten Abstände zu den WEA 04, WEA 08 und WEA 19.

Diese Seitenabstände sind in nachstehender Abbildung rot gekennzeichnet.

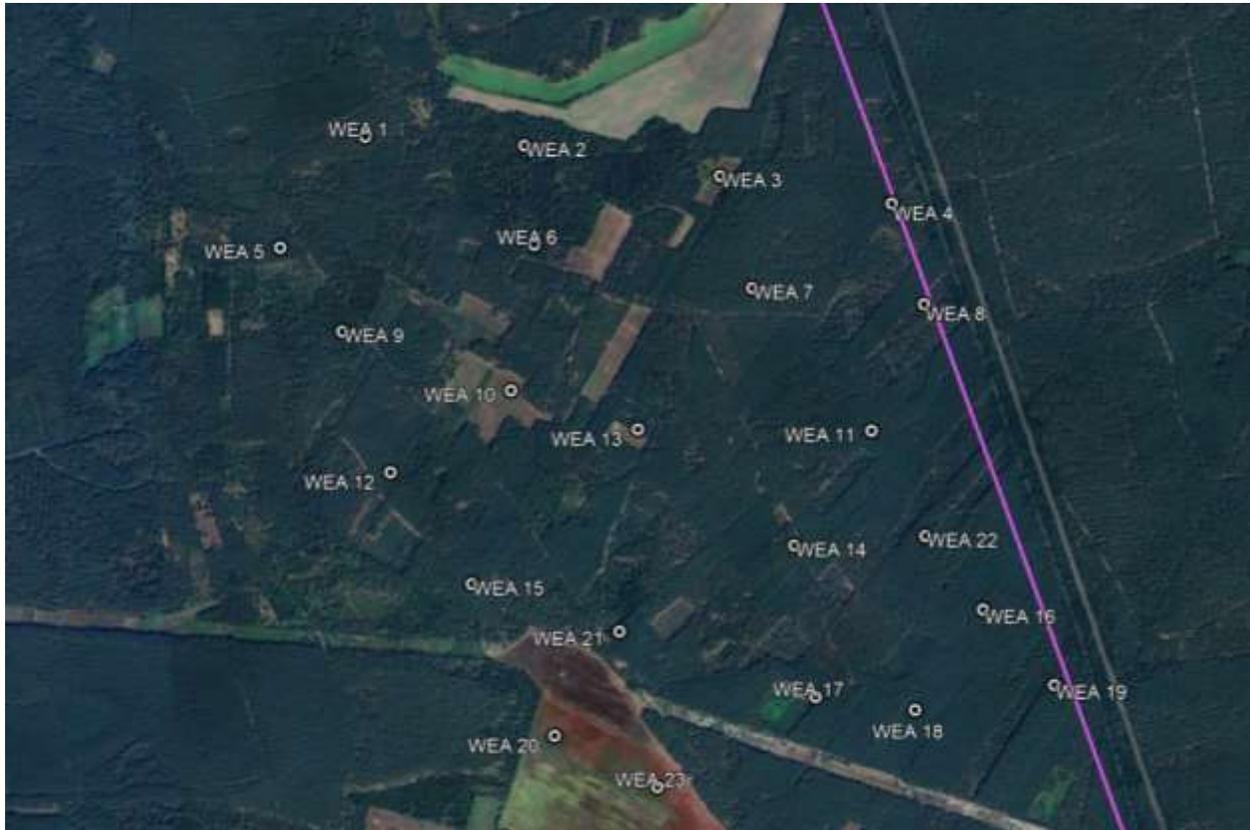
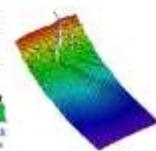
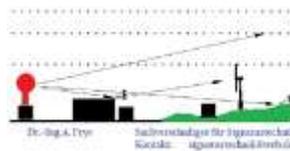


Abbildung 9: Lagedarstellung der Richtfunkstrecke, magenta gekennzeichnet, zu den geplanten WEA



Zur Lage der Richtfunkstrecke, vgl. Tabelle 4:

Länge: 5940m

Frequenz: 80,0 GHz

Höhenverlauf: Von Antenne BY2844 (Nord) : 98,5 m NN
bis Antenne BY2001 (Süd): 103,0 m NN

Höhendifferenz: Δ 4,5m. Von Nord nach Süd etwas ansteigend

Fresnelzonenausdehnung:

Angaben stets für den Radius [m]

Maximale Ausdehnung bei Streckenmittelpunkt:

1. F-Zone: 2,36m; 2. F-Zone: 3,34m

Ausdehnung bei WEA 04: 1. F-Zone: 1,77m; 2. F-Zone: 2,5m

Ausdehnung bei WEA 08: 1. F-Zone: 2,0m; 2. F-Zone: 2,83m

Ausdehnung bei WEA 19: 1. F-Zone: 2,36m; 2. F-Zone: 3,33m

Bewertung des WEA-Standortes 04:

Distanz zur Antenne A(Nord): 1008m

Höhe der Strecke über Grund bei der WEA: 99,2m NN (43,96 ü. GND)

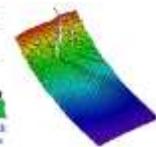
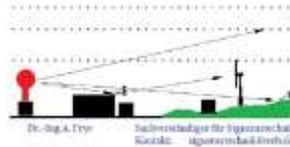
Abstand der WEA-Standsäulenachse: 1,4m

Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse: Δ 135,04m

Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse: Δ 135,04m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 47,5m, nur oberhalb

Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 1,77m



Bewertung des WEA-Standortes 8:

Distanz zur Antenne A(Nord): 1398m

Höhe der Strecke über Grund bei der WEA: 99,6m NN (44,96 ü.GND)

Abstand der WEA-Standsäulenachse: 16,2m

Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse: Δ 134,04m

Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse: Δ 135,0m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 47,5 m

Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 2,0 m

Bewertung des WEA-Standortes 19:

Distanz zur Antenne A(Nord): 2885m

Höhe der Strecke über Grund bei der WEA: 100,7m NN (35,28 ü.GND)

Abstand der WEA-Standsäulenachse: 44,0m

Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse: Δ 143,7m

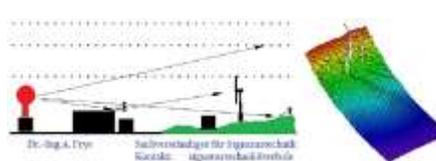
Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse: Δ 150,2m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 62,7 m

Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 2,36 m

- Die Maßangaben beziehen sich auf die Achse der WEA-Standsäule sowie die Achse der Richtfunkstrecke.

Die WEA 04, 08 und 19 zeigen von der gesamten WP-Planung die stärkste Betroffenheit gegenüber dieser Richtfunkstrecke aufgrund der geringsten Abstände zum Richtfunkstreckenverlauf.



Sehr kritisch ist der Standort der WEA 04. Dieser Planungsstandort sieht für die Standsäulenachse der WEA eine Position exakt in der Richtfunktrasse vor. Die Lateraldimension der Standsäule mit mehr als 4,0m in der Höhe der ca. 1,77m breiten Fresnelzone der Richtfunkstrecke führt zu einer vollständigen Unterbrechung der Richtfunkverbindung.

Für die Position der WEA 08 liegt ein geringer seitlicher Abstand von 16,2m zur Standsäulenachse ergeben. Unter Annahme eines Standsäulendurchmessers von max. ca. 10m in der Höhe der Richtfunkstrecke bei ca.44m über Grund werden die 1. Fresnelzone und die 2. Fresnelzone aufgrund ihrer geringen Querdimension nicht betroffen sein.

Alle anderen geplanten WEA zeigen deutlich größere seitliche Abstände zur Richtfunkstrecke. Sie erfüllen ebenfalls die Bedingungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Die nachfolgende Abbildung 10 verdeutlicht die vorstehend aufgeführten Parameter. Die weiße Linie kennzeichnet dabei den Abstand zwischen der 1. Fresnelzone und den Rortorkreis. Dieser muss idealerweise größer null sein, damit eine störwirksamen Beeinträchtigung der Richtfunkstrecke ausgeschlossen werden kann. Das ist bei der WEA 04 nicht der Fall.

Die vorhandene 80 GHz-Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson wird nur durch die WEA 04 der Planung deutlich beeinträchtigt, da der horizontal gemessenen Abstand von 1,4 m zwischen der Säulenachsen und der Achse der Richtfunkstrecke bei einer Breite der Standsäule von mindestens 4m zu einer vollständigen Verschattung und damit zu einer Unterbrechung der Richtfunkstrecke führt, vgl. Abbildung 10.

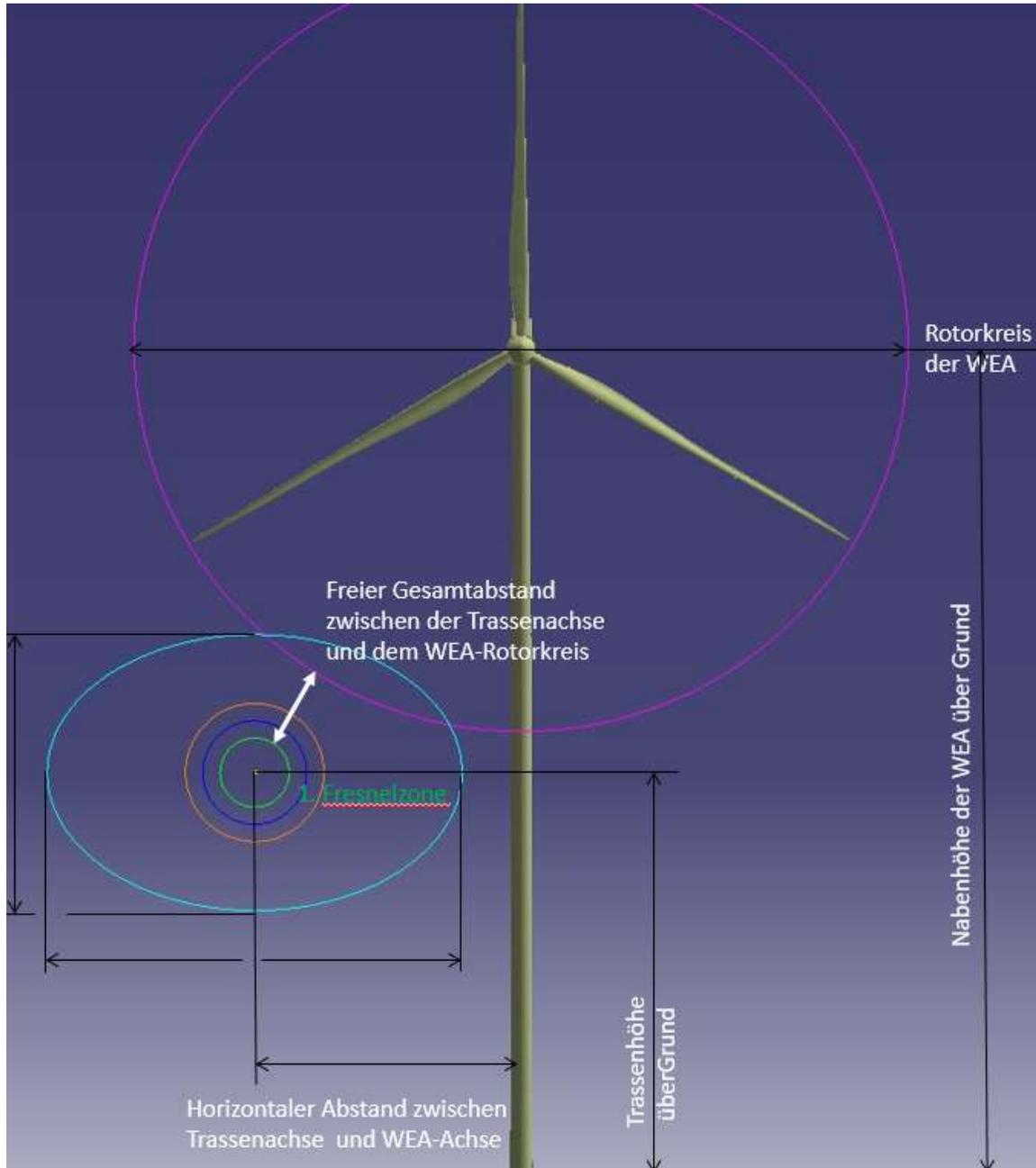
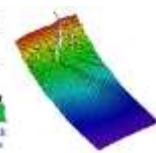
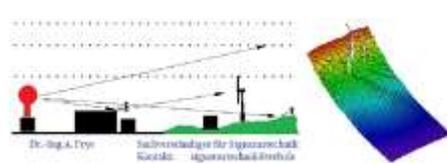


Abbildung 10: Systemdarstellung der WEA in Bezug auf die geplante Richtfunkstrecke der Fa. Telefonica. Hier ist eine Rotorstellung angenommen, die die ungünstigste Rotororientierung mit maximaler lateraler Ausdehnung annimmt.

Farbige Kreise= 1.(grün) und 2. (dunkelblau) Fresnelzone der Richtfunkstrecke

Weißer Strecke= Gegebener freier Abstand, um störwirksamen Beeinträchtigungen auszuschließen



2.5 Situation des Windparks bzgl. der 38GHz-Strecke der Fa. Ericsson

Die Auswertung der WGS 84 - Koordinaten der Standortplanungen zum Windpark Mückendorf gemäß Tabelle 8 ergibt für den nördlichen Endpunkt der vorhandenen 38Ghz-Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson den geringsten Abstand zu der WEA 19.

Der Abstand der WEA zur nördlichen Antenne der Richtfunkstrecke ist in nachstehender Abbildung rot gekennzeichnet.

Alle weiteren WEA sind zeigen deutlich größere Abstände. Die Richtfunkstrecke zeigt in eine südliche Richtung und verläuft nicht durch das Planungsgebiet des WP Mückendorf.

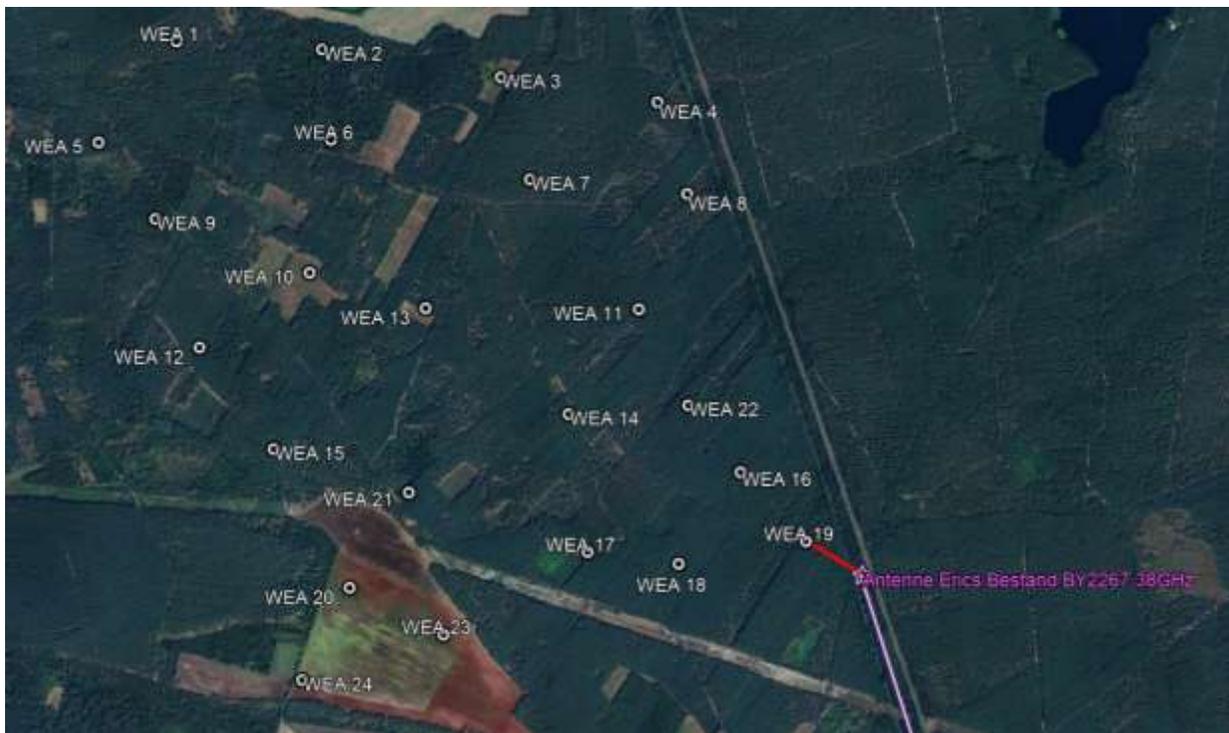
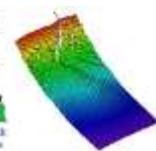
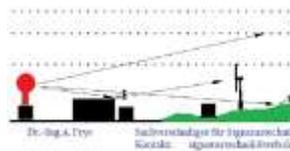


Abbildung 11: Lagedarstellung der Richtfunkstrecke, rosa gekennzeichnet, zu den geplanten WEA



Zur Lage der Richtfunkstrecke, vgl. Tabelle 5:

Länge: 2860m

Frequenz: 38,0 GHz

Höhenverlauf: Von Antenne A(Nord) : 116,3 m NHN
bis Antenne B(Süd): 123,0 m NHN

Höhendifferenz: Δ 6,7m. Von Nord nach Süd etwas ansteigend

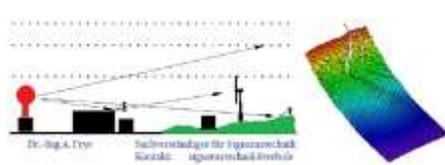
Bewertung des WEA-Standortes 19:

Distanz zur Antenne A(Nord): 253m

Die WEA 19 zeigt von der gesamten WP-Planung den geringsten Abstand zur nördlichen Richtfunkantenne BY 2267. Die Richtfunkstrecke befindet sich zwischen dieser Antenne und einem deutlich weiter südlichen angeordneten Antennenstandort BY2001.

Alle anderen geplanten WEA zeigen deutlich größere seitliche Abstände zur Richtfunkstrecke. Sie erfüllen alle die Bedingungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Die vorhandene 38Ghz-Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson wird durch die Planung nicht beeinträchtigt, sie verläuft nicht durch das Planungsgebiet des Windparks.



2.6 Situation des Windparks bzgl. der Strecken der Fa. Lan-COM East

Die Auswertung der WGS 84 - Koordinaten der Standortplanungen zum Windpark Mückendorf gemäß Tabelle 8 ergibt für den südlichen Endpunkt verschiedener vorhandener Richtfunkstrecke der Fa. Lan-COM East den geringsten Abstand zu der WEA 04.

Der Abstand der WEA zur südlichen Antenne der Richtfunkstrecken beträgt ist in nachstehender Abbildung gelb gekennzeichnet.

Alle weiteren WEA zeigen deutlich größere Abstände. Die südliche Richtfunkstrecke zeigt in eine westliche Richtung und verläuft nicht durch das Planungsgebiet des WP Mückendorf.

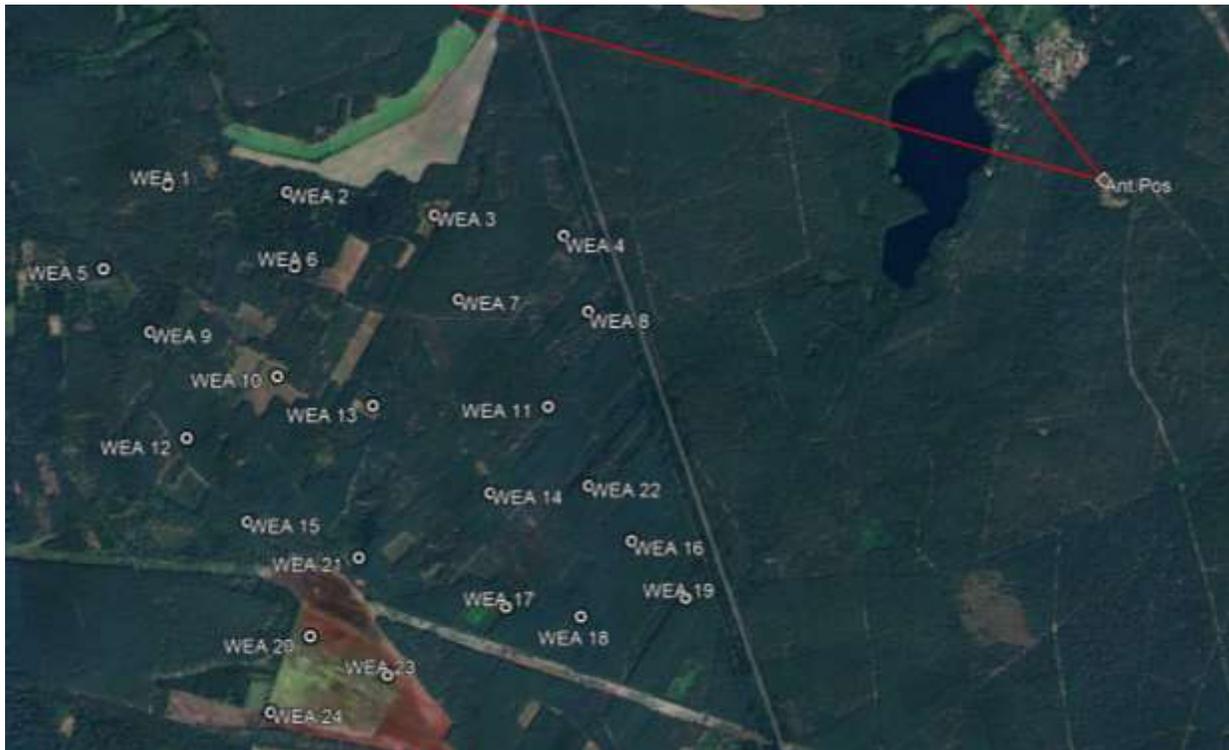
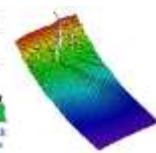
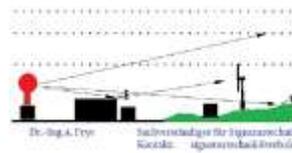


Abbildung 12: Lagedarstellung der Richtfunkstrecken -rot- zu den geplanten WEA



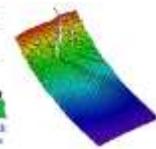
Bewertung des WEA-Standortes 04:

Distanz zur nächstgelegenen und südlichsten Richtfunkstrecke der
Fa. Lan-COM East: 948m

Die WEA 04 zeigt von der gesamten WP-Planung den geringsten Abstand zur nördlich gelegenen Richtfunkantenne. Alle weiteren Richtfunkstrecken der Fa. Lan-COM East zeigen von der Antennenposition in nördliche bis östliche Richtungen und weisen von dem Gebiet der Windparkplanung weg.

Alle anderen geplanten WEA zeigen deutlich größere seitliche Abstände zur Richtfunkstrecke. Sie erfüllen alle die Bedingungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Die vorhandenen Richtfunkstrecken der Fa. Lan-COM East werden durch die Planung nicht beeinträchtigt, sie verlaufen nicht durch das Planungsgebiet des Windparks.



2.7 Situation des Windparks bzgl. der vorhandenen Strecke der Fa. Vodafone

Die Auswertung der WGS 84 - Koordinaten der Standortplanungen zum Windpark Mückendorf gemäß Tabelle 8 ergibt für die vorhandene 13GHz-Strecke der Fa. Vodafone die geringsten Abstände zu der WEA 13.

Diese Seitenabstände sind in nachstehender Abbildung rot gekennzeichnet.



Abbildung 13: Darstellung der Richtfunkstrecke zu den geplanten WEA als Gesamtübersicht

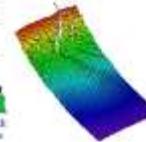
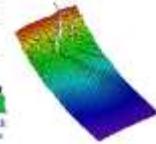
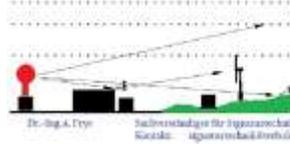


Abbildung 14: Lagerdarstellung der Richtfunkstrecke, weiß gekennzeichnet, zu den geplanten WEA



Zur Lage der Richtfunkstrecke, vgl. Tabelle 1:

Länge: 16268m

Frequenz: 13,0 GHz

Höhenverlauf: Von Antenne Neuhof(Nord) : 95,0 m NN
bis Antenne Groß Ziescht(Süd): 187,0 m NN

Höhendifferenz: Δ 92,0m. Von Nord nach Süd ansteigend

Fresnelzonenausdehnung:

Angaben stets für den Radius [m]

Maximale Ausdehnung bei Streckenmittelpunkt:

1. F-Zone: 9,69m; 2. F-Zone: 13,7m

Ausdehnung bei WEA 13: 1. F-Zone: 8,24m; 2. F-Zone: 11,64m

Bewertung des WEA-Standortes 13:

Distanz zur Antenne A(Nord): 3852m

Höhe der Strecke über Grund bei der WEA: 116,7m NN (65,6m ü. GND)

Abstand der WEA-Standsäule: 186,5m

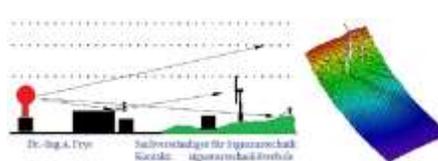
Höhendifferenz der Nabe zur Streckenachse: Δ 113,5m

Gesamtdistanz der Nabe zur Streckenachse: Δ 218,3m

Distanz des Rotors zur Streckenachse: Δ 130,8m

Ausdehnung der 1. Fresnelzone am Ort der WEA: 8,24m

- Die Maßangaben beziehen sich auf die Achse der WEA-Standsäule sowie die Achse der Richtfunkstrecke.



Die WEA 13 zeigt von der gesamten WP-Planung die stärkste Betroffenheit gegenüber dieser Richtfunkstrecke aufgrund der geringsten Abstände zum Richtfunkstreckenverlauf.

Durch die seitlichen Abstände gegenüber der Richtfunkstrecke sowie die gegenüber der Richtfunkstrecke deutlich höheren Nabenhöhen ergeben sich schräg im Raum gemessen bei dieser im Detail überprüften WEA jeweils deutlich größere freie Gesamtabstände zwischen den Strukturen der WEAs, gebildet aus der Standsäule sowie dem Rotor, gegenüber den Ausdehnungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Alle anderen geplanten WEA zeigen deutlich größere seitliche Abstände zur Richtfunkstrecke. Sie erfüllen ebenfalls die Bedingungen der 1. und der 2. Fresnelzone.

Die vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Vodafone wird durch die Planung nicht beeinträchtigt.

Die nachfolgende Abbildung 15 verdeutlicht die vorstehend aufgeführten Parameter. Die weiße Linie in der Abbildung kennzeichnet dabei den Abstand zwischen der 1. Fresnelzone und dem Rotorkreis.

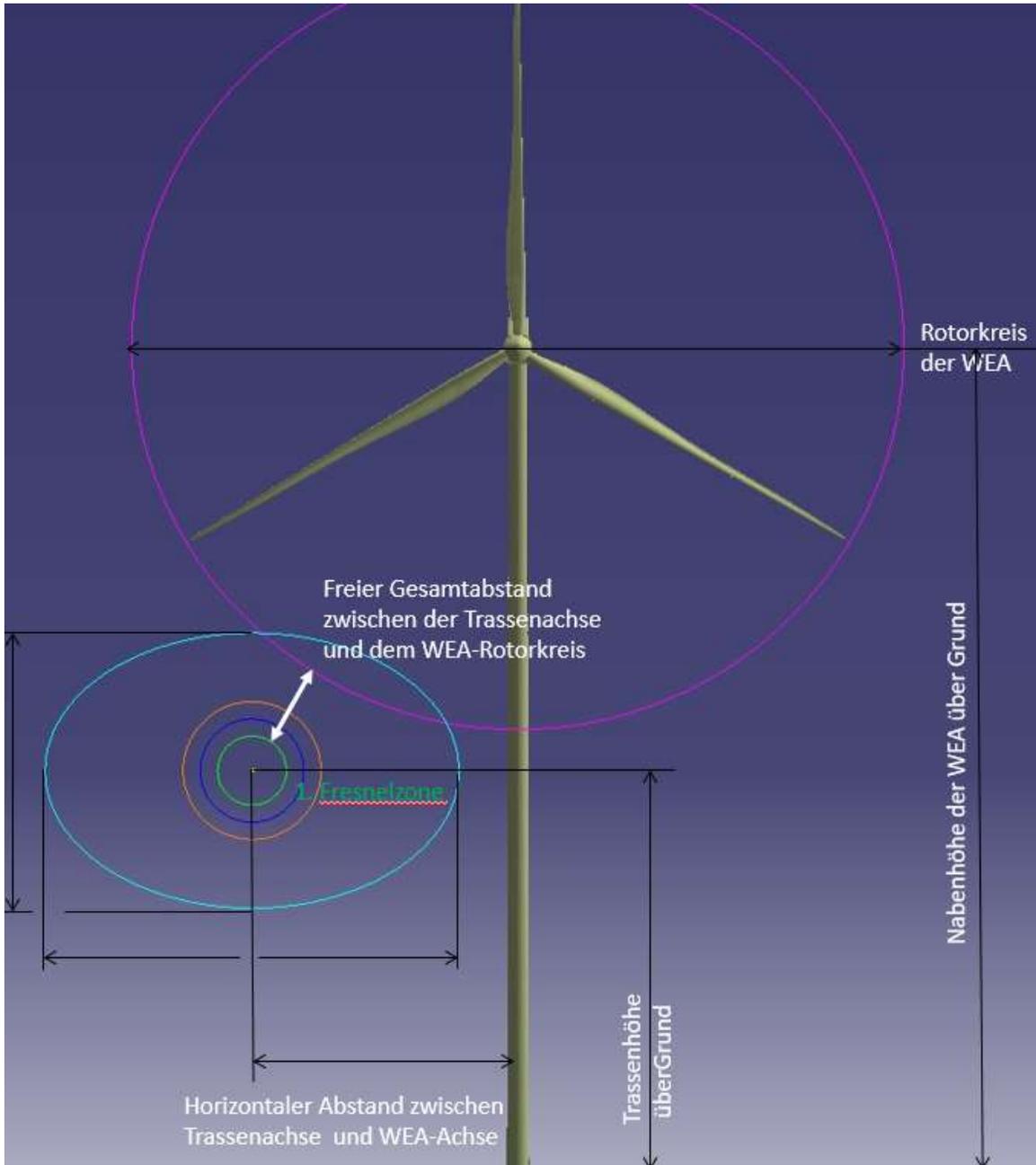
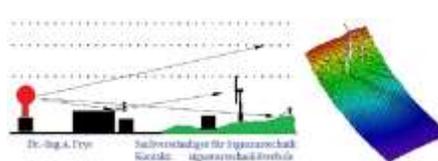


Abbildung 15: Systemdarstellung der WEA in Bezug auf die geplante Richtfunkstrecke der Fa. Telefonica. Hier ist eine Rotorstellung angenommen, die die ungünstigste Rotororientierung mit maximaler lateraler Ausdehnung annimmt.

Farbige Kreise= 1.(grün) und 2. (dunkelblau) Fresnelzone der Richtfunkstrecke

Weißer Strecke= Gegebener freier Abstand, um störrisikoreiche Beeinträchtigungen auszuschließen



3. Detailbewertung bzgl. möglicher Störeinflüsse

3.1 Geplante Richtfunkstrecke, Linknummer 202559622 & 623 der Fa. Telefonica

Die geplante Richtfunkstrecke führt mittig durch das Planungsgebiet des WP Mückendorf.

Die Auswertung der jeweiligen seitlichen Abstände der WEA führt für die WEAs 03,14 und 17 zu den geringsten Abständen, vgl. Abbildung 3.

Für diese drei WEA wird festgestellt, dass jeweils die 1. Fresnelzone und die 2. Fresnelzone frei bleiben.

Zur WEA 03:

Erforderlich sind mindestens 5,83m für die erste Fresnelzone. Der seitliche Abstand beträgt 153,9m und der äußerste Rand des Rotorkreises wird 113,3m zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Der Rotorkreis befindet sich somit ausreichend weit entfernt östlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.

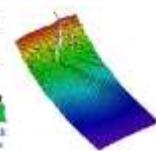
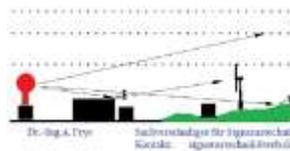
Zur WEA 14:

Erforderlich sind mindestens 6,36m für die erste Fresnelzone. Der seitliche Abstand beträgt 132,8m und der äußerste Rand des Rotorkreises wird 89,5m zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Der Rotorkreis befindet sich somit ausreichend weit entfernt östlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.

Zur WEA 17:

Erforderlich sind mindestens 6,43m für die erste Fresnelzone. Der seitliche Abstand beträgt 80,6m und der äußerste Rand des Rotorkreises wird 66,9m zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Der Rotorkreis befindet sich somit ausreichend weit entfernt östlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die WP-Planung Mückendorf kann damit vollständig ausgeschlossen werden.



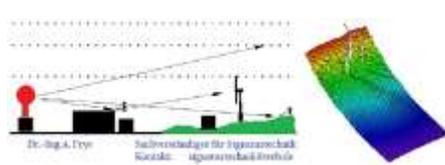
3.2 Vorhandene Richtfunkstrecke, Linknummer 202556284, der Fa. Telefonica

Die vorhandene Richtfunkstrecke beginnt bei ihrem nördlichen Antennenstandort, der am südlichen Rand des Planungsgebietes des WP Mückendorf angeordnet ist. Der Verlauf der Richtfunk weist von dem geplanten Windpark weg in südlicher Richtungen, vgl. Abbildung 5.

Die Auswertung der geringsten Abstände der geplanten WEA führt für die WEA 19 auf eine Distanz von 256m. Diese ist deutlich größer als die 1. und die 2. Fresnelzone.

Für alle geplanten WEA wird festgestellt, dass jeweils die 1. Fresnelzone und die 2. Fresnelzone frei bleiben.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke kann damit vollständig ausgeschlossen werden.



3.3 Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. 450C

Die vorhandene Richtfunkstrecke führt mittig durch das Planungsgebiet des WP Mückendorf. Die Auswertung der jeweiligen seitlichen Abstände der WEA führt für die WEAs 01, 10 und A2-03 zu den geringsten Abständen, vgl. die Abbildungen 6 und 7.

Für diese drei WEA –Nr. 01; Nr. 10 und Nr. A2-03- wird festgestellt, dass jeweils die 1. Fresnelzone und die 2. Fresnelzone frei bleiben.

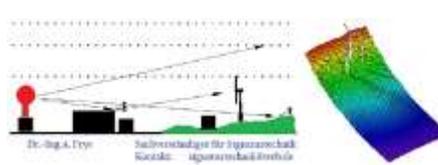
Zur WEA 01:

Erforderlich sind mindestens 6,09m für die erste Fresnelzone. Der seitliche Abstand beträgt 84,19m und der äußerste Rand des Rotorkreises wird 72,6m zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Der Rotorkreis befindet sich somit ausreichend weit entfernt östlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.

Zur WEA 10:

Erforderlich sind mindestens 5,02m für die erste Fresnelzone. Der seitliche Abstand beträgt 57,9m und der äußerste Rand des Rotorkreises wird 60,0m zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Der Rotorkreis befindet sich somit ausreichend weit entfernt westlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die WP-Planung Mückendorf kann damit vollständig ausgeschlossen werden.



3.4 Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson

Die vorhandene 80GHz-Richtfunkstrecke führt durch den östlichen Randbereich des Planungsgebietes des WP Mückendorf. Die Auswertung der jeweiligen seitlichen Abstände der WEA führt für die WEAs 04, 08 und 19 zu den geringsten Abständen, vgl. Abbildung 9.

Für die WEA 04 wird festgestellt, dass die 1. Fresnelzone vollständig unterbrochen wird.

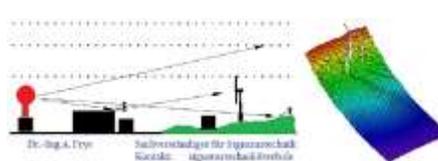
Für die WEA 08 und 19 wird festgestellt, dass die 1. Fresnelzone frei bleibt.

Zur WEA 04:

Erforderlich sind mindestens 1,77m für die erste Fresnelzone. Die Rotornabe wird 47,5m oberhalb der geometrischen Achse der Richtfunkstrecke positioniert sein. Durch den geringen seitlichen Abstand der Standsäulenachse zur Achse der Richtfunkstrecke von 1,4m wird festgestellt, dass die geplante WEA 04 mit ihrer mindestens 4m breiten Standsäule exakt in der Richtungstrecke positioniert ist und diese damit vollständig unterbricht. Der Rotorkreis befindet zwar oberhalb der geometrischen Achse der Richtfunkstrecke, durch die Position der Standsäule wird die Übertragungstrecke jedoch vollständig blockiert und wird nicht mehr nutzbar sein.

Zur WEA 08:

Erforderlich sind mindestens 2,0m für die erste Fresnelzone. Der äußerste Abstand des Rotorkreises wird 16,2m zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Unter Berücksichtigung eines Standsäulendurchmessers von nicht mehr als ca. 10m, der sehr hohen Betriebsfrequenz und der daraus folgenden sehr kleinen Fresnelzonen befindet sich die Standsäule sowie der äußerste Rand des Rotorkreises somit ausreichend weit entfernt westlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.



Zur WEA 19:

Erforderlich sind mindestens 2,36m für die erste Fresnelzone. Der seitliche Abstand beträgt 44,0m und der äußerste Rand des Rotorkreises wird 62,7m zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Der Rotorkreis befindet sich somit ausreichend weit entfernt östlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.

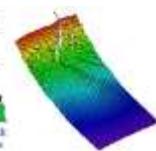
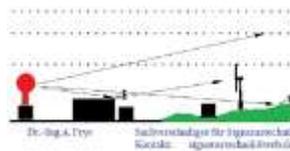
Eine Unterbrechung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke liegt durch die WEA 04 vor.

Diese Richtfunkstrecke hat aufgrund der sehr hohen Betriebsfrequenz sehr schmale Fresnelzonen, die grundsätzlich nur sehr geringe Abstände von Hindernissen erfordert. Zugleich wird bei dieser hohen Betriebsfrequenz die Übertragungsqualität der Richtfunkstrecke sehr empfindlich auf nur geringe Unterschreitungen der erforderlichen freien seitlichen Abstände beeinträchtigt.

Durch die exakte Positionierung der Achse der Standsäule der WEA 04 in der Richtfunkstrecke ist der seitlichen Abstand zu geometrischen Achse der Richtstrecke von nur 1,4 m geringer als die Querabmessung der Standsäule. Damit ist eine Blockierung der Richtfunkstrecke gegeben, da die Lateraldimension der Standsäule mit mindestens 4 m angegeben werden kann.

In diesem Zusammenhang sind Änderungen erforderlich, vgl. Kapitel 5.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die anderen WEA der Planung Mückendorf kann jedoch vollständig ausgeschlossen werden.



3.5 Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson

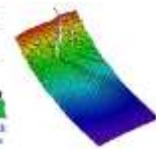
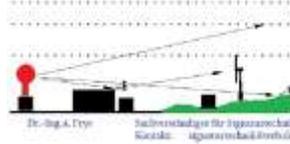
Die vorhandene 38GHz- Richtfunkstrecke beginnt süd-östlich des Planungsgebietes des WP Mückendorf.

Die vorhandene Richtfunkstrecke beginnt bei ihrem nördlichen Antennenstandort, der am südlichen Rand des Planungsgebietes des WP Mückendorf angeordnet ist. Der Antennenstandort ist identisch dem nördlichen Antennenstandort der Richtfunkstrecke der Telefonica, Linknummer 202556284. Der Verlauf der Richtfunk weist von dem Park weg in südlichen Richtungen, vgl. Abbildung 11.

Die Auswertung der geringsten Abstände der geplanten WEA führt für die WEA 19 auf eine Distanz von 253m. Diese ist deutlich größer als die 1. und die 2. Fresnelzone.

Für alle geplanten WEA wird festgestellt, dass jeweils die 1. Fresnelzone und die 2. Fresnelzone frei bleiben.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die WP-Planung Mückendorf kann damit vollständig ausgeschlossen werden.



3.6 Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Lan-COM East

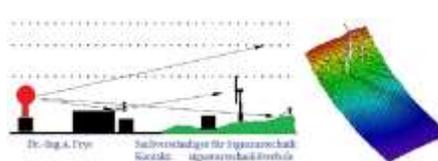
Die vorhandenen vier Richtfunkstrecken der Fa. Lan-COM East beginnen bei einer Antennenposition, die nordöstlich des Planungsgebietes des WP Mückendorf angeordnet ist.

Der Verlauf der Richtfunkstrecke weist von dem Park weg in nordwestliche bis nordöstliche Richtungen, vgl. Abbildung 12.

Die Auswertung der geringsten Abstände der geplanten WEA führt für die WEA 04 im Zusammenhang mit einer Richtfunkstrecke, die nördlich des Planungsgebietes liegt, auf eine Distanz von 948m. Diese ist deutlich größer als die 1. und die 2. Fresnelzone, die bei verschiedenen typischen Betriebsfrequenzen ergeben können.

Alle weiteren geplanten WEA der Planung Mückendorf haben einen größeren Abstand zu den Richtfunkstrecken der Fa. Lan-Com East.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die WP-Planung Mückendorf kann damit vollständig ausgeschlossen werden.



3.7 Vorhandene Richtfunkstrecke der der Fa. Vodafone

Die vorhandene 13Hz-Richtfunkstrecke führt von Nord nach Süd mittig durch das Planungsgebiet des WP Mückendorf. Die Auswertung der jeweiligen seitlichen Abstände der WEA führt für die WEA 13 zu den geringsten Abständen, vgl. Abbildung 14.

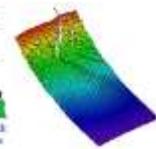
Für die WEA 13 wird festgestellt, dass die 1. Fresnelzone frei bleibt.

Zur WEA 13:

Erforderlich sind mindestens 8,24m für die erste Fresnelzone. Der seitliche Abstand beträgt 186,5m und der äußerste Rand des Rotorkreises wird 130,8m Abstand zur geometrischen Achse der Richtfunkstrecke betragen. Der Rotorkreis befindet sich somit ausreichend weit entfernt westlich und zugleich oberhalb der Richtfunktrasse.

Für alle anderen geplanten WEA wird aufgrund noch größerer Abstände zur Richtfunkstrecke festgestellt, dass jeweils die 1. Fresnelzone und die 2. Fresnelzone frei bleiben.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die WP-Planung Mückendorf kann damit vollständig ausgeschlossen werden.



4. Ergänzende Informationen

4.1 Einfluss der Topografie und der Erdkrümmung

Die Auswertungen bezüglich der verschiedenen Richtfunkstrecken berücksichtigen an den Endpunkten die jeweils angegebenen unterschiedlichen Antennenhöhen als auch die sich jeweils vorlaufend entlang der Richtfunkstrecke ändernde Höhe über Grund.

Die Rotorkreise der WEA bzw. deren seitliche Ausdehnungen werden bei den Bewertungen stets orthogonal zur Orientierung der Richtfunkstrecke, somit mit maximaler Ausdehnungen angenommen, vgl. Abbildung 16.

Sofern der Rotorkreis in die 1. Fresnelzone der Richtfunkstrecke tangiert bzw. in diese hineinragt, können Störeinflüsse nicht ausgeschlossen werden.

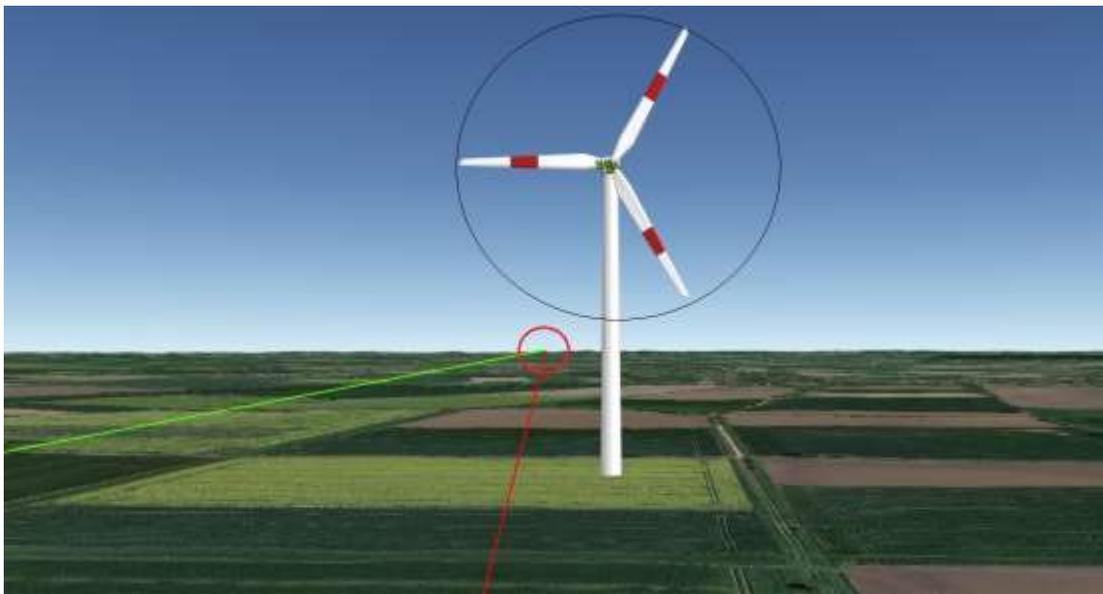
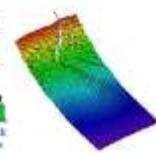
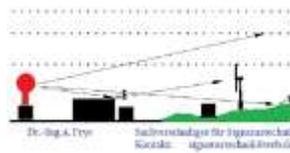
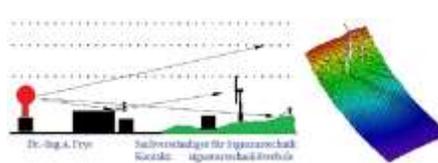


Abbildung 16: Schematische Detaildarstellung zur Lage einer geplanten WEA und einer typischen Richtfunktrasse. Dargestellt ist der Rotorkreis der WEA sowie die frei zu haltende Umgebung der Richtfunktrasse, symbolisiert durch die Ellipse der 1. Fresnelzone. Die geometrische Achse der Richtfunkverbindung ist grün, die Ellipse der 1. Fresnelzone ist rot angegeben.



Neben dem seitlichen Versatz der Richtfunktrasse wird zugleich die Höhenbeziehung zu berücksichtigt. Dieser Sachverhalt ist wichtig, da die Richtfunktrassen an allen Orten der geplanten WEA etwas niedriger verlaufen, als die Naben der geplanten WEA, bzw. die Rotorkreismittelpunkte.

Im dem Zusammenhang wirkt sich die Erdkrümmung bei einer Richtfunkstreckenlänge von mehreren Kilometern Länge vorteilhaft aus, da die Höhe der Richtfunkstrecke an den Orten der geplanten WEA zwischen den Antennen an den Endpunkten um jeweils um einige Zentimeter höher gegeben ist. Dieser Sachverhalt wurde bei allen Berechnungen berücksichtigt.



5. Ergebnis

Für die geplanten Positionen der WEA ergeben sich unter den „Worst-Case“- Bedingungen eines

- a. jeweils orthogonal zur Richtfunkstrecke orientierten Rotors, sowie bei
- b. Berücksichtigung der gegebenen Erdkrümmung im Hochfrequenzfall (mit $K= 1,3$),
- c. der jeweils niedrigsten angegebene Betriebsfrequenz

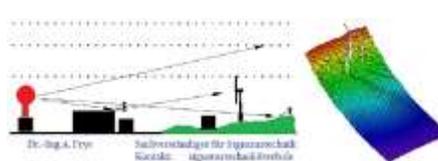
keine Überschneidung mit der ersten Fresnelzone der verschiedenen Richtfunkstrecken durch die WEA-Planung, ausgenommen die WEA 04 im Zusammenhang mit der vorhandenen 80GHz-Richtfunkstrecke zwischen den Antennen BY22001 und BY2844 der Fa. Ericsson.

Die WEA 04 wird sich an dem geplanten Standort mittig in der geometrischen Mitte der Richtfunkstrecke befinden und diese mit ihrer in der Höhe der Richtfunkstrecke mindestens 4m breiten Standsäule blockieren. Obwohl die hohe Betriebsfrequenz dieser Richtfunkstrecke sehr schmale Fresnelzonen von max. 2,36m für die 1. Fresnelzone und max. 3,34m für die 2. Fresnelzone zeigt, ist hier eine Änderung der Situation erforderlich.

Mögliche Maßnahmen im Zusammenhang mit der WEA 04:

Eine Änderung der Lage der vorhandenen Richtfunkstrecke sollte zusätzliche Konflikte mit anderen geplanten WEA-Standorten sowie mit anderen geplanten vorhandenen Richtfunkstrecke vermeiden:

- a. Eine Verschiebung des nördlichen Antennenstandortes nach Westen führt zu Konflikten mit der geplanten WEA 19, die in geringer Distanz westlich der Richtfunkstrecke vorgesehen ist. Davon wird abgeraten.
- b. Eine Verschiebung des nördlichen Antennenstandortes um 35m nach Osten wird die Richtfunkstrecke von der WEA 04 seitlich um ca. 30,1m nach Osten entfernen, vgl. die Abbildungen 17 und 18:



WGS 84: N 52° 7′ 0,26″ E 13° 29′ 2,8″.

Grundsätzlich vorteilhaft ist diese Verschiebung nach Osten auch für die geplanten WEA-Standorte 08 und 19. Deren seitlichen Abstände zur Richtfunkstrecke würden bei der WEA 08 von 16,2m auf ca. 41,2m vergrößern, bei der WEA 19 von 45,2m auf 63,2m.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die WP-Planung Mückendorf könnte bei der Änderung der Lage der Richtfunkstrecke vollständig ausgeschlossen werden.

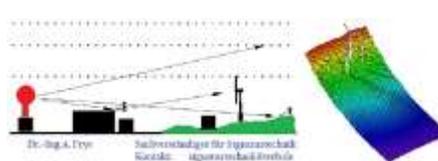
- c. Eine Verschiebung des geplanten Standortes für die WEA 04 nach Westen um 15m wäre unter Berücksichtigung eines Turmdurchmessers von ca. 4 m im Höhenbereich der Richtfunkstrecke ausreichend:**

WGS 84: N 52° 6′ 9,07″ E 13° 29′ 15,15″.

In dem Fall würden die 1. und die 2. Fresnelzone der Richtfunkstrecke frei bleiben.

Eine Beeinträchtigung dieser Hochfrequenz-Übertragungstrecke durch die WP-Planung Mückendorf könnte bei der Änderung der Lage der Richtfunkstrecke vollständig ausgeschlossen werden.

Die Vorschläge b. und c. sind im den nachstehenden Abbildungen angegeben.



- d. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Standsäule der WEA 04 selbst als Träger einer Relaisstation dienen.**

- e. Alternativ besteht eine weitere Möglichkeit besteht in der ortsnahe Umlenkung und ggf. Aufteilung der durch die WEA 04 betroffenen Richtfunkstrecke mittels einer Relaisstation, die sich seitlich, aus den vorgenannten Gründen östlich der aktuellen Richtfunkstrecke befinden muss, um keine neuen Konflikte im Hinblick auf die weiteren WEA-Planungsstandorte, die bisher unkritisch sind, zu generieren. Hierzu würde sich die Standsäule der geplanten WEA 07 anbieten.**

Das hätte gegenüber der WEA 04 als Relaisstation den Vorteil, dass die Realisierung erfolgen kann, bevor die WEA 04 die bestehende Richtfunkstrecke unterbricht.

Der seitliche Abstand zur nächstgelegenen geplanten WEA 03 wäre dabei größer als 170m, zur WEA 11 größer als 160m. Die Angaben beziehen sich jeweils auf die Achsen der Richtfunkstrecken und die Achsen der Standsäulen.

Bei den Vorschlägen c. bis e. sollte die Montage entsprechender Antennen unterhalb des Rotorbereichs erfolgen.

Über die technischen Randbedingungen und zusätzliche Erfordernisse, die der Richtfunkstreckenbestreiber bei dieser Option beachten muss, kann im Rahmen dieses Gutachtens keine Aussage betroffen werden, da das zum gegenwärtigen Zeitpunkt spekulativ wäre.

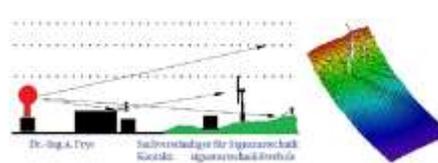
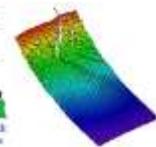
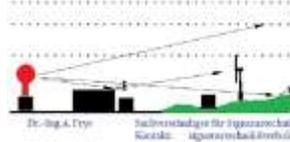


Abbildung 17: Vorschlag zu a.: Verschiebung des nördlichen Antennenstandortes BY2844 nach Osten zur Verlegung der Richtfunkstrecke



Abbildung 18: Vorschlag zu b.: Verschiebung des Standortes zur geplanten WEA 04 nach Westen

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 den Autor voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Hinweis:

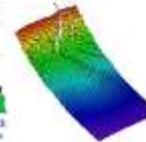
Sämtliche Ergebnisse sind nur unter den angegebenen Randbedingungen gültig. Ein Übertrag der Ergebnisse auf andere Standorte ist nicht möglich. Bei Änderungen der Standortische bzgl. Neigungen, Orientierungen und Abmessungen oder bei abweichenden Geländeprofilen verlieren die ermittelten Ergebnisse ihre Gültigkeit.

Alle Untersuchungsobjekte sind hinsichtlich Konstruktion und Material vom Auftraggeber vorgegeben worden. Alle Untersuchungen und theoretische Analysen sind vom Auftragnehmer persönlich durchgeführt worden.

Alle genutzten Hilfsmittel sind Eigentum des Auftragnehmers. Sie entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Lehre und der Erfahrung aus der Praxis.



Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Hochfrequenz- und Signaturtechnik



Anhang A: Übersicht über die Antennenstandorte

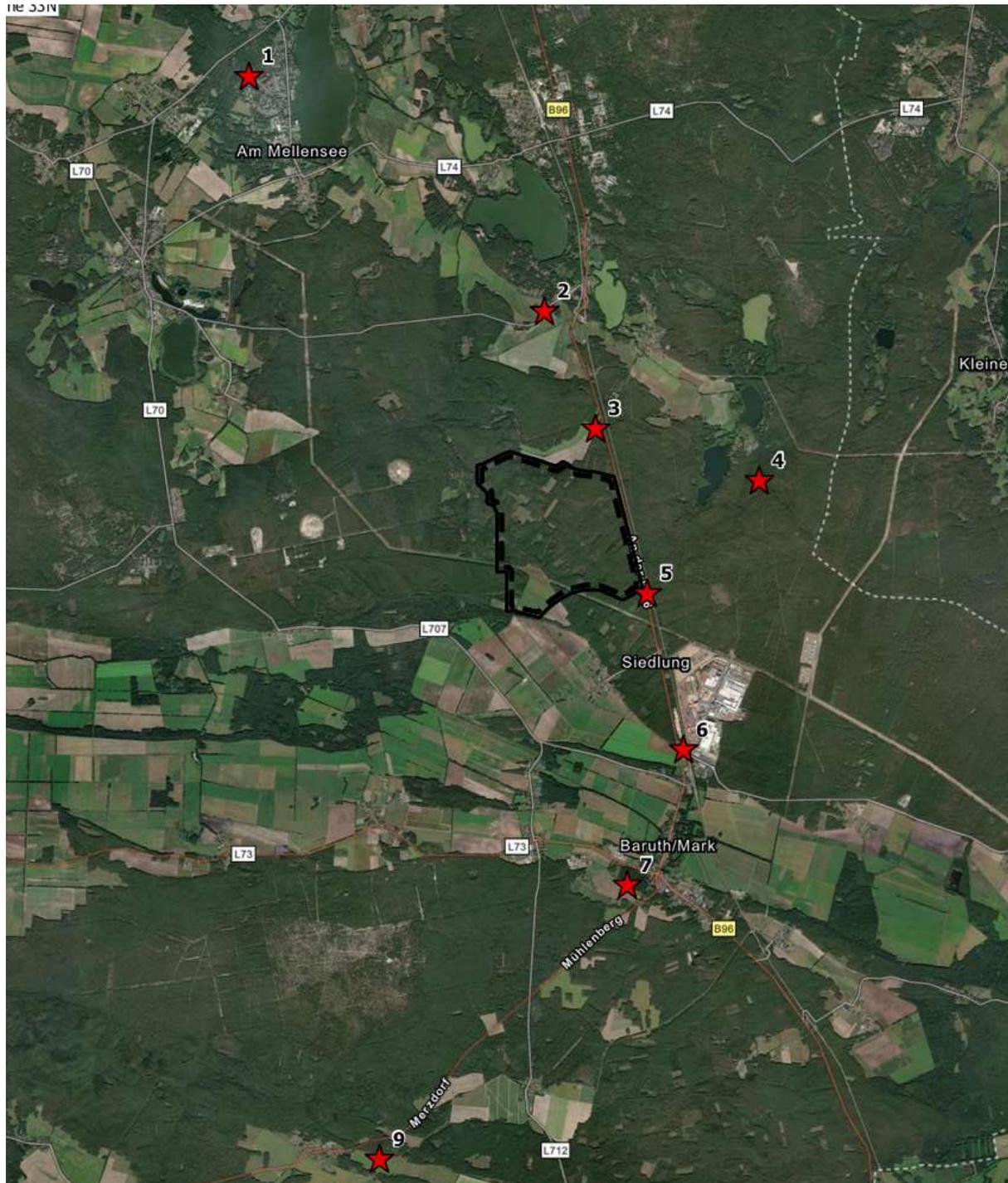
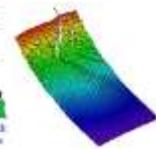


Abbildung 19:: Gesamtübersicht über die Antennenstandorte

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 den Autor voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Geplante Richtfunkstrecke 20256922 & 623 der Fa. Telefonica - 18,7GHz



Abbildung 20: Pos. 2 - Antennen Nord. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)

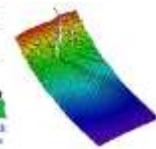
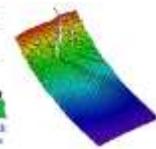


Abbildung 21: Westlich zur Pos.7 Antenne Süd. Ansicht zum Mast nicht verfügbar, da noch nicht vorhanden



Vorhandene Richtfunkstrecke 20255684 der Fa. Telefonica - 18,7 GHz

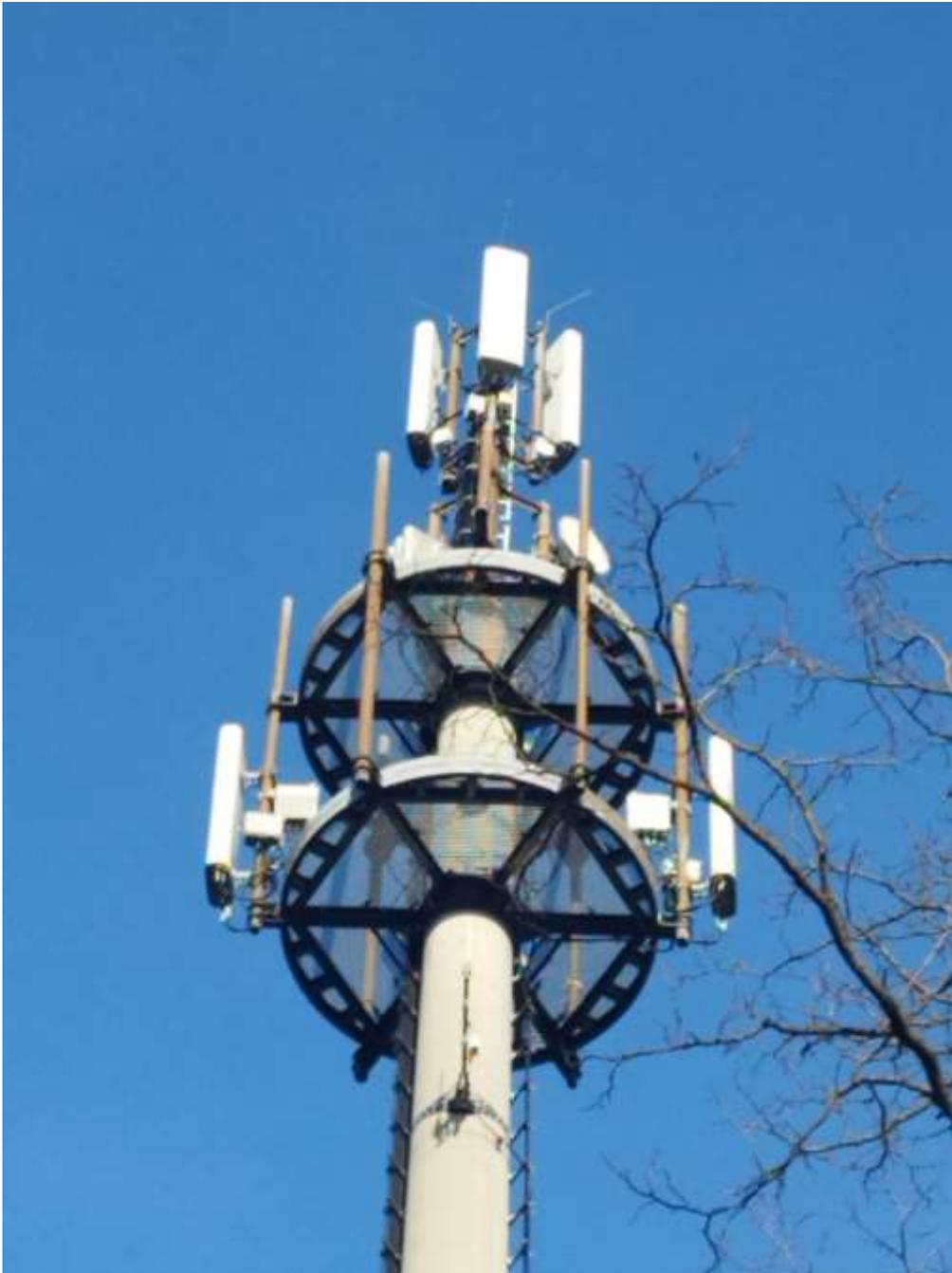


Abbildung 22: Pos.5 - Antenne Nord. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)

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 den Autor voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.

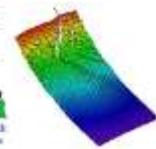
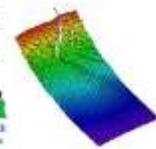


Abbildung 23: Pos.9 -Antenne Süd. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)



Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. 450C, 12,6750 GHz



Abbildung 24: Pos.1 - Antennen Nord. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)

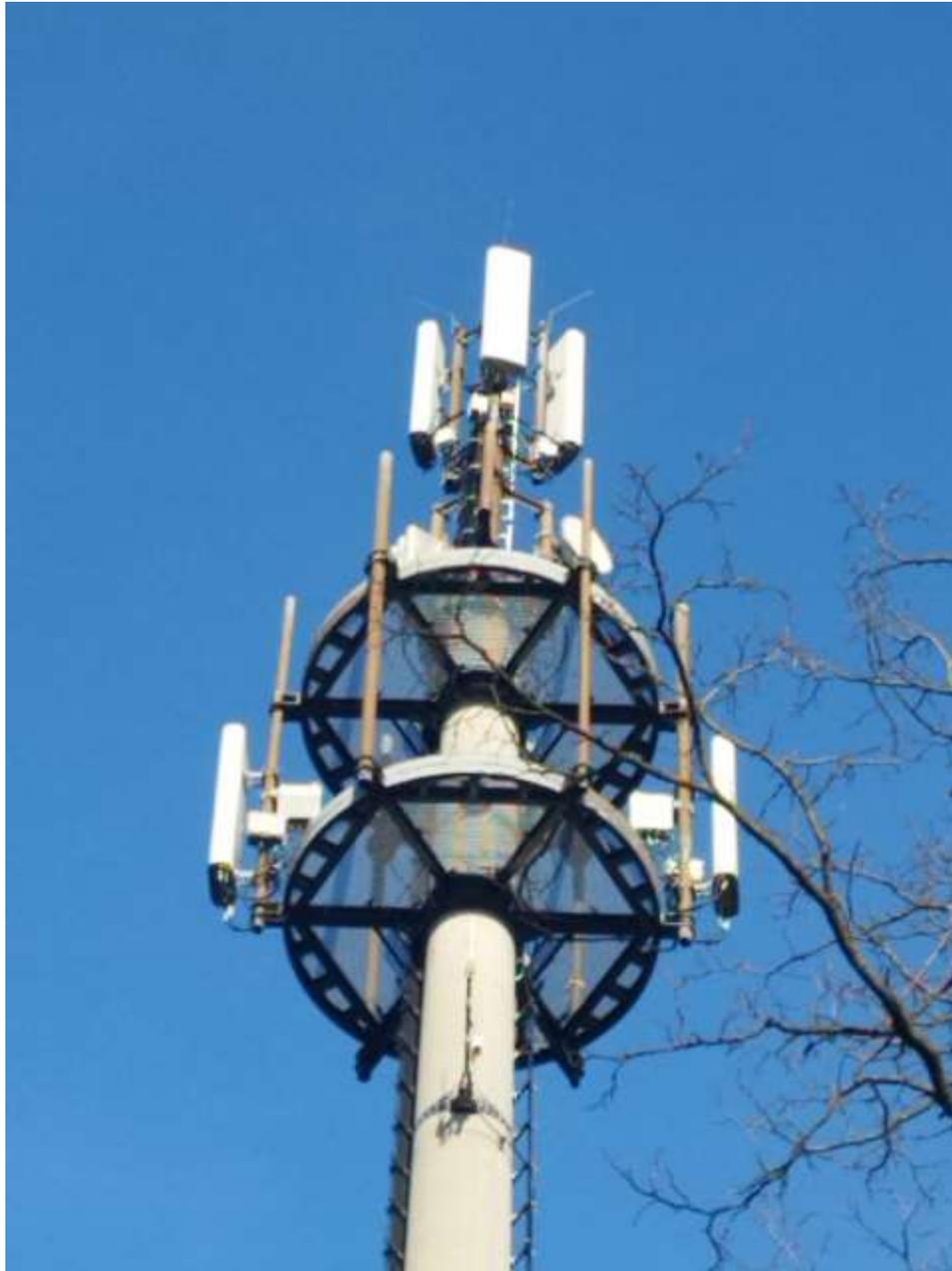
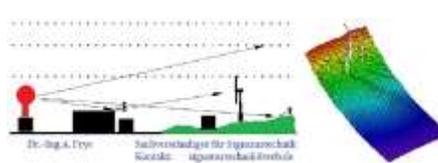


Abbildung 25: Pos.5 - Antennen Süd. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)



Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson - 80,0 GHz



Abbildung 26: Pos.3 - Antennen Nord. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)

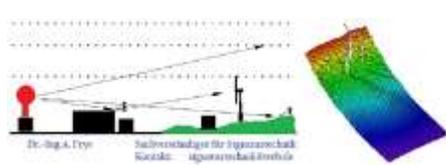
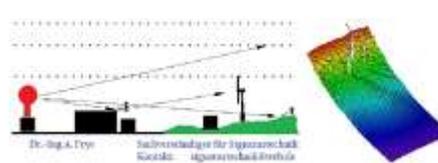


Abbildung 27: Pos.6 - Antenne Süd. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)



Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Ericsson, 38,0 GHz

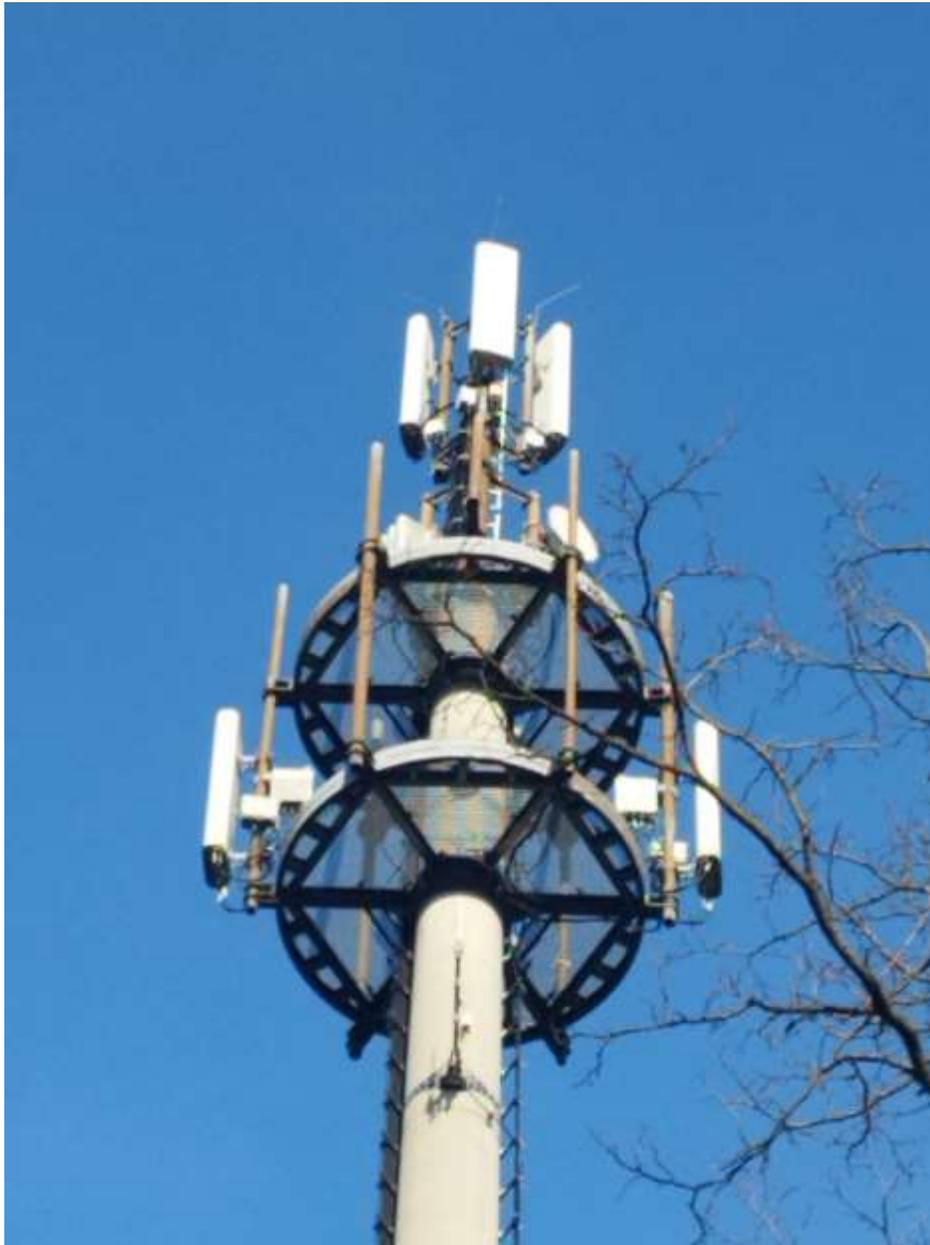
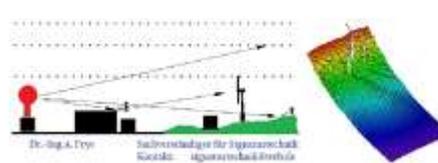


Abbildung 28: Pos.5 - Antennen Nord. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)



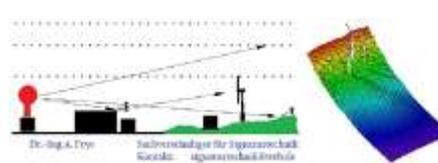
Abbildung 29: Pos.6 - Antenne Süd. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)



Vorhandene Richtfunkstrecken der Fa. Lan-COM East



Abbildung 30: Pos.4 - Antenne Süd. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)



Vorhandene Richtfunkstrecke der Fa. Vodafone, 13,0 GHz



Abbildung 31: Pos.2 - Antenne Nord. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)

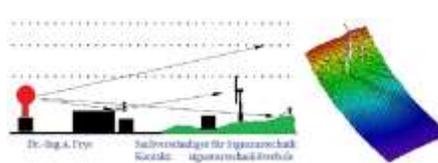


Abbildung 32: Pos.8 - Antenne Süd. Ansicht zum Mast (Quelle: Beistellung des Auftraggebers)