



Begutachtung
der Einflüsse des Windenergievorhabens
„Klosterfelde“ (1 WEA)
auf das bereits installierte Automatisierte
Waldbrandfrüherkennungssystem
FireWatch (FW)

Auftraggeber:

Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG
An der Plansche 4
16321 Bernau

Auftragnehmer/Gutachter:

IQ Technologies for Earth and Space GmbH
Ernst-Lau-Straße 5
12489 Berlin

Inhalt

1. Aufgabenstellung	3
2. Grundlagen	3
2.1 Gesetzliche Grundlagen	3
2.2 Fachliche Beurteilungsgrundlagen	3
2.3 Fachliche Beurteilungskriterien	5
3. Planung des Windenergievorhabens	7
3.1 Windenergieanlagen in der Umgebung	7
3.2 Geografische Lage.....	9
3.3 Bestehende Situation.....	11
3.3.1 Rechnerische Analyse	11
3.3.2 Dokumentation der aktuellen Situation aus Sicht der OSS	15
3.4 Sichtabdeckungen durch die zu errichtende WEA	17
3.5 Einschränkung von möglichen Kreuzpeilungen	22
3.6 Beeinträchtigung von FireWatch-Funklinien	23
4. Gutachten	24

1. Aufgabenstellung

Die Windpark Klosterfelde GmbH & Co. KG (Auftraggeber) hat mit E-Mail vom 18.07.2022 die IQ Technologies for Earth and Space GmbH (Auftragnehmer) beauftragt, ein Gutachten zu erstellen, inwiefern das Windenergievorhaben (WEV) „Klosterfelde“ das bereits installierte Automatisierte Waldbrandfrüherkennungssystem (AWFS) FireWatch (FW) beeinflusst.

Fragestellung: Welche Einflüsse ergeben sich durch das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ auf das bereits installierte Automatisierte Waldbrandfrüherkennungssystem (AWFS) FireWatch (FW)?

2. Grundlagen

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Laut dem Waldgesetz des Landes Brandenburg (LWaldG), zuletzt geändert am 30. April 2019, § 20 Vorbeugender Waldbrandschutz, Absatz 4, darf das Waldbrandfrüherkennungssystem durch die Errichtung oder den Betrieb von Windenergieanlagen nicht erheblich eingeschränkt werden. Ob eine erhebliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, ist durch einen vom Land bestimmten Gutachter zu prüfen. Wird eine erhebliche Beeinträchtigung gutachterlich festgestellt und ist diese kompensierbar, so trägt der Verursacher der erheblichen Beeinträchtigung die Kosten der Kompensationsmaßnahmen zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Waldbrandfrüherkennungssystems.

2.2 Fachliche Beurteilungsgrundlagen

Das Automatisierte Waldbrandfrüherkennungssystem (AWFS) FireWatch (FW) arbeitet auf der Grundlage optischer Rauchererkennung.

Eine Rauchererkennung ist mit dem optischen Sensorsystem (OSS) hinter Windenergieanlagen (WEA) wegen der Luftverwirbelung und der Sichtabschattung durch die Rotorblätter nicht möglich.

Hinzu kommt die Sichtabdeckung durch die Maste der Windenergieanlagen. Diese führen u.a. auch dazu, dass die adaptiven Algorithmen der automatischen Rauchererkennung ihre lokalen Schwellwerte verändern, so dass es in den Sektoren in denen die Maste der Anlagen stehen zu einer Reduzierung der Empfindlichkeit der Rauchererkennung kommt. Diese

Effekte ließen sich zwar durch eine entsprechende farbige und blendfreie Beschichtung der WEA in Grün- und Brauntönen verringern; die WEA wären dann aber als Luftfahrthindernis nur schwer erkennbar.

Darüber hinaus führen die Luftverwirbelungen im Bereich der bewegten Rotorblätter zu Fehlalarmen, die sich nur mit der automatischen Erkennung der Anlagen unterdrücken lassen. Die Rauchererkennungsalgorithmen erzeugen um das obere Ende von Windenergieanlagen Ausschlussgebiete, in denen eine Rauchererkennung nicht mehr möglich ist. Abbildung 1 illustriert dieses Verhalten.



Abbildung 1: Automatisch generierte Ausschlussgebiete um Rotoren von WEA

Die Errichtung von Windenergieanlagen in oder in der Nähe von Waldgebieten mit vorhandener automatisierter Waldbrandfrüherkennung führt daher nahezu zwangsläufig zu einer Beeinträchtigung des automatisierten Frühwarnsystems.



Abbildung 2: Gebiet mit starker Beeinträchtigung des Waldbrandfrüherkennungssystems

2.3 Fachliche Beurteilungskriterien

Um die Auswirkungen von WEA auf das Waldbrandfrüherkennungssystem zu beurteilen werden die Sichtfelder eines jeden in Frage kommenden Sensorstandortes simuliert, jeweils ohne und mit den neu zu errichtenden WEA.

Dazu werden die vom Auftraggeber übergebenen Koordinaten der WEA in ein GeoShape transferiert und mit Hilfe eines Geoinformationssystems mit den Sensorstandorten des AWFS und einer Landkarte grafisch dargestellt. Für das Land Brandenburg wird mit einer Sichtweite von 15 km gerechnet, welche der durchschnittlichen Sichtweite bei verschiedenen Wetterbedingungen entspricht. Die Wetterbedingungen finden ansonsten aufgrund ihrer Komplexität keine Beachtung innerhalb der Begutachtung. Alle Standorte innerhalb dieser angenommenen Sichtweite und auch Standorte die zwar weiter entfernt liegen, theoretisch aber Kompensationen für andere in Reichweite befindliche Standorte liefern könnten, werden in die Betrachtungen aufgenommen. Für die rechnerische Simulation fließen neben den Koordinaten der WEA und OSS auch die Nabenhöhen und Rotordurchmesser der WEA sowie die Installationshöhen und optischen Öffnungswinkel der Sensoren des AWFS ein. Unter Zuhilfenahme eines digitalen Geländemodells (DGM) wird innerhalb der Simulation geprüft, welche Gebiete von den Masten und Rotoren der WEA verdeckt und damit nicht mehr einsehbar sind. Dabei kommt auch zum Tragen, ob unter den Rotoren der WEA hindurchgeschaut werden kann und somit nur die Maste der WEA stören, nicht aber die viel größeren Rotoren. Ein Hinwegschauen über die WEA ist aufgrund ihrer im Vergleich zu den Standorten des AWFS immensen Größe selten möglich. Um vom AWFS erkannt zu werden, muss der Rauch über mögliche Baumwipfel aufsteigen, sodass als Simulationsgrundlage eine Rauchhöhe von 20 m angenommen wird.

Der Einfluss neu zu errichtender WEA hängt in zunehmendem Maße auch von dem Bestehen vorhandener WEA ab, welche als Vorbelastung ihren Wiederklang finden. Es wird also ebenso geprüft, inwieweit bestehende WEA ein bestimmtes Gebiet bereits aus Sicht der OSS verdecken und den Einfluss der neuen WEA damit verringern oder gar aufheben.

Nach Beurteilung der Sichtfelder einzelner Sensoren und evtl. Kompensation durch andere Sensoren wird geprüft, inwieweit das Zusammenspiel benachbarter Sensoren, die Fähigkeit sogenannte Kreuzpeilungen auszuführen, beeinträchtigt wird. Hierzu werden die simulierten Sichtfelder der einzelnen Sensoren digital übereinandergelegt und ebenso ein Vorher-Nachher-Vergleich durchgeführt.

Eine Vielzahl der Sensoren ist mit Hilfe von Richtfunkstrecken untereinander und mit der betreffenden Waldbrandzentrale verbunden, sodass auch eine Prüfung auf Beeinflussung dieser Richtfunkstrecken notwendig wird. Um eine sichere Richtfunkverbindung zwischen zwei Standorten zu gewährleisten, muss nicht nur die direkte Sichtverbindung frei von Hindernissen sein, sondern auch das Ausbreitungsgebiet des Funksignals, die sogenannte 1. Fresnelzone. Als Hindernisse sind bei WEA sowohl der Mast als auch die Rotorblätter in allen Stellungen anzusehen.

Alle standort- und sensorrelevanten Daten der OSS werden vom Landesbetrieb Forst Brandenburg als Betreiber und Eigentümer des AWFS zur Verfügung gestellt. Die Parameter der neu zu errichtenden WEA werden vom Auftraggeber beigebracht. Die Daten der bestehenden WEA sind aus der Historie bekannt oder werden ebenso vom Auftraggeber übermittelt.

Für die Durchführung der Simulationsberechnungen dient ein eigenentwickeltes proprietäres Programm, welches unter „Matlab“ Version 2018A zur Anwendung kommt. Als Geoinformationssystem wird „QGIS“ in der Version 3.10 verwendet. Zur Aufbereitung und ggf. Umwandlung der vom Auftraggeber übergebenen Koordinaten der WEA wird das Programm „Transdat“ in der Version 19.60 verwendet.

3. Planung des Windenergievorhabens

Auf einem Feldstück zwischen den Ortschaften Klosterfelde und Stolzenhagen soll nördlich der Ortsverbindungsstraße zwischen diesen beiden Ortschaften das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ mit folgenden Parametern an folgendem Standort (Lagedaten jeweils in UTM / ETRS89) umgesetzt werden, bei gleichzeitigem Rückbau von 4 Bestandsanlagen. Dabei sind 2 Varianten der Nabenhöhe zu begutachten:

Variante 1:

Nr.	UTM Rechts	UTM Hoch	ü. NN [m]	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Bezeichnung / Katasterangaben
1	33395949	5849919	50.6	130.8	138.0	WEA Klosterfelde Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 8.

Variante 2:

Nr.	UTM Rechts	UTM Hoch	ü. NN [m]	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Bezeichnung / Katasterangaben
1	33395949	5849919	50.6	160.0	138.0	WEA Klosterfelde Gemarkung Klosterfelde, Flur 8, Flurstück 8.

3.1 Windenergieanlagen in der Umgebung

In der weiteren Umgebung befinden sich weitere WEA im Sichtfeld der betreffenden Fire-Watch-Sensoren.

Nr.	UTM Rechts	UTM Hoch	ü. NN [m]	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Bezeichnung
1	33393471	5850034	1.0	76.0	47.0	Dezentrale Energie Anlagen 1
2	33393610	5849888	1.0	76.0	47.0	Dezentrale Energie Anlagen 2
3	33393793	5849966	1.0	76.0	47.0	Dezentrale Energie Anlagen 3
4 *	33395833	5849965	49.0	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 1
5 *	33396175	5849984	47.3	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 2
6 *	33396106	5849678	48.7	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 3
7 *	33395778	5849623	50.0	98.0	66.0	Windpark Klosterfelde 4
8	33395427	5849966	46.2	98.0	66.0	Windkraft Stolzenhagen 1
9	33395366	5850301	45.0	98.0	66.0	Windkraft Stolzenhagen 2
10	33394491	5844672	1.0	76.0	47.0	Klosz & Porm Muehle Wandlitz GbR

11	33395700	5852231	48.6	135.4	101.0	Bereich Klosterfelde WEA3
12	33395976	5850365	45.2	138.0	92.0	Bereich Klosterfelde WEA 6
13	33396327	5850178	45.0	138.0	92.0	Bereich Klosterfelde WEA 7
14	33396422	5849865	49.0	138.4	82.0	Bereich Klosterfelde WEA 10

*** Rückbau**

3.2 Geografische Lage

Die Lage der Windenergieanlagen ist in folgenden Karten mit kleinen roten Kreisen markiert. Die neu zu errichtende WEA ist violett dargestellt, die Rückbauten orange. Die Standorte der OSS des Waldbrandfrüherkennungssystems sind mit größeren blauen Kreisen markiert.



Abbildung 3: Lage der OSS und der Windenergieanlagen in der Übersicht. Die violette Kreisfläche kennzeichnet die neu zu errichtende Anlage, die Rückbauten sind orange dargestellt, die OSS-Standorte sind blau markiert.

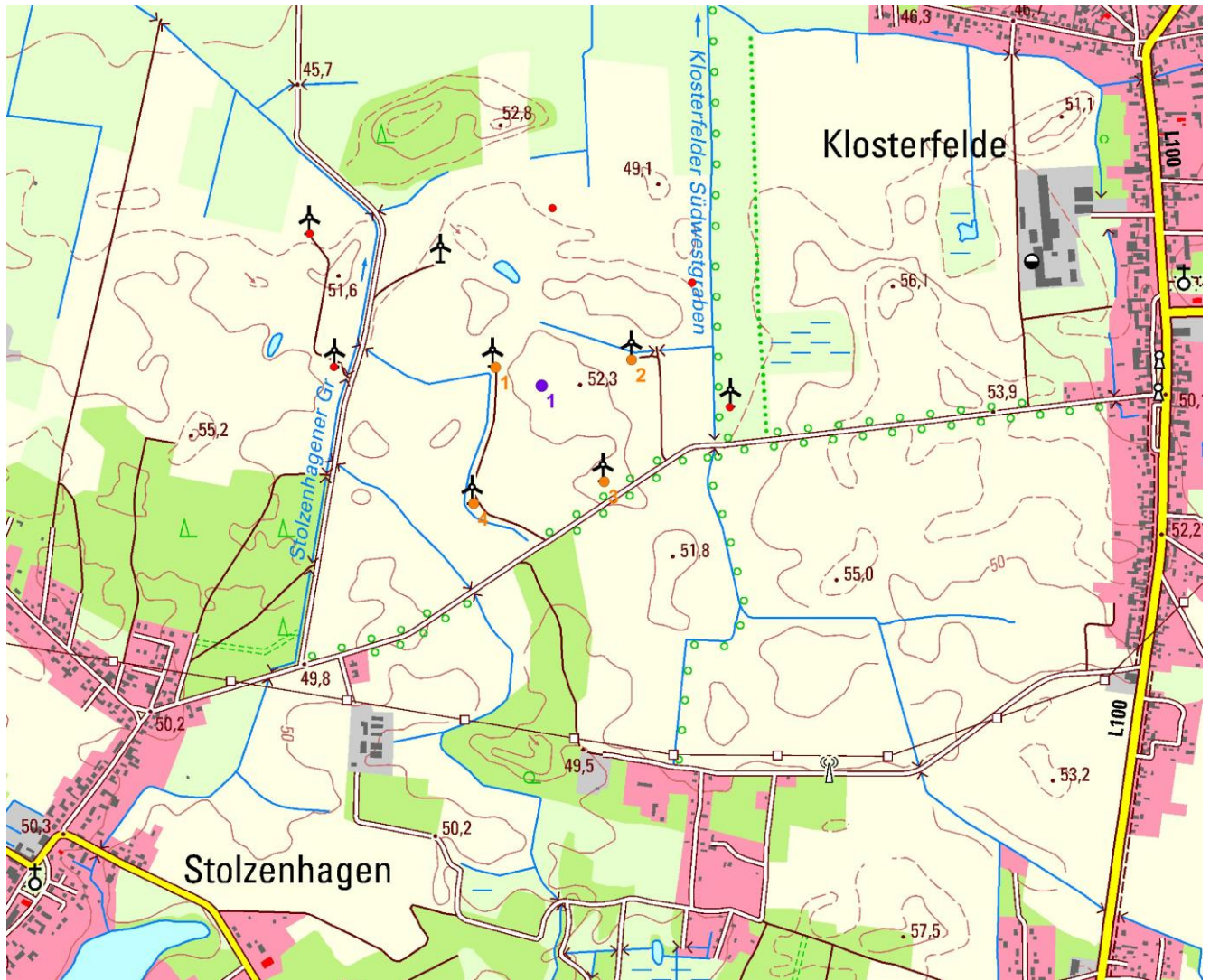


Abbildung 4: Lage der geplanten Windenergieanlage im Detail (violett) sowie der Rückbauten (orange)

3.3 Bestehende Situation

3.3.1 Rechnerische Analyse

Es wurden unter Berücksichtigung von Höhenlagen und Erdkrümmung die Sichtfelder für das Gebiet der WEA „Klosterfelde“ berechnet. Dabei wurde angenommen, dass der Rauch bis zu 20 m über das Gelände aufsteigen darf, bevor er von einem OSS erkannt wird.

Die für die Berechnungen als maximal angenommene Sichtweite wurde mit 15 km kalkuliert, welche der durchschnittlichen Sichtweite bei verschiedenen Wetterbedingungen in diesem Gebiet entspricht.

Aus der Übersichtskarte nach Abbildung 3 ist ersichtlich, dass die in der Nähe der WEA befindlichen OSS Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck für die Berechnung der Sichtfelder in Betracht kommen.

Alle Sensoren sind der Waldbrandzentrale Brandenburg-Nord (Eberswalde) zugeordnet.

UTM Rechts	UTM Hoch	Sensorhöhe [m] ü. NN	Name	Lage des WEV [°]	Entfernung zum WEV [km]
33381310	5849413	74.3	Sachsenhausen	87.9	14.6
33389601	5841369	90.0	Zühlsdorf	36.6	10.6
33407697	5854555	85.0	Grafenbrück	248.4	12.6
33401508	5843096	128.0	Wandlitz	320.9	8.8
33402186	5864603	116.0	Groß Schönebeck	203.0	16.0

Das Ergebnis der Analyse des Ist-Zustandes ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Dabei sind die Flächen, die von den jeweiligen Sensoren eingesehen werden können, blau eingefärbt. Die rosagefärbten Kästchen stellen bestehende WEA dar.

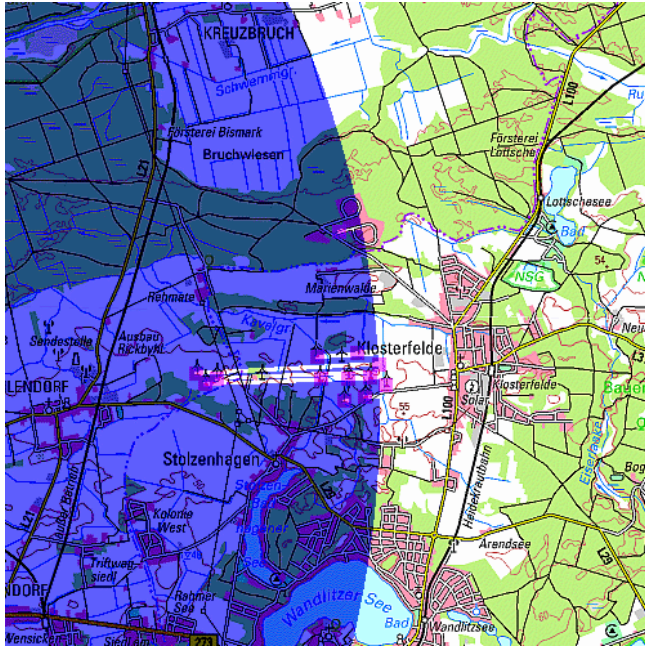


Abbildung 5: Sichtfeld des Sensors Sachsenhausen für das Gebiet Klosterfelde

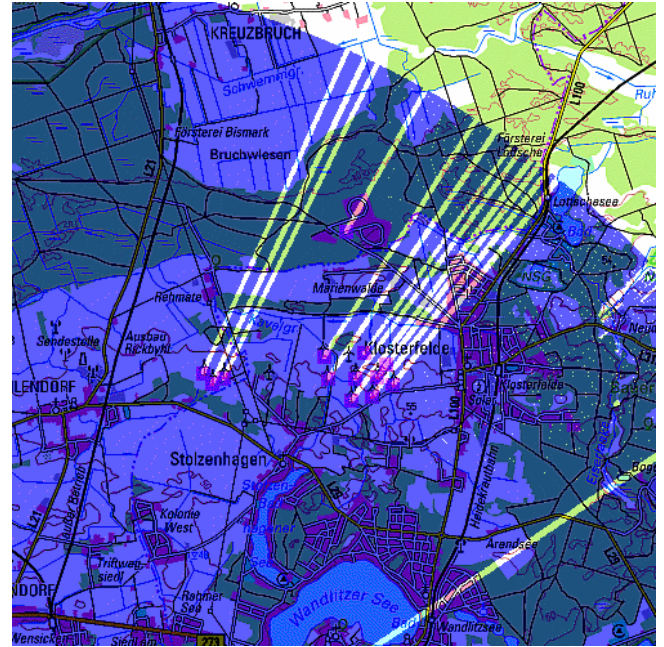


Abbildung 6: Sichtfeld des Sensors Zühlisdorf für das Gebiet Klosterfelde

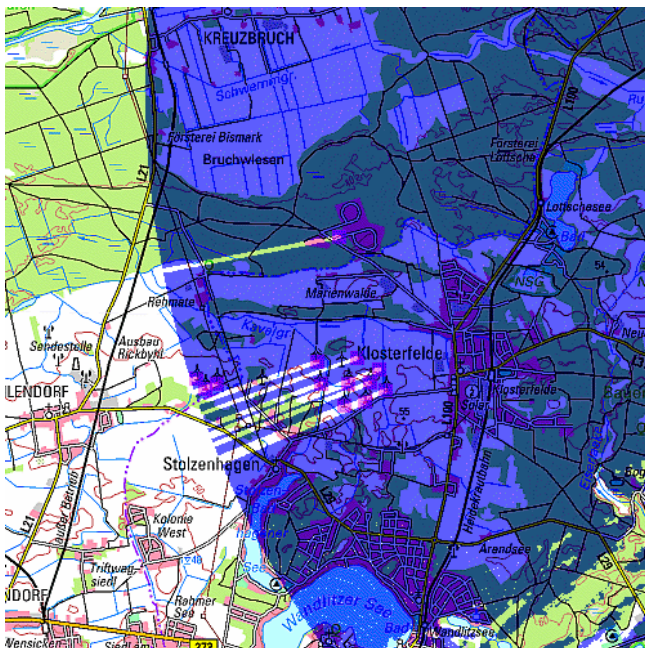


Abbildung 7: Sichtfeld des Sensors Grafenbrück für das Gebiet Klosterfelde

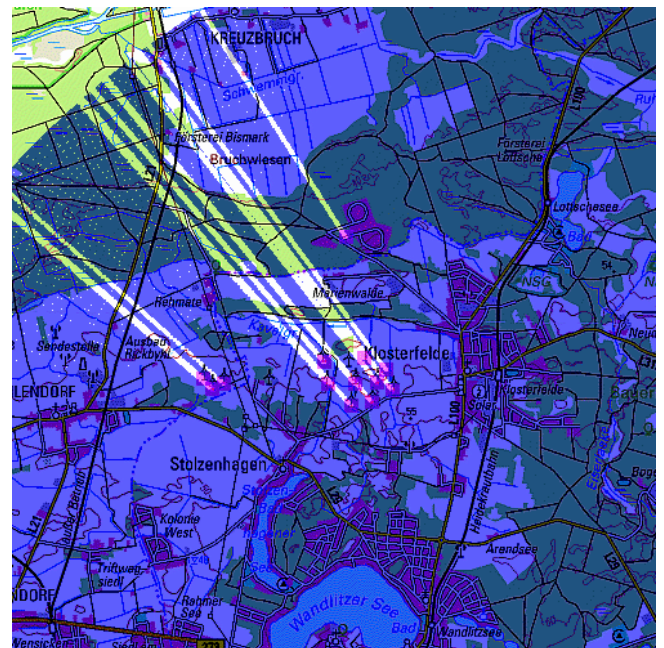
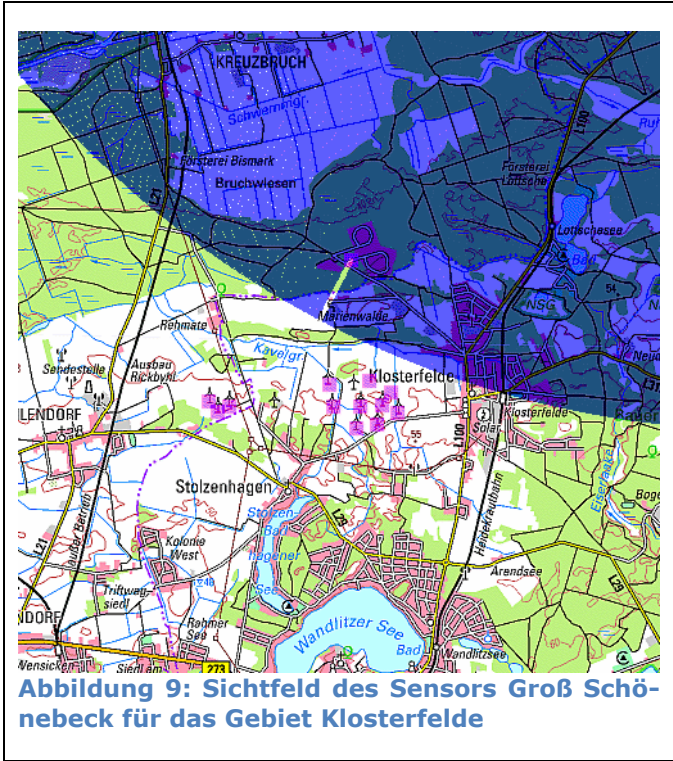


Abbildung 8: Sichtfeld des Sensors Wandlitz für das Gebiet Klosterfelde



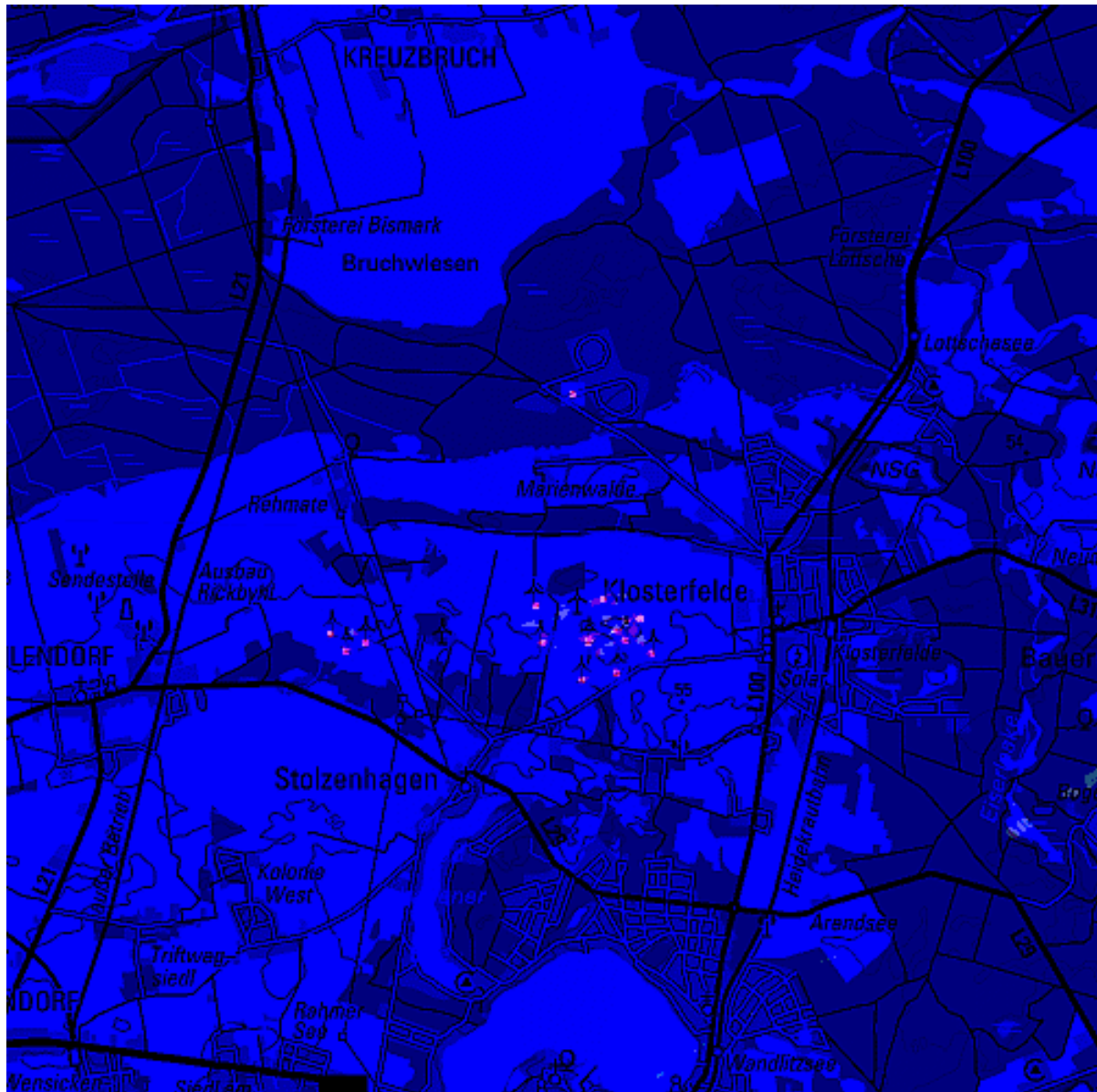


Abbildung 10: Kumuliertes Sichtfeld für alle betrachteten Sensoren für den Bereich Klosterfelde bei 15 km Sichtweite

Es ist zu erkennen, dass das Gebiet um die WEA „Klosterfelde“ durch die Sensoren Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck überwacht wird.

Der Sensor Groß Schönebeck arbeitet für dieses Gebiet jedoch bereits außerhalb der nominalen Reichweite, weshalb schon gute atmosphärische Bedingungen mit Sichtweiten um 16 km herrschen müssen, um dieses Gebiet auch von diesem Sensor einzusehen.

3.3.2 Dokumentation der aktuellen Situation aus Sicht der OSS

Die folgenden Aufnahmen zeigen den Bereich in dem das Gebiet Klosterfelde liegt. Die rote Markierung zeigt jeweils den Bereich der neuen WEA an.

Sensor Sachsenhausen



85.0°

91.5°

58.0°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Zühlsdorf



27.5°

34.0°

40.5°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Grafenbrück



239.5°

246.0°

252.5°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Wandlitz



315.5°

322.0°

328.5°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

Sensor Groß Schönebeck



189.0°

196.0°

203.0°

(Bilder vom 04.06.2022, Panorama-Ausschnitt)

3.4 Sichtabdeckungen durch die zu errichtende WEA

Es wurde unter Berücksichtigung von Höhenlage und Erdkrümmung das gemeinsame Sichtfeld für die Sensoren Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck berechnet. Dabei wurde angenommen, dass der Rauch bis zu 20 m über das Gelände aufsteigen darf, bevor er vom Sensor erkannt wird.

Die genaue Rechnung zeigt die Sichtfeldeinschränkungen (rosafarbene Bereiche) durch die WEA „Klosterfelde“ vor und nach deren Errichtung.

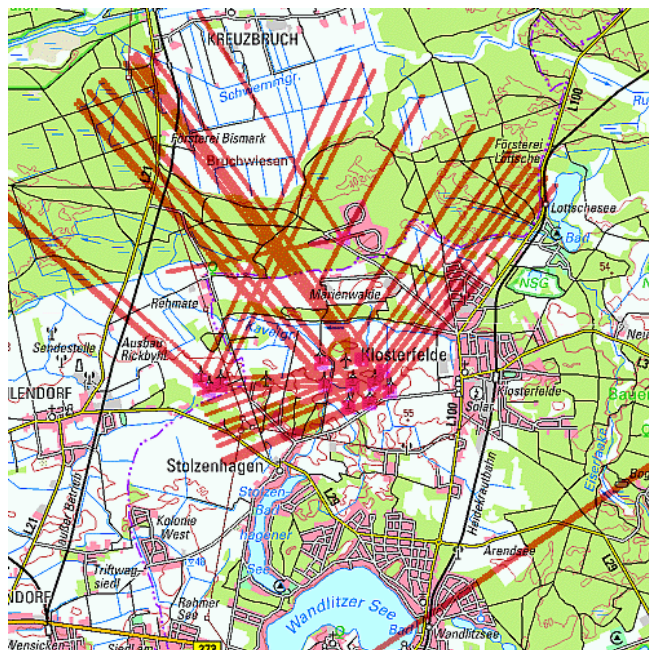


Abbildung 11: Darstellung aller Sichteinschränkungen vor Errichtung der WEA

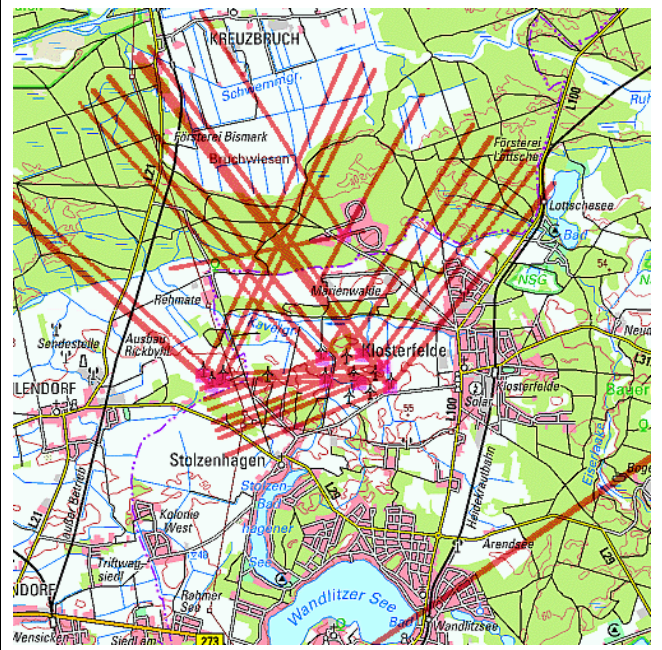


Abbildung 12: Darstellung aller Sichteinschränkungen nach Errichtung der WEA



Abbildung 13: Darstellung der verbleibenden Sichteinschränkungen nach Kumulation aller betrachteter Sensoren vor Errichtung der WEA



Abbildung 14: Darstellung der verbleibenden Sichteinschränkungen nach Kumulation aller betrachteter Sensoren nach Errichtung der WEA

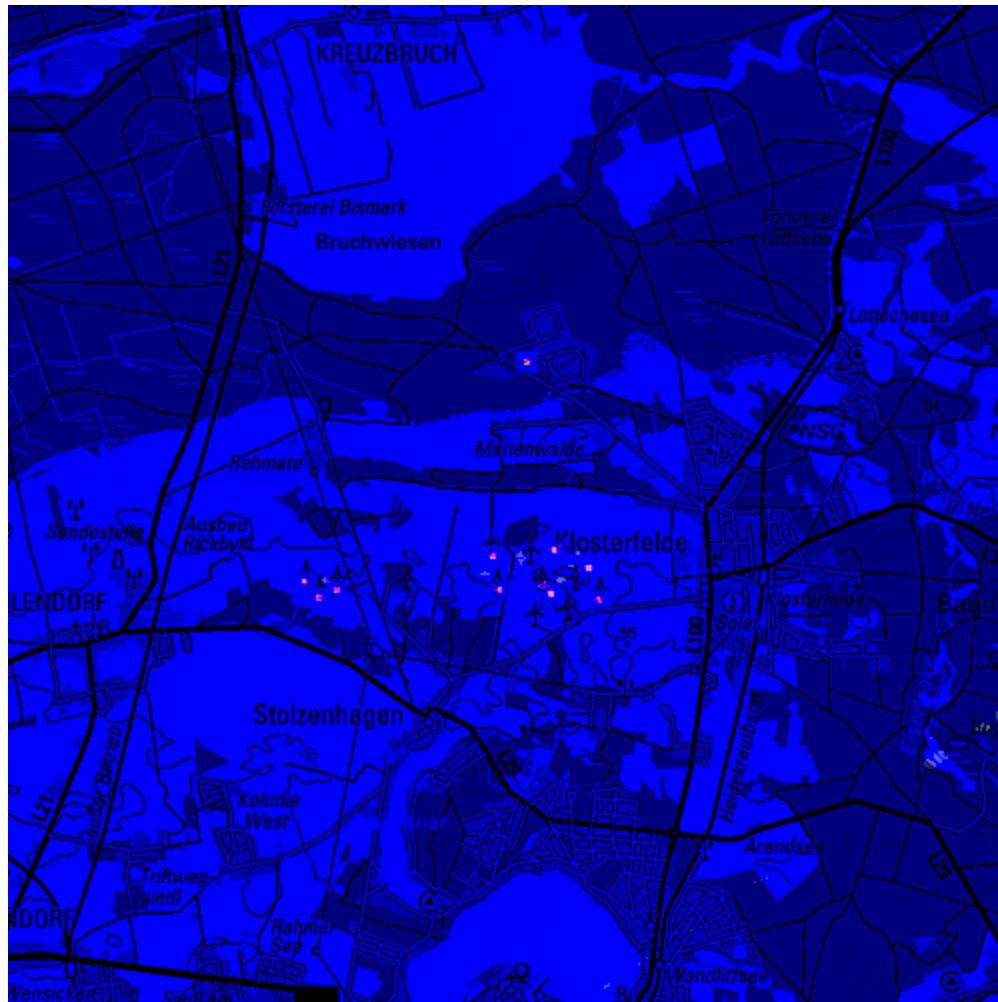


Abbildung 15: Kumuliertes Sichtfeld nach Errichtung der WEA bei 15 km Sichtweite

Der Sensor Sachsenhausen wird im Gebiet um das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ bei Sichtbedingungen bis 15 km durch Bestandsanlagen westlich und nordwestlich von Klosterfelde auf Feldflächen und geringfügig auf Waldflächen von deutlich kleiner als 5 ha beeinflusst. Diese Beeinflussungen werden von den Sensoren Zühlsdorf, Wandlitz und Sachsenhausen jeweils vollständig und den Sensoren Groß Schönebeck und Wandlitz jeweils teilweise kompensiert.

Die geplante WEA beeinflusst den Sensor Sachsenhausen nur geringfügig auf Feldflächen, die Rückbauten führen zu geringen Sichtfeldgewinnen auf Feldflächen im Bereich dieser WEA.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Sachsenhausen zu identischen Ergebnissen und unterschieden sich somit nicht.

Der Sensor Zühlsdorf hat durch bestehende WEA westlich und nordwestlich von Klosterfelde Beeinflussungen etwa 155 ha Waldflächen nördlich von Klosterfelde, die durch das Zusammenwirken aller Sensoren vollständig kompensiert werden können.

Die geplante WEA führt in Verbindung mit den Rückbauten für den Sensor Zühlsdorf zu Gewinnen an Sichtfeldern auf etwa 45 ha Wald.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Zühlsdorf zu identischen Ergebnissen und unterscheiden sich somit nicht.

Die bestehenden WEA westlich und nordwestlich von Klosterfelde beeinflussen den Sensor Grafenbrück auf ca. 25 ha Waldflächen ebenfalls westlich und nordwestlich von Klosterfelde. Auch hier können diese Beeinflussungen durch das Zusammenwirken der anderen Sensoren vollständig kompensiert werden.

Die geplante WEA führt in Verbindung mit den Rückbauten für den Sensor Grafenbrück zu Gewinnen an Sichtfeldern auf ca. 5 ha Wald.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Grafenbrück zu identischen Ergebnissen und unterscheiden sich somit nicht.

Beim Sensor Wandlitz gibt es durch Bestandsanlagen westlich und nordwestlich von Klosterfelde Sichtfeldeinschränkungen von etwa 210 ha Wald nordwestlich von Klosterfelde, welche aber vollständig durch den Sensor Sachsenhausen sowie das Zusammenwirken der Sensoren Zühlsdorf, Groß Schönebeck und Grafenbrück kompensiert werden.

Die geplante WEA führt in Verbindung mit den Rückbauten für den Sensor Wandlitz zu Gewinnen an Sichtfeldern auf ca. 95 ha Wald.

Die beiden Varianten führen bezüglich des Sensors Wandlitz zu identischen Ergebnissen und unterscheiden sich somit nicht.

Für den Sensor Groß Schönebeck gibt es im Betrachtungsgebiet nur geringfügige Beeinträchtigungen auf etwa 5 ha Wald durch eine WEA nordwestlich von Klosterfelde, die aber jeweils vollständig durch die Sensoren Zühlsdorf, Wandlitz, Sachsenhausen und Grafenbrück kompensiert werden.

Der Sensor Große Schönebeck wird durch das Windenergievorhaben „Klosterfelde“ nicht beeinflusst.

Es ist somit ersichtlich, dass es nach der Errichtung des Windenergievorhabens „Klosterfelde“ im Wirkungsbereich der FireWatch-Sensoren in beiden Varianten zu keinen zusätzlichen Verdeckungen auf Waldflächen durch die geplante Anlage kommt. Da alle Sichtfeldeinschränkungen der einzelnen Sensoren in diesem Gebiet jeweils vollständig kompensiert werden, führen die Rückbauten insgesamt zu keinen Sichtfeldgewinnen.

3.5 Einschränkung von möglichen Kreuzpeilungen

Das Waldbrandfrüherkennungssystem lokalisiert Rauchquellen mittels genauer Peilungen von zwei oder mehr OSS-Standorten.

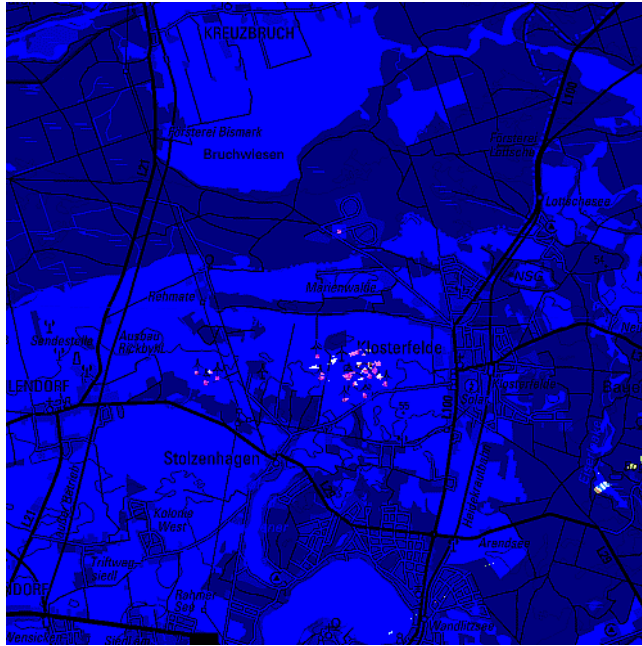


Abbildung 16: Gebiet in denen Kreuzpeilungen möglich sind vor Errichtung der WEA

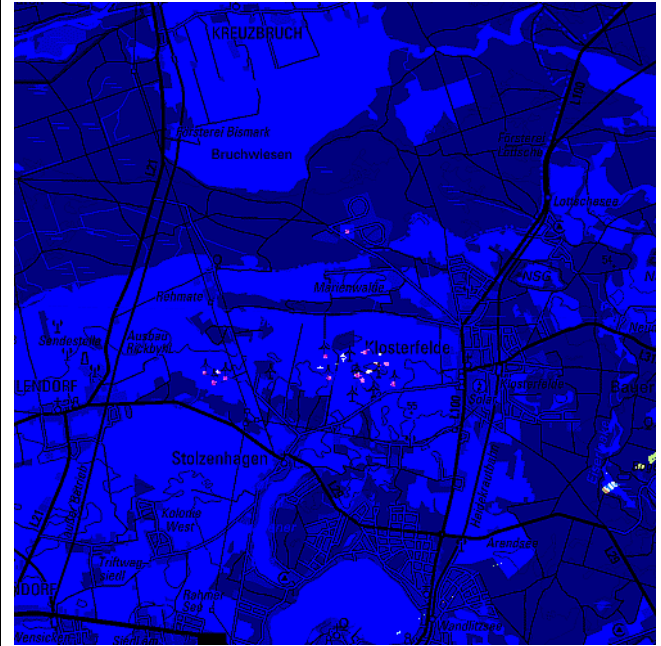


Abbildung 17: Gebiet in denen Kreuzpeilungen möglich sind nach Errichtung der WEA

Im betroffenen Gebiet zwischen Liebenwalde, Biesenthal und Wandlitz können unter normalen Sichtbedingungen bis 15 km Kreuzpeilungen durch die Sensoren Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck durchgeführt werden.

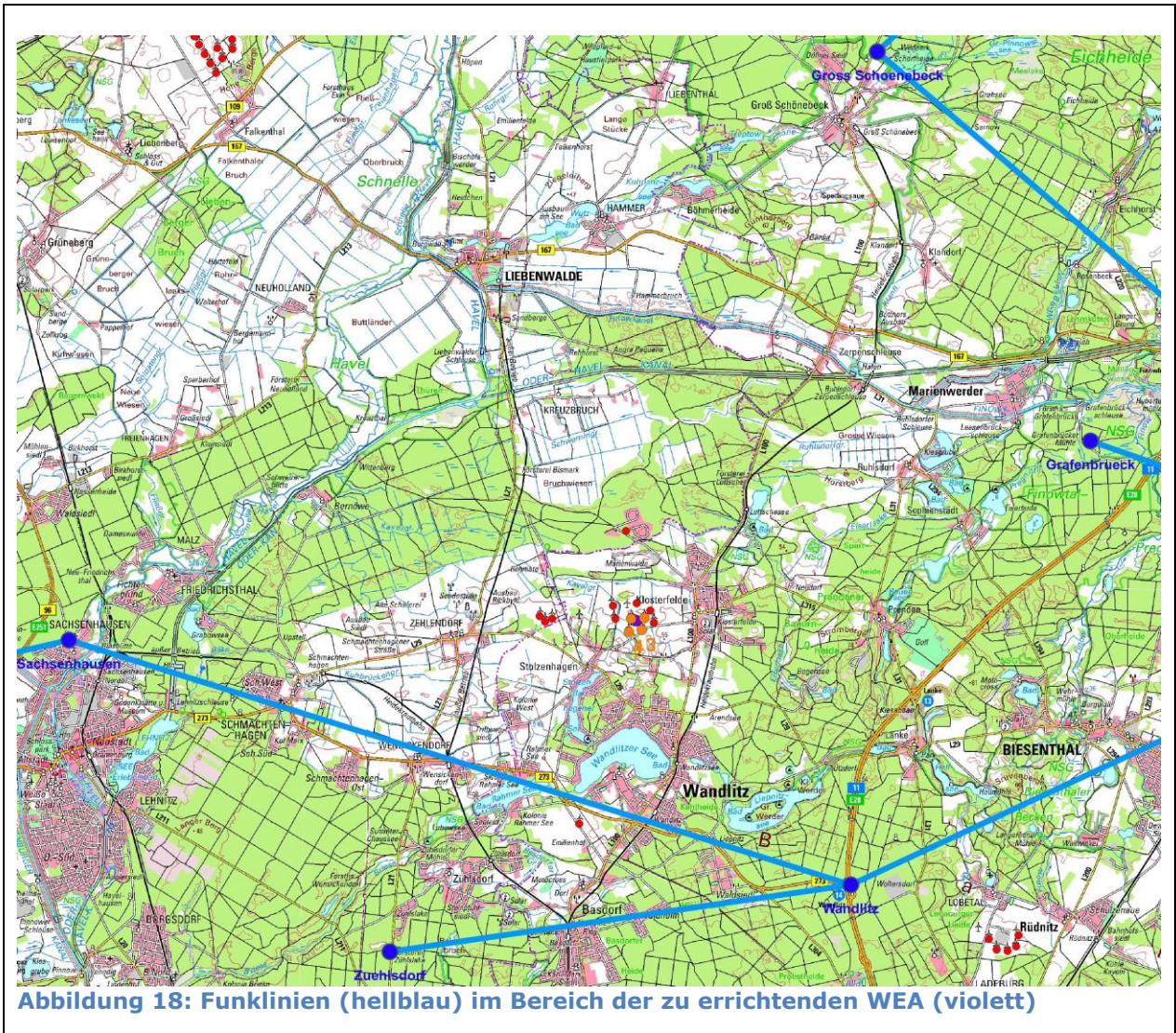
Bezogen auf die Bestandsanlagen westlich und nordwestlich von Klosterfelde kommt es unmittelbar im Bereich dieser WEA zu geringfügigen Einschränkungen für Kreuzpeilungen auf Feldflächen. Durch eine WEA südlich des Betrachtungsgebietes kommt es am östlichen Rand des Betrachtungsgebietes zu geringfügigen Einschränkungen auf deutlich kleiner 5 ha Wald.

Durch die neu zu errichtende Anlage kommt es in Verbindung mit den Rückbauten zu geringen Gewinnen der Fähigkeit Kreuzpeilungen auf Feldflächen auszuführen.

Die beiden Varianten führen bezüglich der Fähigkeit Kreuzpeilungen auszuführen zu identischen Ergebnissen und unterschieden sich somit nicht.

3.6 Beeinträchtigung von FireWatch-Funklinien

Im Bereich der zu errichtenden WEA „Klosterfelde“ sind die Standorte Sachsenhausen, Zühlsdorf, Grafenbrück, Wandlitz und Groß Schönebeck per Richtfunk angebunden.



Aus obiger Abbildung ist deutlich ersichtlich, dass die bestehenden Richtfunklinien des Systems FireWatch durch die Errichtung der WEA „Klosterfelde“ keinesfalls beeinträchtigt werden. Es sind zudem keine neuen Funklinien dieses Systems im Bereich der neu zu errichtenden WEA geplant.

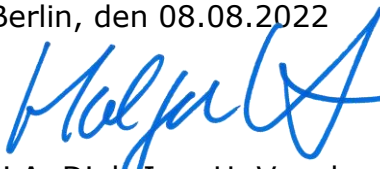
4. Gutachten

Die Errichtung der WEA „Klosterfelde“ in Verbindung mit den vorgesehenen Rückbauten führt im Sichtbereich bis 15 km zu keinen zusätzlichen Sichtfeldeinschränkungen auf Waldflächen, es ergeben sich aber aus Gesamtsystemsicht auch keine Gewinne.


Die Fähigkeit Kreuzpeilungen auszuführen wird im Gebiet zwischen Liebenwalde, Biesenthal und Wandlitz im Sichtbereich bis 15 km nicht zusätzlich eingeschränkt, es ergeben sich durch die Rückbauten nur leichte Gewinne auf Feldflächen.

Durch die neu zu errichtende WEA werden keine bestehenden oder geplanten Funklinien des Waldbrandfrüherkennungssystems beeinflusst.

Berlin, den 08.08.2022


i.A. Dipl.-Ing. H. Vogel




i.A. Dipl.-Ing. (FH) M. Schulze