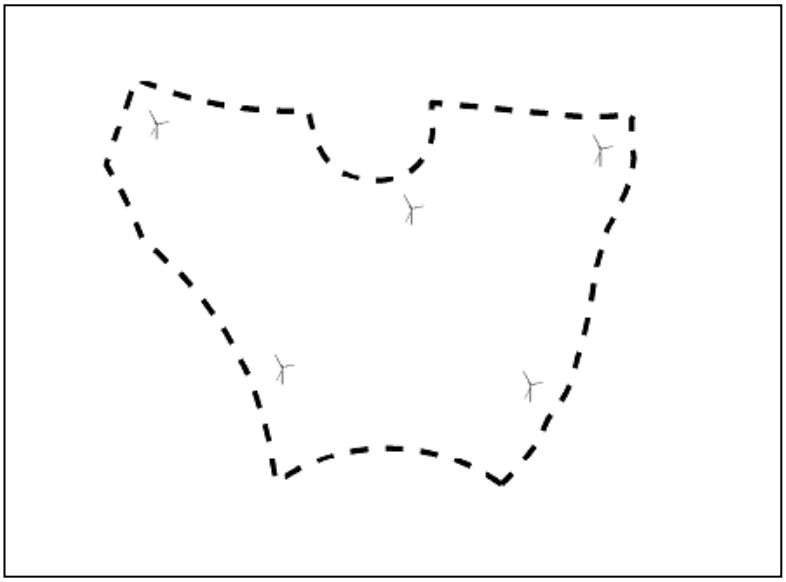
Schall-, Schatten- und Lichtimmissionsgutachten

zum Windpark Kiel - Flintbek



Auftragnehmer:

LÄRMKONTOR GmbH

Bekannt gegebene Messstelle
nach §§ 26, 28 BImSchG

22. Juli 2014
Projektnummer: LK 2014.097

Schall-, Schatten- und Lichtimmissionsgutachten

zum Windpark Kiel - Flintbek

Auftraggeber:

Landeshauptstadt Kiel
Stadtplanungsamt
Fleethörn 9
24103 Kiel

Auftragnehmer:

LÄRMKONTOR GmbH

Bekannt gegebene Messstelle
nach §§ 26, 28 BImSchG

Berichtsstand:	22. Juli 2014
Berichtsumfang:	27 Seiten sowie 8 Anlagen
Projektnummer:	LK 2014.097
Projektleitung:	Marion Krüger
Projektbearbeitung:	Oliver Riek

Inhaltsübersicht

1 Aufgabenstellung 5

2 Arbeitsunterlagen 6

3 Periodischer Schattenwurf 6

3.1 Grundlagen 6

3.2 Berechnungsverfahren 7

3.3 Eingangsdaten 8

3.4 Ergebnisse und Beurteilung 9

3.5 Minimierungsvorschläge 10

4 Schalltechnische Untersuchung 10

4.1 Grundlagen 10

4.2 Ergebnisse und Beurteilung 13

4.2.1 Mittelungspegel 13

4.2.2 Spitzenpegel 14

4.2.3 Tieffrequenter Schall 14

4.2.4 Ton- und Impulshaltigkeit 16

4.3 Minimierungsvorschläge 17

4.4 Schalloptimierter Betrieb 18

5 Lichtimmissionen 19

5.1 Grundlagen 19

5.2 Minimierungsvorschläge 20

5.2.1 Lichtreflexe (Disco-Effekt) 20

5.2.2 Flugsicherheitsbefeuerung 20

6 Eiswurf 21

6.1 Grundlagen 21

6.2 Ergebnisse und Beurteilung 21

6.3 Minimierungsvorschläge 22

7 Zusammenfassung und FAZIT 22

8 Festsetzungsvorschläge für den Bebauungsplan 25

9 Anlagenverzeichnis 26

10 Quellenverzeichnis 26

1 Aufgabenstellung

Gemäß dem Regionalplan für den Planungsraum III befindet sich im Süden der Landeshauptstadt Kiel ein Eignungsgebiet für Windenergienutzung. Direkt auf dem Gebiet der Gemeinde Flintbek liegt direkt anschließend ein weiteres Eignungsgebiet für Windenergienutzung. Der Regionalplan erfasst diese Potentialfläche als ein interkommunales Eignungsgebiet für Windenergienutzung mit einer Größe von insgesamt ca. 44 ha.

Für die Realisierung eines einheitlichen Windparks sollen die planerischen Voraussetzungen über parallele Bauleitplanverfahren innerhalb der jeweiligen Gemeindegrenzen erfolgen (Änderung der Flächennutzungspläne / Aufstellung der Bebauungspläne). Grundlage für die Entwicklung des gemeinsamen Windparks ist ein geschlossener interkommunaler Kooperationsvertrag auf Grundlage des § 204 BauGB.

Im Rahmen der Bauleitplanung sind die öffentlichen Belange i.S.d. § 1 Abs. 6 BauGB zu berücksichtigen. Hierzu zählen insbesondere die Belange des Umweltschutzes. Unter anderem sind „umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt“ zu berücksichtigen gemäß § 1 Abs. 6 Satz 7c BauGB.

Zur Prüfung der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse sowie der Auswirkungen auf das Orts- und Landschaftsbild beabsichtigt die Landeshauptstadt Kiel in Kooperation mit der Gemeinde Flintbek eine gutachterliche Bewertung. Diese soll folgende Themenpunkte umfassen:

- Periodischer Schattenwurf
- Schallschutz
- Lichtimmissionen (Flugsicherheitsbefeuerung, Disco-Effekt)
- Eiswurf
- Minimierungsvorschläge zu den nachteiligen Auswirkung der vorherigen Punkte

Für die Bearbeitung wird eine konzeptionelle Grundidee für den Windpark zu Grunde gelegt. Die Ausgangslage stellt eine vom Investor entworfene Konzeption von 5 Windenergieanlagen (WEA, je 3 MW) dar, wobei 3 Anlagen im Gemeindegebiet der Stadt Kiel und weitere 2 Anlage auf dem Gemeindegebiet Flintbek geplant werden. Hierbei wird eine Gesamthöhe (inkl. Rotor) von 200 m angestrebt. Eine weitere Variante stellt eine Gesamthöhe von ca. 180 m dar. Die ursprünglich zu untersuchende Variante mit der Gesamthöhe von ca. 150 m für die Windenergieanlagen wurde im Folgenden nicht weiter

betrachtet, da diese Höhe laut Angaben des Betreibers nicht mehr dem Stand der Technik entspricht.

2 Arbeitsunterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Untersuchung zur Verfügung:

- Gebietsgrenze Windpark Kiel – Flintbek, im shp-Format, Stadtplanungsamt Landeshauptstadt Kiel, E-Mail vom 13.05.2014
- Gelände- und Gebäudemodell, im shp-Format, Umweltschutzamt Landeshauptstadt Kiel, E-Mail vom 14.05.2014
- Daten über die Meteorologie für den Raum Kiel, im aks-Format, Umweltschutzamt Landeshauptstadt Kiel, E-Mail vom 22.05.2014
- Geländemodell in einer Rasterweite von10*10 m, im xyz-Format, Amt für Bauordnung, Vermessung und Geoinformation Landeshauptstadt Kiel, E-Mail vom 28.05.2014
- Bebauungsplan Kiel Nr. 991 (Vorabzug, mit Stand vom 03.06.2014), im pdf- und dxf-Format, Planungsbüro Ostholstein, E-Mail vom 11.06.2014
- Datenblatt Nordex N131/3000 (Standardbetrieb), im pdf-Format, ingenieurbüro dr. lüth, E-Mail vom 11.06.2014 sowie Telefonat am 12.06.2014
- Informationen über das Rotorblatt für Nordex N131/3000, Nordex SE, Telefonat am 18.06.2014

3 Periodischer Schattenwurf

3.1 Grundlagen

Wiederkehrende Verschattungen des Sonnenlichts durch die Drehbewegung der Rotorenblätter einer Windenergieanlage verursachen starke Lichtwechsel. Diese periodischen Lichtwechsel können eine mögliche Belästigungswirkung auf Menschen haben. Mögliche räumliche Störungssituationen und etwaige Betroffenheiten von Menschen sind deshalb gutachterlich zu untersuchen.

Für die Darstellung des Beschattungsbereichs und die gutachterliche Aussage über die auftretende Häufigkeit von Verschattungssituationen durch Windenergieanlagen ist der Aufbau eines optischen Immissionsmodells erforderlich. Auf dieser Grundlage können

Schattenwurfzeiten für maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft des untersuchten Windparks ermittelt werden.

Die jährliche Schattenwurfzeit (worst case, in h/a) und die max. tägliche Schattenwurfzeit (worst case, in min/d) werden für den schlechtesten Fall mit der Gesamthöhe von 200 m sowie als Vergleich für die Variante einer geringeren Gesamthöhe von 180 m berechnet. Die Varianten mit geringeren Gesamthöhen bedeuten eher geringeren Schattenwurf und sind somit mit der Maximalvariante abgedeckt.

Die Beurteilung der Berechnungsergebnisse erfolgt nach den LAI-Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) /1/. Diese umfassen sowohl den durch den WEA-Rotor verursachten periodischen Schattenwurf als auch die Lichtreflexe („Disco-Effekt“) und enthalten Beurteilungsmaßstäbe zur Konkretisierung der Anforderungen aus § 5 Abs. 1 Nrn. 1 und 2 und § 22 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) /2/.

Ziel ist die sichere Vermeidung erheblicher Belästigungen, die durch periodische Lichteinwirkungen (optische Immissionen) durch WEA entstehen können. Die Erheblichkeit einer Belästigung hängt nicht nur von deren Intensität ab, sondern auch wesentlich von der Nutzung des Gebietes, von der Art sowie der Zeitdauer der Einwirkungen.

Von Relevanz sind die an einem Immissionsort tatsächlich auftretenden bzw. wahrnehmbaren Immissionen, die nur bei bestimmten Wetterbedingungen auftreten können. Eine Einwirkung durch zu erwartenden periodischen Schattenwurf wird als nicht erheblich belästigend angesehen, wenn die **astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer** unter kumulativer Berücksichtigung aller WEA-Beiträge am jeweiligen Immissionsort in einer Bezugshöhe von 2 m über Erdboden nicht mehr als **30 Stunden pro Kalenderjahr und darüber hinaus nicht mehr als 30 Minuten pro Kalendertag** beträgt. Bei der Beurteilung des Belästigungsgrades wurde eine durchschnittlich empfindliche Person als Maßstab zugrunde gelegt.

3.2 Berechnungsverfahren

Die Berechnungen erfolgen mit dem Programm WindPRO SHADOW der Firma EMD International A/S in der Version 2.9. Der Geltungsbereich des Bebauungsplans sowie dessen topografische Umgebung wird in einem 3-dimensionalen Berechnungsmodell digital erfasst, in dem die relevanten Baukörper die abschirmend wirken, mit ihrer Lage und Höhe enthalten sind.

Die maßgeblichen Immissionsorte sind in der schützenswerten Umgebung ausgewählt worden (siehe Anlage 1). Die betrachten Immissionsorte sind in 2 m Höhe über Grund in

der Berechnung berücksichtigt. Die Betrachtungsweise erfolgt anhand der realen am Gebäude ausgerichteten Lichtöffnung mit einer Ausdehnung von 1 x 1 m.

Neben der genauen Lage der Windenergieanlagen werden weitere relevante Kenndaten (u.a. Typenbezeichnung, Nabenhöhe, Rotordurchmesser, mittlere Rotorblatttiefe, durchschnittliche Rotationsgeschwindigkeit) in der Berechnung berücksichtigt. Für die Berechnungen wird der jährliche Sonnenverlauf mit entsprechenden Sonnenständen in Abhängigkeiten zum Standort und den Tages- und Uhrzeiten angesetzt. Hierbei wird eine zeitliche Auflösung von einer Minute pro Tag berechnet. Die Windenergieanlagen werden in einem 24-Stunden-Dauerbetrieb angesetzt.

Für einen Sonnenstand unter 3° Erhöhung über dem Horizont wird keine Verschattungssituation berücksichtigt. Unterhalb dieses Kappungswinkels von 3° ergeben sich durch Streuungen und Absorption in den atmosphärischen Schichten deutlich abgeschwächte Schattensituationen. Für diesen Bereich kann davon ausgegangen werden, dass abschirmende Einflussgrößen, wie z.B. Gebäudekörper oder Bewuchs, die Schattensituation darüber hinaus abschwächen.

Für die Berechnung der relevanten Beschattung wird nur der Bereich berücksichtigt, in dem mehr als 20 % der Sonne durch das Rotorblatt verdeckt wird. Der Bereich kleiner als 20 % verursacht entsprechend keine relevanten Helligkeitswechsel und wird deshalb nicht in der Berechnung berücksichtigt.

Eine Vorbelastung durch Bestandsanlagen besteht nicht.

3.3 Eingangsdaten

Die Lage der fünf untersuchten Windenergieanlagen des Windparks und der maßgeblichen Immissionsorte sind in Anlage 1 dargestellt. Der betrachtete Anlagentyp wird in zwei verschieden Höhen untersucht. Nähere Kenndaten der angesetzten Windenergieanlage sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Kenndaten der Windenergieanlagen

Variante	Anlagentyp	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser	Max. Rotorblatttiefe / bei 90 % Radius	Umdrehung pro Minute
Gesamthöhe 200 m	Nordex N131/3000	3 MW	134 m	132 m	3,94 / 1,14 m	14,1
Gesamthöhe 180 m	Nordex N131/3000	3 MW	114 m	132 m	3,94 / 1,14 m	14,1

3.4 Ergebnisse und Beurteilung

Die Berechnungsergebnisse der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer sind in der Anlage 2 und in der Anlage 3 für die untersuchte Variante mit einer Gesamthöhe von 200 m dargestellt. In Anlage 2 ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in zeitbasierten Schattengrenzlinien in Stunden für den Beurteilungszeitraum eines Jahres aufgetragen. Hingegen werden in Anlage 3 die zeitbasierten Isolinien in Minuten für den Beurteilungszeitraum eines Tages abgebildet.

Die berechnete Beschattungsdauer kann anhand der Ergebnisse an den maßgeblichen Immissionsorten (siehe Anlage 1) verbessert nachvollzogen werden. Die Ergebnisse für die beiden Berechnungsvarianten (Gesamthöhe 180 m und 200 m) werden in der Tabelle 2 aufgezeigt.

Tabelle 2: Ergebnisse der berechneten Beschattungsdauer

Immissionsort	Immissionsrichtwerte		Gesamthöhe 200 m		Gesamthöhe 180 m	
	Stunden/Jahr	Minuten/Tag	Stunden/Jahr	Minuten/Tag	Stunden/Jahr	Minuten/Tag
IO A	30	30	**57:46**	**64**	**44:06**	**60**
IO B	30	30	20:38	27	18:43	27
IO C	30	30	**47:52**	**45**	**44:31**	**40**
IO D	30	30	0:00	0	0:00	0
IO E	30	30	**81:32**	**61**	**70:12**	**56**
IO F	30	30	**56:40**	**35**	**60:26**	**36**

Erläuterung:
Die in rot fettmarkierten Zahlen markieren Überschreitungswerte gegenüber den Immissionsrichtwerten aus den LAI-Hinweisen zum Schattenwurf /1/.

Anhand der Berechnungsergebnisse kann festgestellt werden, dass sowohl die untersuchten Windenergieanlagen in der Gesamthöhe von 200 m als auch in der Gesamthöhe von 180 m zeitliche Überschreitungen an den meisten maßgeblichen Immissionsorten verursachen. Diese Aussage über die berechnete astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer gilt für beide Beurteilungszeiträume (Jahr und Tag). Lediglich an den Immissionsorten IO B und IO D werden die Richtwerte gemäß den LAI-Hinweisen /1/ eingehalten.

Im direkten Vergleich zwischen den beiden berechneten Varianten kann festgestellt werden, dass eine Reduzierung der Gesamthöhe der betrachteten Windenenergieanlagen eine Verkürzung der Beschattungsdauer verursacht. Eine Ausnahme ist nur am westlich zum Windpark gelegenen Immissionsort IO F festzustellen. Hier ist in der 180 m-Variante über die beiden Beurteilungszeiträume eine sehr leichte Zunahme gegenüber der 200 m-

Variante festzustellen. Diese leichte Zunahme lässt sich anhand von leichten Verschiebungen der Schattenzentren und Beschattungsbereichen erklären.

3.5 Minimierungsvorschläge

Wird das Maß der erheblichen Belästigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz für den periodischen Schattenwurf überschritten, so sind Minderungsmaßnahmen an den Anlagen erforderlich. Im Folgenden sind Beispiele aufgelistet, die zur Minderung des periodischen Schattenwurfes eingesetzt werden können:

- Veränderung des Standortes der Windenergieanlage
- Einsatz einer strahlungs- oder zeitgesteuerten Abschaltautomatik
- Dimensionierung einer kleineren Anlage hinsichtlich der Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Rotorblatttiefe

Die strahlungs- oder zeitgesteuerte Abschaltautomatik kann über programmierte Schattenwurfsteuerungen in den Windenergieanlagen geregelt werden. Diese synchronisiert den Lichtsensor am Immissionsort mit dem Schaltbetrieb der jeweiligen WEA.

Da der Wert von 30 Stunden pro Kalenderjahr auf Grundlage der astronomisch möglichen Beschattung entwickelt wurde, wird für Abschaltautomatiken ein entsprechender Wert für die tatsächliche, reale Schattendauer, die meteorologische Beschattungsdauer festgelegt. Gemäß LAI-Hinweisen /1/ liegt dieser Wert bei 8 Stunden pro Kalenderjahr.

4 Schalltechnische Untersuchung

4.1 Grundlagen

Der Windpark sowie die für die Schallpegelberechnungen maßgebliche Nachbarschaft wurden in einem 3-dimensionalen Ausbreitungsmodell digital erfasst. Hierbei wurden die bestehenden Baukörper und deren Nutzungen in Lage und Höhe aufgenommen (siehe Anlage 1).

Alle Berechnungen wurden mit dem Programm IMMI, Version 2014 der Firma Wölfel Meßsysteme · Software GmbH + Co. KG durchgeführt.

Die Ausbreitungsberechnungen für die Immissionen aus dem gewerblichen Betrieb werden nach der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm, TA Lärm“ /3/ in Verbin-

dung mit der DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“ /4/ unter Berücksichtigung der Meteorologie von Kiel /5/ durchgeführt. Um auf der "sicheren Seite" zu liegen, wird das alternative Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegeldurchgeführt.

Die durch die Windkraftanlagen erzeugten Schallimmissionen werden anhand der Immissionsrichtwerte der TA Lärm /3/ beurteilt. Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch gewerbliche Geräusche ist danach sichergestellt, wenn die Beurteilungspegel für die Geräuscheinwirkungen am maßgeblichen Immissionsort die in Tabelle 3 aufgeführten Immissionsrichtwerte nicht überschreiten.

Die geltenden Gebietseinstufungen in der relevanten Umgebung zum Windpark Kiel - Flintbek sind sowohl Mischgebiete (MI) als auch allgemeine Wohngebiete (WA) (siehe Anlagen 4 und 5).

Tabelle 3: Beurteilungsgrundlage Gewerbe nach TA Lärm (Auszug)

Nutzung	**Immissionsrichtwerte der TA Lärm**	
	Tag (6-22 Uhr)	**Nacht** (22-6Uhr)
Reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Allgemeine Wohngebiete	**55 dB(A)**	**40 dB(A)**
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	**60 dB(A)**	**45 dB(A)**
Gewerbegebiete	65 dB(A)	50 dB(A)

Anmerkungen:
Die angegebenen Immissionsrichtwerte gelten gemäß Absatz 6.4 der TA Lärm „während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z.B. 1:00 bis 2:00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt“.

- **Bezugszeiträume**:
  - Tag, außerhalb der Ruhezeiten
    - an Werktagen: 7:00 - 20:00 Uhr
    - an Sonn- und Feiertagen: 9:00 - 13:00, 15:00 - 20:00 Uhr
  - Tag, innerhalb der Ruhezeiten
    - an Werktagen: 6:00 - 7:00, 20:00 - 22:00 Uhr
    - an Sonn- und Feiertagen: 6:00 - 9:00, 13:00 - 15:00, 20:00 - 22:00 Uhr
  - Nacht (ungünstigste volle Stunde)
    - an Werktagen: 22:00 - 6:00 Uhr
    - an Sonn- und Feiertagen: 22:00 - 6:00 Uhr

- **Einzelne Geräuschspitzen**
  Einzelne Geräuschspitzen sollen die Immissionsrichtwerte außen tags um nicht mehr als 30 dB(A) sowie nachts um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten. Bei seltenen Ereignissen sollen Geräuschspitzen

die Immissionsrichtwerte tagsüber um nicht mehr als 20 dB(A) und nachts um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten.

- **Gemengelage**
  Gemäß TA Lärm (Abschnitt 6.7 „Gemengelagen“) können, wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geräuschauswirkungen vergleichbar genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist. Die Immissionsrichtwerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden. Es ist vorauszusetzen, dass der Stand der Lärmminderungstechnik eingehalten wird.
  Für die Höhe des Zwischenwertes nach Absatz 1 ist die konkrete Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebietes maßgeblich. Wesentliche Kriterien sind die Prägung des Einwirkungsgebiets durch den Umfang der Wohnbebauung einerseits und durch Gewerbe- und Industriebetriebe andererseits, die Ortsüblichkeit eines Geräusches und die Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde. Liegt ein Gebiet mit erhöhter Schutzwürdigkeit nur in einer Richtung zur Anlage, so ist dem durch die Anordnung der Anlage auf dem Betriebsgrundstück und die Nutzung von Abschirmungsmöglichkeiten Rechnung zu tragen.
- **Fremdgeräusche**
  Gemäß Abschnitt 3.2 der TA Lärm darf die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht versagt werden, wenn infolge ständig vorherrschender Fremdgeräusche keine zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen durch die zu beurteilende Anlage zu befürchten sind. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn für die Beurteilung der Geräuschimmissionen der Anlage weder Zuschläge gemäß dem Anhang für Ton- und Informationshaltigkeit oder Impulshaltigkeit noch eine Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche erforderlich sind und der Schalldruckpegel $L_{AF(t)}$ der Fremdgeräusche in mehr als 95 % der Betriebszeit der Anlage in der jeweiligen Beurteilungszeit höher als der Mittelungspegel L_{Aeq} der Anlage ist. Durch Nebenbestimmungen zum Genehmigungsbescheid oder durch nachträgliche Anordnung ist sicherzustellen, dass die zu beurteilende Anlage im Falle einer späteren Verminderung der Fremdgeräusche nicht relevant zu schädlichen Umwelteinwirkungen beiträgt.

Gemäß Abschnitt 3.2 der TA Lärm /3/ („Prüfung der Einhaltung der Schutzpflicht“) setzt die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen für eine Anlage (hier: Windpark) eine Prognose der Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage (Zusatzbelastung) und die Bestimmung der Vorbelastung durch die weiteren an den Immissionsorten relevant zur Geräuschimmission beitragenden Anlagen voraus.

Die Bestimmung der Vorbelastung kann jedoch dann entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage die maßgeblichen Immissionsrichtwerte der TA Lärm /3/ um mindestens 6 dB(A) unterschreiten. In diesem Fall ist die Zusatzbelastung durch die zu beurteilende Anlage am betrachteten Immissionsort nicht relevant (Nicht-Relevanz-Kriterium).

Da nicht detailliert bekannt ist, welche Geräusche durch die umliegenden Gewerbebetriebe entstehen, wird der Windpark in dieser Untersuchung in Hinblick auf das Nicht-Relevanz-Kriterium der TA Lärm untersucht.

Nach der TA Lärm ist der Beurteilung derjenige Betriebszustand der Windenergieanlage zugrunde zu legen, welcher zu den höchsten Beurteilungspegeln führt. Als Näherung hierfür wird die Planung auf das Geräuschverhalten der Windenergieanlagen bei der standardisierten Windgeschwindigkeit von 10 m/s ausgelegt. Falls eine Anlage 95% ihrer

Nennleistung schon bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten erzeugt, wird das Geräuschverhalten im 95%-Betriebspunkt der Planung zugrunde gelegt.

Die Berechnungen erfolgen für den schlechtesten Fall, die Gesamthöhe der Windenergieanlagen von 200 m. Für die Berechnungsvariante mit einer Gesamthöhe der Windenergieanlagen von 180 m ergeben sich niedrigere („leisere“) Beurteilungspegel, die maximal 0,5 dB(A) von den Ergebnissen der 200 m-Variante nach unten abweichen.

Insgesamt werden für die Untersuchung des Windparks fünf Anlagen berücksichtigt. Für die Variante mit einer Gesamthöhe von 200 m wird als maßgebliche Emissionshöhe die Nabenhöhe mit 134 m über dem Gelände angesetzt. In der Variante mit einer Gesamthöhe von 180 m ist die maßgebliche Emissionshöhe, entspricht auch hier der Nabenhöhe, 20 m tiefer gelegen (114 m über Gelände). Je WEA, Typ Nordex N131/3000, wird emissionsseitig ein max. Schallleistungspegel von 104,5 dB(A) berücksichtigt. Bei dieser Anlage handelt es sich derzeit um einen noch nicht vermessenen Anlagentypen.

4.2 Ergebnisse und Beurteilung

4.2.1 Mittelungspegel

Die Ergebnisse der schalltechnischen Untersuchung sind in den Schallimmissionsplänen der Anlagen 4 und 5 in einem Immissionsraster von 3 x 3 m und einer Immissionshöhe von 4 m getrennt für den Tages- und den Nachtzeitraum dargestellt.

Tagsüber werden an den nächstgelegenen Wohngebäuden Beurteilungspegel unter 45 dB(A) erreicht (siehe Anlage 4). Die schalltechnischen Auswirkungen des Windparks mit den geplanten Windkraftanlagen Nordex N131/3000 (Prototyp mit max. Schallleistung von 104,5 dB(A)) sind tagsüber somit als nicht relevant im Sinne der TA Lärm zu bewerten. Die Beurteilungspegel liegen an allen Wohnhäusern mehr als 6 dB(A) unter dem Richtwert von 55 dB(A) für allgemeine Wohngebiete (siehe 49 dB(A)-Isophone). Dies gilt selbst bei einem Sicherheitszuschlag von 2 dB(A) gemäß den Hinweisen des LAI 2005 /6/ für die Messunsicherheit bei Prototypen (siehe 47 dB(A)-Isophone).

Nachts werden an den Hofgebäude im Süden des Windparks Beurteilungspegel zwischen 40 und 45 dB(A) erreicht (siehe gelbe Einfärbungen in Anlage 5). In den Siedlungsbereichen und insbesondere den Wohngebieten in Kiel-Meimersdorf sowie Kleinflintbek werden Beurteilungspegel unter 40 dB(A) erreicht (siehe grüne Einfärbungen in Anlage 5). Ohne Berücksichtigung einer Vorbelastung können die maßgeblichen Immissionsrichtwerte der TA Lärm somit eingehalten werden (siehe grüne Einfärbungen für WA bzw. gelbe für MI/MD).

Bei Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von 2 dB(A) gemäß LAI-Hinweisen für die Messunsicherheit bei Prototypen, werden die maßgeblichen Immissionsrichtwerte der TA Lärm nur knapp eingehalten (siehe 38 dB(A)-Isophone). Die schalltechnischen Auswirkungen des Windparks mit den geplanten Windkraftanlagen sind nachts als relevant im Sinne der TA Lärm zu bewerten (Beurteilungspegel liegen an den Wohnhäusern nicht mehr als 6 dB(A) unter dem Richtwert von 40 dB(A) für allgemeine Wohngebiete, siehe 34 dB(A)-Isophone).

Da es sich bei dem untersuchten Plangebiet um eine Angebotsplanung handelt, soll, nach Rücksprache mit dem Auftraggeber, keine nächtliche Vorbelastung durch bestehende Gewerbebetriebe berücksichtigt werden. Nach Aussage des Auftraggebers sollen die erforderlichen Detailuntersuchungen im Baugenehmigungsverfahren näher untersucht werden.

4.2.2 Spitzenpegel

Gemäß der TA Lärm /3/ sind auch kurzzeitige Geräuschspitzen in der Untersuchung des Gewerbelärms der Windenergieanlagen zu berücksichtigen. Moderne Windenergieanlagen mit dem Stand der Technik emittieren keine Spitzenpegel, die in der relevanten schutzwürdigen Umgebung entsprechende Überschreitungen gemäß den Vorgaben der TA Lärm verursachen.

4.2.3 Tieffrequenter Schall

Schall wird als tieffrequent bezeichnet, wenn seine vorherrschenden Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Wahrnehmung und Wirkung tieffrequenter Geräusche deutlich von der Wahrnehmung und Wirkung mittel- oder hochfrequenter Geräusche abweichen.

Entsprechend Abschnitt 7.3 der TA Lärm /3/ sind tieffrequente Geräusche zu berücksichtigen:

„Für Geräusche, die vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche), ist die Frage, ob von ihnen schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen. Schädliche Umwelteinwirkungen können insbesondere auftreten, wenn bei deutlich wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschen in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern die nach Nummer A.1.5 des Anhangs ermittelte Differenz [zwischen dem C- und dem A-bewerteten Schalldruckpegel] $L_{Ceq} – L_{Aeq}$ den Wert 20 dB überschreitet. Hinweise zur Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche enthält Nummer A.1.5 des Anhangs.

Wenn unter Berücksichtigung von Nummer A.1.5 des Anhangs schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Geräusche zu erwarten sind, so sind geeignete Minderungsmaßnahmen zu prüfen. Ihre Durchführung soll ausgesetzt werden, wenn nach Inbetriebnahme der Anlage auch ohne die Realisierung der Minderungsmaßnahmen keine tieffrequenten Geräusche auftreten."

Die Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft sind in der DIN 45680 /7/ geregelt.

Der Bereich unter 20 Hz wird von Infraschall definiert. Hier besteht keine ausgeprägte Hörempfindung mehr, weil die Tonhöhenempfindung fehlt. Jedoch können diese überwiegend als Pulsationen und Vibrationen wahrgenommen werden und Sekundäreffekte (z.B. Anregung von Sekundärschall durch rütteln von Fenstern und Türen oder Gläserklirren) hervorrufen.

Im Regelfall ist davon auszugehen, dass Infraschall von Windenergieanlagen auch im Nahbereich (100 – 250 m Entfernung) unterhalb der menschlichen Wahrnehmbarkeitsschwelle liegt. Jedoch kann eine Belästigungswirkung nicht ausgeschlossen werden.

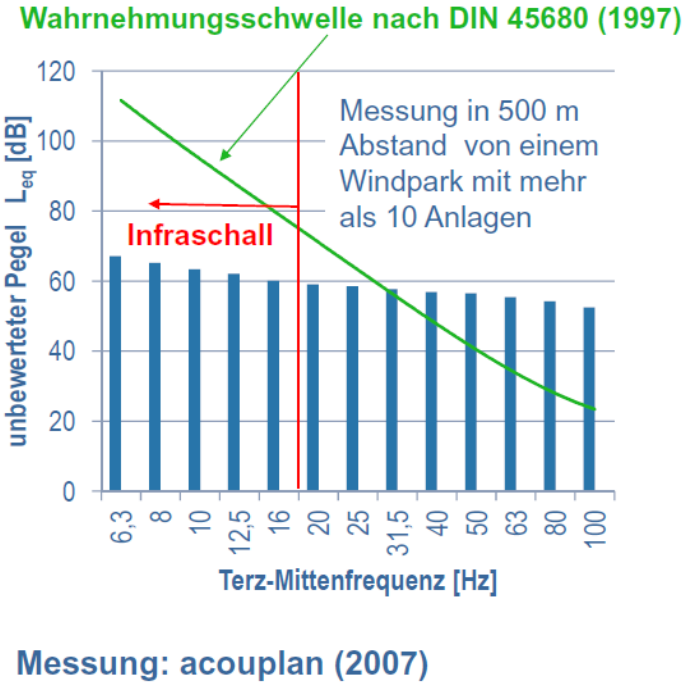


Abbildung 1: Wahrnehmung von Infraschall durch Windenergieananlagen
[Quelle: Vortrag Piorr, LANUV NRW: „Viel Wind um wenig Lärm - Entstehung u. Minderung von WEA-Geräuschen" in Lärmkontor-Tagung 2014: „Windenergieanlagen und Immissionsschutz"]

Wie die Abbildung 1 verdeutlicht, liegen die Infraschallimmissionen bereits in einiger Entfernung von Windenergieanlagen unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle. Infraschall unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle stellt keine schädliche Umwelteinwirkung dar /8/.

4.2.4 Ton- und Impulshaltigkeit

Mechanische Geräuschquellen führten in der Vergangenheit häufig dazu, dass die Geräusche von Windenergieanlagen auffällige, besonders störende Einzeltöne enthielten. Zur Verminderung der Geräuschemission dieser Quellen wird die Kanzel der Windenergieanlage in der Regel als akustisch wirksame Kapsel ausgebildet. Soweit konstruktiv möglich, werden Maßnahmen zur Körperschallentkopplung realisiert. Diese konstruktiven Maßnahmen führten dazu, dass die Geräusche moderner, dem Stand der Lärmminderungstechnik entsprechender Windenergieanlagen nicht mehr einzeltonhaltig sind.

Grundlage für die Vergabe eines Zuschlags für Ton-/Impulshaltigkeit sind A.2.5.2 und A.2.5.3 i.V.m. A.3.3.5 und A.3.3.6 TA Lärm. Hintergrund ist die besondere Lästigkeit von einzelnen hervortretenden Tönen oder Impulsen. Je nach Störwirkung können hier Zuschläge zwischen K_T bzw. K_I von 0 (keine Störwirkung) und 3 oder 6 angesetzt werden. Grundsätzlich bedarf es einer Einzelfallbetrachtung.

Laut Hinweisen des LAI 2005 /6/ gilt für Ton-/Impulszuschläge:

- $0 \leq K_{T(I)N} < 2$ Ton(Impuls)zuschlag $K_{T(I)}$ von 0 dB
- $2 \leq K_{T(I)N} \leq 4$ Ton(Impuls)zuschlag $K_{T(I)}$ von 3 dB
- $K_{T(I)N} > 4$ Ton(Impuls)zuschlag $K_{T(I)}$ von 6 dB

$K_{T(I)N}$ = Tonhaltigkeit (Impulshaltigkeit) bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der „Technischen Richtline FGW“ gemessen

$K_{T(I)}$ = in Abhängigkeit vom $K_{T(I)N}$ ab einer Entfernung von 300 m (im Nahfeld) für die Immissionsprognose anzusetzende Tonzuschläge (Impulszuschläge)

Nach dem Windenergie-Erlass NRW und dem Windenergie-Erlass BW entsprechen neue Anlagen mit einer Tonhaltigkeit K_{TN} über 2 dB nicht mehr dem Stand der Technik. Hierbei ist laut VDI-ETS-HS 1988 folgendes zu beachten:

„Es wird empfohlen, den oberen Bereich der Emissionswerte bei 80% bis 90% der Summenhäufigkeit der zugrunde liegenden Emissionswerte durch (L1) abzugrenzen; damit

soll verdeutlicht werden, dass die Geräuschemissionen oberhalb von (L1) im Allgemeinen vermeidbar sind.“

In sehr seltenen Einzelfällen wurden die Geräuschimmissionen von Windenergieanlagen aufgrund der Stärke der Modulation als impulshaltig bewertet (Urteil des VG des Saarlandes vom 10.03.2011 - Az: 5 K 4/08 und BVerwG 4 C 2.07 vom 29.08.2007).

Nur in Schadensfällen und in fehlerhaften Betriebsmodi, den Stand der Technik vorausgesetzt, können Windenergieanlagen noch Tonhaltigkeiten aufweisen. In diesen Sachfällen kann in Abstimmung mit den Betreibern und Herstellern in der Regel ein Abstellen der tonhaltigen Geräusche erreicht werden.

Aus diesem Grund wurden weder Zuschläge für Ton- noch für Impulshaltigkeit vergeben.

4.3 Minimierungsvorschläge

Durch Drosselung der Drehzahl und der erzeugbaren elektrischen Leistung kann bei einigen Windenergieanlagen eine Geräuschminderung von bis zu 4 dB erzielt werden. Derartige Geräuschminderungen sind jedoch mit Ertragseinbußen verbunden.

Pitch-gesteuerte Anlagen weisen durch Drehzahl- und Leistungsbegrenzungen ein großes Minderungspotential auf. Der „schalloptimierte Betrieb“ ist mit Ertragsverlusten behaftet.

Das Geräuschverhalten stall-gesteuerter Anlage nimmt hingegen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit zu. Diese sind aus akustischer Sicht demnach eher zu vermeiden.

Abbildung 2: Geräuschminderungsmaßnahmen

[Quelle: Vortrag Piorr, LANUV NRW: „Viel Wind um wenig Lärm – Entstehung u. Minderung von WEA-Geräuschen“ in Lärmkontor-Tagung 2014: „Windenergieanlagen und Immissionsschutz“]

Lärmminderungsmaßnahmen bestehen grundsätzlich durch

- … schalloptimierten Betrieb. Hier sind die Drosselung der Drehzahl und der erzeugbaren elektrischen Leistung oder gar Verzicht auf Nachtbetrieb zu nennen. Derartige Geräuschminderungen sind jedoch mit Ertragseinbußen verbunden.
- …ausreichenden Messumfang an mindestens 3 Anlagen bzw. der Verzicht auf die Aufstellung von Prototypen. Hierdurch kann der in den Hinweisen des LAI 2005 /6/ empfohlene Zuschlag für die Messunsicherheit von 2 dB(A) entfallen.

4.4 Schalloptimierter Betrieb

Wie bereits aufgezeigt (siehe 4.2.1), werden in der schutzwürdigen Umgebung zum Windpark Kiel – Flintbek unter Berücksichtigung der geplanten Windkraftanlagen Nordex N131/3000 (Prototyp mit max. Schallleistung von 104,5 dB(A)) nächtliche Beurteilungspegel ermittelt, die eine Berücksichtigung der gewerblichen Vorbelastung erfordern.

Die nächtlichen Beurteilungspegel erfüllen an den umliegenden Wohnhäusern nicht das Nicht-Relevanzkriterium der TA Lärm /3/ (6 dB(A) unter dem Richtwert). Es soll geprüft werden, unter welcher max. Schallleistung im Nachtzeitraum seitens der Windenergieanlagen emittiert werden darf, damit das Nicht-Relevanzkriterium der TA Lärm /3/ erfüllt wird. Ein Sicherheitszuschlag für die Aufstellung eines Prototypens wird hierbei nicht berücksichtigt.

Anhand von exemplarisch ausgewählten maßgeblichen Immissionsorten (siehe Anlage 1) wird die Bestimmung des max. möglichen Schallleistungspegels der Windenergieanlagen vorgenommen. Die Höhe der Immissionsorte wird dabei pauschal in 5,4 m über Gelände in einem Abstand von 0,5 m vor dem Gebäude berücksichtigt. Die Berechnungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 4 gelistet. Dargestellt sind die Ergebnisse für einen max. Schallleistungspegel in Höhe von 104,5 dB(A) und 101 dB(A).

Tabelle 4: Berechnungsergebnisse Schallimmission gemäß TA Lärm

Immissionsort	Immissionsrichtwerte		Variante L_w= 104,5 dB(A)		Variante L_w= 101 dB(A)	
	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)
	dB(A)		dB(A)		dB(A)	
IO 1	60	45	43	**43**	39	**39**
IO 2	60	45	37	37	34	34

Immissionsort	Immissionsrichtwerte		Variante L_w= 104,5 dB(A)		Variante L_w= 101 dB(A)	
	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)
	dB(A)		dB(A)		dB(A)	
IO 3	55	40	38	**36**	34	32
IO 4	60	45	37	37	33	33
IO 5	55	40	40	**38**	36	**34**
IO 6	55	40	38	**36**	35	33
IO 7	60	45	36	36	33	33

Erläuterung:
Die in rot fettmarkierten Zahlen markieren die Nichteinhaltung des Nicht-Relevanzkriteriums der TA Lärm. Die in schwarz fettmarkierten Zahlen zeigen die genaue Einhaltung des Nicht-Relevanzkriteriums der TA Lärm.

Die Prüfung zur Feststellung des max. Schallleistung der Windenergieanlagen im Nachtzeitraum ergibt, dass das Nicht-Relevanzkriterium gemäß TA Lärm (6 dB(A) unter dem Richtwert) an den relevanten Immissionsorten erfüllt werden kann, wenn eine max. Schallleistung von 101 dB(A) je WEA nicht überschritten wird. Zu beachten ist, das dieser max. Schallleistungspegel einheitlich für alle fünf Windenergieanlagen ermittelt wurde. Höhere Schallleistungspegel einzelner Windenergieanlagen können ggf. im Baugenehmigungsverfahren ermittelt werden.

Im Tagzeitraum wird das Nicht-Relevanzkriterium gemäß TA Lärm in beiden Varianten erfüllt.

5 Lichtimmissionen

5.1 Grundlagen

Lichtimmissionen gehören nach dem BImSchG /2/ zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft herbeizuführen. Als Grundlage für die Beurteilung von Lichtimmissionen werden die "Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen" des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) /9/ herangezogen.

Emissionsseitig können an Windenergieanlagen zwei wesentliche Lichtemissionsquellen festgestellt werden. Es können periodische Lichtreflexe durch Reflexionen des Sonnenlichts (Disco-Effekt) in der Umgebung auftreten. Zum anderen ist das Befeuerungssignal eine Lichtquelle, welche dauerhaft im Sinne der Flugsicherheit auf der Nabe der Anlage

ein Lichtsignal emittiert. Beide Arten der Lichtemission können eine belästigende optische Wirkung in der relevanten Umgebung der Windenergieanlagen hervorrufen.

5.2 Minimierungsvorschläge

5.2.1 Lichtreflexe (Disco-Effekt)

Die Intensität der Lichtreflexe einer Windenergieanlage hängt maßgeblich von den Reflexionseigenschaften der Rotoroberfläche der Anlage ab. Dies betrifft den Glanzgrad der Rotoroberfläche und das Reflexionsvermögen der gewählten Farbe. Störenden Lichtblitzen soll durch Verwendung mittelreflektierender Farben, z. B. RAL 7035-HR /10/, und matter Glanzgrade gemäß DIN 67530/ISO 2813-1978 /11/ bei der Rotorbeschichtung vorgebeugt werden. Hierdurch werden die Intensität möglicher Lichtreflexe und verursachte Belästigungswirkungen (Disco-Effekt) minimiert.

Bei Berücksichtigung der genannten Empfehlung wird nach heutiger Kenntnis und Einschätzung davon ausgegangen, dass durch Lichtreflexionen bei Windenergieanlagen im allgemeinen keine schädlichen Umwelteinwirkungen i.S. des BImSchG /2/ ausgehen.

Lichtblitze aufgrund von Nässe oder Vereisung werden nicht berücksichtigt.

5.2.2 Flugsicherheitsbefeuerung

Wird das Maß der erheblichen Belästigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz /2/ für die Lichtimmissionen überschritten, so sind Minderungsmaßnahmen an der Beleuchtungsanlage erforderlich. Im Folgenden sind Beispiele und Hinweise aufgelistet, die zur Minderung der Belästigung durch Lichtimmissionen führen können:

- Veränderung des Standortes der Beleuchtungsanlage
- Gezielte Ausrichtung der Leuchten auf die zu beleuchtenden Flächen
- Verwendung von Leuchten mit anderer Abstrahlcharakteristik
- Anbringen von Blenden
- Leuchte und Bewegungsmelder sollten getrennt zu justieren sein

- Großflächige Leuchten sind kleinflächigen vorzuziehen, da sie bei gleicher Aufhellung zu einer geringeren Blendung führen
- Die Beleuchtungsanlage sollte möglichst so montiert und justiert sein, dass ein Blicken aus der Umgebung der zu beleuchtenden Fläche in die Lampe nicht möglich ist

6 Eiswurf

6.1 Grundlagen

Zur Prüfung der Zonen in denen ein Eiswurf von den Windenergieanlagen potentiell erfolgen kann, wird ein Mindestabstandsmaß als Schutzziel festgelegt.

Exemplarisch „zur sicheren Seite“ wird die Variante mit einer Gesamtanlagenhöhe von 200 m auf Eiswurf untersucht. Für die zu untersuchenden Variante wird der theoretischen Berechnungsmethode gemäß der Liste der technischen Baubestimmungen (lfd. Nr.2.7.9 „Richtlinie für Windenergieanlagen – Anlage 2.7/12“ /12/) gefolgt. Die dort geführte Sicherheitsanforderung an Abstände zu klassifizierten Verkehrswegen und Gebäuden wird als Mindestschutzziel im Sinne der öffentlichen Sicherheit aufgefasst. Diese definiert den Mindestschutzabstand nach folgender Formel:

- Faktor 1,5 * (Nabenhöhe + Rotordurchmesser)

Eine gesonderte Berechnung von potentiellem Eiswurf von ausgeschalteten Windenergieanlagen erfolgt nicht, da Abstandsanforderungen an Anlagen in Betrieb dies bereits abdecken.

6.2 Ergebnisse und Beurteilung

Das aufbereitete Berechnungsergebnis für den gesamten Windpark ist in Anlage 6 dargestellt. Innerhalb des berechneten Sicherheitskorridors von ca. 400 m um die jeweiligen Windenergieanlagen liegen keine Gebäude. Allerdings ist zu bemerken, dass westlich des Windparks der Klein-Flintbeker-Weg (K 14) liegt. Diese klassifizierte Straße, die von Kleinflintbek nach Kiel-Meimersdorf führt, schneidet den 400 m Sicherheitskorridor im nordwestlichen Teilbereich.

Es ist davon auszugehen, dass damit die Mindestanforderungen an sicherheitsrelevante Anforderungen einer möglichen Eiswurfproblematik für Gebäude erfüllt sind. Allerdings ist diese Mindestanforderung für den Klein-Flintbeker-Weg (K 14) nicht erfüllt. Aus diesem

Grund und zum Schutz der Wege im näheren Umfeld des Windparks - innerhalb des Sicherheitskorridor - werden Vorschläge zur möglichen Gefahrenabwehr vorgestellt.

6.3 Minimierungsvorschläge

Die Definition und Einhaltung von sicherheitsrelevanten Abstandskriterien zu schützenswerten Infrastrukturen kann einen Beitrag zur öffentlichen Sicherheit vor möglichem Eisschlag leisten.

Bereits der Stand der Technik bei Windenergieanlagen bietet einen Schutz vor Eiswurf. Verschiedene technische Systeme können als Präventionsschutz vor Eiswurf dienen:

- Eiserkennungssysteme mit Abschaltautomatiken
- Enteisungssysteme (z.B. Rotorenblattheizungen)

Neben diesen technischen Minimierungsvorschlägen können auch einfache Warnhinweisschilder im Umfeld der Anlagen als Schutzmaßnahme das Risiko abschwächen /8/. Insbesondere wenn die genannten Minimierungsvorschläge in einer Kombination in einem Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden, dann besteht keine sicherheitsrelevante Gefährdung durch Eiswurf.

7 Zusammenfassung und FAZIT

Gemäß dem Regionalplan für den Planungsraum III befindet sich im Süden der Landeshauptstadt Kiel ein Eignungsgebiet für Windenergienutzung. Direkt auf dem Gebiet der Gemeinde Flintbek liegt direkt anschließend ein weiteres Eignungsgebiet für Windenergienutzung. Der Regionalplan erfasst diese Potentialfläche als ein interkommunales Eignungsgebiet für Windenergienutzung mit einer Größe von insgesamt ca. 44 ha.

Für die Realisierung eines einheitlichen Windparks sollen die planerischen Voraussetzungen über parallele Bauleitplanverfahren innerhalb der jeweiligen Gemeindegrenzen erfolgen (Änderung der Flächennutzungspläne / Aufstellung der Bebauungspläne). Im Rahmen der Bauleitplanung sind die öffentlichen Belange i.S.d. § 1 Abs. 6 BauGB zu berücksichtigen. Hierzu zählen insbesondere die Belange des Umweltschutzes. Unter anderem sind „umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt“ zu berücksichtigen gemäß § 1 Abs. 6 Satz 7c BauGB.

Für die Bearbeitung wird eine konzeptionelle Grundidee für den Windpark zu Grunde gelegt. Die Ausgangslage stellt eine vom Investor entworfene Konzeption von 5 Windenergieanlagen vom Typ Nordex N131/3000 (Prototyp mit max. Schallleistung von

104,5 dB(A)) dar, wobei 3 Anlagen im Gemeindegebiet der Stadt Kiel und weitere 2 Anlage auf dem Gemeindegebiet Flintbek geplant werden. Hierbei wird eine Gesamthöhe je WEA von 200 m (inkl. Rotor) angestrebt.

Mit vorliegender gutachterlicher Bewertung wurden folgende Themenpunkte geprüft:

1. Periodischer Schattenwurf
2. Schallschutz
3. Lichtimmissionen (Flugsicherheitsbefeuerung, Disco-Effekt)
4. Eiswurf

1. Periodischer Schattenwurf

Die Berechnungsergebnisse hinsichtlich der Verschattungssituation an der nächstgelegenen schutzwürdigen Bebauung durch periodischen Schattenwurf zeigen Konflikte auf. Die Richtwerte gemäß den LAI-Hinweisen /1/ werden an den meisten untersuchten Immissionsorten sowohl im Beurteilungszeitraum eines Jahres als auch im Beurteilungszeitraumes eines Tages deutlich überschritten. Die deutlichen Überschreitungen der Richtwerte sind für beide Berechnungsvarianten (Gesamthöhe 200 m und 180 m) feststellbar. Bei den Ergebnissen handelt es sich um die astronomisch maximal möglichen Verschattungszeiten. Meteorologisch wahrscheinlicher sind Verschattungszeiten, die deutlicher unterhalb der Berechnungswerte liegen (üblicherweise 70 % geringer). Hier wird als Minderungsmaßnahme der Einsatz einer strahlungs- oder zeitgesteuerten Abschaltautomatik vorgeschlagen.

2. Schallschutz

Die schalltechnischen Auswirkungen des Windparks mit den geplanten Windkraftanlagen Nordex N131/3000 (Prototyp mit max. Schallleistung von 104,5 dB(A)) wurden ermittelt und gemäß der TA Lärm bewertet.

Bezüglich des Schallschutzes ergeben sich tagsüber keine Konflikte im Sinne der TA Lärm. Die schalltechnischen Auswirkungen des Windenergieparks mit den geplanten Windkraftanlagen sind tagsüber als nicht relevant im Sinne der TA Lärm zu bewerten.

Nachts werden ohne Berücksichtigung einer Vorbelastung die maßgeblichen Immissionsrichtwerte der TA Lärm eingehalten. Bei Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von 2 dB(A) gemäß LAI-Hinweisen für die Messunsicherheit bei Prototypen werden die maßgeblichen Immissionsrichtwerte der TA Lärm nur knapp eingehalten. Die schalltechnischen Auswirkungen des Windenergieparks sind nachts jedoch als relevant im Sinne der TA Lärm zu bewerten (Beurteilungspegel liegen an den Wohnhäusern nicht mehr als 6 dB(A) unter dem Richtwert von 40 dB(A) für allgemeine Wohngebiete).

Das Nicht-Relevanzkriterium gemäß TA Lärm (6 dB(A) unter dem Richtwert) kann an den relevanten Immissionsorten erfüllt werden kann, wenn eine max. Schallleistung von 101 dB(A) je WEA nicht überschritten wird.

Im Regelfall ist davon auszugehen, dass Infraschall von Windenergieanlagen auch im Nahbereich (100 – 250 m Entfernung) unterhalb der menschlichen Wahrnehmbarkeitsschwelle liegt. Jedoch kann eine Belästigungswirkung nicht ausgeschlossen werden.

Konflikte durch Ton- noch für Impulshaltigkeiten und Spitzenpegelereignisse im Sinne der TA Lärm sind nicht zu erwarten.

3. Lichtimmissionen (Flugsicherheitsbefeuerung, Disco-Effekt)

Konfliktbehaftete optische Auswirkungen des Windparks durch Flugsicherheitsbefeuerungen und durch Lichtreflexe (Disco-Effekt) sind nicht zu erwarten. Hierbei wird insbesondere auf den geltenden Stand der Technik verwiesen.

4. Eiswurf

Hinsichtlich der möglichen Gefährdung durch Eiswurf ist festzustellen, dass keine Gebäude innerhalb des definierten 400 m Sicherheitskorridors liegen. Lediglich eine kurze Teilstrecke des Klein-Flintbeker-Wegs (K 14) führt durch den Sicherheitskorridor. Als Schutzmaßnahme sollten die Windenergieanlagen mit einer Rotorenblattheizung oder anderweitigen Abtauvorrichtungen ausgestattet werden. Hierbei ist in einem Genehmigungsverfahren auf den Stand der Technik von entsprechenden Heizsystemen bzw. Notabschaltautomatiken zu verweisen. Zudem sollten im näheren Umfeld des Windparks Warnhinweisschilder aufgestellt werden. Somit sind bezüglich Eiswurf keine Konflikte zu erwarten.

8 Festsetzungsvorschläge für den Bebauungsplan

Festsetzungsvorschlag Schatten

„Es muss im Genehmigungsverfahren durch geeignete Abschalteinrichtungen überprüfbar und nachweisbar sichergestellt werden, dass die Schattenwurf-Immissionen der Windenergieanlagen (insgesamt) real an den Immissionspunkten [siehe Anlage 1: IO A bis IO F] 8 h/a und 30 min/d nicht überschreiten. Sofern eine Abschalteinrichtung verwendet wird, die keine meteorologischen Parameter erfassen kann, darf eine astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case) von 30 h/a und 30 min/d nicht überschritten werden.“

Festsetzungsvorschlag Schall

„Die Windenergieanlagen sind während der Nachtzeit von 22:00 - 6:00 Uhr gemäß der Schallimmissionsprognose in der schallreduzierten Betriebsweise zu betreiben. Dabei darf ein Schallleistungspegel von 101 dB(A) pro Windanlage - ausgehend von 5 Windenergieanlagen - nicht überschritten werden; dieser Wert gilt als das genehmigungsrechtlich zulässige Maß an Emission inklusive der erforderlichen Zuschläge zur Berücksichtigung von Unsicherheiten.

Hiervon kann abgewichen werden, wenn im Genehmigungsverfahren nachgewiesen werden kann, dass die maßgeblichen Immissionsrichtwerte der TA Lärm in der Nachbarschaft um mindestens 6 dB(A) unterschritten werden; die gilt als das genehmigungsrechtlich zulässige Maß an Immission inklusive der erforderlichen Zuschläge zur Berücksichtigung von Unsicherheiten.“

Hamburg, 22. Juli 2014

i.V. Marion Krüger
LÄRMKONTOR GmbH

i.A. Oliver Riek
LÄRMKONTOR GmbH

9 Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lageplan

Anlage 2 Zeitbasierte Schattengrenzlinien in h/a (astr. max. möglich), Windenergieanlagen (Gesamthöhe 200 m, Nabenhöhe 134 m)

Anlage 3 Zeitbasierte Schattengrenzlinien in min/Tag (astr. max. möglich), Windenergieanlagen (Gesamthöhe 200 m, Nabenhöhe 134 m)

Anlage 4 Schallimmissionsplan, Windenergieanlagen (Gesamthöhe 200 m, Nabenhöhe 134 m)
Beurteilungszeitraum Tag (6 bis 22 Uhr)

Anlage 5 Schallimmissionsplan, Windenergieanlagen (Gesamthöhe 200 m, Nabenhöhe 134 m)
Beurteilungszeitraum Nacht (22 bis 6 Uhr)

Anlage 6 Plandarstellung Schutzzone Eiswurf (Abstand 400 m), Windenergieanlagen (Gesamthöhe 200 m, Nabenhöhe 134 m)

Anlage 7 Grafischer Kalender pro WEA

Anlage 8 Grafischer Kalender pro Immissionsort

10 Quellenverzeichnis

/1/ Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) des LAI

/2/ BImSchG - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)
vom 15. März 1974 (BGBl. I, S. 721, 1193) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880),
zuletzt geändert am 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950, 1973)

/3/ Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)
vom 26. August 1998 (GMBl (1998) Nr. 26, S. 503-515)

/4/ DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
zu beziehen über Beuth Verlag GmbH

/5/ Berechnung der Meteorologie-Faktoren C_O bzw. C_{met}
Meteomedia&Argusoft / DWD, Station: 10046, Ort: Kiel

/6/ Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen
LAI 109. Sitzung vom 8. bis 9. März 2005 in Magdeburg

/7/ DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“ vom März 1997
zu beziehen über Beuth Verlag GmbH

/8/ Windenergie Handbuch 2013
Monika Agatz, 10. Ausgabe, Dezember 2013

/9/ Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen
Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz vom 10. Mai 2000

/10/ RAL 7035-HR – Farbregister
Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung
Bonn und St. Augustin (1998)

/11/ DIN 67530/ISO 2813 „Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen“, 1978
Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin

/12/ Richtlinie „Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“ - Anlage 2.7/12
Technische Baubestimmungen, C.H. Beck Verlag