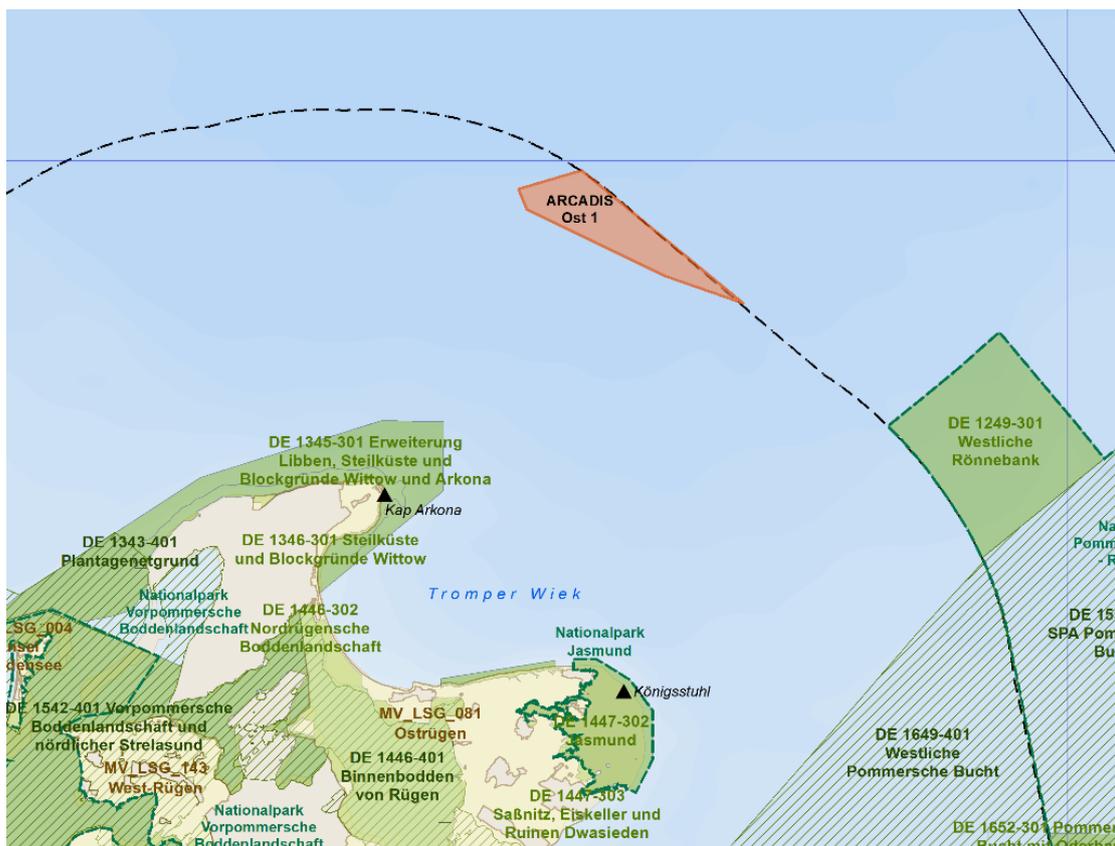


Monitoring-Konzept Zugvögel für das Offshore-Windparkvorhaben „ARCADIS Ost 1“



Parkwind Ost GmbH

Am Sonnenplatz 1

61118 Bad Vilbel



19.12.2019



IfAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH
Carl-Hopp-Str. 4a, 18069 Rostock
Tel.: +49 381 252312-00
Fax: +49 381 252312-29

Angaben zur Auftragsbearbeitung

Auftraggeber: Parkwind Ost GmbH
Am Sonnenplatz 1
61118 Bad Vilbel

Ansprechpartner: Stefan Clinck
Telefon: +32 (0)16 240 790
E-Mail: Stefan.Clinck@Parkwind.eu

Monitoring-Konzept Zugvögel OWP „ARCADIS Ost 1“

Projektnummer: P188058

Auftragnehmer: IfAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH

Postanschrift: IfAÖ GmbH
Niederlassung Rostock
Carl-Hopp-Straße 4a
18069 Rostock

Fachbereichsleiter
Umweltplanung (UP): Dipl.-Biol. Frank Wolf
Telefon: 0381 252312-32
E-Mail: wolf@ifaoe.de

Projektleiter: M.S. Wayne Brown
Telefon: +49 151 5383 3234
E-Mail: W.Brown@gicon.de

Bearbeiter: Dr. Tobias Dittmann
Telefon: 0381 252312-13
E-Mail: dittmann@ifaoe.de

Fertigstellungsdatum: 19.12.2019

Version	Datum	Dokumentbeschreibung	erstellt	geprüft	freigegeben
01	19.12.2019	Prüffassung	TDI	FWO	FWO

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Untersuchungsgebiet und -anlagen	2
3	Allgemeines Lebensrisiko für Zugvögel	3
4	Vorhabensbedingte Verluste	5
4.1	Tagzieher	5
4.1.1	Wasservögel	5
4.1.2	Kranich	5
4.1.3	Greifvögel	8
4.1.4	Landvögel: aktive Ruderflieger/Tagzieher	8
4.2	Nachtzieher	8
4.3	Beurteilung des Tötungsrisikos	11
4.4	Vermeidung und Minderung	11
5	Monitoring	12
5.1	Erfassungsmethoden	12
5.1.1	Radar	12
5.1.2	Automatisches Kamerasystem	12
5.2	Messprogramm	13
5.2.1	Erfassung der Zugruten mit einem speziellen Vogelradar	13
5.2.2	Erfassung von Kollisionen	13
5.2.3	Ermittlung der Kollisionsrate	14
5.2.4	Messung der Sichtweite	15
5.2.5	Ableitung von Vermeidungsmaßnahmen	15
6	Literaturverzeichnis	17

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Zur Ermittlung der kumulativen Auswirkungen von Skov et al. (2015) berücksichtigte OWP	7
Tab. 2: Erwartete Kollisionsraten nachts ziehender Vögel im OWP „ARCADIS Ost 1“	10

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Lage des OWP „ARCADIS Ost 1“ im deutschen Küstenmeer der Ostsee	2
Abb. 2: Entwicklung der schwedischen Brutpopulation des Kranichs. Linien zeigen den 5jährigen gleitenden Mittelwert	7
Abb. 3: Beispiel für ein Kamerasystem mit IR-Scheinwerfern (links); Serienbild eines Mauerseglers im Rotorbereich im OWP „alpha ventus“ (vgl. SCHULZ et al. 2014)	14
Abb. 4: Beispiel für ein automatisches Kamerasystem, installiert auf einer Gondel im OWP „alpha ventus“ (links; vgl. SCHULZ et al. 2014) mit Blickrichtung (rechts, grauer Sektor)	14

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Parkwind Ost GmbH (vormals KNK Wind GmbH) mit Sitz in Bad Vilbel, am Sonnenplatz 1, plant die Errichtung und den Betrieb des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ in der deutschen Ostsee am Rande der 12-Seemeilen-Zone innerhalb des Küstenmeeres, etwas 19 km nordöstlich von Kap Arkona (Insel Rügen).

Die aktuelle Planung für den Offshore Windpark „ARCADIS Ost 1“ sieht die Errichtung von 28 Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) vom Typ MHI Vestas V174-9.5 MW vor.

Für dieses Projekt wurde eine umwelt- und naturschutzfachliche Begutachtung durchgeführt, die eine vollständige Berücksichtigung der genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen gewährleistet. Im Rahmen der Änderungsgenehmigung wurden die Umweltunterlagen aktualisiert und entsprechend ergänzt (siehe UVP-Bericht, IFAÖ 2019b). Die Basis bilden die schutzgut- bzw. artengruppenbezogenen Bestandsbeschreibungen und -bewertungen in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS, IFAÖ 2013).

Im Hinblick auf eine Gefährdung ziehender Vögel durch den Betrieb des Windparks ist der OWP „ARCADIS Ost 1“ nach der gültigen Genehmigung zur Vermeidung und Minderung des Vogelschlagrisikos mit Systemen auszustatten, die die Erfassung der Zugintensität in Echtzeit verbunden mit der Möglichkeit der Abschaltung der OWEA gestatten. Zudem sind die OWEA tagsüber während der Zugperioden (01.02. bis 31.05. sowie 01.08. bis 30.11. eines jeden Jahres von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang) bei Sichtweiten < 500 m abzuschalten.

Unter der Annahme einer Signifikanzschwelle für das Tötungsrisiko von 1 % ist weder nach der Auswirkungsprognose (UVS, IFAÖ 2013), noch aufgrund der Erkenntnisse aus den OWP „alpha ventus“ und OWEZ (KRIJGSVELD et al. 2011) über die Meidung sich drehender Rotoren ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko zu erwarten.

Die höchsten Kollisionszahlen sind nach den Erfahrungen an anderen Offshore-Bauwerken bei nächtlichen Anlockereignissen zu erwarten. Die Prognose, dass durch den OWP „ARCADIS Ost 1“ kein signifikantes Tötungsrisiko besteht, kann nach Errichtung des OWP „ARCADIS Ost 1“ in einem Monitoring des Vogelzugs und des Kollisionsrisikos mit projektspezifischen Daten überprüft werden. Ein solches Monitoring muss sowohl die Zugintensität am OWP-Standort als auch das Auftreten sowie Verhalten der Vögel im Rotorbereich bei laufenden OWEA ermitteln. Dieses Monitoring ist geeignet,

1. die Unterschreitung der Signifikanzschwelle von 1 % auch an diesem Standort nachzuweisen,
2. im (unwahrscheinlichen) Falle der Überschreitung der Signifikanzschwelle eine weitere Vermeidung bzw. Minderung durch weitere Maßnahmen, bis zu einer vorübergehenden Abschaltung, zu ermöglichen.

Sollte das Monitoring zeigen, dass es entgegen der bisherigen Erkenntnisse dennoch zu einer signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos (Überschreitung der 1 %-Schwelle) kommt, kann ggf. eine vorübergehende Abschaltung von OWEA des OWP bei erhöhtem Vogelaufliegen im Rotorbereich das Vogelschlagrisiko reduzieren. Die hierfür erforderlichen Parameter werden für den Standort des OWP „ARCADIS Ost 1“ ebenfalls im Monitoring ermittelt.

Im Folgenden werden Methoden für dieses Monitoring vorgeschlagen.

2 Untersuchungsgebiet und -anlagen

Die Abbildung 1 zeigt die Lage des Vorhabengebietes „ARCADIS Ost 1“ im deutschen Küstenmeer. Das Vorhabengebiet umfasst innerhalb des Küstenmeeres eine Fläche von ca. 30 km². Das Areal des OWP stellt eine unregelmäßige Fläche dar, deren maximale Ausdehnung in der Nordwest-Südost-Richtung ca. 15 km beträgt und in Nord-Süd-Richtung maximal ca. 3,5 km. Die nördliche Ausdehnung des OWP bildet die Grenze der 12-Seemeilenzone.

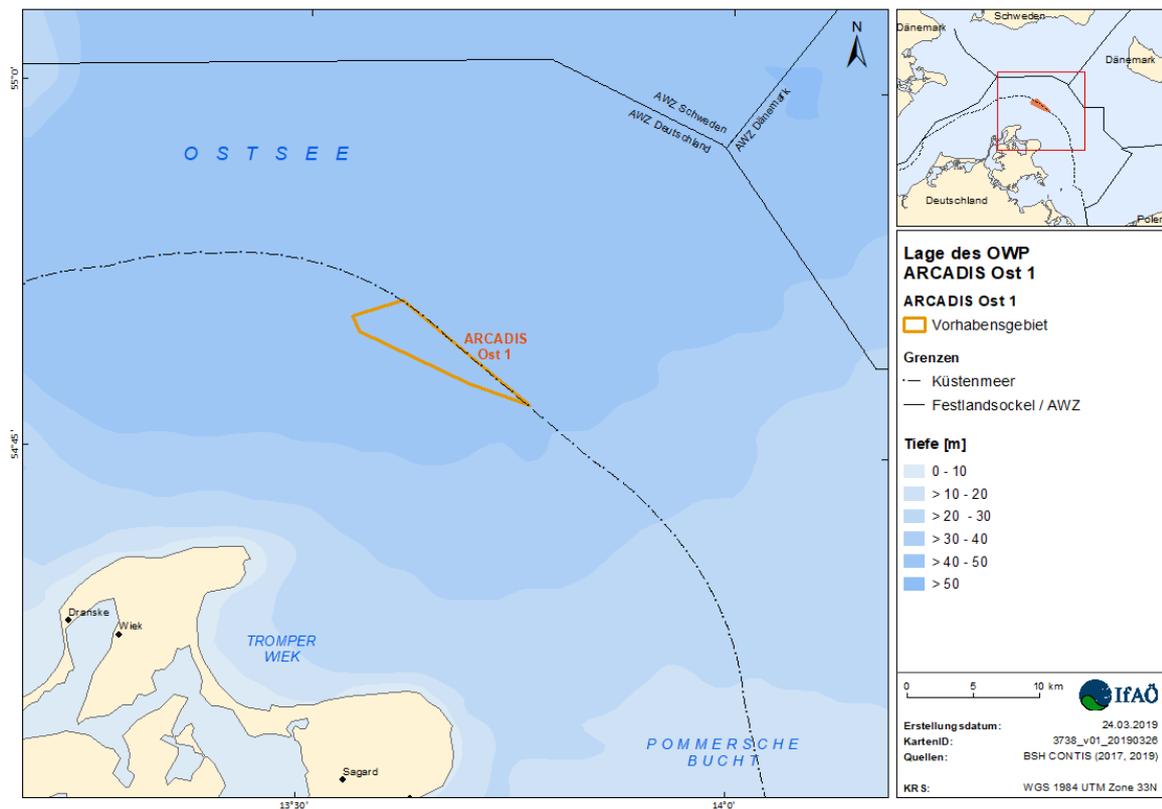


Abb. 1: Lage des OWP „ARCADIS Ost 1“ im deutschen Küstenmeer der Ostsee

3 Allgemeines Lebensrisiko für Zugvögel

Die beteiligten Vogelpopulationen unterliegen in ihrem Lebensraum einer Vielzahl anthropogener Belastungen. Diese betreffen einerseits Verluste von Brut-, Rast- und Überwinterungsgebieten durch unterschiedlichste menschliche Aktivitäten sowie langfristig auch Klimaveränderungen. Daneben kommt jährlich auch eine große Zahl von Vögeln unmittelbar durch menschliche Einflüsse zu Tode. Allein in Skandinavien und im Ostseegebiet sterben alljährlich mehr als 100 Mio. Vögel durch Kollisionen, Jagd, Fischerei oder Umweltverschmutzung. Die im Anhang in Anlehnung an BELLEBAUM et al. (2010) zusammengestellten Angaben machen deutlich, dass Zugvögel in Europa allgemein und im Ostseeraum im Besonderen auch ohne Berücksichtigung der Windenergie einem erkennbaren Lebensrisiko durch unterschiedliche menschliche Aktivitäten ausgesetzt sind. Darunter ist auch das Risiko der Kollision mit Bauwerken und Verkehrsmitteln.

Das Ausmaß der natürlichen und anthropogenen Sterblichkeit von Vögeln kann nur unzureichend getrennt nach einzelnen Todesursachen ermittelt werden. Die Gesamtmortalität kann jedoch häufig artspezifisch anhand von Daten der wissenschaftlichen Vogelberingung ermittelt werden (zu den Methoden s. BELLEBAUM et al. 2010). Für zahlreiche Vogelarten sind aus der Literatur Angaben zur durchschnittlichen jährlichen Überlebenswahrscheinlichkeit S von Altvögeln zu entnehmen (Überlebenswahrscheinlichkeiten von Jungvögeln sind nur für wenige Arten bekannt und in keinem Fall höher als bei Altvögeln). Daraus lässt sich auch das tägliche Tötungsrisiko des Individuums berechnen nach der Formel:

$$M_t = 1 - \sqrt[365]{S}$$

Wird diese tägliche Sterblichkeit empirisch an realen Populationen ermittelt, entspricht sie aus biologischer Sicht dem „allgemeinen Lebensrisiko“, also dem „*Risiko, dem einzelne Exemplare der jeweiligen Art im Rahmen des allgemeinen Naturgeschehens stets ausgesetzt sind*“ (Rechtsprechung BVerwG, zitiert nach Urteil v. 8.1.2014 – 9 A 4.13, Rdnr. 99). Weil für die Berechnung von Überlebenswahrscheinlichkeiten zunächst über längere Zeiträume Daten erhoben werden müssen, sind die Ergebnisse nicht durch aktuelle Entwicklungen wie die Errichtung von OWP beeinflusst.

Die tägliche Sterblichkeit verschiedener Vogelgruppen hängt stark von ihrer Lebensstrategie ab. So ist unter den typischen Zugvögeln, welche die Ostsee überqueren, die tägliche Sterblichkeit bei Kranichen, vielen Seevögeln und Watvögeln deutlich niedriger als bei den meisten Singvögeln.

Der Zug, besonders über See, ist für viele Landvögel mit erhöhten Verlusten verbunden (z. B. KLAASSEN et al. 2014, SILLETT & HOLMES 2002). Das gilt z. B. wenn sie unterwegs in Schlechtwettergebiete geraten oder allgemein für Individuen mit geringen Energiereserven (NEWTON 2008). Die gesamte Zugsperiode dauert zudem regelmäßig mehrere Wochen und umfasst für einen großen Teil der Langstreckenzieher noch die Überquerung von Mittelmeer und/oder Sahara.

Die Verwendung einer konstanten täglichen Mortalität ist deshalb für das allgemeine Lebensrisiko während des Zugs über See eine sehr konservative Annahme. Unterschreiten die Verluste an einem OWP das Niveau der täglichen Mortalität, ist ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko sicher auszuschließen.

Wegen der artspezifisch unterschiedlichen täglichen Mortalität sowie der mit der Ermittlung von Mortalitätsraten zwangsläufig verbundenen Unsicherheiten (in der zugrundeliegenden wissenschaftlichen Literatur durch Konfidenzintervalle ausgedrückt), wird im Folgenden (mangels anderslautender etablierter Kriterien) von einer Signifikanzschwelle für das Tötungsrisiko von 1 % ausgegangen. Ein signifikant

erhöhtes Tötungsrisiko läge demnach dann vor, wenn mindestens 1 % der durch oder über den OWP ziehenden Vögel mit einer OWEA kollidieren.

4 Vorhabensbedingte Verluste

Das Kollisionsrisiko ist im Kontext des artenschutzrechtlichen Tötungsverbots artspezifisch zu betrachten. Ein großer Teil des Vogelzugs erfolgt jedoch bei Dunkelheit bzw. in großer Höhe, so dass mit Sichtbeobachtungen nur ausgewählte Arten untersucht werden können. Bei der Erfassung mit Radargeräten ist keine Artbestimmung möglich. Aus diesem Grund können nur in ausgewählten Fällen Aussagen zu einzelnen Arten getroffen werden. Betrachtet werden daher Artengruppen, die durch ihr Zugverhalten charakterisiert sind (UVS, IFAÖ 2013).

4.1 Tagzieher

Für die meisten Tagzieher ist das Kollisionsrisiko gering. Ziehende Wasservögel und Kraniche fliegen zudem in der großen Mehrheit unterhalb (tagziehende Wasservögel) oder oberhalb (Kraniche) der Rotorebenen. Im Folgenden wird auf verschiedene Artengruppen eingegangen, die vorwiegend tagsüber ziehen.

4.1.1 Wasservögel

Das Kollisionsrisiko von Seevögeln ist insbesondere für die störepfindlichen Artengruppen Seetaucher, Lappentaucher, Meerestenten, Alkenvögel und Zwergmöwe, die OWP weitgehend meiden und umfliegen (DIERSCHKE et al. 2016), aufgrund dieser Meidung des Gefahrenbereichs gering. Dies bestätigen auch Untersuchungen an Eiderenten in den Offshore-Windparks „Utgrunden“ und „Nysted“ und an anderen fliegenden Seevögeln (TULP et al. 1999, CHRISTENSEN et al. 2003, PETTERSSON 2005, KAHLETT et al. 2004, FOX et al. 2006, PETERSEN et al. 2006, BLEW et al. 2008). Zudem sind die Flughöhen dieser Arten über See überwiegend gering, und nur geringe Anteile der Flüge erreichen einen gefährdeten Höhenbereich oberhalb von 20 m (COOK et al. 2012).

Kormorane und die meisten Möwenarten zeigten keine großräumige Meidung von OWP und auch höhere Anteile von Flughöhen im Rotorbereich (COOK et al. 2012). Aktuelle Untersuchungen in britischen OWP zeigen jedoch auch für die Großmöwenarten Silber-, Herings- und Mantelmöwe ein ausgeprägtes groß- bis kleinräumiges Ausweichverhalten mit Anteilen von 99,6-99,8 % den Rotoren ausweichender Vögel (SKOV et al. 2018).

Gänse fliegen zu einem höheren Anteil im Höhenbereich von WEA. Gänse sind vornehmlich Tagzieher, die Hindernisse bereits weithin wahrnehmen und ausweichen können. Deshalb sind Kollisionen nicht wahrscheinlich. An dänischen Leuchttürmen fanden sich innerhalb von 54 Jahren insgesamt nur 37 Ringelgänse und eine Kurzschnabelgans (HANSEN 1954).

Aufgrund dieser Ergebnisse ist auch an den aktuell geplanten OWEA im OWP „ARCADIS Ost 1“ von einem geringen Kollisionsrisiko für Wasservögel im aktiven Zug auszugehen.

4.1.2 Kranich

Kraniche ziehen weit überwiegend bei günstiger Witterung (sehr gute Sicht, schwacher bzw. Rückenwind) und dann zu mindestens 2/3 in Höhen von meistens über 200 m und damit oberhalb der Rotoren (IFAÖ 2013, BSH 2019). Außerdem zeigen sie wie Wasservögel an OWP ein deutliches Ausweichverhalten (s. o. SKOV et al. 2015).

Nur bei Gegenwind fliegen Kraniche in relativ geringen Höhen über die Ostsee, bei starken Gegenwinden auch unterhalb der Rotorebene (eig. Beobachtung nordöstlich von Rügen). Unter diesen Bedingungen, unter denen nur ein geringer Teil der Kraniche die Ostsee überquert, gelangen Vögel ggf. in die Rotorebene. Als überwiegende Tagzieher mit sehr guten visuellen Fähigkeiten können Kraniche die OWEA auch in diesem Fall aus größeren Entfernungen erkennen und umfliegen. Auch in Windparks an Land sind nur wenige Kollisionen von Kranichen bekannt, so dass die Kollisionsgefahr weiterhin als gering eingeschätzt wird.

Im Herbst setzt sich der Kranichzug über der Ostsee bei starken Zugereignissen bis in die Nacht fort, wenn aufgrund eingeschränkter Sicht ein erhöhtes Kollisionsrisiko besteht. Da der Nachtzug des Kranichs nur ca. 10 % des Zuggeschehens der Art umfasst (BSH 2019) und im Herbst 2005 ausschließlich in Höhen von über 200 m stattfand (mit deutlichem Schwerpunkt über 600 m), ist das Kollisionsrisiko für Kraniche bei Nacht als gering einzustufen.

Das kumulative Kollisionsrisiko ziehender Kraniche an bestehenden und geplanten OWP in der Ostsee wurde von SKOV et al. (2015) abgeschätzt. Demnach würde bei Umsetzung aller dort berücksichtigten Vorhaben der Schwellenwert des „*potential biological removal*“ (PBR) überschritten, so dass negative Folgen für die Population nicht sicher auszuschließen wären. Die Schätzung von SKOV et al. (2015) liefert eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der grenzüberschreitenden kumulativen Auswirkungen der Offshore-Windenergienutzung auf skandinavische Kraniche, beruht jedoch auf einer nicht realistischen Auswahl beantragter OWP (Tab. 1) und macht drei unzutreffende vereinfachende Annahmen:

- Die Annahme einer gleichmäßigen Verteilung des Zugs zwischen Møn und Bornholm (und damit auch gleicher Kollisionsraten) berücksichtigt nicht die allgemein bekannte Zugbündelung des Kranichs im Seegebiet nördlich von Rügen (IfAÖ 2005, BfN 2006). Eine realitätsnähere Schätzung müsste eine abnehmende Zugintensität im Seegebiet nordöstlich von Rügen zugrunde legen.
- Die Annahme, dass 80 % der Kraniche in jeder Jahreszeit die Ostsee in Höhen unter 200 m überqueren ist durch ganzjährige Erfassungen des Kranichzugs nicht zu untermauern (IfAÖ 2013a). Der größte Teil der Kranichpopulation zieht demnach bei günstigem Wind und klarer Sicht und fliegt überwiegend in Höhen >200 m.
- Die zu Grunde gelegten Ausweichraten basieren auf Beobachtungen an noch nicht im Betrieb befindlichen Anlagen. Es ist davon auszugehen, dass Kraniche, wie andere Vögel auch, gegenüber drehenden Turbinen deutlich höhere Ausweichraten zeigen. Auf diesen Umstand weisen SKOV et al. (2015) auch hin.

Die Ergebnisse des schwedischen Brutvogelmonitorings bis 2018 geben keine Hinweise auf ein Ende des Bestandsanstiegs (und damit ggf. eine veränderte Empfindlichkeit) der schwedisch-norwegischen Kranichpopulation. Die schwedische Population wächst demnach weiterhin mit ca. 5 % jährlich (Abb. 2, GREEN ET AL. 2019). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Indexwerte aus GREEN et al. (2019) keine absoluten Bestandsgrößen darstellen und Extremwerte sowohl oberhalb als auch unterhalb des Mittelwertes aufweisen. Solche Extremwerte können z. B. durch die Witterung oder auch methodisch bedingt sein. Die jährlichen Bestandszunahmen geben GREEN et al. (2019) mit 5,2 % für die Langzeit-Datenreihe und 4,1 % für die standardisierte Erfassung ab 1998 an.

Tab. 1: Zur Ermittlung der kumulativen Auswirkungen von Skov et al. (2015) berücksichtigte OWP

In Betrieb	Genehmigt	Beantragt	In Planung
EnBW Baltic I	Kriegers Flak II Schweden	Wikinger Nord	Kriegers Flak Dänemark
EnBW Baltic II	ARCADIS Ost 1	Baltic Power	
	Wikinger	Adlergrund 500	
	Arkona-Becken Südost	Ostseeschatz	
		Strom-Nord	
		Baltic Eagle	
		Ostseeperle	

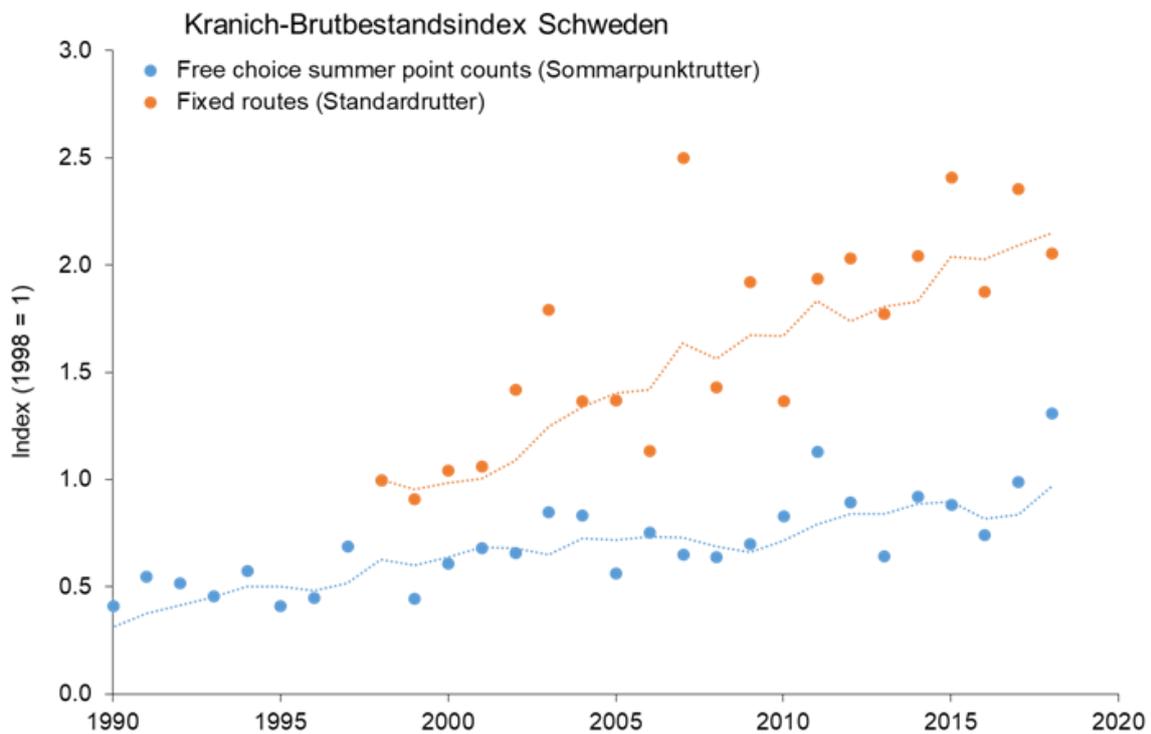


Abb. 2: Entwicklung der schwedischen Brutpopulation des Kranichs. Linien zeigen den 5jährigen gleitenden Mittelwert

4.1.3 Greifvögel

Die meisten segelfliegenden Greifvögel folgen auf dem Zug insbesondere der „Vogelfluglinie“, so dass mit einem geringen Aufkommen dieser Vogelgruppe auf der offenen See zu rechnen ist. Der OWP „ARCADIS Ost 1“ liegt im Herbst außerhalb der Hauptzugrouten von Greifvögeln. Im Frühjahr ziehen Greifvögel in größerer Zahl von Rügen Richtung Südschweden, die Zahlen bleiben im Vergleich zur „Vogelfluglinie“ aber geringer. Bei Gegenwind fanden Skov et al. (2016) am Fehmarnbelt eine vermehrte Richtungsänderung ziehender Greifvögel beim Abflug von der dänischen Küste in Richtung auf den küstennahen OWP „Rødsand 2“. Anzunehmen ist, dass der OWP in dieser Situation der Überquerung des schmalen Fehmarnbelts als Landmarke angesteuert wurde. Das Verhalten der Vögel nach Erreichen des OWP ist nicht dokumentiert. Allerdings flogen Greifvögel hauptsächlich bei guter Sicht, und bei Rückenwind überwiegend oberhalb der Rotorebene (Skov et al. 2012) und zeigen an OWP Ausweichverhalten (JENSEN et al. 2017). Die von Skov et al. (2012) geschätzten Kollisionshäufigkeiten waren gering. Die besondere Gefährdung von Greifvögeln an WEA an Land ist standortabhängig und nicht auf im Streckenflug die Ostsee überquerende Greife übertragbar.

4.1.4 Landvögel: aktive Ruderflieger/Tagzieher

Tagziehende Landvögel sind über der offenen See in geringen Höhen in weit geringerem Umfang zu erwarten als nachts ziehende Landvögel (eigene Beobachtungen mittels Zielfolgeradar im Rahmen der UVS-Untersuchungen 2005/2006). Außerdem sind die Sichtverhältnisse tagsüber i. d. R. ausreichend, um Hindernisse zu erkennen. Die allgemein sehr guten Manövrierfähigkeiten von Kleinvögeln lassen weiterhin das Kollisionsrisiko von tagziehenden Landvögeln eher als gering erscheinen. Der OWP „Horns Rev“ wurden von tagsüber ziehenden Landvögel größtenteils überflogen (Ringeltauben, z. T. Drosseln), obwohl manche Tagzieher durchaus in OWP anzutreffen sind (BLEW ET AL. 2008). Im OWP „alpha ventus“ wurden in den hellen Tagesstunden nur 1,4-2,6 Kollisionen pro Jahr an einer OWEA ermittelt, das entspricht 17-31 Kollisionen im gesamten OWP pro Jahr (SCHULZ et al. 2014). Eine Ausweichrate von Zugvögeln innerhalb des OWP Egmond aan Zee (OWEZ) in der Betriebsphase betrug am Tag nach umfangreichen Sichtbeobachtungen 98 %, d. h. nur 2 % der im OWP fliegenden Vögel wichen den Rotoren nicht aus (KRIJGSVELD et al. 2011). Die geringe Kollisionswahrscheinlichkeit bei tagsüber ziehenden Landvögeln wird auch durch Auswertungen von Leuchtturmanflügen bestätigt (HANSEN 1954).

4.2 Nachtzieher

Forschungsergebnisse mehrjähriger Studien auf der Forschungsplattform Fino II mittels Fixed-beam Radar zeigen, dass der überwiegende Anteil nachts ziehender Vögel von Singvögeln gestellt wird (SCHULZ ET AL. 2013). Aufgrund der hohen Individuenzahlen nachts ziehender Singvögel über der südlichen Ostsee und der nachgewiesenen Lockwirkungen durch beleuchtete Strukturen, zu denen auch Offshore-WEA gehören, wird das Kollisionsrisiko für diese Vogelgruppe höher als bei den anderen Vogelgruppen eingeschätzt. Ob sich durch die bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung das Kollisionsrisiko deutlich verringert, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, da bisher keine gesicherten Erkenntnisse verfügbar sind.

Auswertungen von Leuchtturmanflügen zeigen sehr hohe artspezifische Unterschiede in den Kollisionsraten (HANSEN 1954). 75% aller Anflüge werden von nur fünf Arten gestellt: Feldlerche (24,3%), Singdrossel (15,2%), Rotdrossel (15,0%), Star (12,9%), Rotkehlchen (6,2%; weitere Arten: Wacholderdrossel 3,7%, Amsel 2,6%, Gartenrotschwanz 1,9%, Fitis 1,7%, Bergfink 1,7%, Steinschmätzer 1,4%, Wintergoldhähnchen 1,4%, Trauerschnäpper 1,3%, Gartengräsmücke 1,0%). Bei allen fünf Arten handelt es sich um Nachtzieher (Feldlerche und Star sind z. T. auch Tagzieher). Im Fall der Feldlerche muss allerdings berücksichtigt werden, dass diese Art in den untersuchten Jahrzehnten sicherlich noch wesentlich größere Bestände in Schweden besaß als heutzutage. Auf der Forschungsplattform „Fino 1“ in der Nordsee waren Drosseln die häufigsten Anflugopfer (HÜPPOP ET AL. 2005). Auf der Forschungsplattform „Fino 2“ in der südlichen Ostsee verunglückten bisher auch weit überwiegend Nachtzieher, darunter der Fitis mit über 50% aller gefundenen Individuen (SCHULZ et al. 2011; IfAÖ, eig. Daten).

An Windparks ist ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Nachtzieher bei schlechter Sicht anzunehmen, wenn diese in der Dunkelheit die OWEA nicht sehen und ggf. von der Beleuchtung angelockt werden. Die bisher einzige direkte Untersuchung zur Häufigkeit nächtlicher Kollisionen an einem in Betrieb befindlichen OWP erfolgte im OWP „alpha ventus“ (SCHULZ ET AL. 2014):

In den Jahren 2010-2013 ermittelten SCHULZ ET AL. (2014) auf der Gondel einer OWEA des Windparks „alpha ventus“ eine jährliche Anzahl von 6,3-11,4 nächtlichen Vogelkollisionen, von denen zu 97 % Singvögel betroffen waren. Im gesamten OWP (12 OWEA) kollidierten demnach 75-136 nächtlich ziehende Vögel pro Jahr, darunter 73-132 Singvögel. Bei einer Breite des gesamten Windparks von 2,6-2,9 km quer zur Zugrichtung durchquerten danach pro Jahr ungefähr 851.000-1.131.000 Vögel (595.000-812.000 Singvögel) den OWP „alpha ventus“ bei Nacht (unveröffentlichte Daten des IfAÖ). Daraus ergibt sich für den Durchflug durch den Windpark ein Kollisionsrisiko von 0,007-0,016 % (Singvögel: 0,009-0,022 %). Vergleichbare Schätzungen der jährlichen Kollisionen und des Zugvolumens erzielten KRIJGSVELD et al. (2011) im niederländischen OWP OWEZ mit 36 OWEA. Hier standen geschätzte 581-1.340 Kollisionen pro Jahr einem Zugvolumen von 5.390.000 Vogelbewegungen (davon 1.866.000 in Rotorhöhe) gegenüber. Das Kollisionsrisiko betrug demnach 0,011-0,025 % (für Vögel in Rotorhöhe: 0,031-0,072 %).

Im Verlauf der durch SCHULZ ET AL. (2014) dokumentierten dreijährigen Untersuchungen am Windpark „alpha ventus“ traten unterschiedliche Zugintensitäten, Höhenverteilungen und Wetterbedingungen auf. Sowohl in der Hellphase als auch in der Dunkelheit traten mehr Individuen im Rotorbereich auf, wenn die OWEA stillstand, wobei nachts etwa die doppelte Anzahl an Vögeln nachgewiesen wurde. Die Ergebnisse legen nahe, dass Vögel bei Nacht einem drehenden Rotor deutlich stärker ausweichen als einem stehenden, auch in Nächten mit nachgewiesener Lockwirkung durch Licht (vgl. Aumüller et al. 2013). Eine stärkere Meidung von OWEA in Betrieb stellten auch KRIJGSVELD ET AL. (2011) im OWP OWEZ fest.

Unter Verwendung der Erkenntnisse zum Meideverhalten, der Radarmessungen zum Vogelzug sowie dem Kollisionsrisiko für einen Rotordurchflug der im OWP „ARCADIS Ost 1“ geplanten OWEA wurden das individuelle Kollisionsrisiko eines durch bzw. über das Vorhabengebiet ziehenden Vogels sowie die jährlich geschätzten Kollisionen berechnet (Tab. 2). Der Anteil nicht ausweichender Vögel wurde von SCHULZ et al. (2014) durch den Vergleich der Zugrate im Luftraum innerhalb eines in Betrieb befindlichen OWP (gemessen mit Radar) und der Zugrate im unmittelbaren Rotorbereich ermittelt. Einen sehr ähnlichen Wert von 2,1 % ermittelten ASCHWANDEN ET AL. (2018) für nächtlich ziehende Vögel an WEA in der Schweiz. Im OWP OWEZ fanden KRIJGSVELD et al. (2011) eine Ausweichrate von mindestens 0,976, d. h. höchstens 2,4 % der im OWP fliegenden Vögel wichen den Rotoren nicht aus. Demnach beträgt

das individuelle Kollisionsrisiko deutlich weniger als 0,1 %. Pro Jahr sind danach ca. 2.799 Kollisionsopfer aus der Gruppe der Nachtzieher zu erwarten (s. u., Addition Herbst und Frühjahr).

Tab. 2: Erwartete Kollisionsraten nachts ziehender Vögel im OWP „ARCADIS Ost 1“

	Wert	Anzahl bzw. Anteil Vögel je Saison	
		Herbst	Frühjahr
Anteil Echos in Rotorebene (20–194 m Höhe) [%]		34.1%	25.0%
Zugvolumen Nacht auf 15,4 km (Breite OWP)		7.462.147 (100%)	6.247.919 (100%)
Zugvolumen in Rotorebene		2.546.982	1.560.702
Gesamtfläche Höhenband Rotorebene bei Breitfrontzug [m ²]	2.679.600		
Gesamtfläche der Rotoren [m ²]	665.804		
Anteil der Gesamtfläche Rotoren an Rotorebene [%]	24.85%	8.48%	6,21%
Anteil nicht ausweichender Vögel [%] SCHULZ et al. 2014	5.0%	0.42%	0.31%
Kollisionsrisiko / Anteil kollidierender Vögel [%]	5.48%	0.023%	0.017%
Kollisionsmodell (BAND 2012)			
Kollisionen pro Jahr im OWP		1.735	1.063
Kollisionen pro OWEA und Jahr		62	38

4.3 Beurteilung des Tötungsrisikos

Unter der Annahme einer Signifikanzschwelle für das Tötungsrisiko von 1 % ist weder nach der Prognose für den OWP „ARCADIS Ost 1“, noch aufgrund der neuen Erkenntnisse aus den OWP „alpha ventus“ und OWEZ (KRIJGSVELD et al. 2011) über die Meidung sich drehender Rotoren ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko zu erwarten. Das gilt für die Messungen im OWP „alpha ventus“ ausdrücklich auch unter Einschluss von Nächten mit Anlockwirkung des beleuchteten OWP. Das Verlustrisiko liegt so weit unterhalb der Signifikanzschwelle von 1%, dass diese auch bei einem höheren Anteil nicht ausweichender Vögel (z. B. 5 %) deutlich unterschritten würde.

Unter Berücksichtigung der bestehenden Lebensrisiken von Zugvögeln kommt es daher durch den Bau und Betrieb des OWP „ARCADIS Ost 1“ nicht zu einem signifikant erhöhten Verlustrisiko für Zugvögel.

Die höchsten Kollisionszahlen sind nach den Erfahrungen an anderen Offshore-Bauwerken bei nächtlichen Anlockereignissen zu erwarten. Über die Häufigkeit von Anlockereignissen in der Ostsee liegen Erkenntnisse für die Forschungsplattform FINO 2 vor, Häufigkeit und Ausmaß von Anlockereignissen an OWP sind dagegen in der Ostsee nicht näher untersucht. Es existieren auch keine Referenzwerte aus dem bereits seit einigen Jahren existierenden OWP „Baltic 1“, da hier kein Monitoring durchgeführt wird. Aus diesem Grund wird für den OWP „ARCADIS Ost 1“ ein Monitoring des Vogelzugs und des Kollisionsrisikos vorgeschlagen, um die Annahme, dass kein signifikantes Tötungsrisiko besteht, mit projektspezifischen Daten zu untermauern. Dieses Monitoring ist geeignet,

1. die Unterschreitung der Signifikanzschwelle von 1 % auch an diesem Standort nachzuweisen,
2. im (unwahrscheinlichen) Falle der Überschreitung der Signifikanzschwelle eine weitere Vermeidung bzw. Minderung durch weitere Maßnahmen, bis zu einer vorübergehenden Abschaltung, zu ermöglichen.

4.4 Vermeidung und Minderung

Seit Dezember 2018 ist die bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung (BNK) Teil des EEG §9. Diese bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung bewirkt, dass die rot blinkenden Flughindernisleuchte auf den Gondeln nur bei Annäherung von Flugzeugen eingeschaltet werden. Durch die bedarfsgesteuerte Einschaltung würde die rote Flugbefehrerung der Anlagen für die meisten Nächte außer Betrieb bleiben und so die Anlockwirkung des OWP noch weiter verringert werden. Eine dauerhafte Anlockwirkung ginge dann nur von den am Rand gelegenen Anlagen aus. Die dort zur Nachtkennzeichnung als Schifffahrtshindernis angebrachten 5 sm-Seelaternen sind unterhalb der Rotorebene positioniert. Dadurch wird die Anlockwirkung dieser Beleuchtung auf die untere Höhenschicht begrenzt. Im Gegensatz zur Flugbefehrerung kann die Nachtkennzeichnung für die Schifffahrt aufgrund der Pflichten zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs nicht bedarfsgesteuert erfolgen. Welchen Anteil die jeweiligen Hindernisleuchte an der Anlockwirkung bei schlechter Sicht haben ist bisher nicht genau bekannt.

Sollte das Monitoring zeigen, dass es entgegen der bisherigen Erkenntnisse dennoch zu einer signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos (Überschreitung der 1 %-Schwelle) kommt, kann eine vorübergehende Abschaltung von OWEA des OWP „ARCADIS Ost 1“ bei erhöhtem Vogelaufliegen im Rotorbereich das Vogelschlagrisiko reduzieren. Die hierfür erforderlichen Parameter werden für den Standort des OWP „ARCADIS Ost 1“ ebenfalls im Monitoring ermittelt.

5 Monitoring

5.1 Erfassungsmethoden

Ein Monitoring, das nach der Errichtung des OWP „ARCADIS Ost 1“ entsprechend den Anforderungen eine Überprüfung der Unterschreitung der Signifikanzschwelle hinsichtlich Vogelkollisionen gewährleistet, muss gleichzeitig die Zugintensität am konkreten OWP-Standort und das Auftreten sowie Verhalten der Vögel im Rotorbereich bei laufenden OWEA ermitteln.

5.1.1 Radar

Zur automatischen Erkennung ziehender Vögel rund um die Uhr in einem hinreichend großen Luftraum und zur Berechnung absoluter Zugraten in Echtzeit ist ein entsprechend entwickeltes, geeichtes Radargerät notwendig. Dieses muss eine sichere Erkennung von Vögeln, möglichst auf Artgruppenebene gestatten. Es muss weiterhin, im Falle des Erreichens eines standortspezifisch zu bestimmenden Schwellenwertes, zumindest theoretisch eine sofortige Abschaltung des Windparks erlauben. Das System muss für den Dauereinsatz unter Offshore-Bedingungen geeignet sein. Übersichten über verschiedene Radartypen und ihre Eignung zum genannten Zweck geben SNOEK (2016) und DIRKSEN (2017).

Grundsätzlich ist für den hier geforderten Zweck eine Dauermessung des Vogelzugs notwendig. Insbesondere auch aus letzterem Grund scheiden hier schiffsgestützte Erfassungen aus. Mit diesen können immer nur zeitliche Ausschnitte aus dem Vogelzuggeschehen betrachtet werden. Weiterhin ist ein entsprechender Automatisierungsgrad der Datenanalyse von Vogelzugdaten mit dem Ziel einer Erfassung und Reaktionsmöglichkeit in Echtzeit mit den für Schiffe verfügbaren Geräten nicht gegeben.

5.1.2 Automatisches Kamerasystem

Eine Erkennung von Kollisionen an Offshore-Windenergieanlagen ist allein auf Basis von Radar nicht möglich. Somit kann allein mit Hilfe von Radargeräten auch keine Überprüfung erfolgen, ob die (wohl nie komplett zu vermeidenden) Kollisionsrate an Windparks der Dimensionen von „ARCADIS Ost 1“ wie gefordert unter der 1%-Signifikanzschwelle bleibt. Weiterhin ist eine Artbestimmung mittels Radar nur extrem begrenzt möglich. Aus diesen Gründen ist eine zusätzliche Dauerüberwachung mit Hilfe automatisierter Kamerasysteme erforderlich. Für eine Zusammenstellung verfügbarer Kamerasysteme s. z. B. DIRKSEN (2017).

Die Kamerasysteme müssen auch bei Dunkelheit verwendbar sein. Der Einsatz der Kamerasysteme erfordert in der Praxis eine Bewegungsanalysesoftware, damit das Datenvolumen in vertretbaren Grenzen bleibt. Wie auch im Falle der Radargeräte müssen die verwendeten Kamerasysteme hinreichend robust sein, um einen wartungsarmen Dauereinsatz unter Offshore-Bedingungen zu gewährleisten.

Grundsätzlich besteht bei der Verwendung von Kamerasystemen zur Überwachung ziehender Vögel im Kontext mit großen Windenergieanlagen (wie OWEA) das Problem der extremen Größenunterschiede zwischen den zu betrachtenden Objekten (Vögeln) und dem zu überwachenden Raum (Rotorkreis), was landläufig oft als „Dimensionsproblem“ bezeichnet wird. Aus physikalischen Gründen (Kompromiss zwischen Öffnungswinkel, Reichweite und Auflösung) kann eine hinreichend genaue Objekterkennung immer nur in einem relativ begrenzten Raum stattfinden. Eine automatische Identifikation von Vögeln, etwa mit Hilfe künstlicher Intelligenz, ist im Bereich der relevanten Dimensionen erst in Entwicklung. Aus den genannten Gründen wäre eine automatisierte Ermittlung von Zugraten in Echtzeit mit entsprechenden technischen Möglichkeiten für Reaktionen allein auf Basis von Kameradaten nicht möglich.

Die verfügbaren und einsatzbereiten Verfahren zur Detektion und Quantifizierung von Vogelbewegungen im Offshore-Bereich beruhen aus den genannten Gründen auf der Kombination von automatisierten Radar- und optischen Systemen (DIRKSEN 2017). Diese können auf Offshore-Bauwerken installiert werden und ermöglichen die Erfassung fliegender Vögel innerhalb bestimmter voreingestellter Sektoren von Land aus über eine Daten- oder Funkverbindung. Eine hinreichend robuste Technik ist anzustreben und ein Datenabruf über Fernverbindung vorteilhaft, da Arbeiten zur Wartung und Datensicherung vor Ort im Offshorebereich mit einem vergleichsweise hohen logistischen Aufwand verbunden sind.

5.2 Messprogramm

Auf der Grundlage aller verfügbaren Erkenntnisse wird ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko ausgeschlossen. Dies soll im Rahmen des Monitorings mit im OWP „ARCADIS Ost 1“ ermittelten Daten verifiziert werden. Wäre, entgegen der bisherigen Erkenntnisse und Prognosen, eine signifikante Erhöhung des Tötungsrisikos im Ergebnis des Monitorings dennoch nachweisbar, sind risikomindernde Maßnahmen (vorübergehende Abschaltungen) abzuleiten und umzusetzen.

Monitoringprogramme zur Ermittlung des Tötungsrisikos während des Betriebes am Vorhabensstandort existieren derzeit nicht. Da das Auftreten von Vögeln an Offshore-Strukturen von Jahr zu Jahr variiert (s. unten), wird eine Messdauer von insgesamt drei Jahren empfohlen. Dies erfolgt in Anlehnung an das StUK4 (BSH 2013), das allerdings nur die Ermittlung von Zugruten mittels Radar zum Ziel hat. Die Untersuchungen zur Kollisionsrate gehen somit über die Anforderungen des StUK hinaus.

5.2.1 Erfassung der Zugruten mit einem speziellen Vogelradar

Zur Erfassung von Zugruten wird ein spezielles Vogelradar auf der Umspannplattform des OWP „ARCADIS Ost 1“ installiert. Da der Vogelzug bei Nacht auf der hier betrachteten räumlichen Skala als Breitfrontzug abläuft, sind keine räumlichen Konzentrationen innerhalb des OWP zu erwarten.

5.2.2 Erfassung von Kollisionen

Mit dem Kamerasystem kann verifiziert werden, wie oft und in welcher Zahl Vögel in einem definierten Sektor im unmittelbaren Rotorbereich fliegen. Mit diesen Werten als Eingangsparameter für ein Kollisionsmodell (MASDEN & COOK 2016) kann die Häufigkeit von Kollisionen geschätzt werden.

Zur Erfassung von potenziellen Kollisionen im OWP „ARCADIS Ost 1“ wird je ein Kamerasystem auf den Maschinenhäusern von drei OWEA installiert, die sich in unterschiedlichen Bereichen des Windparks befinden. Somit wird möglichen Unterschieden in der Zahl der Vögel in Abhängigkeit von der Zugrichtung im Frühjahr und im Herbst Rechnung getragen. Weiterhin erhöht der Einsatz mehrerer Kameras im Hinblick auf den durch die Kameras abgedeckten Luftraum die Robustheit der erzielten Daten. Ein Beispiel für ein auf der Gondel einer OWEA montiertes Kamerasystem ist in Abb. 3 und Abb. 4 gegeben.

Im OWP „alpha ventus“ in der Nordsee wurden mit einem Kamerasystem auf einer OWEA-Gondel im Zeitraum vom 26.09.2010 bis 29.10.2013 insgesamt 922 Vogelereignisse (Einzelvögel bzw. Trupps) registriert, was einer Rate von 0,82 Ereignissen pro Tag entspricht (vgl. SCHULZ et al. 2014). Am Standort des OWP „ARCADIS Ost 1“ ist mit einem höheren Vogelaufkommen zu rechnen. Deshalb ist davon auszugehen, dass mit drei Kamerasystemen innerhalb eines Jahres eine für eine qualifizierte Auswertung ausreichend große Datenmenge im eigentlichen Rotorbereich erzielt wird.

Im Bereich der stehenden Beleuchtung zur Gewährleistung der Schiffssicherheit wird je ein weiteres Kamerasystem installiert, um Lockereignisse durch die Beleuchtung und ggf. Kollisionen mit leuchtenden/erleuchteten Teilen zu registrieren.

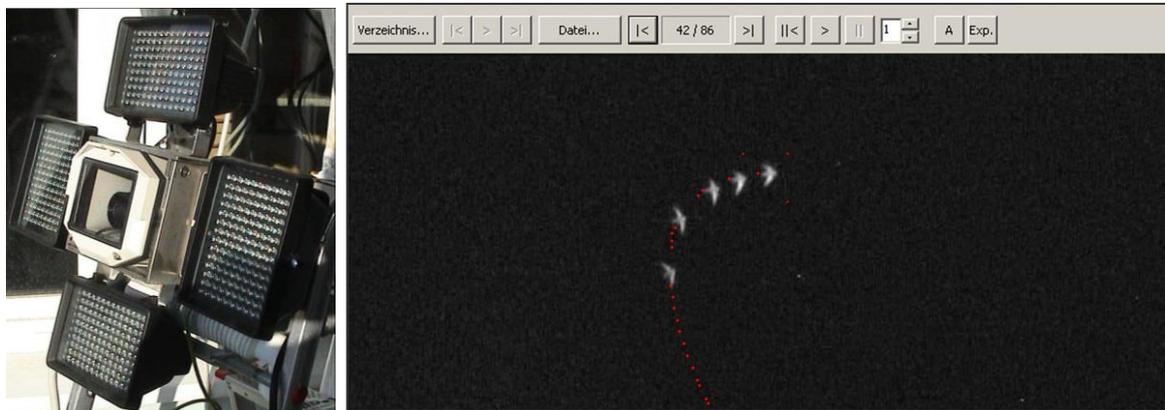


Abb. 3: Beispiel für ein Kamerasystem mit IR-Scheinwerfern (links); Serienbild eines Mauerseglers im Rotorbereich im OWP „alpha ventus“ (vgl. SCHULZ et al. 2014)

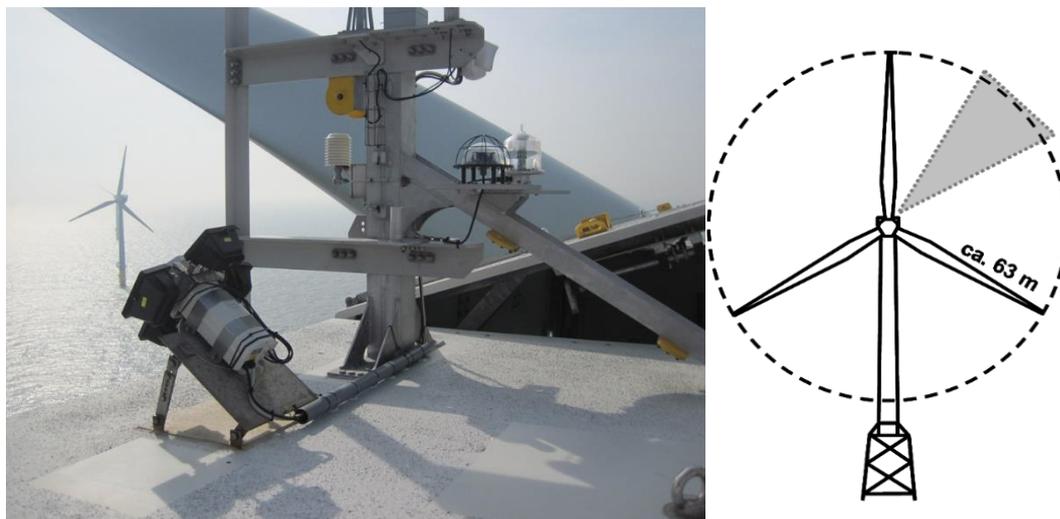


Abb. 4: Beispiel für ein automatisches Kamerasystem, installiert auf einer Gondel im OWP „alpha ventus“ (links; vgl. SCHULZ et al. 2014) mit Blickrichtung (rechts, grauer Sektor)

5.2.3 Ermittlung der Kollisionsrate

Die Bestimmung der Kollisionsraten und des Kollisionsrisikos erfolgt im Monitoring mit den in SCHULZ et al. (2014) verwendeten Methoden.

Die Zugintensität und darauf basierend die jährliche bzw. saisonale Gesamtzahl der durch bzw. über den OWP ziehenden Vögel (N_{gesamt}) wird mittels eines speziellen Radars gemessen. Mit der Kamera werden reale Rotordurchflüge von Vögeln an ausgewählten OWEA erfasst. Daraus wird die Gesamtzahl

der Rotordurchflüge im OWP „ARCADIS Ost 1“ (N_{Rotor}) berechnet. Anhand der beobachteten Rotordurchflüge erfolgt die Ermittlung der Kollisionswahrscheinlichkeit p_{Band} mit dem „Band-Modell“, unter Berücksichtigung der gemessenen Fluggeschwindigkeit und der realen Betriebsparameter der OWEA.

Anschließend wird die Gesamtzahl von Kollisionen für den gesamten OWP anhand der Aufzeichnungen der Rotordurchflüge und der Kollisionswahrscheinlichkeit für Rotordurchflüge hochgerechnet. Das individuelle Kollisionsrisiko R_{Koll} lässt sich dann als Anteil kollidierter Vögel an der Gesamtzahl der durch und über den OWP ziehenden Vögel mit der Formel

$$R_{Koll} = \frac{N_{Rotor} \times p_{Band}}{N_{gesamt}}$$

berechnen. Wenn im Ergebnis des Monitorings festgestellt werden sollte, dass das individuelle Kollisionsrisiko R_{Koll} im Betrieb entgegen den vorliegenden Erkenntnissen die Signifikanzschwelle von 1 % übersteigt, wären Vermeidungsmaßnahmen durch zeitweises Abschalten des OWP „ARCADIS Ost 1“ oder Teilen (Anlagengruppen) des OWP zu ergreifen.

5.2.4 Messung der Sichtweite

Parallel zur Vogelerfassung wird kontinuierlich die Sichtweite gemessen, da diese einen wesentlichen Einflussfaktor für das Auftreten von Lockereignissen von Vögeln an Lichtquellen darstellt. Es existieren hier speziell für den Einsatz auf Windenergieanlagen konzipierte Typen (vgl. SCHULZ et al. 2019). Die Daten zur Sichtweite werden in Zusammenhang mit Zugraten, Höhenverteilungen und dem möglichen, mittels Kamera registrierten Auftreten von Vögeln im Rotorbereich gesetzt.

5.2.5 Ableitung von Vermeidungsmaßnahmen

Grundsätzlich werden mit dem vorgesehenen Radar Zugraten in Echtzeit ermittelt. Bei Überschreiten eines festzulegenden Schwellenwertes kann über eine Kopplung an die Steuerungssysteme des Windparks eine automatische Abschaltung des Windparks erfolgen.

Mit Hilfe von drei Kamerasystemen wird das Monitoring der Flugereignisse von Vögel im Rotorbereich stattfinden. Hieraus können, wie oben dargelegt, Kollisionsraten abgeschätzt werden. Durch den parallelen Betrieb von drei Kamerasystemen im Rotorbereich, drei Kamerasystemen im Bereich nächtlicher Dauerbeleuchtung am Turmfuß und einem Radar sowie der Erfassung von Sichtweiten wird im Monitoring überprüft, ob aus den Echtzeitdaten des Radars Rückschlüsse auf die Flugaktivität im Rotorbereich gezogen werden können.

Damit wäre für den Fall, dass im Monitoring eine signifikante Erhöhung des Tötungsrisikos nachgewiesen werden sollte, ein Risikomanagement (zeitweise Abschaltung) möglich, das eine Echtzeiterkennung von Situationen mit hoher Kollisionsgefahr mittels Radar gewährleistet.

Bisher existieren keine allgemein gültigen Kriterien bzw. Verfahren um, sofern erforderlich, im Falle einer erhöhten Kollisionsgefahr (oberhalb der Signifikanzschwelle) OWEA eines OWP „in Echtzeit“ abzuschalten. Aufgrund gesetzlicher Vorschriften und Regelungen aus anderen Bereichen, insbesondere

der Netzstabilität, müssen zusätzlich zu naturschutzfachlichen Aspekten weitere rechtliche und technische Aspekte berücksichtigt werden.

Die genauen Parameter für ggf. erforderliche Vermeidungsmaßnahmen (z. B. temporäre Abschaltungen) sind einzelfallbezogen und standortspezifisch zu ermitteln, zu prüfen und zu bewerten, da wirksame Maßnahmen nur in Situationen zu ergreifen wären, die unter bestimmten Umständen an einem bereits errichteten OWP auch tatsächlich eintreten.

Die für diesen Fall erforderlichen Messdaten können erst durch das hier beschriebene Monitoring im Betriebszustand des OWP erhoben werden. Da vorliegende Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben (s. oben) darauf hinweisen, dass Vögel bei drehenden Rotoren eine signifikant größere Meidung zeigen als bei stehenden Rotoren, wäre der Effekt bei vorsorglichen Abschaltungen, die bereits ohne Überschreitung der Signifikanzschwelle im Zuge der Grundlagenerfassung (Monitoring) erfolgen, verfälscht. Wenn bei stillstehenden Rotoren vermehrt Vögel in den Rotorbereich fliegen wäre nicht feststellbar, wie viele Vögel einen drehenden Rotor gemieden hätten so dass es nicht zu Kollisionen gekommen wäre.

6 Literaturverzeichnis

ASCHWANDEN, J., STARK, H., PETER, D., STEURI, T., SCHMID, B. & F. LIECHTI (2018):

Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. *Biological Conservation* 220: 228-236.

AUMÜLLER, R., BOOS, K., FREIENSTEIN, S., HILL, K. & R. HILL (2011):

Beschreibung eines Vogelschlagereignisses und seiner Ursachen an einer Forschungsplattform in der Deutschen Bucht. *Vogelwarte* 49: 9-16.

BFN (2006):

Naturschutzfachlicher Planungsbeitrag des Bundesamtes für Naturschutz zur Aufstellung von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung für die Ausschließliche Wirtschaftszone der Nord- und Ostsee. Bundesamt für Naturschutz.

BELLEBAUM, J., GRIEGER, C., KLEIN, R., KÖPPEN, U., KUBE, J., NEUMANN, R., SCHULZ, A., SORDYL, H. & H. WENDELN (2010):

Ermittlung artbezogener Erheblichkeitsschwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzuges im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen. Abschlussbericht. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ 0329948). Neu Broderstorf.

BLEW, J.; HOFFMANN, M.; NEHLS, G. & V. HENNING (2008):

Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev 1, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark (Final report 2008). Universität Hamburg, BioConsult SH, Part I: Birds, October 2008.

BSH (2013):

Standard - Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie; Hrsg., Stand Oktober 2013.

BSH (2019):

Umweltbericht zum Flächenentwicklungsplan 2019 für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone der Ostsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg, 28. Juni 2019.

CHRISTENSEN, T.K.; CLAUSAGER, I. & I.K. PETERSEN (2003):

Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev 1, and results from the year of construction. NERI-Report 2003, 10th April ed.: 63 pp.

COOK, A.S.C.P.; JOHNSTON, A.; WRIGHT, L.J. & N.H.K. BURTON (2012):

A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02. BTO Research Report No. 618. BTO, Thetford.

DIERSCHKE V., FURNESS R. W. & S. GARTHE (2016):

Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. *Biological Conservation* 202: 59-68.

DIRKSEN, S. (2017):

Review of methods and techniques for field validation of collision rates and avoidance amongst birds and bats at offshore wind turbines. Report for Rijkswaterstaat WVL.

FOX, A. D., M. DESHOLM, J. KAHLERT, I. K. PETERSEN, T. K. CHRISTENSEN & I. CLAUSAGER.(2006):

Final Results of the Avian Investigations at the Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms. Abstract to the conference: Offshore wind farms and the environment – Horns Rev and Nysted. NERI, National Environment Research Institute, Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, Denmark.

GREEN, M., HAAS, F. & Å. LINDSTRÖM (2019):

Monitoring population changes of birds in Sweden. Annual report for 2018. Department of Biology, Lund University: 92 pp.

HANSEN, L. (1954):

Birds killed at lights in Denmark 1886–1939. *Videnskabelige meddelelser, Dansk Naturhistorisk Forening I København* 116: 269-368.

IFAÖ (2005):

Vorkommen von See- und Zugvögeln in der westlichen Ostsee (Schwerpunkt deutsche AWZ). Gutachten im Auftrag des BfN. Neu Broderstorf.

IFAÖ (2013):

Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für den Bau und Betrieb des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“. März 2013. IFAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, 482 Seiten.

IFAÖ (2019B):

UVP-Bericht für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“. IFAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Rostock.

JENSEN, F.P.; JACOBSEN, E.M.; BLEW, J. & R. RINGGARD (2017):

Avoidance behaviour of migrating raptors approaching a Danish offshore windfarm. Poster, Conference on Wind energy and Wildlife impacts.

KAHLERT, J.; PETERSEN, I.K.; FOX, A.D.; DESHOLM, M. & I. CLAUSAGER (2004):

Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore wind farm at Rødsand. – NERI Annual status report 2003. Commissioned by Energi E2 A/S. National Environmental Research Institute: 82 pp.

KLAASSEN, R.G.H., HAKE, M., STRANDBERG, R., KOKS, B.J., TRIERWEILER, C., EXO, K.-M., BAIRLEIN, F. & T. ALERSTAM (2014):

When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. *J. Anim. Ecol.* 83: 176–184.

KRIJGSVELD, K.L., FIJN, R.C., JAPINK, M., VAN HORSSSEN, P.W., HEUNKS, C., COLLIER, M.P., POOT, M.J. M., BEUKER, D. & S. DIRKSEN (2011):

Effect Studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying bird. Bureau Waardenburg report, Culemborg, Netherlands: 10-219.

LIECHTI, F., BRUDERER & H. PAPROTH (1995):

Quantification of nocturnal bird migration by moonwatching: comparison with radar and infrared observations. *J. Field Ornithol* 66: 45-468.

MASDEN, E.A., & A.S.C.P. COOK (2016):

Avian collision risk models for wind energy impact assessments. *Environmental Impact Assessment Review* 56: 43-49.

NEWTON, I. (2008) The Migration Ecology of Birds. Academic Press, London.**PETERSEN, I.K.; CHRISTENSEN, T.K.; KAHLERT, J.; DESHOLM, M. & A.D. FOX (2006):**

Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev 1, Denmark. National Environmental Research Institute Report.

PETTERSSON, J. (2005):

The Impact of Offshore Wind Farms on Bird Life in Southern Kalmar Sound, Sweden. Lund University, Sweden.

BAND, W. (2012):

Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS-02 Project Report to The Crown Estate.

SCHULZ, A., DITTMANN, T., BELLEBAUM, J., WEIDAUER, A., KILIAN, M., LÖFFLER, T., SCHLEICHER, K. & S. WEIBACH (2019):

Automatische Erfassung von Zugvögeln am Referenzstandort FINO 2 zur Klärung ihrer Gefährdung durch Offshore-Windparks in der Ostsee unter besonderer Berücksichtigung des Artbezugs. Abschlussbericht für den Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2018, gefördert durch BMWi (FKZ 0325765). Rostock.

SCHULZ, A., DITTMANN, T. & T. COPPACK (2014):

Erfassung von Ausweichbewegungen von Zugvögeln mittels Pencil Beam Radar und Erfassung von Vogelkollisionen mit Hilfe des Systems VARS. Schlussbericht zum Projekt „Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH (StUKplus)“ (BMU; FKZ 0327689A). Neu Broderstorf, 2014.

SCHULZ, A., DITTMANN, T., WEIDAUER, A., KILIAN, M., LÖFFLER, T., RÖHRBEIN, V., SCHLEICHER, K. & T. COPPACK (2013):

Weiterentwicklung der Technik für Langzeituntersuchungen der Vögel mittels Radar und automatischer Kamerabeobachtung am Standort FINO 2 und Durchführung von Langzeitmessungen am Standort für den Zeitraum 2010 bis 2012. Abschlussbericht Teilprojekt Vogelzug. Bestandteil des Forschungsvorhabens „Betrieb der Forschungsplattform FINO 2“ (BMU; FKZ 0329905D). Neu Broderstorf.

SCHULZ, A., V. RÖHRBEIN, K. SCHLEICHER, C. KULEMEYER, & T. COPPACK (2011):

Die Forschungsplattform FINO 2 – eine automatisierte Vogelwarte inmitten der Ostsee. Seevögel 32:99-101.

SILLETT, T.S. & R.T. HOLMES (2002):

Variation in survivorship of a migratory songbird throughout its annual cycle. *Journal of Animal Ecology* 71: 296-308.

SKOV, H.; HEINÄNEN, S.; JENSEN, N.; DURINCK, J. & T. JOHANSEN (2012):

Rødsand 2 Offshore Wind Farm post construction. Post construction studies on migrating red kite/landbirds. DHI. Report commissioned by E.ON Sweden.

SKOV, H., DESHOLM, M., HEINÄNEN, S., JOHANSEN, T.W. & O.R. THERKILDSEN (2015):

Kriegers Flak Offshore Wind Farm Environmental Impact Assessment. Technical background report Birds and bats. Danish Center for Environment and Energy (DCE) and DHI, https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/kriegers_flak_offshore_wind_farm_eia_birds_and_bats_technical_report.pdf.

SKOV, H., DESHOLM, M., HEINÄNEN, S., KAHLERT, J.A., LAUBEK, B., JENSEN, N.E., ZYDELIS, R. & B.P. JENSEN (2016):

Patterns of migrating soaring migrants indicate attraction to marine wind farms. *Biol. Lett.* 12: <http://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0804>.

SKOV, H.; HEINÄNEN, S.; NORMAN, T.; WARD, R.M.; MÉNDEZ-ROLDÁN, S. & I. ELLIS (2018):

ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final report – April 2018. The Carbon Trust. United Kingdom: 247 pp.

SNOEK (2016): Technisch overzicht radarsystemen offshore windparken. WP2016_1023.

Waterproof Marine Consultancy & Services, Lelystad.

TULP, I.; SCHEKKERMAN, H.; LARSEN, J.K.; VAN DER WINDEN, J.; VAN DE HATERD, R.J.W.; VAN HORSSSEN, P.; DIRKSEN, S. & A.L. SPAANS (1999):

Nocturnal flight activity of sea ducks near the windfarm Tunø Knob in the Kattegat. Bureau Waardenburg report nr. 99.64.