

Flächenvoruntersuchung N-6.6

Bericht 2019 - 2020
(Januar 2019 - Dezember 2020)

Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen für
das Schutzgut Zugvögel



Bearbeiter:

Text Helmut Wendeln², Andreas Michalik², Veronika Wahl²,
Nicole Stöber², Michel Stelter¹

QA Anika Freund², Gerd Kulik³, Frederike Stapela¹, Michel Stelter¹

¹BioConsult SH GmbH & Co. KG

²IBL Umweltplanung GmbH

³Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH

Version 2.0

Oldenburg, 23.05.2022

BioConsult SH GmbH & Co. KG Schobüller Str. 36 25813 Husum Tel. 04841 / 77 9 37-10 Fax 04841 / 77 9 37-19 info@bioconsult-sh.de www.bioconsult-sh.de	IBL Umweltplanung GmbH Bahnhofstraße 14a 26122 Oldenburg Tel. 0441 / 50 50 17-10 Fax 0441 / 50 50 17-11 info@ibl-umweltplanung.de www.ibl-umweltplanung.de	Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH Alte Dorfstraße 11 18184 Neu Broderstorf Tel. 038204 / 618-0 Fax 038204 / 618-10 info@ifaoe.de www.ifaoe.de
--	--	--

Auftraggeber:



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Abteilung O Referat O2 - Flächenvoruntersuchung

Bernhard-Nocht-Straße 78

20359 Hamburg

Auftragnehmer:

Auftragnehmer ist ein Konsortium bestehend aus BioConsult SH, IBL Umweltplanung und dem Institut für Angewandte Ökosystemforschung (IfAÖ).

BioConsult SH GmbH & Co. KG
Schobüller Str. 36
25813 Husum

Tel. 04841 / 77 9 37-10
Fax 04841 / 77 9 37-19
info@bioconsult-sh.de
www.bioconsult-sh.de

IBL Umweltplanung GmbH
Bahnhofstraße 14a
26122 Oldenburg

Tel. 0441 / 50 50 17-10
Fax. 0441 / 50 50 17-11
info@ibl-umweltplanung.de
www.ibl-umweltplanung.de

Institut für Angewandte
Ökosystemforschung GmbH
Alte Dorfstraße 11
18184 Neu Broderstorf
Tel. 038204 / 618-0
Fax 038204 / 618-10
info@ifaoe.de
www.ifaoe.de

Dieses Gutachten wurde im Rahmen der Flächenvoruntersuchung zu N-6.6 erstellt und durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie beauftragt. Das hier vorliegende Gutachten bezieht sich auf das Schutzgut Zugvögel. Ausschließlich zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird auf die geschlechtsspezifische Schreibweise verzichtet. Alle personenbezogenen Bezeichnungen in diesem Fachgutachten sind somit geschlechtsneutral zu verstehen.

Dieses Gutachten ist wie folgt zu zitieren:

IBL Umweltplanung et al. (2022): Bericht zum Vorkommen von Zugvögeln im Rahmen der Voruntersuchung der Fläche N-6.6. Im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, 120 S.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG.....	1
1.1	Anlass	1
1.2	Datenlage für die voruntersuchte Fläche.....	1
1.3	Zielsetzung und Fragestellung	3
2.	MATERIAL UND METHODIK.....	5
2.1	Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	5
2.2	Durchführung der Erfassungen.....	7
2.2.1	Radarerfassung	9
2.2.2	Zugbeobachtung	18
2.2.3	Zugruferfassung	22
2.3	Bestandsbewertung	24
2.4	Methodenkritik	27
2.4.1	Beurteilung der Erfassungsmethoden.....	27
2.4.2	Beurteilung der Datenbasis	31
3.	SCHUTZGUTBEZOGENE BESCHREIBUNG DES DERZEITIGEN UMWELTZUSTANDES	32
3.1	Radarerfassung	32
3.1.1	Zugintensitäten	32
3.1.2	Höhenverteilungen	40
3.2	Zugbeobachtung	54
3.2.1	Artenspektrum und Dominanz	54
3.2.2	Zugintensität.....	60
3.2.3	Tageszeitliche Varianz	64
3.2.4	Flughöhe	67
3.2.5	Flugrichtung.....	70

3.3	Zugruferfassung	72
3.3.1	Artenspektrum und Dominanz	72
3.3.2	Rufintensität	76
3.3.3	Tageszeitliche Varianz	80
3.4	Bestandscharakterisierung	83
4.	SCHUTZGUTBEZOGENE BEWERTUNG DES BESTANDES	85
4.1	Großräumige Bedeutung des Vogelzuges	85
4.2	Bewertung des Vorkommens	86
4.3	Seltenheit/Gefährdung	87
4.4	Vorbelastung	90
4.5	Fazit	91
5.	BESCHREIBUNG DER WIRKFAKTOREN	92
5.1	Bau-/Rückbaubedingte Wirkfaktoren	94
5.2	Anlagenbedingte Wirkfaktoren	95
5.3	Betriebsbedingte Wirkfaktoren	101
5.4	Zusammenfassung der vorhabenbedingten Wirkfaktoren	105
6.	NICHTTECHNISCHE ZUSAMMENFASSUNG	107
6.1	Deutsche nichttechnische Zusammenfassung	107
6.2	English non-technical summary	111
7.	LITERATURVERZEICHNIS	115
A	ANHANG	121
A.1	Modellwindparkparameter aus der Eignungsprüfung	121
A.2	Methoden	122
A.2.1	Radarerfassung	123
A.2.2	Zugbeobachtung und Zugruferfassung	134

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1.1	Übersicht der Lage der Fläche N-6.6 (ETRS 89, UTM 32N) in der deutschen AWZ der Nordsee nach FEP (BSH 2020c), aktualisiert im Juli 2021.....	3
Abb. 2.1	Ankerplätze für Zugplanbeobachtungen und Radarerfassungen vom Schiff aus für die Fläche N-6.6.	6
Abb. 2.2	Beispielaufnahme eines Radarbildes vom 20.10.2019 (Visionmaster-Radargerät).....	13
Abb. 2.3	Schematisiertes Radarbild.....	16
Abb. 2.4	Mögliche Flugrouten während des Herbstzuges von Vögeln, die den Windparkcluster 6 umfliegen.	30
Abb. 3.1	Mittlere Zugraten ($MTR \pm SE$) und Anzahl Erfassungsstunden je Nacht (nächtlicher Vogelzug) im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2019 – 2020. MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); rote Balken: keine Messungen bzw. keine Wertung der Nacht, grüne Balken: Insektenzug.	33
Abb. 3.2	Mittlere Zugraten ($MTR \pm SE$) und Erfassungsstunden am Tage im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2019 – 2020. MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); SE = Standardfehler; rote Balken: keine Messungen, bzw. keine Wertung des Tages, grüne Balken: Insektenzug.	36
Abb. 3.3	Tageszeitliche Verteilung der Zugraten (in % MTR) in den verschiedenen Monaten für die Erfassungsjahre 2019 und 2020.	40
Abb. 3.4	Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2019.	42
Abb. 3.5	Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2020.	43
Abb. 3.6	Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) in der Nacht in den Erfassungsjahren 2019 und 2020 mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene.	46
Abb. 3.7	Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2019.	47
Abb. 3.8	Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2020.	48
Abb. 3.9	Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) am Tag in den Erfassungsjahren 2019 und 2020 mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene.	51
Abb. 3.10	Höhenverteilung der Zugraten (MTR) in Nächten/Tagen mit stärksten Zugraten (2019: oben; 2020: unten).....	52
Abb. 3.11	Höhenverteilung der Zugraten (oben: Zugraten in MTR, unten: prozentuale Zugraten) im Vergleich von Frühjahr und Herbst der Erfassungsjahre 2019 und 2020 für den nächtlichen Vogelzug (zwei Abbildungen links, grau hinterlegt) und den Vogelzug am Tage (zwei Abbildungen rechts, gelb hinterlegt).	54

Abb. 3.12	Prozentuale Artenzusammensetzung der im Erfassungszeitraum 2019 bis 2020 während der Sichtbeobachtungen für die Fläche N-6.6 beobachteten Vögel.....	56
Abb. 3.13	Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6.....	65
Abb. 3.14	Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6.....	66
Abb. 3.15	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-6.6.....	68
Abb. 3.16	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-6.6.....	68
Abb. 3.17	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-6.6.....	69
Abb. 3.18	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2020 für die Fläche N-6.6.....	69
Abb. 3.19	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-6.6.	70
Abb. 3.20	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-6.6. ...	71
Abb. 3.21	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-6.6.	71
Abb. 3.22	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2020 für die Fläche N-6.6. ...	72
Abb. 3.23	Prozentuale Artenzusammensetzung der 2019 sowie 2020 nach Ruferfassungen für die Fläche N-6.6 registrierten Rufe.....	73
Abb. 3.24	Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Ruferfassungen 2019 für die Fläche N-6.6.....	81
Abb. 3.25	Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Ruferfassungen 2020 für die Fläche N-6.6.....	82
Abb. 5.1	Anzahl Individuen und deren prozentuale Anteile in Bezug zur Rotorebene (unterhalb, in Rotorhöhe, oberhalb) im Erfassungsjahr 2019 (links) und 2020 (rechts) im Vergleich der Modellwindparkparameter (untere und obere Bandbreite) basierend auf Sichtbeobachtungen.	98
Abb. 5.2	Prozentuale Anteile der Echos innerhalb der Rotorebene in den Erfassungsjahren 2019 (oben) und 2020 (unten) im Vergleich der unteren und oberen Bandbreite der Rotorgrößen für den nächtlichen Vogelzug (NACHT) und den Vogelzug am Tag (TAG).....	100
 Anhang		
Abb. A. 1	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-6.6.....	149
Abb. A. 2	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-6.6.....	149

Abb. A. 3	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-6.6.	150
Abb. A. 4	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-6.6.	150
Abb. A. 5	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-6.6.	151
Abb. A. 6	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-6.6.	151
Abb. A. 7	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-6.6.	152
Abb. A. 8	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-6.6.	152
Abb. A. 9	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-6.6.	153
Abb. A. 10	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-6.6.	153
Abb. A. 11	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-6.6.	154
Abb. A. 12	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2020 für die Fläche N-6.6.	154
Abb. A. 13	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2020 für die Fläche N-6.6.	155
Abb. A. 14	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2020 für die Fläche N-6.6.	155
Abb. A. 15	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2020 für die Fläche N-6.6.	156
Abb. A. 16	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2020 für die Fläche N-6.6.	156
Abb. A. 17	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-6.6.	157
Abb. A. 18	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-6.6.	157
Abb. A. 19	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-6.6.	158
Abb. A. 20	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-6.6.	158
Abb. A. 21	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-6.6.	159

Abb. A. 22	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-6.6	159
Abb. A. 23	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-6.6.	160
Abb. A. 24	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-6.6	160
Abb. A. 25	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-6.6.	161
Abb. A. 26	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-6.6.	161
Abb. A. 27	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-6.6.	162
Abb. A. 28	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2020 für die Fläche N-6.6.	162
Abb. A. 29	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2020 für die Fläche N-6.6.	163
Abb. A. 30	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2020 für die Fläche N-6.6	163
Abb. A. 31	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2020 für die Fläche N-6.6.	164
Abb. A. 32	Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2020 für die Fläche N-6.6	164

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 2.1	Ankerpositionen an der Fläche N-6.6 im Frühjahr und Herbst 2019 und 2020 (Dezimalgrad)... 6
Tab. 2.2	Terminierung der Ausfahrten, Anzahl Erfassungstage (Soll und Ist) sowie Erfassungsschiffe und verwendetes Vertikalradarmodell je Ausfahrt im Erfassungszeitraum März 2019 bis November 2020; 7
Tab. 2.3	Anzahl auswertbarer bzw. nicht auswertbarer Stunden sowie Anzahl nicht StUK-konformer Stunden je Monat sowie Anzahl Nächte/Tage mit Radarerfassung für den Zeitraum von März 2019 bis November 2020. 10
Tab. 2.4	Auswahl methodischer Vorgaben zur Erfassung des Vogelzuges mittels Radargeräten gemäß StUK4 (BSH 2013), Leistungsbeschreibung (BSH 2017) und Untersuchungsrahmen (BSH 2020a). 11
Tab. 2.5	Technische Eigenschaften der verwendeten Radargeräte..... 12
Tab. 2.6	Detektionsfunktionen der verschiedenen Radargeräte (Furuno, Visionmaster) auf den eingesetzten Erfassungsschiffen (Sverdrupson, Hydrograf, Frederik und Skoven)..... 14
Tab. 2.7	Terminierung der Ausfahrten von März 2019 bis November 2020 mit dem jeweiligen Beobachtungsaufwand 19
Tab. 2.8	Auswahl methodischer Vorgaben zur Erfassung des Vogelzuges mittels Sichtbeobachtungen gemäß StUK4 (BSH 2013), Leistungsbeschreibung (BSH 2017) und Untersuchungsrahmen (BSH 2020a). 20
Tab. 2.9	Einteilung der Höhenklassen nach StUK4 (BSH 2013)..... 22
Tab. 2.10	Bewertungskriterien für die Zugvögel nach dem Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020b). 24
Tab. 3.1	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019 und 2020..... 34
Tab. 3.2	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2019 und 2020. 35
Tab. 3.3	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag für die einzelnen Erfassungsmonate in den Erfassungsjahren 2019 und 2020. 37
Tab. 3.4	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2019 und 2020. 38
Tab. 3.5	Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2019) und Wegzuges (Herbst 2019)..... 44
Tab. 3.6	Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2020 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2020) und Wegzuges (Herbst 2020)..... 45
Tab. 3.7	Prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2019) und des Wegzuges (Herbst 2019)..... 49

Tab. 3.8	Prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2020 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2020) und Wegzuges (Herbst 2020).....	50
Tab. 3.9	Liste der nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6 beobachteten Vogelarten mit Angabe der Individuenzahlen pro Monat.....	57
Tab. 3.10	Liste der nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6 beobachteten Vogelarten mit Angabe der Individuenzahlen pro Monat.....	59
Tab. 3.11	Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6. An den grau hinterlegten Erfassungstagen lagen weniger als 50 % der aufgrund der Tageslänge möglichen Erfassungseinheiten vor.....	62
Tab. 3.12	Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6. An den grau hinterlegten Erfassungstagen lagen weniger als 50 % der aufgrund der Tageslänge möglichen Erfassungseinheiten vor.....	63
Tab. 3.13	Liste der nach Ruferfassungen 2019 für die Fläche N-6.6 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.....	74
Tab. 3.14	Liste der nach Ruferfassungen 2020 für die Fläche N-6.6 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.....	75
Tab. 3.15	Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2019 für die Fläche N-6.6. In den grau hinterlegten Erfassungsnächten lagen weniger als 50 % der aufgrund der Nachtlänge möglichen Erfassungseinheiten vor.....	78
Tab. 3.16	Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2020 für die Fläche N-6.6. In den grau hinterlegten Erfassungsnächten lagen weniger als 50 % der aufgrund der Nachtlänge möglichen Erfassungseinheiten vor.....	79
Tab. 5.1	Potenzielle Wirkfaktoren unter Berücksichtigung der Windparkparameter (Tab. A. 1) auf das Schutzgut Zugvögel gemäß Umweltbericht zum FEP der Nordsee 2020.....	92
Tab. 5.2	Wirkfaktoren mit Angaben zu relevanten Modellwindparkparametern (nach Tab. A. 1) für die untere und obere Bandbreite der Rotordimensionierung.	93

Anhang

Tab. A. 1	Modellwindparkparameter aus dem Umweltbericht zum FEP 2020 (Tabelle 2; BSH 2020b) die für die Identifizierung der Wirkfaktoren (Kap. 5) herangezogen werden.	121
Tab. A. 2	Eckkoordinaten der Fläche N-6.6.....	122
Tab. A. 3	Technische Daten der verwendeten Erfassungsschiffe.	122
Tab. A. 4	Korrekturfaktoren für unterschiedliche Winkel des Radarstrahls zur Hauptzugrichtung. Grau unterlegt: Drehrichtung des Radars senkrecht zur angenommenen Zugrichtung (Korrekturfaktor = 1,0).....	123
Tab. A. 5	Erfassungszeiten und -bedingungen (Wetter) einzelner Erfassungstage sowie Angabe zur Vollständigkeit von 24-Stunden-Zyklen im Untersuchungsgebiet Cluster 6.....	124

Tab. A. 6	Kennwerte des Vogelzuges in einzelnen Erfassungsnächten (Vogelzug in der Nacht, Radarerfassung) von März 2019 bis November 2020.....	128
Tab. A. 7	Kennwerte des Vogelzuges an einzelnen Erfassungstagen (Vogelzug am Tag, Radarerfassung) von März 2019 bis November 2020.....	131
Tab. A. 8	Schutzstatus der im Gebiet N-6 von März 2019 bis November 2020 gesichteten und gehörten Arten nach AEWA, EU-VSchRL, SPEC sowie Berner und Bonner Konvention (Quellen und Erläuterungen unterhalb der Tabelle) mit Angabe der Anzahl erfasster Individuen während der Sichtbeobachtungen (Sicht) und Anzahl erfasster Rufe.....	134
Tab. A. 9	Relative Flugrichtungsverteilungen [%] sowie mittlere Flugrichtungen aller Arten [°] nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	141
Tab. A. 10	Relative Flugrichtungsverteilungen [%] sowie mittlere Flugrichtungen aller Arten [°] nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	143
Tab. A. 11	Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6 (alle fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	145
Tab. A. 12	Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6 (alle fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	147

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

µs	Mikrosekunde, 1 µs = 1/1.000.000 Sekunde
AIC	Akaike Information Criterion; Index zur Auswahl statistischer Modelle
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
bft	Beaufort
BNetzA	Bundesnetzagentur
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EVG	Europäisches Vogelschutzgebiet
feet	Längeneinheit, Fuß (1 m = 3,28084 Fuß)
FEP	Flächenentwicklungsplan
FFH	Flora-Fauna-Habitatrichtlinie
FINO1	Forschungsplattform in der südlichen Nordsee
Gain	Einstellung der Empfangsstärke bei Radargeräten
GHz	Gigahertz, 1 GHz = eine Milliarde Sendeeinheiten pro Sekunde
GPS	Global Positioning System
kW	Kilowatt, Sendeleistung der Radargeräte (1 kW = 1.000 W)
Median	Wert, der "in der Mitte" steht, wenn man die Messwerte nach Größe sortiert
MTR	Migration Traffic Rate, Zugrate in Echos/(Stunde*Kilometer)
n	Stichprobenumfang
nm	nautische Meilen, Entfernungseinheit (1 nm = 1,852 km)
ns	nicht signifikant
OWP	Offshore-Windpark
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
Range	Erfassungsbereich des Radargerätes
rpm	rounds per minute, Umdrehungen pro Minute (Antennenbalken)
SD	standard deviation, Standardabweichung: Maß für die Streubreite der Werte eines Merkmals
SE	standard error, Standardfehler: Streuungsmaß als „Standardabweichung/√Stichprobenumfang“
SPEC	Species of European Conservation Concern (Schutzstatus)
StUK	Standard-Untersuchungskonzept
UTC	Universal Time Coordinated (koordinierte Weltzeit)
EU-VSchRL	EU-Vogelschutzrichtlinie
WEA	Windenergieanlage
WindSeeG	Windenergie-auf-See-Gesetz
X-Band	Frequenzbereich 8 bis 12 GHz bei Radargeräten

1. ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

1.1 Anlass

Mit dem Inkrafttreten des Windenergie-auf-See-Gesetzes (WindSeeG) am 01.01.2017 kommt dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) die gesetzliche Aufgabe zu, im Auftrag der Bundesnetzagentur (BNetzA) die Voruntersuchung von in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) gelegenen Flächen für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) auf See durchzuführen.

Die Nutzung dieser Flächen zur Gewinnung von Windenergie und damit zusammenhängend das Recht auf Netzanschluss soll gemäß §§ 16 ff. WindSeeG ab 2021 von der BNetzA öffentlich ausgeschrieben werden, wobei der Bieter mit dem niedrigsten anzulegenden Wert und damit der niedrigsten geforderten Marktprämie den Zuschlag erhält.

Ziel der Voruntersuchungen des BSH ist es, gemäß § 9 Absatz 1 WindSeeG, für die Ausschreibungen der BNetzA nach §§ 16 ff. WindSeeG den Bietern die Informationen zur Verfügung zu stellen, die eine wettbewerbliche Bestimmung der Marktprämie nach § 22 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (2021) ermöglichen sowie die Eignung der Fläche festzustellen und einzelne Untersuchungsgegenstände vorab zu prüfen, um das anschließende Planfeststellungsverfahren auf diesen Flächen zu beschleunigen.

Für den Bereich der Meeresumwelt sind gemäß § 10 Abs.1 Satz 1 Nr.1 WindSeeG die Untersuchungen durchzuführen und zu dokumentieren, die für eine Umweltverträglichkeitsstudie im Planfeststellungsverfahren nach dem WindSeeG auf der Fläche erforderlich sind. Insbesondere ist eine Bestandscharakterisierung, eine Darstellung der bestehenden Vorbelastungen und eine Bestandsbewertung vorzunehmen. Diesem Zweck dient der folgende Bericht zum Schutzgut Zugvögel im Bereich der Fläche N-6.6.

Der Bericht wird gemäß § 10 Abs. 2 Satz 2 WindSeeG zudem bei der im Rahmen der Eignungsprüfung der Fläche N-6.6 durchzuführenden Strategischen Umweltprüfung (SUP) berücksichtigt.

1.2 Datenlage für die voruntersuchte Fläche

Die Fläche N-6.6 liegt im Gebiet N-6 und befindet sich in einer Entfernung von 1,1 bzw. 1,4 km südlich der im Betrieb befindlichen Offshore-Windparks (OWP) „Veja Mate“ und „BARD Offshore 1“ (s. Abb. 1.1). Der Windpark „Deutsche Bucht“ schließt sich nordwestlich in ca. 2,1 km Entfernung an. Nordöstlich der Fläche N-6.6 befinden sich im ca. 23,5 km entfernten Gebiet N-8 die bereits entwickelten Windparks „Global Tech I“, „EnBW Hohe See“ und „Albatros“. Ebenfalls in nordöstlicher/östlicher Richtung befindet sich das Gebiet N-7 mit dem genehmigten OWP-Vorhaben „EnBW He Dreih“ sowie der Flächenentwicklungsplan-Fläche (FEP-Fläche) N-7.2 in ca. 6,5 km.

Aufgrund der räumlichen Nähe sind die für die genannten OWPs im Cluster 6 sowie dem genehmigten OWP-Vorhaben „EnBW He Dreih“ verfassten Fachgutachten und

Verträglichkeitsstudien als relevant für eine Eignungsprüfung der Fläche N-6.6 anzusehen. Da die Fachgutachten zu den OWP „Global Tech I“, „EnBW Hohe See“ und „Albatros“ im Gebiet N-8 nicht frei verfügbar sind, können sie im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht als Grundlage für eine vergleichende Bewertung der naturräumlichen Ausstattung der Fläche N-6.6 herangezogen werden, sie werden jedoch vom BSH bei der Eignungsprüfung bedacht. Dagegen sind die Genehmigungsbescheide der genannten OWPs veröffentlicht (BSH 2007a, 2007b, 2010, 2015), in die die betreffenden Basisgutachten und darauf aufbauenden Umweltverträglichkeitsstudien eingeflossen und können mit Einschränkungen aufgrund des jeweiligen Datenalters im Rahmen dieses Berichts berücksichtigt werden.

Darüber hinaus wurden in der deutschen Nordsee Forschungsvorhaben durchgeführt, deren Ergebnisse für die Beurteilung der Wirkfaktoren bzw. die Bewertung des Vogelzuges im Zusammenhang mit der Flächenvoruntersuchung herangezogen werden sollten. Solche Forschungsprojekte sind OffshoreWEA (Knust et al. 2003), BeoFINO (Orejas et al. 2005), FINOBIRD (Hüppop et al. 2009), Projekte im Rahmen von StUKplus-Vorhaben (Avitec Research 2014, IfAÖ 2014), ProBIRD (Welcker & Vilela 2018, 2019, Welcker 2019) und OFFSHOREBIRDS+ (Avitec Research 2019). Außerdem erfolgt im Rahmen des Umweltberichts zum FEP 2020 für die deutsche Nordsee (BSH 2020b) eine Auflistung von Ergebnissen aus Umweltverträglichkeitsprüfungen, die als Referenzdaten zur Bewertung des Zugeschehens in den vorliegenden Erfassungen herangezogen werden können. Zusätzlich sind für eine Einordnung des Zugvogelvorkommens im Gebiet N-6 publizierte Arbeiten im Bereich der Deutschen Bucht heranzuziehen (bspw. Hüppop et al. 2005, 2006, 2019). Weitere Referenzen dazu sind dem Literaturverzeichnis (Kapitel 7) zu entnehmen.

Insgesamt ist bei allen verfügbaren Daten neben dem räumlichen auch der zeitliche Bezug zu berücksichtigen. Dadurch können die vorgenannten publizierten Dokumente möglicherweise nur eingeschränkt für die Beurteilung des Zugvogelvorkommens berücksichtigt werden.

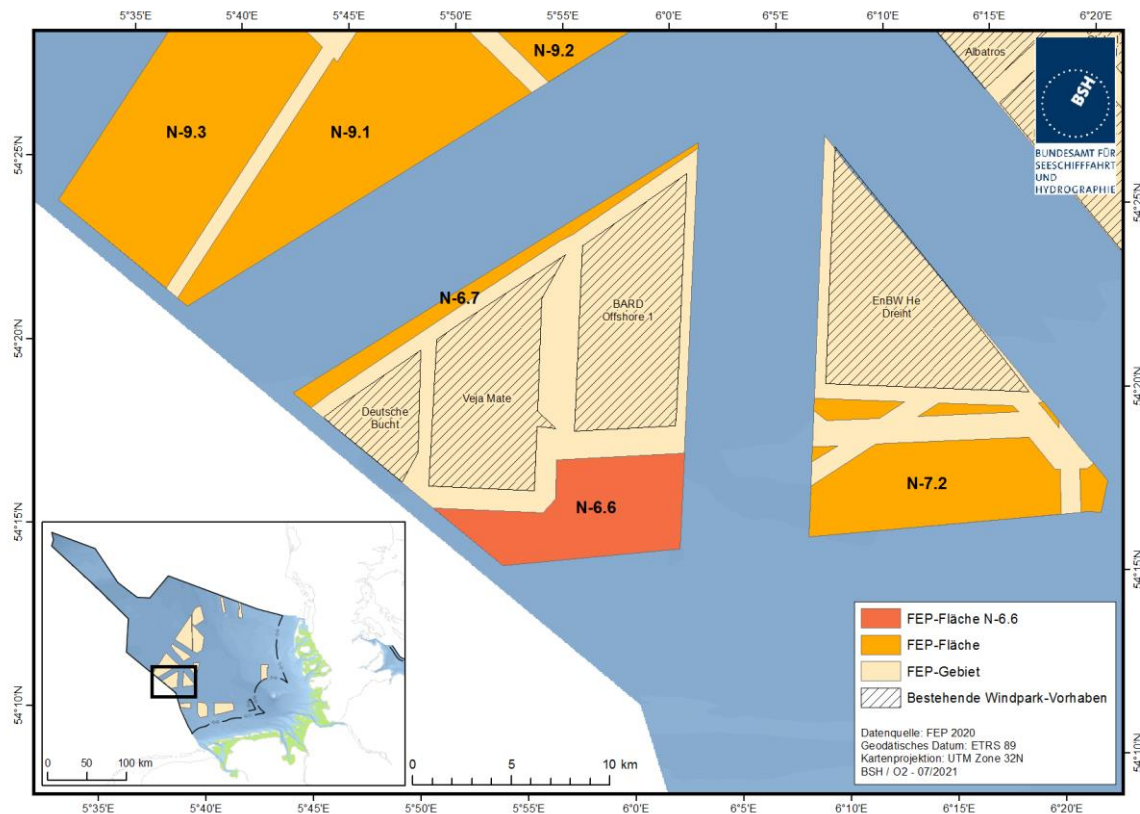


Abb. 1.1 Übersicht der Lage der Fläche N-6.6 (ETRS 89, UTM 32N) in der deutschen AWZ der Nordsee nach FEP (BSH 2020c), aktualisiert im Juli 2021 (Quelle: BSH, Referat O2).

1.3 Zielsetzung und Fragestellung

Für die Untersuchung der Meeresumwelt im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen für Offshore-Windparks hat die Genehmigungsbehörde, das BSH, im Jahr 2003 einen Methodenstandard entwickelt und laufend fortgeschrieben (aktuelles Standarduntersuchungskonzept: StUK4; BSH 2013). Ziel des StUK ist es, mögliche Auswirkungen des Baus und Betriebs von Offshore-Windkraftanlagen auf die marine Umwelt zu erkennen und zu bewerten. Wesentlicher Bestandteil ist dabei die Prüfung auf Umweltverträglichkeit zum Ende einer Basisaufnahme. Hierbei wird der festgestellte Umweltzustand im Hinblick auf den Bau und Betrieb des geplanten Windparks bewertet. Dies gilt ebenso für die nun angestrebten Voruntersuchungen von für den Windkraftausbau ausgewiesenen Flächen, um die natürliche Ausstattung dieser Voruntersuchungsflächen zu erfassen.

Das vorliegende Fachgutachten dient dazu, das Vorkommen von Zugvögeln im Bereich der Fläche N-6.6 im Rahmen der durch das BSH beauftragten Flächenvoruntersuchung zu beschreiben und zu bewerten. Die Bewertung zielt hierbei hauptsächlich darauf ab, welche Bedeutung die Fläche N-6.6 für das Schutzgut Zugvögel besitzt. Darüber hinaus sollen gemäß FEP (BSH 2020b) auf Grundlage von Modellwindparkparametern (s. Tab. A. 1) die voraussichtlichen Umweltauswirkungen auf Zugvögel beschrieben werden. Dies dient als Basis zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen, die durch den Ausbau der Windkraft auf dem Gebiet N-9 auf das Schutzgut zu erwarten sind.

Um diese Fragestellungen beantworten zu können, stützt sich dieser Bericht auf die zwischen dem 01.03.2019 und dem 30.11.2020 erhobenen Daten. Der Umfang der Erfassungen ist im Untersuchungsrahmen für die Voruntersuchung und Strategische Umweltprüfung der Fläche N-6.6 vom 07.08.2020 (BSH 2020a) festgelegt (vgl. hierzu auch Kap. 2.2 und Kap. 2.3). Es wurden hierfür Daten der schiffsgestützten Untersuchungen aus dem Clustermonitoring N-6 herangezogen. Für die Durchführung der Untersuchungen wurden die methodischen Vorgaben des StUK4 (BSH 2013) zu Grunde gelegt. Der Untersuchungsrahmen wurde veröffentlicht, nachdem bereits Daten in den jeweiligen Untersuchungsgebieten erfasst wurden. Eine Gegenüberstellung der verschiedenen Vorgaben aus StUK4, Untersuchungsrahmen und Leistungsbeschreibung zur Flächenvoruntersuchung (BSH 2017) erfolgt in Kapitel 2.2.1 (Radarerfassung), Kapitel 2.2.2 (Sichtbeobachtungen) und Kapitel 2.2.3 (Zugruferfassung). Sollten sich hieraus Abweichungen ergeben, werden diese mit der Angabe von Gründen und einer Einschätzung der Konsequenz für Qualität und Vollständigkeit der Daten diskutiert.

Grundlegendes Ziel der vorliegenden Untersuchung zum Schutzgut Zugvögel ist die Erfassung des Vogelzuges unter den Aspekten zeitlicher und räumlicher Variationen (insbesondere der Höhenverteilung) im Untersuchungsgebiet. Die Daten dienen als Basis zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen, die durch den Ausbau der Windkraft auf der Fläche N-6.6 auf das Schutzgut zu erwarten sind.

Im vorliegenden Bericht werden folgende Aufgabenstellungen bearbeitet:

- Beschreibung und Bewertung des Vorkommens von Zugvögeln in der voruntersuchten Fläche N-6.6 und seiner Umgebung,
- Bedeutung der voruntersuchten Fläche N-6.6 für Zugvögel,
- Beschreibung der voraussichtlichen Umweltauswirkungen durch die Errichtung eines Windparks (Parameter s. Anhang Tab. A. 1) auf Zugvögel.

2. MATERIAL UND METHODIK

2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die Fläche N-6.6 liegt im Gebiet N-6 in direkter Nachbarschaft südlich der OWPs „BARD Offshore 1“ und „Veja Mate“ bzw. südöstlich des OWP „Deutsche Bucht“. Nordöstlich befinden sich im ca. 23,5 km entfernten Gebiet N-8 die Windparks „Global Tech I“, „EnBW Hohe See“ und „Albatros“. Westlich des Gebiets verläuft die AWZ-Grenze zu den Niederlanden. Südlich an die Fläche N-6.6 schließt sich das Verkehrstrennungsgebiet „German Bight Western Approach“ in etwa 7,5 km Entfernung an. Östlich befinden sich Vorranggebiete für militärische Nutzung. Die Koordinaten der Fläche N-6.6 sind in Tab. A. 2 im Anhang aufgelistet.

Die ausgewiesene Fläche N-6.6 liegt in der naturräumlichen Einheit der „Nordwestlichen Deutschen Bucht (küstenferne ostfriesische AWZ)“ mit Wassertiefen zwischen 30 und 40 Metern. Das Bodensubstrat besteht weitestgehend aus Fein- und Mittelsand (BSH 2020b). Im Bereich des Gebietes N-6 wurde das Geo-Cluster „Nordwestliche Deutsche Bucht I“ identifiziert.

Etwa 26,5 km südlich der Fläche N-6.6 befindet sich das nächstgelegene FFH-Schutzgebiet „Borkum Riffgrund“, etwa 65 km nordöstlich liegt das FFH-Gebiet „Sylter Außenriff“. Des Weiteren befindet sich ca. 97,8 km östlich der Fläche N-6.6 das Europäische Vogelschutzgebiet (EVG) „Östliche Deutsche Bucht“, das für die Schutzgüter Rastvögel und Zugvögel von Bedeutung ist. Wertgebende Arten sind hier unter anderem Stern- und Prachtttaucher sowie die Zwergmöwe. Die Gebiete „Sylter Außenriff“ und „Östliche Deutsche Bucht“ wurden als Naturschutzgebiet „Sylter Außenriff – Östliche Deutsche Bucht“ vereint und im September 2017 unter Schutz gestellt. Auch das FFH-Gebiet „Borkum-Riffgrund“ wurde zeitgleich zum Naturschutzgebiet erklärt. Die Naturschutzgebiete sind deckungsgleich mit den jeweiligen FFH-/EVG-Gebieten. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Fachgutachten im Folgenden ausschließlich auf die FFH-/EVG-Gebiete Bezug genommen, alle Aussagen gelten aber auch für die entsprechenden (Teilbereiche der) Naturschutzgebiete.

Der aktuelle Umweltbericht zum FEP für die deutsche Nordsee (BSH 2020b) weist der Fläche N-6.6 eine mittlere Bedeutung für Schweinswale, See- und Rastvögel zu. Für Zugvögel gilt nach BSH (2020b) für das Gebiet N-6 hinsichtlich der Zugintensität ebenfalls eine mittlere Bedeutung, insgesamt betrachtet gilt für die Gebiete N-1 bis N-13 eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung für den Vogelzug. Die Umgebung der Fläche N-6.6 und der drei bestehenden Windparks wurde von 2014 bis 2021 im Rahmen des Monitorings nach StUK untersucht. Die Ergebnisse liegen dem BSH bereits vor.

Für das Schutzgut Zugvögel wurden gemäß Untersuchungsrahmen (BSH 2020a) während des Herbstzuges (Mitte Juli bis November) und des Frühjahrszuges (März bis Mai) der Jahre 2019 und 2020 folgende standardisierte schiffsbasierte Erfassungen durchgeführt:

- Vertikalradarerfassungen,
- Sichtbeobachtungen,
- nächtliche Flugruferfassungen.

Die Voruntersuchungen des Schutzgutes Zugvögel wurden im gesamten Untersuchungszeitraum vom ankernden Schiff aus durchgeführt, wobei die Ankerplätze nach den Vorgaben des StUK4 für das Betriebsmonitoring Cluster 6 saisonal so gewählt wurden, dass die aus der jeweiligen hauptsächlichen Herkunftsrichtung kommenden Vögel erfasst werden (siehe Abb. 2.1). Im Herbst 2019 und 2020 lag der Ankerplatz ca. 400 m nördlich der Windparkgrenze des OWP „Veja Mate“ und damit ca. 10,5 km von der Fläche N-6.6 entfernt. Im Frühjahr 2019 und 2020 befand sich der Ankerplatz ca. 700 m südlich des OWP „Veja Mate“ und damit ca. 200 m vom südwestlichen Rand der Fläche N-6.6 entfernt. Die an den beiden Ankerplätzen für das Betriebsmonitoring Cluster 6 erhobenen Daten sind geeignet, um das Zugvogelvorkommen und die Auswirkungen auf die Fläche N-6.6 zu beschreiben. Die Ankerpositionen sind in Tab. 2.1 aufgeführt. Die konkreten GPS-Positionen im Verlaufe einer Messkampagne wurden halbstündlich notiert. Abweichungen von der vorgegebenen Ankerposition aufgrund von Ankerdrift sind kleinräumig und werden daher nicht im Detail dargestellt. Für die Auswertungen wird von den Standardkoordinaten ausgegangen.

Tab. 2.1 Ankerpositionen an der Fläche N-6.6 im Frühjahr und Herbst 2019 und 2020 (Dezimalgrad).

	Ankerposition Herbst	Ankerposition Frühjahr
Nördlicher Breitengrad	54,37283	54,268667
Östlicher Längengrad	5,89193	5,862917



Abb. 2.1 Ankerplätze für Zugplanbeobachtungen und Radarerfassungen vom Schiff aus für die Fläche N-6.6.

2.2 Durchführung der Erfassungen

Für die Bewertung des Schutzgutes Zugvögel wird für die Fläche N-6.6 auf Daten der schiffsbasierten Erfassungen aus den Clusteruntersuchungen „Cluster 6“ zurückgegriffen, die gemäß den Anforderungen nach StUK4 im Zeitraum von Januar 2019 bis Dezember 2020 durchgeführt wurden (vgl. Untersuchungsrahmen, BSH 2020a).

Zur Erfassung des Vogelzuges wurden die Schiffe „Sverdrupson“, „Skoven“, „Hydrograf“ und „Frederik“ eingesetzt. Die technischen Daten der Schiffe sind in Tab. A. 3 im Anhang aufgeführt. In Tab. 2.2 ist die Terminierung der Ausfahrten inklusive Ausfahrt-Nr. sowie Datum/Uhrzeit des Starts und des Endes einer jeden zusammenhängenden Ausfahrt aufgeführt. Außerdem wird die Anzahl geplanter (Sollbestand) und durchgeführter Tage (Istbestand) bilanziert. Die gemäß Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) und Untersuchungsrahmen (BSH 2020a) geforderte Anzahl von jeweils 50 Erfassungstagen wurde in beiden Erfassungsjahren erreicht (Vorgaben des StUK4: mindestens 50 Tage, BSH 2013).

Im ersten Erfassungsjahr (2019) gab es bezüglich der Ist-Tage eine Abweichung von den geforderten monatlichen Erfassungstagen. Im März 2019 wurde statt der geforderten sieben Erfassungstage nur ein Tag erbracht, da durchgehend bis Mitte März (sowie in einzelnen Phasen auch in der zweiten Märzhälfte) die Wetterbedingungen für eine Erfassung zu schlecht waren (Sturm mit Wellenhöhen z. T. über 3 m). Hinzu kamen technische Probleme des eingesetzten Schiffes (defekter Anker; Reparatur in Esbjerg erforderlich), so dass die für diese Phase geplante Anzahl von Erfassungstagen nicht erreicht werden konnte. In den darauffolgenden Monaten wurden vier (Anfang April 2019) bzw. zwei (Mai 2019) zusätzliche Erfassungstage geleistet, so dass die Soll-Summe von 50 Erfassungstagen insgesamt erbracht wurde.

Im zweiten Erfassungsjahr (2020) musste die Fahrt 20-13 nach einem Erfassungstag aufgrund schlechter Wetterbedingungen am 25.08.2020 abgebrochen werden. Die verbleibenden zwei Tage im August (bis zu diesem Zeitpunkt waren fünf von sieben Erfassungstagen geleistet) konnten in den restlichen August-Tagen nicht mehr geleistet werden und wurde daher im Folgemonat September 2020 nachgeholt (9 Erfassungstage im September). In der Summe wurden somit auch im zweiten Jahr die Soll-Stunden von 50 Erfassungstagen erreicht.

Tab. 2.2 Terminierung der Ausfahrten, Anzahl Erfassungstage (Soll und Ist) sowie Erfassungsschiffe und verwendetes Vertikalradarmodell je Ausfahrt im Erfassungszeitraum März 2019 bis November 2020; Vertikalradar-Typen: VM = Visionmaster FT; Fur. = „Furuno FAR-1528“. * zeitweiser Einsatz eines seafilters, **Abbruch (schlechtes Wetter).

Monat	Anzahl Tage (Soll)	Anzahl Tage (Ist)	Start Datum	Start Zeit (UTC)	Ende Datum	Ende Zeit (UTC)	Ausfahrt -Nr.	Schiff	Radar-gerät
März 2019	7	1	24.03.	04:00	25.03.	04:00	19-04	Sverdrupson	VM
April 2019	7	2	02.04.	07:00	04.04.	07:00	19-05	Skoven	Fur. *
		2	05.04.	19:00	07.04.	19:00			
		4	09.04.	07:00	13.04.	07:00	19-06	Skoven	Fur. *
		3	24.04.	11:00	27.04.	11:00	19-07	Skoven	Fur. *

Monat	Anzahl Tage (Soll)	Anzahl Tage (Ist)	Start Datum	Start Zeit (UTC)	Ende Datum	Ende Zeit (UTC)	Ausfahrt -Nr.	Schiff	Radar -gerät
Mai 2019	7	2	02.05.	12:00	04.05.	12:00	19-08	Sverdrupson	VM
		3	05.05.	12:00	08.05.	12:00			
		4	18.05.	11:00	22.05.	11:00	19-09	Sverdrupson	VM
Juli 2019	4	4	14.07.	23:00	18.07.	23:00	19-11	Sverdrupson	VM
August 2019	7	4	05.08.	11:00	09.08.	11:00	19-12	Hydrograf	VM
		2	12.08.	08:00	14.08.	08:00	19-13	Hydrograf	VM
		1	14.08.	19:00	15.08.	19:00			
September 2019	7	2	07.09.	02:00	09.09.	02:00	19-14	Sverdrupson	VM
		2	10.09.	18:00	12.09.	18:00			
		3	21.09.	15:00	24.09.	15:00	19-15	Sverdrupson	VM
Oktober 2019	7	4	04.10.	18:00	08.10.	18:00	19-16	Sverdrupson	VM
		1	17.10.	13:00	18.10.	13:00	19-17	Sverdrupson	VM
		2	19.10.	04:00	21.10.	04:00			
November 2019	4	4	05.11.	17:00	09.11.	17:00	19-18	Sverdrupson	VM
Gesamt, 1. Jahr	50	50							
März 2020	7	3	04.03.	21:00	08.03.	14:00 **	20-02	Sverdrupson	VM
		3	16.03.	03:00	19.03.	03:00	20-03	Sverdrupson	VM
		1	20.03.	16:00	21.03.	16:00			
April 2020	7	4	04.04.	05:00	08.04.	05:00	20-04	Sverdrupson	VM
		3	15.04.	06:00	18.04.	06:00	20-05	Sverdrupson	VM
Mai 2020	7	4	06.05.	16:00	10.05.	16:00	20-06	Sverdrupson	VM
		3	19.05.	01:00	22.05.	01:00	20-07	Sverdrupson	VM
Juli 2020	4	4	18.07.	13:00	22.07.	13:00	20-10	Frederik	VM
August 2020	7	4	03.08.	16:00	07.08.	16:00	20-12	Sverdrupson	VM
		1	24.08.	06:00	25.08.	06:00 **	20-13	Sverdrupson	VM
September 2020	7	1	31.08.	07:00	01.09.	07:00	20-14	Sverdrupson	VM
		5	02.09.	16:00	07.09.	16:00			
		3	15.09.	00:00	18.09.	00:00	20-15	Sverdrupson	VM
Oktober 2020	7	4	09.10.	08:00	13.10.	08:00	20-16	Sverdrupson	VM
		1	23.10.	07:00	24.10.	07:00	20-17	Hydrograf	VM
		2	25.10.	17:00	27.10.	17:00			
November 2020	4	2	05.11.	05:00	07.11.	05:00	20-18	Hydrograf	VM
		2	09.11.	15:00	11.11.	15:00			
Gesamt, 2. Jahr	50	50							

In der Anhangstabelle Tab. A. 5 werden die einzelnen Erfassungstage mit den Wetterbedingungen sowie die Anzahl vollständiger 24-Stunden-Zyklen aufgeführt. An nur einem Tag konnte ein begonnener 24-Stunden-Zyklus wegen stürmischen Wetters nicht beendet werden. Am 08.03.2020

wurde die Fahrt bei Windstärken von 8 bft und Wellenhöhen von mehr als 3 Metern um 14 Uhr abgebrochen. Der begonnene Erfassungstag wurde bei der Zählung der 24-Stunden-Zyklen nicht berücksichtigt. An weiteren Tagen wurden Fahrten aufgrund stürmischen Wetters unter Einhaltung des 24-Stunden-Erfassungszyklus unterbrochen. Einzelne Stunden mit nicht StUK-konformen Bedingungen traten auf (2019: 15 von 1.200 Stunden; 2020: 9 von 1.200 Stunden, davon 7 Stunden am 08.03.2020, vgl. Tab. 2.3), sie führten in der Auswertung jedoch nicht zum Ausschluss ganzer Nächte bzw. Tage.

2.2.1 Radarerfassung

2.2.1.1 Erfassungsmethodik

Zur Untersuchung der Zugintensität und der Höhenverteilung wurden vertikal rotierende Schiffsradargeräte verwendet. Auf den eingesetzten Forschungsschiffen „Sverdrupson“, „Hydrograf“ und „Frederik“ wurde jeweils ein Radargerät der Marke „Visionmaster FT“ betrieben und auf der „Skoven“ ein „Furuno FAR-1528“ (Zuordnung zu einzelnen Fahrten: s. Tab. 2.2 in Kapitel 2.1).

Im Erfassungsjahr 2019 wurden von den möglichen 1.200 Erfassungsstunden (50 Tage x 24 Stunden) insgesamt 1.063 auswertbare Stunden geleistet (88,6 %, Tab. 2.3). Ausfälle gab es durch Regen bzw. nicht auswertbare Bilder aufgrund von Interferenzen/Störungen (122 Stunden, 10,2 %). Im Jahr 2020 wurden 1.100 auswertbare Stunden geleistet (92,7 %) und der Anteil nicht auswertbarer Stunden lag mit 109 Stunden (9,1 %) etwas niedriger als im Jahr zuvor.

Im Jahr 2019 fanden 15 Erfassungsstunden und im Jahr 2020 9 Erfassungsstunden unter nicht StUK-konformen Bedingungen statt. Im Jahr 2020 fielen 7 dieser Stunden auf den 20.03.2020 in einer Phase, die zum Abbruch der Fahrt innerhalb des 24-Stunden-Zyklus führte (nach 14 Erfassungsstunden, Tab. A. 5). Die übrigen nicht StUK-konformen Stunden führten nicht zum Abbruch der Fahrten innerhalb der 24-Stunden-Zyklen (jedoch zu Fahrtabbrüchen bzw. Unterbrechungen durch Abwettern unter Einhaltung der 24-Stunden-Zyklen). Nicht StUK-konforme Bedingungen führten nicht zu einem Ausschluss von Nächten oder Tage bei der Auswertung.

Gemäß StUK4 (BSH 2013) müssen von 1.200 Erfassungsstunden mindesten 900 Stunden auswertbar sein. Diese Vorgabe wurde in beiden Jahren erreicht.

Tab. 2.3 Anzahl auswertbarer bzw. nicht auswertbarer Stunden sowie Anzahl nicht StUK-konformer Stunden je Monat sowie Anzahl Nächte/Tage mit Radarerfassung für den Zeitraum von März 2019 bis November 2020. *1) Nicht auswertbar (Regen, Interferenzen, Störungen), *2) 17 zusätzliche Stunden durch abgebrochenen Erfassungstag am 08.03.2020 (Tageszyklus begann um 21 Uhr am 07.03.2020, Abbruch am 08.03.2020 um 14 Uhr).

Monat	Radartage (je 24-Stunden - Zyklus)	Mögliche Stunden	Nicht StUK-konforme Stunden	Nicht auswertbare Stunden *1)	Auswertbare Stunden	Insgesamt geleistete Stunden
März 2019	1	24	3	1	20	24
April 2019	11	264	0	26	238	264
Mai 2019	9	216	0	13	203	216
Juli 2019	4	96	0	7	89	96
August 2019	7	168	0	14	154	168
September 2019	7	168	6	19	143	168
Oktober 2019	7	168	6	18	144	168
November 2019	4	96	0	24	72	96
Gesamt, 2019	50	1.200	15	122	1.063	1.200
März 2020	7	168	7	18	160	185 *2)
April 2020	7	168	0	2	166	168
Mai 2020	7	168	1	4	163	168
Juli 2020	4	96	0	8	88	96
August 2020	6	144	0	10	134	144
September 2020	8	192	0	18	174	192
Oktober 2020	7	168	1	44	124	168
November 2020	4	96	0	5	91	96
Gesamt, 2020	50	1.200	9	109	1.100	1.217

Für die Durchführung der Untersuchungen wurden die methodischen Vorgaben des StUK4 (2013) und/oder der Leistungsbeschreibung (BSH 2017) angewendet. Der Untersuchungsrahmen für die FEP-Fläche N-6.6 (BSH 2020a) wurde am 07.08.2020 veröffentlicht, also gegen Ende des mehrjährigen Betriebsmonitorings im Cluster 6.

Die Datenbasis wird in Bezug zur Aufgabenstellung und den Vorgaben aus den genannten Dokumenten als gut beurteilt, da der volle Erfassungsumfang geleistet wurde.

Eine Gegenüberstellung der Vorgaben aus dem StUK4, der Leistungsbeschreibung und dem Untersuchungsrahmen erfolgt in Tab. 2.4, sofern sich Differenzen ergeben.

Tab. 2.4 Auswahl methodischer Vorgaben zur Erfassung des Vogelzuges mittels Radargeräten gemäß StUK4 (BSH 2013), Leistungsbeschreibung (BSH 2017) und Untersuchungsrahmen (BSH 2020a). Es sind nur Parameter aufgeführt, bei denen es Unterschiede in den Vorgaben gab (mit blauer Schrift markiert; durchgeführte Methodik grau hinterlegt).

Vorgabe-Nr.	StUK4	Leistungsbeschreibung	Untersuchungsrahmen
1	Die Ausrichtung der Rotationsebene der Antenne soll vorzugsweise senkrecht zur angenommenen Zugrichtung erfolgen.	Die Ausrichtung der Rotationsebene der Antenne hat senkrecht zur angenommenen Zugrichtung zu erfolgen.	gemäß StUK4
2	Höchstmöglicher Gain ohne Störungen im Radarbild. Einstellungen sind während des Untersuchungszeitraumes beizubehalten	Gain-Filter ist individuell in Absprache mit Auftraggeber für jedes Radargerät zu bestimmen. Alle Filtereinstellungen sind während der gesamten zwei Untersuchungsjahre beizubehalten.	gemäß StUK4

Bei den Erfassungen waren die Vertikalradargeräte in einer festen Position montiert, so dass sich die Ausrichtung der Radarkeule mit dem Heading des Schiffes änderte. Dieses Vorgehen entspricht somit den Vorgaben des StUK4 (s. Vorgabe Nr. 1 in Tab. 2.4: „vorzugsweise senkrecht zur Zugrichtung“) und nicht den strengeren Vorgaben der Leistungsbeschreibung („hat ... zu erfolgen“). Das Heading des Schiffes wurde halbstündlich notiert.

Beide eingesetzten Radargeräte (Furuno und Visionmaster) wurden mit einem Range von 1,5 km betrieben.

Die Nachleuchtdauer der Echosignale betrug 30 Sekunden bei dem Furuno-Radargerät und 45 Sekunden bei dem Visionmaster-Radargerät (eine identische Einstellung war aus technischen Gründen nicht möglich, die verschiedenen Nachleuchtdauern wurden bei der Auswertung berücksichtigt). Für die Pulslänge wurden die Einstellungen „Short Pulse 2“ beim Furuno-Radargerät und „Medium Pulse“ beim Visionmaster-Radargerät verwendet. Diese Einstellungen wurden zu Beginn der Ausfahrten als radarspezifisch optimal ermittelt und während des gesamten Projektes beibehalten.

Die Einstellung des Gains (Signalverstärkung) wurde gerätespezifisch ermittelt und auf einen Wert von 60 % eingestellt (Visionmaster FT). Für das Furuno Radargerät (Fahrten „19-05“, „19-06“, „19-07“) erwies sich eine Einstellung auf 70 % als optimal. Die Einstellung des Gains wurde bei allen Fahrten beibehalten (Vorgabe 2 aus Tab. 2.4 gemäß Leistungsbeschreibung erfüllt).

Die Filter für SEA und RAIN wurden grundsätzlich auf 0 gestellt. Bei dem Furuno-Radargerät ergaben sich bei relativ geringen Windstärken bereits starke Störechos auf großen Bereichen des Bildes. Um eine Auswertbarkeit zu gewährleisten, wurde auf den Fahrten mit dem Furuno-Radargerät im Frühjahr 2019 zeitweise der SEA-Filter verwendet mit Einstellungen zwischen 6 und 30 % (03.04.2019: 2 Stunden, 07.04.2019: 18 Stunden, 09.04.2019: 2 Stunden, 24.04.2019: ca. 6 Stunden).

Die technischen Eigenschaften der beiden Radargeräte (Tab. 2.5) unterschieden sich in einigen Parametern geringfügig, entsprachen jedoch bei beiden Geräten den Vorgaben des StUK4 (BSH 2013), der Leistungsbeschreibung sowie des Untersuchungsrahmens. Unterschiede der Modelle bezüglich ihrer Erfassungscharakteristik wurden durch die Anwendung einer geräteabhängigen Distanzkorrektur ausgeglichen. Somit liegt eine direkte Vergleichbarkeit der Daten der verwendeten Radargeräte vor.

Die Sendeleistung betrug 25 kW bei einer Sendefrequenz von 9,4 GHz (x-Band Radar) und vertikalen bzw. horizontalen Öffnungswinkeln von 20 - 25° bzw. 0,9 - 1,2°.

Tab. 2.5 Technische Eigenschaften der verwendeten Radargeräte.

Parameter	Visionmaster FT	Furuno FAR-1528
Frequenz-Band	X-Band	X-Band
Sendefrequenz	9.410 MHz (± 30 MHz)	9.410 MHz (± 30 MHz)
Sendeleistung	25 KW	25 KW
Pulslänge	0,05 μ s (1.760 Hz) bis 0,75 μ s (785 Hz)	0,08 μ s (3.000 Hz) bis 1,2 μ s (600 Hz)
horizontaler Strahlwinkel	1,0°	0,95°
vertikaler Strahlwinkel	24°	20°
Antennenrotations-Geschwindigkeit	28/45 rpm	26/45 rpm
Antennenbreite	8 feet	8 feet

Die quantitative Erfassung sehr niedrig ziehender Vögel ist aufgrund von Überlagerungen von Vogeleos durch Seaclutter (Reflexionen der Wellen) problematisch, so dass oft eine Unterschätzung des Vogelzuges in niedrigen Höhenbereichen vorliegt (bis ca. 50 m).

Die Radarbilder des Vertikalradars wurden mittels der Software der Firma „HaSoTec“ automatisch und verlustfrei (HD-Qualität) auf einen PC übertragen (Beispielaufnahme: s. Abb. 2.2) und in einem Abstand von drei Minuten gespeichert. Eine zeitliche Vorgabe des Aufnahmeabstandes erfolgt im StUK4 und in der Leistungsbeschreibung nicht. Die Bildfrequenz von 20 Bildern je Stunde erlaubt eine gute Beurteilung des Zugverlaufs sowie eine gewisse „Ausfallquote“ durch Regenereignisse.

Während der Fahrt „19-05“ kam es zu einem Ausfall der automatisierten Aufzeichnung, so dass die Echos manuell erfasst wurden („Handaufzeichnung“: Je Stunde wurden in einem 15-minütigem Intervall alle Echos auf dem Original-Radarbildschirm auf eine Schablone übertragen und im Nachgang digitalisiert).

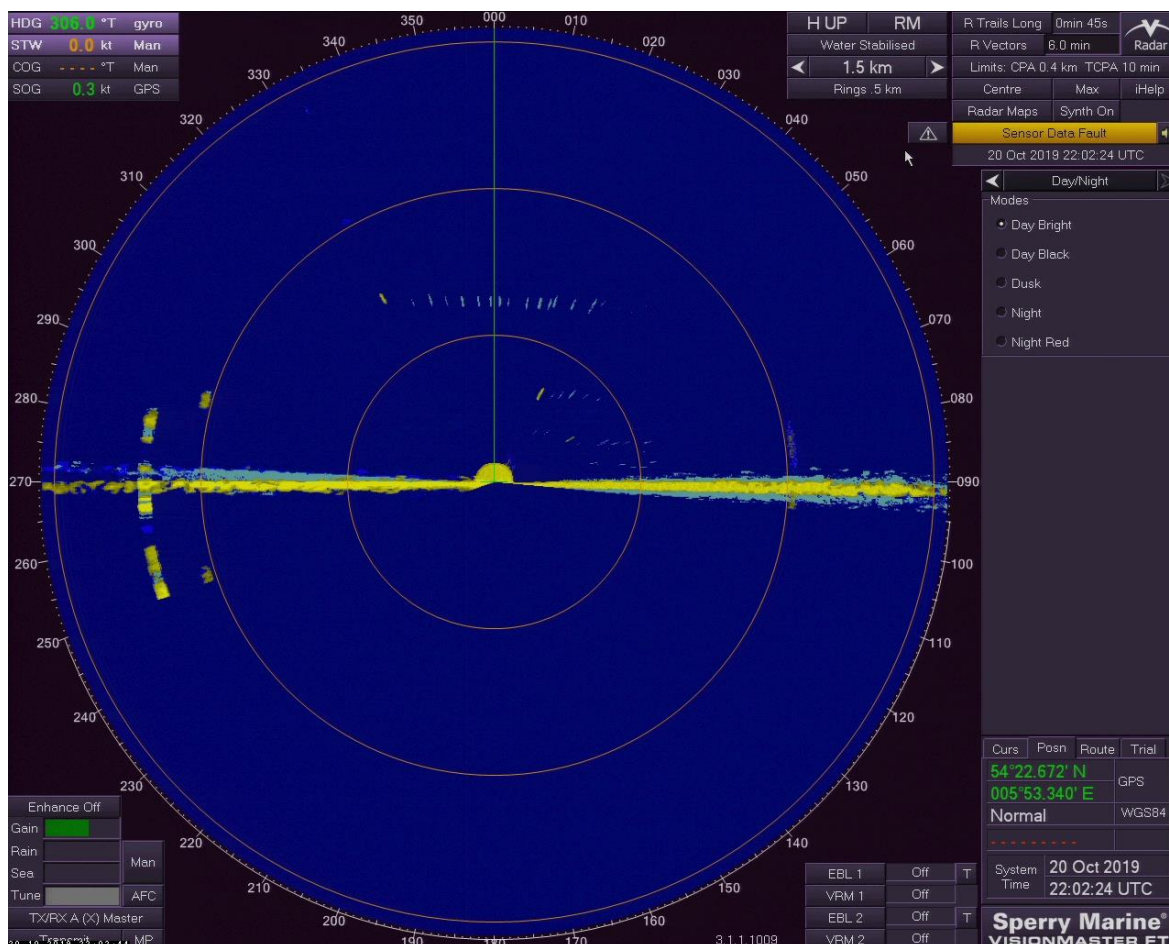


Abb. 2.2 Beispielaufnahme eines Radarbildes vom 20.10.2019 (Visionmaster-Radargerät).

2.2.1.2 Methodik Datenprozessierung

Im Auswertemodul der Software „HaSoTec“ wurden alle Aufnahmen vor Ort auf dem Schiff direkt nach dem Abspeichern ausgewertet. Somit war eine hohe Sicherheit der Echoerkennung und -bewertung gegeben, da neben dem PC-Bild der Original-Monitor vorhanden war und neben den Einzelaufnahmen auch die Situation vor und nach der Aufnahme in die Entscheidung mit einfließen konnte. Dies war insbesondere auch von Vorteil bei der Beurteilung von Radarbildern, die v. a. in den Sommermonaten Insektenechos enthielten, die Vogeleschos überlagern können. In diesem Fall wurde konservativ ausgewertet, d. h. nur die stärksten Echos wurden gewertet, wodurch in solchen Fällen die ermittelte Zugrate als Mindestwert anzusehen ist. Eine Identifikation von Insektenechos ist mittels konventionellen Schiffsradargeräten zwar nicht sicher möglich, dennoch lassen die Charakteristika der Echos (oft schwächer als Vogeleschos, typische Schwarmform ohne erkennbare Tracks, schnelles Verblenden der Echos bei Nutzung niedriger Filtereinstellungen) auf Insektenzug schließen. In den Abbildungen werden diese Zugnächte bzw. -tage entsprechend farbig gekennzeichnet. Die Wertung solcher Nächte/Tage ist eingeschränkt. Eine Unterscheidung von Insekten und Vögeln anhand der Fluggeschwindigkeiten („Insekten lassen sich mit dem Wind treiben“) ist nicht sicher möglich (Alerstam et al. 2011).

Es wurden alle als Vogeleschos angesprochenen Signale markiert, also sowohl Einzeleschos als auch Echos mit Folgetrack. Dies gilt sowohl für aktuelle Echos (die sich noch im Radarstrahl befanden

und als gelber Punkt erschienen, bzw. als gelber Punkt inklusive blau nachleuchtender Punkte eines Tracks) als auch für Echos ohne aktuellen Punkt (nur blaue Punkte oder Tracks). Dieses sind Echos von Vögeln, die sich zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr im Radarstrahl befanden, jedoch innerhalb der Zeitspanne der Nachleuchtdauer. Da der Zeitbezug von 30 bzw. 45 Sekunden galt, wurden diese Echos ebenfalls mit erfasst.

Mit Hilfe von Vertikalradargeräten sind konkrete Messungen von Flughöhen möglich. Entsprechend der Vorgaben des StUK4 und der Leistungsbeschreibung wurden als Basisdarstellung 100-m-Intervalle verwendet. Der Bereich der unteren und oberen Bandbreite der zu betrachtenden Rotordimensionierungen wurde zusätzlich berechnet und dargestellt (untere Bandbreite: 25 bis 225 m; obere Bandbreite: 50 bis 350 m; s. Tabelle im Anhang Tab. A. 1). Die Echos wurden im Verlauf der Datenprozessierung den entsprechenden Höhenintervallen zugeordnet.

Aufgrund der abnehmenden Erfassungswahrscheinlichkeit von Vögeln mit zunehmender Distanz zum Radargerät wurde eine gemäß StUK4, Leistungsbeschreibung und Untersuchungsrahmen verbindliche Distanzkorrektur durchgeführt, die im Folgenden beschrieben wird.

Um die entfernungsabhängige Erfassungswahrscheinlichkeit des Vertikalradars auszugleichen, wurden nach Buckland et al. (2001) mit dem Programm DISTANCE (Version 6.0, <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>) unter Verwendung der Daten aus dem Höhenbereich zwischen 50 und 150 m (grün schraffierter Bereich in Abb. 2.3) Korrekturfaktoren ermittelt (Hüppop et al. 2002). Da die Erfassung im Nahbereich des Radars eingeschränkt ist, wurden die Echos in einer Distanz bis 200 m nicht verwendet (left truncation: 200 m).

Die Detektionsfunktionen wurden für jedes individuelle Radargerät auf den verschiedenen Schiffen gerätespezifisch unter Verwendung der Projektdaten aus diesem Erfassungsgebiet berechnet. Die Modellauswahl geschah mittels eines AIC-Vergleichs (Akaike Information Criterion), gewählt wurde das Modell mit dem geringsten AIC. Die Funktionsmodelle und Koeffizienten sind in Tab. 2.6 angegeben.

Tab. 2.6 *Detektionsfunktionen der verschiedenen Radargeräte (Furuno, Visionmaster) auf den eingesetzten Erfassungsschiffen (Sverdrupson, Hydrograf, Frederik und Skoven).*

Parameter/ Schiff	Radartyp: Visionmaster FT			Radartyp: Furuno
	„Sverdrupson“	„Hydrograf“	„Frederik“	„Skoven“
model, key function	hazard rate	half normal	hazard rate	half normal
model, adjustment terms	cosine	cosine	-	-
key function a1	425,9	680,6	582,7	538,1
series expansion b1	2,620	-0,09054	2,964	-
series expansion b2	-0,5265	-0,09093	-	-
series expansion b3	-0,1382	-0,2127	-	-
N Echos	6.029	4.801	190	110

Der Funktionswert mit maximaler Detektion wird als Referenzwert definiert und die anderen Detektionswerte entsprechend ihrer Distanz in Bezug zur maximalen Detektion gesetzt. Daraus ergibt sich ein distanzabhängiger Korrekturwert, der auf jedes Echo angewendet wird.

Wenn z. B. in einer Distanz von 800 m der Funktionswert 80 % des maximalen Funktionswertes erreicht, ergibt sich ein Korrekturwert von 1,25 für Echos in dieser Distanz ($80 \% \times 1,25 = 100 \%$). Diesem Korrekturverfahren liegt die Annahme zugrunde, dass die Vögel in der relevanten Luftschicht (50 bis 150 m) gleichverteilt sind und die geringere Detektion durch die Charakteristika der Radargeräte (schmale Radarkeule im Nahbereich, abnehmende Detektion in größerer Distanz aufgrund eines Leistungsabfalls) bedingt wird.

Als weiterer Korrekturfaktor wird die Ausrichtung der Radardrehung in Bezug zur angenommenen Zugrichtung (SW – NO im Frühjahr, NO – SW im Herbst) berücksichtigt, da keine Anpassung der Radarausrichtung erfolgte (vgl. Kapitel 2.2.1.1). Hierbei wurde die Änderung der maximalen Detektionsfläche von 3 km bei senkrechter Stellung zur Vogelzug-Richtung (1,5 km range) durch einen Korrekturfaktor ausgeglichen. Dieser Faktor berücksichtigt die abnehmende Detektionsfläche je nach Abweichung zur senkrechten Ausrichtung, die mittels graphischer Verfahren ermittelt wurde (unter Annahme einer zweidimensionalen Ausdehnung der Radarkeule). Die Werte sind im Anhang in Tab. A. 4 angegeben.

Bei einer Ausrichtung der Radarkeule von 135 bzw. 315° dreht sich die Radarkeule senkrecht zur angenommenen Zugrichtung von 45° (45° plus 90° und damit optimal zur Erfassung des Vogelzugs im Untersuchungsgebiet). Bei einer Ausrichtung der Radarkeule auf z. B. 75° bzw. 255° halbiert sich die Detektionsfläche und es ergibt sich ein Korrekturfaktor von 2 (vgl. Tab. A. 4), da nur die Hälfte der Erfassungsfläche zur Detektion der Zugvögel zur Verfügung steht. Da bei stärkeren Abweichungen die Detektionsfläche überproportional stark abnimmt und in diesem Drehungsbereich der Effekt des Volumens der Keule stärker zum Tragen kommt (dreidimensionale Ausdehnung), wurden die Korrekturfaktoren auf einen maximalen Wert von 2,9 begrenzt, der einer minimalen Abweichung von 70° entspricht.

Als Gesamt-Korrekturfaktor wurde eine Kombination aus beiden Faktoren (Distanzkorrektur x Korrektur der Drehung des Schiffes) berechnet und jedes Echo mit diesem Wert gewichtet. Um ein unrealistisches Ansteigen der Faktoren zu vermeiden, wurde der maximale Korrekturfaktor auf 15 begrenzt (5 % der höchsten Korrekturfaktoren liegen höher als Faktor 15). Daher wurden Korrekturwerte, die über dem Faktor 15 lagen, mit diesem Faktor gewertet. Der mittlere Korrekturfaktor lag bei $3,6 \pm 2,7$ (Median = 2,9; n = 37.889 Echos).

Die abgespeicherten Radarbilder sind Momentaufnahmen, die über die Zeit der Nachleuchtdauer (30 bzw. 45 Sekunden) jeweils diejenigen Echos darstellen, die in den letzten 30 bzw. 45 Sekunden vorhanden waren. Der Zeitbezug geschieht also über die definierte Nachleuchtdauer und nicht über die Integration von Einzelbildern bei einzelnen Umdrehungen.

Bei einem Aufnahmeabstand von 3 Minuten ergeben sich 20 Fotos je Stunde (d. h. 20 x 30 bzw. 45 Sekunden). Die Detektionsfläche zur Berechnung von Zugraten deckt eine horizontale Strecke von 2 km ab (jeweils 1 km beidseitig vom Radar, vgl. Abb. 2.3). Die Quantifizierung des Vogelzuges geschieht innerhalb dieser Detektionsfläche bis in einer Höhe von 1.000 m für jedes 100 m-Höhenband (Vorgabe 3 in Tab. 2.4). Die in der Leistungsbeschreibung aufgeführte Darstellung der

Höhenstufen bis maximal 1.500 m sowie eine farbliche Kennzeichnung von Erfassungsgenauigkeiten ab 1.000 m weichen von den Vorgaben des StUK4 ab und wurden nach Rücksprache mit dem BSH nicht durchgeführt, da ab einer Flughöhe von mehr als 1.000 m aufgrund sehr hoher Distanzkorrekturwerte eine deutliche Überschätzung fliegender Vögel erfolgt.

Entsprechend der „left truncation“ bei der Distanzkorrektur wurden die Daten bis 200 m Distanz ausselektiert und die Echozahlen für die betreffenden Höhengschichten extrapoliert, also die Anzahl der Echos entsprechend der detektierten Bereiche je Höhengschicht auf die Gesamtfläche der Höhengschicht hochgerechnet (z. B. Höhenintervall von 0 – 100 m: ca. 20 % der Fläche nicht erfasst). Entsprechende Flächenanteile wurden auch für die Höhenintervalle der Rotorebene für die untere und obere Bandbreite der Rotordimensionierung berechnet.

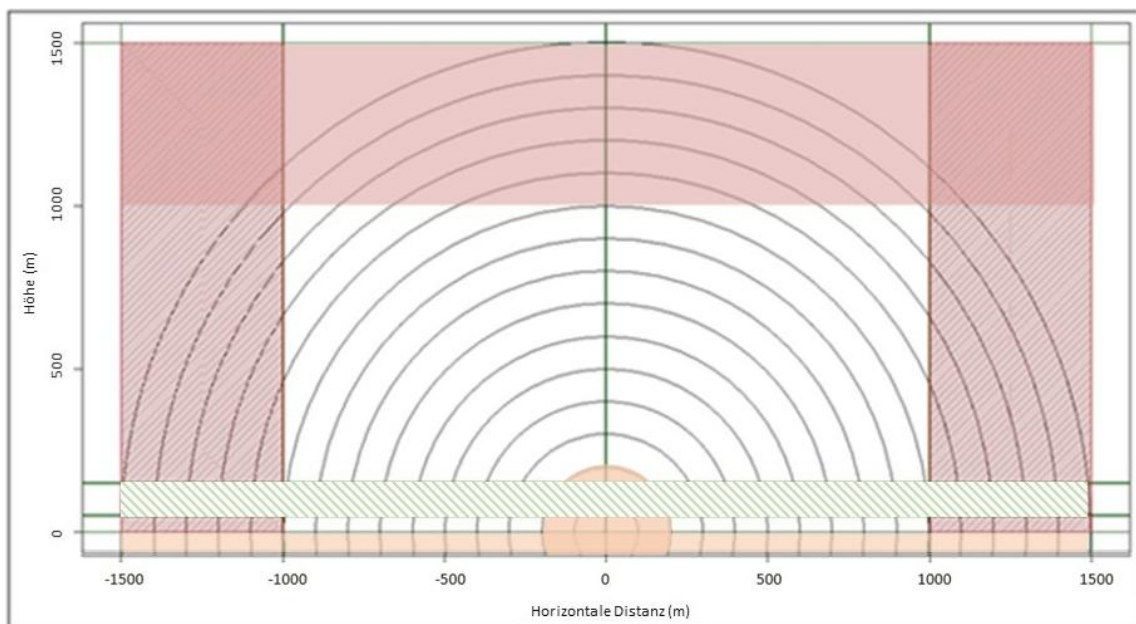


Abb. 2.3 Schematisiertes Radarbild. Rote Bereiche > 1.000 m und < -1.000 m horizontale Distanz und > 1.000 m Höhe wurden für die Auswertung nicht berücksichtigt (rote Distanzringe bis 200 m: left truncation); grüner Bereich kennzeichnet Datenauswahl für Distanzkorrektur.

2.2.1.3 Auswertungsmethodik

Die Ergebnisdarstellung erfolgt als Zugrate in der Einheit „Echos pro Stunde und Kilometer“ ($\text{Echos}/(\text{h} \cdot \text{km})$).

Für jedes Foto und Höhenintervall wurde eine Zugrate ermittelt, die die Anzahl der Echos je Stunde und Kilometer angibt ($\text{Echos}/(\text{h} \cdot \text{km})$ bzw. MTR = migration traffic rate). Die Anzahl korrigierter Echos (also mit dem Korrekturfaktor gewichtet) je Aufnahme und Höhengschicht wurde auf eine Stunde hochgerechnet (Aufnahmezeit pro Foto = 30 bzw. 45 Sekunden, bzw. 15 Minuten bei der Handaufzeichnung) und durch zwei geteilt (Detektionsfläche = 2 km). Daraus resultiert die Einheit „ $\text{Echos}/(\text{Stunde} \cdot \text{Kilometer})$ “, die für jede Aufnahme und jede Höhengschicht berechnet wurde. Die Zugraten der jeweiligen Höhengschichten wurden dann bis zu einer maximalen Höhe von 1.000 m summiert und ergaben eine Zugrate für die jeweilige Aufnahme.

Aus den maximal 20 Fotos je Stunde (alle 3 Minuten ein Foto) wurde eine mittlere Zugrate für die Stunde ermittelt, die als Grundlage für weitere Berechnungen dient. Für jeden Tag bzw. jede Nacht wurde eine mittlere Zugrate berechnet (zusammen mit weiteren Kennwerten, wie Median, Maximalwerte ...), die zur Bestimmung mittlerer monatlicher oder saisonaler Zugraten verwendet wurde.

Eine Stunde wurde gewertet, wenn mindestens 10 auswertbare Bilder vorlagen. Das entspricht 50 % der innerhalb einer Stunde erfassten Bilder (bei einem Aufnahmeintervall von 3 Minuten). Die Zuordnung der Radarbilder zu Tag und Nacht wurde anhand der bürgerlichen Dämmerung vorgenommen. Bei Übergangsstunden von Tag zu Nacht (und von Nacht zu Tag) wurde die betreffende Stunde der Phase zugeordnet, aus der am meisten Aufnahmen vorliegen. Bei genau identischer Anzahl von Bildern für Tag und Nacht wurde die Stunde der Nachtphase zugeordnet (höhere Relevanz bezüglich möglicher Kollisionen).

Generell wurde ein Tag bzw. eine Nacht dann gewertet (d. h. eine Zugrate/Höhenverteilung für diesen Tag/diese Nacht berechnet), wenn in mindestens 50 % der jeweiligen Tages- bzw. Nachtstunden auswertbare Stunden vorlagen. Unter Berücksichtigung dieser Vorgabe ergaben sich im Erfassungsjahr 2019 46 auswertbare Nächte und Tage und im Erfassungsjahr 2020 50 auswertbare Nächte sowie 47 auswertbare Tage (siehe z. B. Tab. 3.1 und Tab. 3.3 zu den mittleren monatlichen Zugraten in Kapitel 3.1.1).

Die genaue Lage der Erfassungsnächte/-tage innerhalb des Erfassungszeitraumes ist in Abb. 3.1 (Nacht) und Abb. 3.2 (Tag) zu erkennen. Außerdem sind sie in den Anhangstabellen Tab. A. 6 und Tab. A. 7 mit Angabe der Erfassungstunden aufgeführt.

Gemäß den Vorgaben des StUK4 und der Leistungsbeschreibung wird eine Quantifizierung des Vogelzuges bis in eine Höhe von 1.000 m vorgenommen. Somit wird ein Ausschnitt des gesamten Vogelzuggeschehens abgebildet, der Umfang des Vogelzuges oberhalb von 1.000 m wird quantitativ nicht beurteilt.

Die Ergebnisdarstellung der Höhenverteilung erfolgt gemäß StUK4 in 100-m-Höhenintervallen. Zusätzlich wurden Berechnungen zum Vogelzug in den Höhenschichten der Rotorebene durchgeführt. Die Einteilung der zu betrachtenden Rotorebene folgt den Werten der vorgegebenen Modellwindparkparametern (s. Tab. A. 1 im Anhang).

Die berechneten Zugraten stellen metrische Daten dar und können dementsprechend statistischen Auswertungen unterzogen werden. Die Wahl der Tests richtet sich nach der Verteilung der Daten, die zunächst getestet wird. Da der Vogelzug nicht kontinuierlich verläuft und oft durch wenige starke Zugereignisse geprägt ist, sind Zugraten oft nicht normalverteilt, so dass i. d. R. nicht parametrische Verfahren verwendet werden (z. B. Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich zweier Perioden wie Frühjahr und Herbst). Die Voraussetzung zur Unabhängigkeit der beiden gegeneinander getesteten Stichproben ist bei einem Test der Zugraten zwischen Frühjahrs- und Herbstzug erfüllt.

Die Auswertungen wurden mit den Statistikprogrammen SPSS Version 18.0.0 (Norusis & SPSS Inc. 2010) und R (R Core Team 2020) durchgeführt.

2.2.2 Zugbeobachtung

2.2.2.1 Erfassungsmethodik

In Tab. 2.7 sind die Terminierungen der Ausfahrten und die Anzahl der jeweiligen 15-minütigen Beobachtungseinheiten für die Zugbeobachtung und die Zugruferfassung (Methodikbeschreibung für Zugruferfassung erfolgt in Kapitel 2.2.3.1) je Ausfahrt aufgeführt (genaue Terminierung der Ausfahrten: s. Tab. 2.2 in Kapitel 2.1). Die Einteilung der Hell-/Dunkelphasen und damit die Durchführung der entsprechenden Methode (Sichtbeobachtung oder Zugruferfassung) richtete sich nach der bürgerlichen Dämmerung. Es wurden in beiden Untersuchungsjahren die jeweils geforderten 50 Erfassungstage durchgeführt.

Insgesamt sind in einem Erfassungsjahr mit 50 Erfassungstagen und je zwei Beobachtungseinheiten pro Stunde 2.400 Beobachtungseinheiten zu erwarten (50 Tage * 24 Stunden * 2 Beobachtungseinheiten). In den Jahren 2019 bzw. 2020 wurden 2.392 bzw. 2.424 Beobachtungseinheiten durchgeführt (vgl. Tab. 2.7). Die leicht erhöhte Gesamtzahl 2020 beruht auf Ausfahrten, bei denen mehr als für die Erfassungstage notwendigen Stunden erfasst wurden. So wurden z. B. auch die innerhalb der abgebrochenen 24-Stunden-Zyklen aufgenommenen Daten ausgewertet und in die statistische Auswertung einbezogen, sofern die Kriterien an die Wetterbedingungen laut StUK4 erfüllt wurden (s. Kapitel 2.2.2.1). Zusammen mit den Ruferfassungen ergeben sich 2.328 bzw. 2.364 auswertbare Beobachtungseinheiten von jeweils 15 Minuten für die Erfassungsjahre 2019 bzw. 2020. Die Anforderungen von mindestens 900 auswertbaren Stunden (= 1.800 Beobachtungseinheiten) pro Erfassungsjahr gemäß StUK4 wurden somit erfüllt.

Insgesamt wurden im Erfassungsjahr 2019 bei den Zugbeobachtungen in der Hellphase 1.286 auswertbare Beobachtungseinheiten geleistet. Im Erfassungsjahr 2020 wurden an 50 Erfassungstagen 1.284 auswertbare Beobachtungseinheiten durchgeführt. Es gingen 124 Beobachtungseinheiten (64 Einheiten 2019; 60 Einheiten 2020) nicht in die Auswertung ein (aufgrund zeitweiser nicht StUK-konformer Wetterbedingungen).

Tab. 2.7 Terminierung der Ausfahrten von März 2019 bis November 2020 mit dem jeweiligen Beobachtungsaufwand bei den Zugbeobachtungen und Zugruferfassungen mit Anzahl auswertbarer (StUK4-konforme Beobachtungsbedingungen, Sichtweite 2 km) sowie insgesamt geleisteter Beobachtungseinheiten je Ausfahrt.

Monat	Anzahl Erfassungstage	Zeitraum Erfassungen	auswertbare Beobachtungseinheiten [15 Minuten]			Beobachtungseinheiten, gesamt
			Zugbeobachtung	Zugruferfassung	Summe Beobachtungseinheiten	
März 2019	1	24.03. - 25.03.	24	20	44	46
Apr. 2019	4	02.04. - 07.04.	108	84	192	192
	4	09.04. - 13.04.	112	80	192	192
	3	24.04. - 27.04.	86	58	144	144
Mai 2019	5	02.05. - 08.05.	150	90	240	240
	4	18.05. - 22.05.	80	64	144	192
Juli 2019	4	14.07. - 18.07.	128	64	192	192
Aug. 2019	4	05.08. - 09.08.	128	64	192	192
	3	12.08. - 15.08.	88	56	144	144
Sep. 2019	4	07.09. - 12.09.	92	88	180	192
	3	21.09. - 24.09.	72	72	144	144
Okt. 2019	4	04.10. - 08.10.	88	104	192	192
	3	17.10. - 18.10.	22	30	52	138
		19.10. - 21.10.	36	48	84	
Nov. 2019	4	05.11. - 09.11.	72	120	192	192
Gesamt 1. Jahr 2019	50		1.286	1.042	2.328	2.392
März 2020	3*	04.03. - 08.03.	74	88	162	168
	4	16.03. - 21.03.	96	96	192	192
Apr. 2020	4	04.04. - 08.04.	106	86	192	192
	3	15.04. - 18.04.	84	60	144	144
Mai 2020	4	06.05. - 10.05.	106	64	170	192
	3	19.05. - 22.05.	80	42	122	144
Juli 2020	4	18.07. - 22.07.	128	64	192	192
Aug. 2020	4	03.08. - 07.08.	128	64	192	192
	1	24.08. - 28.08.	28	20	48	48
Sep. 2020	6	31.08. - 07.09.	168	120	288	288
	3	15.09. - 17.09.	78	66	144	144
Okt. 2020	4	09.10. - 13.10.	88	104	192	192
	3	23.10. - 27.10.	56	86	142	144
Nov. 2020	4	05.11. - 11.11.	64	120	184	192
Gesamt 2. Jahr 2020	50		1.284	1.080	2.364	2.424

Sofern sich unterschiedliche methodische Vorgaben aus dem StUK4 (BSH 2013), der Leistungsbeschreibung (BSH 2017) und dem Untersuchungsrahmen (BSH 2020a) ergeben, sind sie in Tab. 2.8 aufgeführt.

Tab. 2.8 *Auswahl methodischer Vorgaben zur Erfassung des Vogelzuges mittels Sichtbeobachtungen gemäß StUK4 (BSH 2013), Leistungsbeschreibung (BSH 2017) und Untersuchungsrahmen (BSH 2020a). Es sind nur Parameter aufgeführt, bei denen es Unterschiede bzw. Variationen in den Vorgaben gibt (mit blauer Schrift markiert; durchgeführte Methodik grau hinterlegt). Mit *) gekennzeichnet sind Anpassungen nach Absprache mit dem BSH.*

Vorgabe-Nr.	StUK4	Leistungsbeschreibung	Untersuchungsrahmen
1	Erfassungen bis zu einer Entfernung von 1,5 km, Beobachtungen > 1,5 km Entfernung sind in einer Extraklasse zu notieren	Jedes beobachtete oder gehörte Individuum ist zu registrieren und, soweit möglich, auf seine Art zu bestimmen. Erfassungen bis zu einer Entfernung von 1,5 km	gemäß StUK4
2	Entsprechende Aufarbeitung von „Seawatching“-Beobachtungen getrennt für die häufigsten Arten/Artgruppen	Aufarbeitung von Seawatching-Daten entfällt *)	gemäß StUK4

Die vorliegenden Daten wurden im Rahmen des Clustermonitorings für die Windparks „Deutsche Bucht“ und „Veja Mate“ und daher in unmittelbarer Nähe zum Windpark „Veja Mate“ (siehe Kapitel 2.1) erhoben. Die Erfassungen erfolgten von einem Beobachter abwechselnd 15 Minuten auf der windparkzugewandten und 15 Minuten auf der windparkabgewandten Seite, da die Daten für das Betriebsmonitoring im Cluster 6 erhoben wurden. Für die Darstellung der Ergebnisse zur Basiserfassung wird dies jedoch nicht ausgewertet. Der Fokus der Sichtbeobachtungen lag auf der Erfassung von Vögeln bis in eine Distanz von 1.500 m zum Beobachter. Vögel in einer Distanz von > 1.500 m wurden gemäß StUK4 (BSH 2013) in einer extra Entfernungsklasse notiert (s. Vorgabe 1 in Tab. 2.8: in der Leistungsbeschreibung ist eine Begrenzung bis 1,5 km vorgesehen).

Die Erfassung und Aufarbeitung von Seawatching-Daten entfallen nach entsprechender Anfrage an das BSH vom 14.08.2019 (Vorgabe 2 in Tab. 2.4). Da von Schiffen und nicht von einer stabilen Plattform aus erfasst wurde, kamen keine Seawatching-Techniken gemäß StUK4 (BSH 2013) zum Einsatz.

In der Anhangstabelle Tab. A. 5 werden die einzelnen Erfassungstage mit den Wetterbedingungen sowie der Anzahl vollständiger 24-Stunden-Zyklen aufgeführt. Abweichungen von den geforderten 24-Stunden-Zyklen traten wetterbedingt in einem Fall auf (Fahrt 20-02). Die fehlenden Stunden wurden vollständig kompensiert.

Alle Beobachtungen wurden von den Erfassern während der 15-minütigen Beobachtungseinheiten auf einem Protokollbogen eingetragen. Dabei wurden die Uhrzeiten in UTC notiert. Auch akustische Signale (Vogelrufe) flossen in die Sichterfassung mit ein, zum Beispiel um eine Art näher zu bestimmen oder einen überfliegenden, nicht gesehenen Vogel zu erfassen. In letzterem Fall wurden Flughöhe und Flugrichtung nur dann mit aufgenommen, wenn eine sichere Ermittlung gewährleistet war. Solange aus der Abfolge der Rufe nicht auf mehrere Individuen geschlossen werden konnte, wurde die Anzahl 1 angenommen. Zusätzlich zu Angaben von Art und Anzahl wurde für jede Sichtung die Flughöhe, Flugrichtung (in 45°-Schritten), Vergesellschaftung und wenn möglich das Alter der Tiere, basierend auf Gefiedermerkmalen, notiert. Auch die Entfernung des

Vogels zum Beobachter wurde geschätzt. Das Verhalten der Vögel (fliegend, schwimmend) wurde notiert und Assoziationen mit dem eigenen oder anderen Schiffen vermerkt.

Die Qualität der Erfassungsdaten wurde durch erfahrene Beobachter/Ornithologen gesichert, die aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung bei der Erfassung auf See die Arten auch auf größere Entfernung bestimmen können. Entsprechende Informationen zu den eingesetzten Erfassern sind dem Tabellenblatt „Quality assurance“ in den BSH-Tabellen aus dem Zeitraum März 2019 bis November 2020 zu entnehmen.

Die geschätzten Angaben zur Flughöhe der Vögel erfolgten gemäß StUK4 in Relation zu bekannten Maßen wie Decks- oder Masthöhe der Schiffe und der Abmessungen der WEA in „Veja Mate“.

2.2.2.2 Methodik Datenprozessierung

Die Dateneingabe von den handgeschriebenen Erfassungsbögen erfolgte auf dem Schiff. Mittels einer Access-Datenmaske (Geodok) wurde eine standardisierte Dateneingabe gewährleistet. Durch Programmierung von Pflichtfeldern in Geodok konnte bereits bei der Dateneingabe auf dem Schiff sichergestellt werden, dass alle auszufüllenden Pflichtparameter erfasst wurden. Im Büro wurden die Erfassungsbögen eingescannt und die Daten gesichert. Die digitalisierten Daten wurden auf Plausibilität geprüft, z. B. bezüglich seltener Arten, Anzahl registrierter Vögel oder widersprüchlicher Verhaltensweisen (so ist beispielsweise bei einem schwimmenden Vogel die Angabe des ESAS-Codierung „hoch kreisend“ nicht möglich). Widersprüchliche Daten oder ungewöhnliche Angaben wurden dann mit den handschriftlichen Notizen abgeglichen und ggf. korrigiert.

2.2.2.3 Auswertungsmethodik

Für die Gesamtartenliste (Anhangstabelle Tab. A. 8) wurden alle nachgewiesenen Individuen in die Auswertung einbezogen, es wurden also keine Daten ausgeschlossen.

Für alle weiteren Auswertungen des vorliegenden Berichtes zur Fläche N-6.6 wurden nur fliegende Vögel betrachtet. Beobachtungen, auf die eines der nachfolgenden Kriterien zutrafen, wurden von der Auswertung ausgeschlossen:

- Beobachtungen bei nicht StUK-konformen Bedingungen (> 7 bft, > 2,5 m Wellenhöhe),
- Vögel in > 1,5 km Entfernung vom Beobachtungsschiff,
- mit dem Beobachtungsschiff und anderen Schiffen assoziierte Vögel und
- Beobachtungen bei Sichtweiten unter 2,0 km.

Wetterbedingt wurden im Erfassungsjahr 2019 insgesamt 62 Beobachtungseinheiten ausgeschlossen und im Erfassungsjahr 2020 waren es 58 Beobachtungseinheiten.

Pro Stunde wurden 30 Minuten beobachtet (zwei Intervalle à 15 Minuten). Um eine Zugrate mit der Einheit „Vögel pro Stunde“ angeben zu können, wurde daher die Anzahl der gesichteten Vögel des Stundenintervalls mit dem Faktor 2 multipliziert. Zusätzlich wurden mittlere Zugraten je

Erfassungsmonat und Zugzeit ermittelt. Hierbei handelt es sich um ein arithmetisches Mittel über alle Erfassungstage in der betrachteten Zeiteinheit.

Für die Darstellung der Flughöhenverteilung wird im vorliegenden Bericht die den Vorgaben des StUK4 (BSH 2013) entsprechende siebenstufige Klassifizierung mit Angaben von Höhenmetern herangezogen (Tab. 2.9).

Tab. 2.9 Einteilung der Höhenklassen nach StUK4 (BSH 2013).

Klasse	Höhenschicht
1	0 - 5 m
2	> 5 - 10 m
3	> 10 - 20 m
4	> 20 - 50 m
5	> 50 - 100 m
6	> 100 - 200 m
7	> 200 m

Die Flugrichtungen wurden jeweils in 45°-Schritten erfasst und – wie die Flughöhe – in ihrer relativen Häufigkeit dargestellt. Die Auswertung erfolgte getrennt für jeden Kalendermonat. Dabei wurde neben der Gesamtverteilung die tageszeitliche Verteilung berücksichtigt. Hierbei wurden alle Uhrzeiten bis 8:59 Uhr UTC dem Morgen zugerechnet, die Zeitspanne zwischen 9:00 Uhr und 13:59 Uhr der Mittagszeit und alle Zeiten ab 14:00 Uhr dem Abend.

2.2.3 Zugruferfassung

2.2.3.1 Erfassungsmethodik

In Tab. 2.7 (Kapitel 2.2.2.1 Erfassungsmethodik Zugbeobachtung, Seite 18) sind die Terminierungen der Ausfahrten und die Anzahl der jeweiligen 15-minütigen Beobachtungseinheiten für Zugbeobachtung und Zugruferfassung je Ausfahrt aufgeführt (genaue Terminierung der Ausfahrten: s. Tab. 2.2 in Kapitel 2.1). Die Einteilung der Hell-/Dunkelphasen und damit die Durchführung der entsprechenden Methode (Sicht- oder Ruferfassung) richtete sich nach der bürgerlichen Dämmerung. Es wurden in beiden Untersuchungsjahren die jeweils geforderten 50 Erfassungstage durchgeführt.

Zusammen mit den Zugbeobachtungen ergeben sich 2.328 bzw. 2.364 auswertbare Beobachtungseinheiten von jeweils 15 Minuten für die Erfassungsjahre 2019 bzw. 2020. Die Anforderungen nach mindestens 900 auswertbaren Stunden (= 1.800 Beobachtungseinheiten) pro Erfassungsjahr gemäß StUK4 sind erfüllt (vgl. auch Ausführungen in Kapitel 2.2.2.1).

Im Erfassungsjahr 2019 wurden 1.042 Zugruferfassungseinheiten von jeweils 15 Minuten geleistet, im Jahr 2020 waren es 1.080 Zugruferfassungseinheiten (s. Übersicht in Tab. 2.7 in Kapitel 2.2.2.1), die in die Auswertung eingingen. Es gingen jeweils zwei Beobachtungseinheiten aus dem Erfassungsjahr 2019 sowie 2020 nicht in die Auswertung ein. Die nächtlichen Ruferfassungen

erfolgen je Zeitstunde in zwei 15-Minuten-Blöcken. Die Beobachtungen starteten fünf Minuten nach der vollen Stunde und erfolgten direkt hintereinander.

Die Anzahl der Rufe pro Art wurde auf einem Erfassungsbogen notiert. Vögel, die ggf. nahe am Schiff mit Hilfe der Schiffsbeleuchtung gesichtet wurden, wurden aufgenommen, jedoch wurde die Anzahl Rufe mit 0 eingetragen, wenn sie nicht riefen.

Die Datenqualität wurde durch erfahrene Beobachter/Ornithologen, mit teilweise langjähriger Erfahrung bei der Erfassung von Vögeln auf See, gesichert.

2.2.3.2 Methodik Datenprozessierung

Die Dateneingabe von den handgeschriebenen Erfassungsbögen erfolgte auf dem Schiff. Mittels einer Access-Datenmaske (Geodok) wurde eine standardisierte Dateneingabe gewährleistet. Durch Programmierung von Pflichtfeldern in Geodok konnte bereits bei der Dateneingabe auf dem Schiff sichergestellt werden, dass alle auszufüllenden Pflichtparameter erfasst wurden. Im Büro wurden die Erfassungsbögen eingescannt und die Daten gesichert. Die digitalisierten Daten wurden auf Plausibilität geprüft, z. B. bezüglich seltener Arten oder der Anzahl registrierter Rufe. Ungewöhnliche Angaben wurden mit den handschriftlichen Notizen abgeglichen und ggf. korrigiert.

2.2.3.3 Auswertungsmethodik

Bei der Erstellung der Gesamtartenliste (Tab. A. 8) wurden alle Vogelrufe berücksichtigt.

Für die Berechnung der Rufrate (Rufe/Stunde) wurde die Anzahl der Rufe je Stundenintervall mit dem Faktor zwei multipliziert, da pro Stundenintervall zwei Mal 15 Minuten verhört wurde.

Bei der Berechnung der mittleren Rufraten je Erfassungsmonat und Zugzeit handelt es sich um ein arithmetisches Mittel über alle Erfassungs Nächte in der betrachteten Zeiteinheit.

Von den Auswertungen ausgeschlossen wurden Erfassungsblöcke mit Windstärke > 7 bft. Dieses betraf vier Beobachtungseinheiten in den Erfassungsjahren 2019/2020 (Erfassungsnacht vom 24./25. März 2019 und 07./08. März 2020).

2.3 Bestandsbewertung

Die Bestandsbewertung der Flächenvoruntersuchung N-6.6 folgt den im Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020b) zu Grunde gelegten Bewertungskriterien (Tab. 2.10).

Tab. 2.10 Bewertungskriterien für die Zugvögel nach dem Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020b).

Aspekt	Kriterium
Großräumige Bedeutung des Vogelzuges	Leitlinien und Konzentrationsbereiche
Bewertung des Vorkommens	Zuggeschehen und dessen Intensität
Seltenheit und Gefährdung	Artenzahl und Gefährdungsstatus der beteiligten Arten gemäß Anhang I der EU-VSch-RL, Übereinkommen von Bern von 1979 über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume, Bonner Übereinkommen von 1979 zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten, AEWA (Afrikanisch-eurasisches Wasservogelabkommen) und SPEC (Species of European Conservation Concern).
Vorbelastung	Gefährdungen durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderungen

Die Kriterien für die Bewertung der verschiedenen Aspekte werden folgendermaßen beschrieben:

Das Kriterium „Leitlinien und Konzentrationsbereiche“ wird zur Beurteilung der **„großräumigen Bedeutung des Vogelzuges“** in Hinblick auf die Fläche N-6.6 herangezogen. Grundlage der Beurteilung ist der derzeitige, auf Literaturangaben basierende Kenntnisstand zum möglichen Vorkommen von Leitlinien und der Existenz von Zugkorridoren.

Dieses Kriterium wird als hoch bewertet, wenn entweder ein großer Teil des Gesamtzuges bzw. der Zug einer oder mehrerer Arten auf engem Raum stattfindet. Von mittlerer Bedeutung wird das Zuggeschehen angesehen, wenn für alle Arten zusammengenommen mittlere bis hohe Zugintensitäten erreicht werden, Leitlinien oder Konzentrationen aber fehlen. Von geringer Bedeutung ist das Zuggeschehen dann, wenn Leitlinien und Konzentrationen fehlen und der Vogelzug (im Vergleich mit dem durchschnittlichen Breitfrontzug über die Nordsee) nur geringe Intensitäten erreicht.

Für die **„Bewertung des Vorkommens“** wird das Kriterium „Zuggeschehen und dessen Intensität“ herangezogen und die Erfassungen zur Voruntersuchung der Fläche N-6.6 mit den bisher bekannten veröffentlichten Bestandsdaten verglichen.

Beim Aspekt **„Seltenheit und Gefährdung“** wird zur Beurteilung herangezogen, inwieweit das Projektgebiet für Populationen gefährdeter Arten als Durchzugsgebiet von Bedeutung ist. Für die Auswahl der zu betrachtenden Arten wird vor allem der jeweilige Schutzstatus der Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 79/409/EWG; kodifizierte Fassung von 2009: Richtlinie 2009/147/EG, Europäisches Parlament 2009), der „Species of European Conservation Concern“ (BirdLife International 2017) und der afrikanisch-eurasisch wandernden Wasservogelarten (UNEP/AEWA Sekretariat 2019) herangezogen. Die Berner und Bonner Konventionen von 1979 (CoE 1979, CMS Sekretariat 2015) sind Übereinkommen zur Erhaltung der europäischen wildlebenden

Pflanzen und Tiere bzw. zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten und geben nur einen generellen Schutzstatus an. Als Orientierungswert für einen bedeutsamen Anteil an der biogeografischen Population wird das 1 %-Kriterium verwendet. Hierbei ist einschränkend zu beachten, dass die Beurteilung des Vogelzuges im Bereich der Fläche N-6.6 auf selektiven Erfassungen basiert und eine Hochrechnung der erfassten Zahlen nicht zulässig ist (s. Methodenkritik zu Zugbeobachtungen in Kapitel 2.4).

Die Anzahl gesichteter Individuen der Arten des Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie (EU-VSchRL) sowie häufiger Vogelarten (mit mehr als 100 gesichteten Individuen bei der Sichtbeobachtung) wurden in Bezug zur biogeographischen Population gesetzt. Dabei richten sich die Angaben zur biogeographischen Population nach Mendel et al. (2008) und Wetlands International (2021) bzw., wenn diese Zahlen nicht verfügbar waren, wurden sie dem europäischen Gesamtbestand gegenüber gestellt (BirdLife International 2017). Die Berechnungen richten sich jedoch nur nach der maximalen Anzahl der bei den Sichtbeobachtungen in einem Jahr an zwei Beobachtungspunkten im Frühjahr und im Herbst registrierten Vögel. Die Gesamtanzahl der durch die Fläche N-6.6 ziehenden Vögel ist sicherlich um ein Vielfaches höher, da die Vögel tagsüber aus einer Stichprobe entstammen, die nicht hochrechenbar ist und nachts nur die Anzahl Rufe registriert wurde, mit der die Bestimmung von Individuenzahlen nicht möglich ist (vgl. Kapitel 2.4).

Dieses Kriterium wird als hoch bewertet, wenn von mehreren der als selten und/oder gefährdet eingestuftarten in den betreffenden Zugmonaten regelmäßig ein für die biogeographische Population bedeutsamer Anteil im Bereich der Fläche N-6.6 auftrat. Als mittel wird bewertet, wenn mehrere als selten oder gefährdet eingestufte Arten auftreten, diese aber nur unregelmäßig oder aber mit im Hinblick auf die Gesamtpopulation in unbedeutender Anzahl nachgewiesen wurden. Als niedrig wird dieses Kriterium bewertet, wenn keine als selten oder gefährdet eingestuftarten auftreten.

Der Aspekt der „**Vorbelastung**“ der Fläche N-6.6 wird anhand von Gefährdungen durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderungen beurteilt.

Für die Ermittlung der anthropogenen Vorbelastung in Bezug auf die Fläche N-6.6 müssen zunächst die in räumlicher Nähe befindlichen OWPs berücksichtigt werden. Im Cluster 6 existieren bereits die Windparks „Deutsche Bucht“ (im Erfassungszeitraum: Bautätigkeiten im Frühjahr 2019; Betriebsphase seit 28.08.2019, somit ab der Herbstkampagne 2019), „Veja Mate“ und „BARD Offshore 1“. Die beiden letzteren Windparks befinden sich direkt nördlich der Fläche N-6.6 in einer Entfernung von 1,1 bis 1,4 km. Weiterhin befindet sich im Süden des Untersuchungsgebietes das Verkehrstrennungsgebiet „German Bight Western Approach“ (Entfernung ca. 7,5 km), welches durch ein zwar kanalisiertes, aber hohes Schiffsaufkommen gekennzeichnet ist. Auch nicht kanalisierte Schiffsverkehr innerhalb der Fläche N-6.6 ist zu berücksichtigen, hier sind insbesondere der durch die Wartung der angrenzenden OWPs auftretende Schiffsverkehr sowie Fischereifahrzeuge zu nennen. Zur Einschätzung sowohl gebietsspezifischer als auch nordseeweiter Vorbelastungen (Beifang, Schadstoffe etc.) wurden neben dem FEP (BSH 2020c) und dem Umweltbericht zum FEP für die Nordsee (BSH 2020b) auch die Genehmigungsbescheide für die umliegenden OWPs herangezogen (BSH 2007a, 2007b, 2010, 2015).

Die Bewertung aller vier Aspekte für die Fläche N-6.6 erfolgt dreistufig skaliert in den Kategorien:

- **geringe** Bedeutung (Wertstufe 1),
- **mittlere** Bedeutung (Wertstufe 2),
- **hohe** Bedeutung (Wertstufe 3).

Es ist zu beachten, dass die Bewertung der Vorbelastung und die dazugehörige Wertstufe gegenläufig sind, so dass bei einer starken Vorbelastung eine geringe Wertstufe (1) für die Fläche N-6.6 angenommen wird.

Für die Ermittlung der **Gesamtbewertung** liegen die nachfolgenden Regeln zugrunde:

Liegen drei von vier Bewertungskriterien in einer Wertstufe, so erfolgt die Gesamtbewertung entsprechend der Wertstufe dieser drei Kriterien (Beispiel 1). Eine Ausnahme besteht, wenn das anders bewertete Kriterium um 2 Wertstufen höher ist. In diesem Fall erfolgt eine Erhöhung der Wertstufe (Beispiel 2).

- Beispiel 1: gering (1), gering (1), gering (1) und mittel (2) ergibt gering (1).
- Beispiel 2: gering (1), gering (1), gering (1) und hoch (3) ergibt mittel (2).

Wenn das anders bewertete Kriterium um zwei Wertstufen niedriger ist, erfolgt aus Vorsorgegesichtspunkten keine Abwertung (Beispiel 3).

- Beispiel 3: hoch (3), hoch (3), hoch (3) und gering (1) ergibt hoch (3).

Sind zwei Wertstufen zu je 50 %, z. B. mittel (2), mittel (2), hoch (3) und hoch (3), bei einem Schutzgut vertreten, so wird aufgrund des Vorsorgeprinzips die höhere Wertstufe angenommen.

Sind alle drei Wertstufen, also gering (1), mittel (2), hoch (3), bei einem Schutzgut vertreten, so ergibt sich die Gesamtbewertung aus der am häufigsten vertretenen Wertstufe. Sollte die Wertstufe gering überwiegen, wird aufgrund der Vorsorge keine Abstufung vorgenommen und die Gesamtwertstufe mittel angenommen.

2.4 Methodenkritik

Zur Untersuchung des Vogelzuges wurden verschiedene Methoden eingesetzt, die jeweils unterschiedliche Aspekte des Zuggeschehens erfassen und sich in ihren Aussagen ergänzen: Radaruntersuchungen können bei Tag und in der Nacht erfolgen. Eine Artbestimmung der Vögel kann hierbei jedoch nicht durchgeführt werden. Es bleibt auch unbekannt, wie viele Vogelindividuen von einem Echo abgebildet werden. Tief fliegende Vögel werden nur schwer von den Radargeräten detektiert. Gerade diese Fragestellungen können die Sichtbeobachtungen beantworten. Während hier schwerpunktmäßig tief fliegende Vögel registriert werden, ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit hoch fliegender Vögel gering. Nachts können die Ruferfassungen zumindest einen Hinweis auf das beteiligte Artenspektrum geben. Somit gibt nur die Kombination der Methoden Vertikalradar, Sichtbeobachtung und Ruferfassung (mit ihren spezifischen Limitationen) ein umfassendes Bild des Vogelzuges im Untersuchungsgebiet.

Im Folgenden werden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden dargestellt.

2.4.1 Beurteilung der Erfassungsmethoden

2.4.1.1 Vertikalradar

Das Vertikalradar bietet die Möglichkeit, systematisch Zugraten und Höhenverteilungen zu ermitteln und somit einen Eindruck vom Zuggeschehen an einem bestimmten Ort zu erlangen. Es werden konkrete Messwerte erzeugt (Höhe, Distanz in Metern) und der Einsatz in der Nacht bietet die Möglichkeit, auch in der Dunkelheit den Vogelzug quantitativ zu untersuchen, wenn Sichtbeobachtungen ausgeschlossen sind.

Neben den beschriebenen positiven Aspekten gilt es, folgende Grenzen dieser Technik zu berücksichtigen:

- Bei den eingesetzten Schiffsradargeräten handelt es sich um eine Technik, die nicht primär zur Erfassung von Vogelzug gedacht ist. Somit kann man davon ausgehen, dass die Messungen ein gewisses Maß an nicht genau definierbaren Schwankungen in den Zugraten aufweisen (Schmaljohann et al. 2008). Diese Ungenauigkeiten resultieren v. a. aus der unterschiedlichen Detektierbarkeit von Vögeln verschiedener Größe unter verschiedenen Bedingungen sowie aus der mangelnden Kenntnis zur genauen Ausbreitung der Radarkeule eines Schiffsradars. Eine direkte Kalibrierung eines Schiffsradargeräts mit einem fortgeschrittenen Radargerät zur Erfassung von Vogelzug (z. B. Zielfolgeradar; Bruderer 1997) ist im StUK4 nicht gefordert. Dennoch wird die Erfassung mittels Schiffsradargeräten als geeignet eingeschätzt, das generelle Zuggeschehen an einem bestimmten Ort quantitativ zu beschreiben.
- Folgende technische Einschränkungen und radarspezifische Charakteristika beeinflussen die Genauigkeit der Bestimmung der Zugraten:
 - Bei nahe zusammen fliegenden Vögeln kann ein Echo aus mehreren Individuen bestehen. Daher ist der Rückschluss von „Anzahl Echos“ zu „Anzahl Vögel“ insbesondere am Tage unsicher, da am Tage Vögel häufiger in engen Trupps fliegen

- (z. B. Finkenvögel) als in der Nacht. Insgesamt kann dieser Punkt zu einer Unterschätzung der Zugraten führen, wobei in der Nacht generell von einem realistischeren Verhältnis von Anzahl Echos zu Anzahl Vögel ausgegangen werden kann.
- Die Distanzkorrektur berücksichtigt nicht den Einfluss der Größe der Vögel und die Lage der Vögel innerhalb des Radarstrahls als wichtige Faktoren für deren Erkennung. Große Vögel und Vögel im Kern des Radarstrahls werden besser abgebildet als kleine Vögel und Individuen am Rande des Radarstrahls. Des Weiteren werden mit unterschiedlichen Radargeräten erfasste Daten mittels Distanzkorrektur möglichst vergleichbar aufbereitet, geringe gerätespezifische Unterschiede können jedoch nicht ausgeschlossen werden.
 - Die Korrektur der Ausrichtung des Radargerätes in Bezug zur angenommenen Zugrichtung mittels Korrekturfaktor stellt aufgrund der Projektion der Radarkeule auf eine zweidimensionale Erfassungsfläche nur eine Annäherung der realen Verhältnisse dar. Dies gilt insbesondere bei stärkeren Abweichungen der Radarausrichtung von der senkrechten Ausrichtung zum Vogelzug.
- Das Radar liefert keine Informationen über das beteiligte Artenspektrum.
 - Eine Erfassung des Vogelzuges bei Niederschlag (Regen) ist nicht möglich.
 - Durch Insekten verursachte Echos sind eine Quelle von Störungen, die nicht immer eindeutig identifiziert werden kann und somit zeitweise zu Unsicherheiten in der Interpretation der Daten führt. Eine Interpretation von Insektenechos als Vogeleos kann zu einer Überschätzung der Zugraten führen.
 - Wellenreflexionen können die Erfassung tief fliegender Vögel behindern, so dass es zu einer Unterschätzung des Zugaufkommens in der untersten Höhengschicht kommen kann. Dieser Aspekt ist besonders auf Schiffen relevant, wo durch die Eigenbewegung des Schiffes die Störung verstärkt wird. In der Auswertung wird daher darauf hingewiesen, dass die Zugraten in den unteren 100 m unterschätzt sind.
 - Aufgrund der angewandten „left truncation“ von 200 ist eine Extrapolation der Daten für Höhengschichten bis 200 m erforderlich. Diese Extrapolation setzt voraus, dass die Vögel im Erfassungsbereich der jeweiligen Höhengschicht gleich verteilt sind. Da diese Voraussetzung ebenfalls für die Anwendung der Distanzkorrektur mittels DISTANCE gegeben sein muss und es im Erfassungsbereich des Radars im Umkreis von 1 km keine Strukturen gab, die den Vogelzug beeinflussten, kann davon ausgegangen werden, dass diese Voraussetzung gegeben ist. Eine Extrapolation ist also zulässig.
 - Da der Vogelzug nicht kontinuierlich verläuft, sondern starken zeitlichen Schwankungen unterliegt, kann es bei Untersuchungen vom Schiff aus durch die Terminierungen der Ausfahrten zu einer selektiven Erfassung kommen, die zu starken Variationen der Ergebnisse führen kann. Dies ist bei der Interpretation der Daten, v. a. beim Vergleich verschiedener Jahre, zu berücksichtigen.

2.4.1.2 Zugbeobachtung

Visuelle Beobachtungen liefern Daten über niedrig fliegende Vögel, wobei Artenspektrum, Anzahl, Verhalten, Zugrichtung sowie weniger exakt auch die Flughöhe bestimmt werden können. Da die Erfassungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Größe eines Vogels mit zunehmender Höhe abnimmt, sind die Ergebnisse zur Flughöhenverteilung nach Sichtbeobachtungen vorsichtig zu interpretieren. Aufgrund der Größenabhängigkeit variiert die Entfernung, in der Vögel entdeckt und bestimmt werden können, stark zwischen den Arten. So sind z. B. Basstölpel noch auf mehrere Kilometer Entfernung gut bestimmbar, während manche Singvogelarten in mehreren 100 m Entfernung allenfalls noch auf Gattungsniveau bestimmt werden können (Krüger & Garthe 2001).

Die Erfassung ist auf Zeitintervalle festgelegt (je Monat sieben Tage Erfassung in zwei Zeitblöcken). Somit ist die zeitliche Abdeckung lückenhaft und Tage mit starkem Vogelzug werden möglicherweise nicht in jedem Jahr erfasst. Auch Aussagen über Vogelbewegungen in Schlechtwetterphasen können nur eingeschränkt getroffen werden, da bevorzugt bei guten Bedingungen beobachtet wird. Die Sicht kann durch Regen oder Nebel herabgesetzt sein, wodurch nur der Teil des Vogelzuges registriert werden kann, der in unmittelbarer Nähe der Erfasser stattfindet.

Somit wird insgesamt nur ein unbekannter Anteil der Vögel registriert, die im gesamten Jahresverlauf die Fläche N-6.6 queren. Dieser Anteil lässt sich aus mehreren Gründen nicht auf das ganze Jahr bzw. die Fläche N-6.6 hochrechnen: Zum einen sind die Wetterbedingungen (Windstärke, Wellengang) an den Erfassungstagen nach den Vorgaben (StUK4, BSH 2013) überdurchschnittlich gut und somit kann an diesen Tagen auch überproportional viel Vogelzug herrschen. Umgekehrt können aufgrund der stichprobenhaften Erfassung (sieben Tage pro Monat) und der Terminierung der Ausfahrten Starkzugereignisse verpasst werden. Zum anderen werden gemäß StUK4 pro Stunde jeweils 30 Minuten erfasst, so dass in der Hälfte der Zeit keine Beobachtungen stattfinden.

Vögel werden punktuell an zwei Ankerplätzen erfasst. Der Frühjahrsankerplatz südlich des OWP „Veja Mate“ befindet sich ca. 700 m von der Fläche N-6.6 entfernt. Der Herbstankerplatz liegt nördlich des OWP „Veja Mate“ und somit in einer Entfernung von ca. 10,5 km zur Fläche N-6.6. Da jedoch von einem Breitfrontzug über die Nordsee ausgegangen wird, werden trotz der Entfernung keine grundlegend unterschiedlichen Ergebnisse für die Fläche N-6.6 erwartet.

Relevanter könnte jedoch zu beiden Jahreszeiten die Nähe der Ankerplätze zum OWP „Veja Mate“ sein, da das Vogelaufreten in der Nähe des Windparks möglicherweise stärker durch großräumige Meideverhalten windparksensitiver Arten beeinflusst ist. Somit wäre in weiter entfernten Bereichen der Fläche N-6.6 (also z. B. im südöstlichen Teil der Fläche) beispielsweise mit einem etwas höheren Aufkommen von Seetauchern oder Alken zu rechnen. Im Herbst befindet sich die Fläche N-6.6 bezogen auf die vorherrschende Zugrichtung von Nordost nach Südwest großenteils „hinter“ den bereits im Cluster 6 existierenden Windparks, während sich der Herbst-Ankerplatz bezogen auf die Herkunftsrichtung der Zugvögel „vor“ den bestehenden Windparks befindet. Windparksensitive Arten, die den Windparks ausweichen, können somit an dem Ankerplatz im Herbst nördlich der Windparks registriert werden (vgl. Abb. 2.4). Umfliegen diese Vögel das Cluster 6 westlich (a), so erreichen sie die Fläche N-6.6 gar nicht, umfliegen sie den Windpark östlich des

Clusters 6 (b), so können sie den südöstlichen Teil der Fläche N-6.6 tangieren, wären aber auch vom Frühjahrsankerpunkt aus nicht zu registrieren.

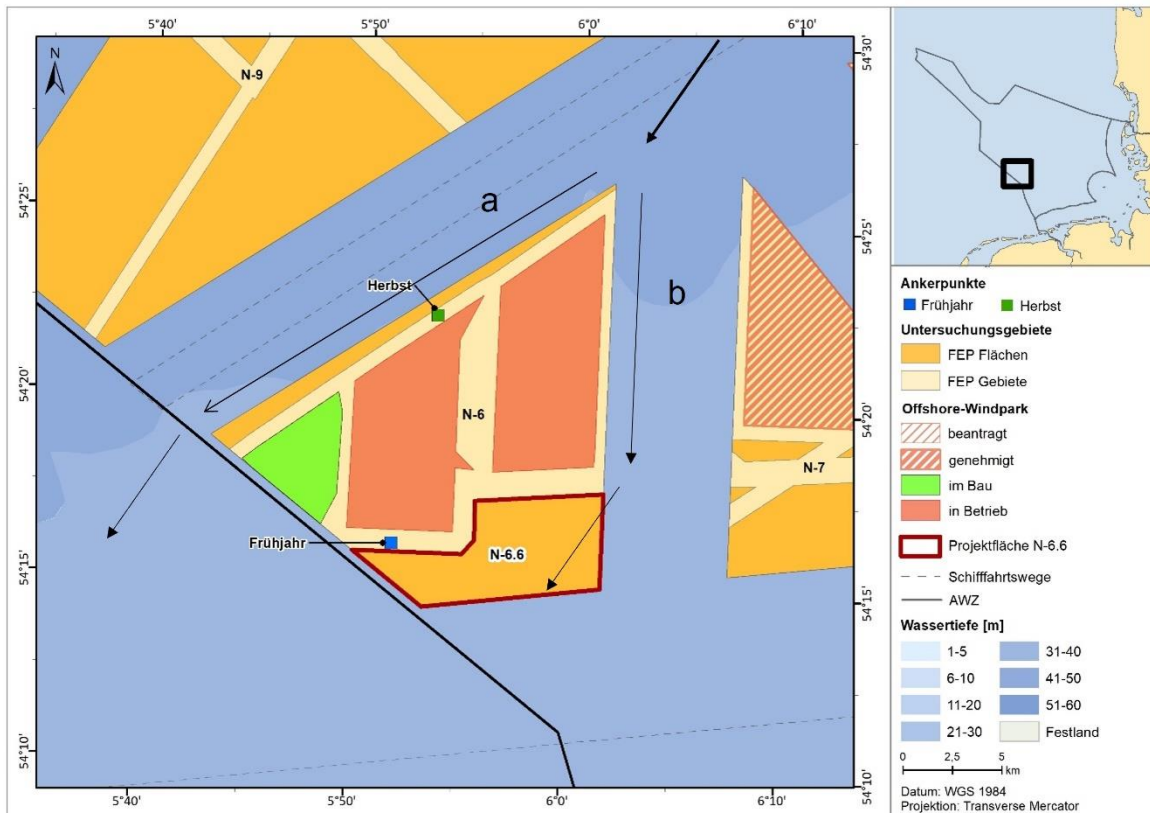


Abb. 2.4 Mögliche Flugrouten während des Herbstzuges von Vögeln, die den Windparkcluster 6 umfliegen.

Weiterhin werden Vögel nur in einem Umkreis von 1,5 km um das Schiff registriert, während die Fläche N-6.6 größer ist. Auch im Erfassungsradius werden nicht alle Vögel registriert, da besonders kleine Vögel nur in geringer Entfernung sichtbar sind und sehr hoch fliegende Vögel nicht erfasst werden können. Darüber hinaus können Vögel zumindest theoretisch zweimal im Jahr – im Frühjahr und im Herbst – das Gebiet queren, was zu einer Überschätzung der Anzahlen führen könnte. Manche Arten treten zudem nicht nur als Durchzügler auf, sondern es finden auch lokale Ortswechsel bzw. Nahrungsflüge statt (z. B. Möwen, Basstölpel), so dass von diesen Arten Individuen auch mehrfach registriert werden können.

Grundsätzlich kann auch das Beobachtungsschiff das registrierte Artenspektrum beeinflussen: Wenn sich z. B. Singvögel (auf der Suche nach Rastmöglichkeiten) oder Möwen (auf der Suche nach Fischereiabfällen oder sonstigen Nahrungsquellen) dem Beobachtungsschiff nähern, steigt deren Häufigkeit bei der Erfassung an. Zwar werden rastende Vögel oder offensichtlich mit Schiffen assoziierte Vögel von der Auswertung ausgeschlossen, jedoch sind Erkundungsflüge um das Schiff bzw. der Vorbeiflug aufgrund der Schiffsattraktion nicht immer eindeutig von den Beobachtern als solche zu erkennen.

Folglich sind valide Hochrechnungen der registrierten Anzahlen nicht möglich.

2.4.1.3 Zugruferfassung

Die Erfassung von Flugrufen liefert Hinweise auf das am Zug beteiligte Artenspektrum sowie auf Rufintensitäten in geringer Höhe. Die absolute Anzahl der Vögel ist anhand von Zugruferfassungen jedoch nicht zu ermitteln.

Da sehr viele Arten auf dem Zug nicht rufen (z. B. Rohrsänger, Grasmücken und andere), sind die Angaben über das beteiligte Artenspektrum eher unvollständig. Auch für die rufenden Arten kann die tatsächliche Ausprägung des nächtlichen Zugesgeschehens nicht immer adäquat erfasst werden, da einerseits nicht alle Vögel in Hörweite der Beobachter rufen und andererseits einzelne Individuen mehrmals hintereinander gehört werden können. Zudem sind von manchen Arten die Rufe auf große Distanz (z. B. Großer Brachvogel) erfassbar, von anderen jedoch nur aus der Nähe (z. B. Rotkehlchen). Zusätzlich schränken Störgeräusche (z. B. Wind, Generatorgeräusche u. a.) die Anwendung dieser Methode ein. In welchem Maße die während der Ruferfassung registrierten Vögel vom Beobachtungsschiff bzw. seiner Beleuchtung angezogen werden, ist nicht bekannt. Nach derzeitigem Wissensstand (u. a. nach Untersuchungen an Offshore-Plattformen sowie eigenen Beobachtungen bei schiffsbasierten Untersuchungen zu Offshore-Windparks) ist insbesondere bei ungünstigen Wetterbedingungen (Nebel, Regen, Starkwind) mit einer anziehenden Wirkung des Beobachtungsschiffes zu rechnen.

2.4.2 Beurteilung der Datenbasis

Im Rahmen der vorliegenden Flächenvoruntersuchung zum Schutzgut Zugvögel im Bereich der Fläche N-6.6 wurden sowohl die methodischen Vorgaben als auch der geforderte Untersuchungsumfang eingehalten. Es wurden pro Erfassungsjahr 50 Erfassungstage mit jeweils 24-Stunden-Zyklen durchgeführt. Über 2.000 Erfassungstunden gingen in die Auswertungen der Vertikalradardaten, der Sichtbeobachtungen während der Hellphasen und der Zugruferfassungen während der Dunkelphasen ein. Es liegen somit umfangreiche Erfassungsdaten aus den beiden Untersuchungsjahren von März 2019 bis November 2020 vor.

Die Daten dienen dazu, eine grundsätzliche Einschätzung der Bedeutung eines Gebietes für den Vogelzug vorzunehmen. Es ist zwar zu vermuten, dass interannuelle Variationen der Ergebnisse vorkommen, der standortspezifische Aspekt ist bei einer zeitlichen Abdeckung von 50 Erfassungstagen pro Untersuchungsjahr (und mit über 2.000 Erfassungstunden) jedoch vermutlich stärker zu werten als Schwankungen zwischen den Jahren. Der bekannten starken Variabilität des Vogelzuges wurde, wie nach StUK4 gefordert, durch die Aufteilung der Beobachtungszeiträume in zumeist zwei Blöcke pro Monat, Rechnung getragen. Dieser Erfassungsmodus reduziert die Wahrscheinlichkeit, wesentliche Zugereignisse zu verpassen.

Die erhobene Datenbasis ist dazu geeignet, die Zielsetzungen und Fragestellungen im Rahmen der Flächenvoruntersuchungen für die Fläche N-6.6 zu beantworten. Interannuelle Schwankungen können durch den zweijährigen Erfassungszeitraum mit berücksichtigt werden.

3. SCHUTZGUTBEZOGENE BESCHREIBUNG DES DERZEITIGEN UMWELTZUSTANDES

3.1 Radarerfassung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Radarerfassung des Vogelzuges für den Erfassungszeitraum vom Frühjahr 2019 bis Herbst 2020 dargestellt.

3.1.1 Zugintensitäten

3.1.1.1 Nächtlicher Vogelzug (Dunkelphase)

Der nächtliche Vogelzug zeigte im Verlauf der Erfassungsperiode über zwei Jahre starke Schwankungen (Abb. 3.1), wobei in nur wenigen Nächten starker Vogelzug auftrat. Im Folgenden wird neben der Beschreibung der mittels Vertikalradar ermittelten Zugaktivitäten auch Bezug auf nächtliche Rufaktivitäten genommen (Angaben aus Kapitel 3.3.2).

Im Frühjahr 2019 wurden keine Nächte mit hohem Zugaufkommen erfasst und in mehreren Nächten wurden keine oder nur sehr wenige Vogeleos registriert (z. B. ab 09.04.2019 oder 02.05.2019). In der Nacht mit der höchsten Rufaktivität im Frühjahr 2019 (25./26.04.2019, vgl. Kapitel 3.3.2, Tab. 3.15) liegen keine auswertbaren Radarerfassungen vor, da es während der ganzen Nacht kontinuierlich regnete (zeitweise starker Regen und gewittrige Schauer). Dabei war es nahezu windstill (0 bis 3 bft, also gute Bedingungen, um Zugrufe zu registrieren).

Im Frühjahr 2020 gab es dagegen mehrere Nächte mit Zugraten, die im Bereich von ca. 500 Echos/(h*km) lagen (Anfang April 2020) und maximale Werte von 1.021 Echos/(h*km) in der Nacht vom 16. auf den 17. März 2020 erreichten. In diesen Nächten wurden Zugrufe vernommen, jedoch in geringer Intensität (vgl. Kapitel 3.3.2, Tab. 3.16).

Die höchste nächtliche Zugrate wurde im Herbst 2019 registriert, mit einer mittleren Rate von 1.597 Echos/(h*km) in der Nacht vom 20. auf den 21. Oktober. Im Jahr 2020 wurden die höchsten Zugraten ebenfalls Mitte Oktober registriert (11./12. Oktober; 1.041 Echos/(h*km)), wobei es in diesen Nächten Hinweise auf Insektenzug gab und die ermittelten Werte somit eher Mindestwerte darstellen (vgl. Kapitel 2.2.1.2). In den übrigen Nächten des Herbstes 2019 und 2020 waren die Zugraten relativ gering. Die beiden zugstärksten Nächte im Herbst 2019 (20./21.10. und 05./06.10.2019) gehörten auch zu den Nächten, in denen hohe Rufaktivitäten ermittelt wurden (vgl. Kapitel 3.3.2, Tab. 3.15). Auch im Herbst 2020 zeichnete sich die Nacht mit der höchsten Zugrate (11./12.10.2020) durch hohe Rufraten bei der Erfassung der nächtlichen Zugrufe aus (höchste Ruftrate in der Nacht vom 11. auf den 12.10.2020; vgl. Kapitel 3.3.2, Tab. 3.16).

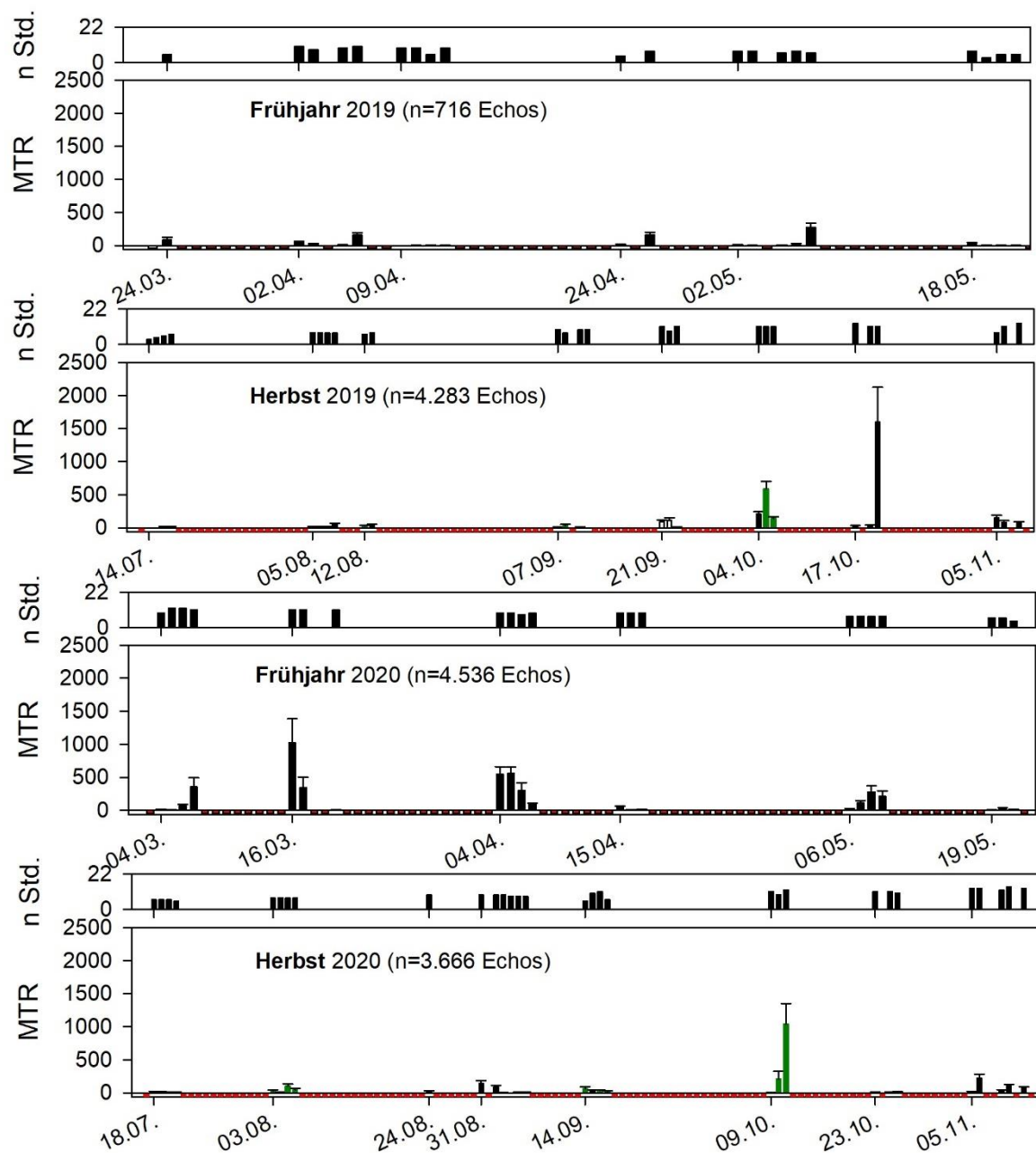


Abb. 3.1 Mittlere Zugraten ($MTR \pm SE$) und Anzahl Erfassungsstunden je Nacht (nächtlicher Vogelzug) im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2019–2020. MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); rote Balken: keine Messungen bzw. keine Wertung der Nacht, grüne Balken: Insektenzug.

Die mittleren nächtlichen Zugraten lagen in beiden Jahren in einer vergleichbaren Größenordnung (Tab. 3.1), wobei im Jahr 2020 mit durchschnittlich 128 Echos/(h*km) eine etwas höhere Intensität registriert wurde als im Jahr 2019 mit 90 Echos/(h*km). Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant¹.

¹ Vergleich nächtlicher Zugraten in den Erfassungsjahren 2019 und 2020: Mann-Whitney-U-Test; U = 1.381, p = 0,090, n = 96 Nächte

Innerhalb der Erfassungsjahre schwankten die mittleren monatlichen Zugraten zwischen 6 Echos/(h*km) im Juli und 431 Echos/(h*km) im Oktober im Erfassungsjahr 2019 bzw. zwischen 11 Echos/(h*km) im Juli und 259 Echos/(h*km) im März im Erfassungsjahr 2020. Zugraten in einzelnen Erfassungsstunden überstiegen im Jahr 2019 einen Wert von 4.800 Echos/(h*km), während im Jahr 2020 der maximale Stundenwert bei 3.250 Echos/(h*km) lag.

Die Zahlenwerte für alle mittleren Zugraten sowie weitere Kennwerte des Zuges für die einzelnen Nächte sind in Tab. A. 6 im Anhang zu finden.

Tab. 3.1 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019 und 2020; SD = Standardabweichung.

Monat	MTR, Mittelwert	Median	SD	N Echos orig.	N Echos korr.	Max. MTR/ Nacht	Max. MTR/ Std.	N Std.	N Nächte
1. Erfassungsjahr: März 2019 bis November 2019									
März 19	83	83	.	58	197	83	259	5	1
Apr. 19	40	8	63	340	1.437	160	354	80	10
Mai 19	39	5	89	318	985	274	402	53	9
Juli 19	6	5	7	11	65	15	48	18	4
Aug. 19	26	22	15	237	485	52	142	41	6
Sep. 19	37	11	45	366	1.090	108	360	64	7
Okt. 19	431	174	608	3.220	13.043	1.597	4.861	68	6
Nov. 19	100	78	44	449	1.297	150	338	31	3
Gesamt , 2019	90	17	249	4.999	18.599	1.597	4.861	360	46
2. Erfassungsjahr: März 2020 bis November 2020									
März 20	259	66	370	2.335	9.937	1.021	3.246	77	7
Apr. 20	225	93	246	1.298	6.767	562	975	62	7
Mai 20	96	25	111	903	2.194	282	652	44	7
Juli 20	11	10	4	31	107	16	46	23	4
Aug. 20	58	35	54	564	1.315	146	296	46	6
Sep. 20	29	21	30	488	994	83	287	74	9
Okt. 20	215	14	412	1.759	7.224	1.041	3.250	64	6
Nov. 20	96	72	93	824	2.398	224	658	52	4
Gesamt , 2020	128	25	229	8.202	30.935	1.041	3.250	442	50

In beiden Jahren gab es jeweils keinen signifikanten Unterschied in den Zugraten zwischen Frühjahr und Herbst² (Tab. 3.2). Die mittleren saisonalen Zugraten unterschieden sich jedoch zwischen den Jahren in der Hinsicht, dass im Jahr 2019 höhere Zugraten im Herbst (128 Echos/(h*km)) als im

² Vergleich nächtlicher Zugraten von Frühjahr und Herbst, Jahr 2019: Mann-Whitney-U-Test; U = 180, p = 0,076, n = 46 Nächte, 2020: U = 399, p = 0,063, n = 50 Nächte

Frühjahr (41 Echos/(h*km) vorlagen, während im Jahr 2020 die mittleren Zugraten im Frühjahr höher waren als im Herbst (193 bzw. 80 Echos/(h*km).

Die Zugraten im Frühjahr 2019 und 2020 unterschieden sich signifikant (2019 niedriger als 2020), während die Werte für den Herbst im Vergleich der beiden Jahre keine signifikanten Unterschiede aufwiesen³.

Tab. 3.2 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2019 und 2020. SD = Standardabweichung; p = Signifikanzwahrscheinlichkeit nach Mann-Whitney-U-Test im Vergleich von Frühjahr und Herbst (p, Saison) bzw. im Vergleich der Erfassungsjahre (p, Jahresvergleich); ns = nicht signifikant.

Saison	MTR, Mittelwert	Median	SD	Min./Nacht	Max./Nacht	Max./Std.	N Nächte	p, Saison	p, Jahresvergleich
1. Erfassungsjahr: März 2019 bis November 2019									
Frühjahr 2019	41	6	73	0	274	402	20	ns	Frühjahr: ***
Herbst 2019	128	27	322	0	1.597	4.861	26		Herbst: ns
Gesamt, 2019	90	17	249	0	1.597	4.861	46		Gesamt: ns
2. Erfassungsjahr: März 2020 bis November 2020									
Frühjahr 2020	193	66	261	6	1.021	3.246	21	ns	
Herbst 2020	80	21	194	0	1.041	3.250	29		
Gesamt, 2020	128	25	229	0	1.041	3.250	50		

3.1.1.2 Vogelzug am Tag (Hellphase)

Der Vogelzug am Tag zeigte im Verlauf der Erfassungsperiode 2019 – 2020 starke Schwankungen (Abb. 3.2). In den Jahren 2019 und 2020 gab es jeweils starken Vogelzug in der ersten Oktoberhälfte und im Jahr 2019 ebenfalls Mitte August (hier vermutlich Insektenzug). Die beiden stärksten Zugtage fielen im Jahr 2019 auf den 13.08.2019 mit einer mittleren Zugrate von 430 Echos/(h*km) sowie auf den 05.10.2019 (330 Echos/(h*km)). An diesen beiden Tagen wurde ebenfalls erhöhtes Zugeschehen bei den Sichtbeobachtungen festgestellt (vgl. Kapitel 3.2.2, Tab. 3.11). Am 05.10.2010 wurden bei den Sichtbeobachtungen die höchsten Zugraten erreicht (71 Vögel/h) und der 13.08.2019 nahm im Vergleich aller Tage den dritten Platz ein (39 Vögel/h).

Im Jahr 2020 wurde die höchste Zugrate mit 323 Echos/(h*km) am 12.10.2020 erreicht, gefolgt vom Zugeschehen am 10.11.2020 (304 Echos/(h*km)). Insbesondere der 10.11.2020 zeichnete sich auch durch starkes Zugeschehen bei den Sichtbeobachtungen aus (stärkster Zugtag, 43 Vögel/h),

³ Vergleich nächtlicher Zugraten zwischen den Erfassungsjahren 2019 und 2020, Frühjahr: Mann-Whitney-U-Test; U = 330, p = 0,002, n = 41 Nächte, Herbst: U = 180, p = 0,308, n = 42 Nächte

und die Phase vom 09. bis zum 12.10.2020 war ebenfalls durch hohes Zugaufkommen bei den Sichtbeobachtungen gekennzeichnet (Tab. 3.12).

Die Zugraten im Frühjahr lagen in beiden Jahren deutlich niedriger als im Herbst, und es fehlten in beiden Jahren starke Zugereignisse. Starker Vogelzug bei den Sichtbeobachtungen am 07.05.2019 (36 Vögel/h) spiegelte sich nicht in den Radarerfassungen wider. Das gleiche galt für den 21.05.2020 (46 Vögel/h).

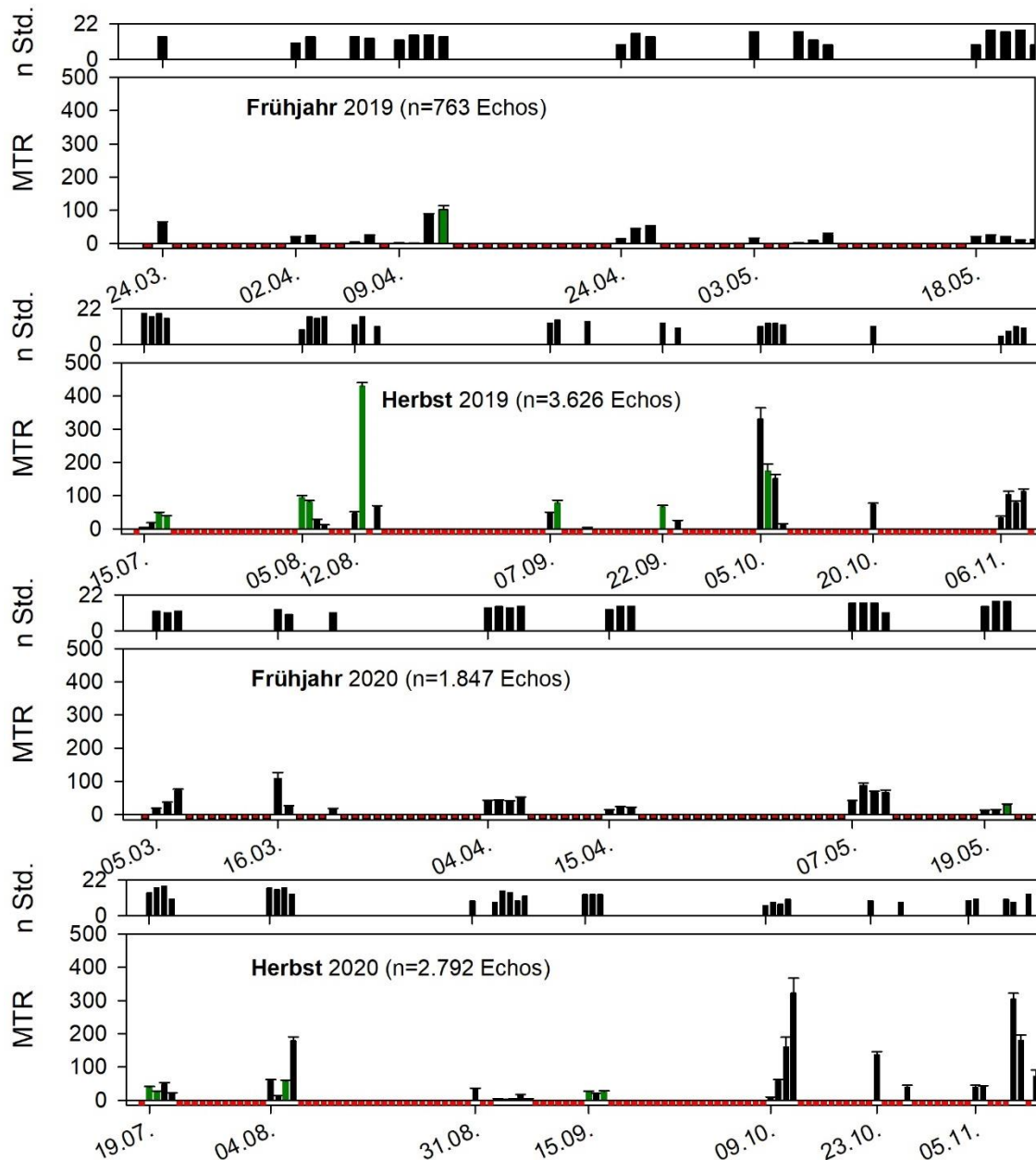


Abb. 3.2 Mittlere Zugraten ($MTR \pm SE$) und Erfassungsstunden am Tage im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2019 – 2020. $MTR = Migration\ Traffic\ Rate = Echos/(h \cdot km)$; $SE = Standardfehler$; rote Balken: keine Messungen, bzw. keine Wertung des Tages, grüne Balken: Insektenzug.

Die mittleren Zugraten am Tage lagen in beiden Jahren in einer vergleichbaren Größenordnung von 59 bzw. 57 Echos/(h*km) (Tab. 3.3).

Innerhalb der Erfassungsjahre schwankten die mittleren monatlichen Zugraten im Jahr 2019 zwischen 15 Echos/(h*km) im Mai und 149 Echos/(h*km) im Oktober bzw. zwischen 33 Echos/(h*km) im April und 141 Echos/(h*km) im November im Jahr 2020. Die maximale Zugrate in einzelnen Erfassungstunden lag in beiden Jahren in einem Bereich von ca. 1.400 Echos/(h*km).

Die Zahlenwerte für alle mittleren Zugraten sowie weitere Kennwerte des Zuges für die einzelnen Tage sind in Tab. A. 7 im Anhang zu finden.

Tab. 3.3 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag für die einzelnen Erfassungsmonate in den Erfassungsjahren 2019 und 2020. SD = Standardabweichung.

Monat	MTR, Mittelwert	Median	SD	N Echos orig.	N Echos korr.	Max. MTR/Tag	Max. MTR/Std.	N Std.	N Tage
1. Erfassungsjahr: März 2019 bis November 2019									
März 19	59	59	.	95	387	59	281	14	1
Apr. 19	33	22	34	373	1.740	101	619	146	11
Mai 19	15	15	8	295	864	26	119	126	9
Juli 19	27	28	20	221	821	47	254	71	4
Aug. 19	108	66	145	1.884	4.987	430	863	99	7
Sep. 19	44	46	30	392	1.367	77	405	65	5
Okt. 19	149	151	120	797	4.009	330	1.378	60	5
Nov. 19	81	90	36	332	1.285	112	293	34	4
Gesamt, 2019	59	30	81	4.389	15.459	430	1.378	615	46
2. Erfassungsjahr: März 2020 bis November 2020									
März 20	46	29	37	402	1.442	109	821	69	6
Apr. 20	33	40	13	489	1.478	48	298	101	7
Mai 20	45	40	29	956	2.380	88	545	113	7
Juli 20	34	32	12	246	886	49	406	59	4
Aug. 20	69	58	65	826	2.130	179	496	72	5
Sep. 20	13	10	10	228	569	25	123	97	8
Okt. 20	121	97	115	798	2.709	323	1.432	48	6
Nov. 20	141	110	127	694	2.213	304	620	37	4
Gesamt, 2020	57	39	69	4.639	13.807	323	1.432	596	47

Die Zugraten am Tage lagen im Herbst 2019 mit mittleren Werten von 86 Echos/(h*km) signifikant höher als im Frühjahr 2019 mit 27 Echos/(h*km)⁴ (Tab. 3.4). Im Jahr 2020 ergab sich mit

⁴ Vergleich der Zugraten am Tag im Frühjahr und Herbst, Jahr 2019: Mann-Whitney-U-Test; U = 123, p = 0,002, n = 46 Tage, Jahr 2020: U = 270, p = 1,0, n = 47 Tage

41 Echos/(h*km) im Frühjahr und 69 Echos/(h*km) im Herbst kein signifikanter Unterschied zwischen den saisonalen Erfassungszeiten.

Im Jahresvergleich waren die Zugraten im Frühjahr 2020 (41 Echos/(h*km)) signifikant höher als im Frühjahr 2019 mit 27 Echos/(h*km). Für den Herbst ergab sich kein signifikanter Unterschied⁵. Auch im Vergleich der gesamten Untersuchungsjahre war der Unterschied in den Zugraten nicht signifikant⁶.

Tab. 3.4 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2019 und 2020. SD = Standardabweichung; p = Signifikanzwahrscheinlichkeit nach Mann-Whitney-U-Test im Vergleich von Frühjahr und Herbst (p, Saison) bzw. im Vergleich der Erfassungsjahre (p, Jahresvergleich); ns = nicht signifikant. * p<0,05, *** p<0,001.

Saison	MTR, Mittelwert	Median	SD	Min./Nacht	Max./Tag	Max./Std.	N Tage	p, Saison	p, Jahresvergleich
1. Erfassungsjahr: März 2019 bis November 2020									
Frühjahr 2019	27	20	27	1	101	619	21	***	Frühjahr: *
Herbst 2019	86	66	100	4	430	1.378	25		Herbst: ns
Gesamt, 2019	59	30	81	1	430	1.378	46		Gesamt: ns
2. Erfassungsjahr: März 2020 bis November 2020									
Frühjahr 2020	41	37	27	13	109	821	20	ns	
Herbst 2020	69	39	88	3	323	1.432	27		
Gesamt, 2020	57	39	69	3	323	1.432	47		

Im Vergleich des Zuggeschehens in der Nacht (Tab. 3.2) und am Tag (Tab. 3.4) ist zu erkennen, dass in beiden Erfassungsjahren im Frühjahr die mittleren nächtlichen Zugraten höher lagen als die Zugraten am Tage (2019: 41 Echos/(h*km) nachts und 27 Echos/(h*km) am Tag; 2020: 193 Echos/(h*km) nachts und 41 Echos/(h*km) am Tag).

Auch im Herbst war erkennbar, dass die Zugraten in der Nacht höher lagen als am Tag (2019: 128 Echos/(h*km) nachts und 86 Echos/(h*km) am Tag; 2020: 80 Echos/(h*km) nachts und 69 Echos/(h*km) am Tag).

⁵ Vergleich der Zugraten am Tag zwischen den Erfassungsjahren 2019 und 2020, Frühjahr: Mann-Whitney-U-Test; U = 296, p = 0,025, n = 41 Tage, Herbst: U = 266, p = 0,190, n = 52 Tage

⁶ Vergleich der Zugraten am Tag zwischen den Erfassungsjahren 2019 und 2020, Gesamtdaten: Mann-Whitney-U-Test; U = 1.120, p = 0,764, n = 93 Tage

Eine statistische Prüfung ergab jedoch, dass bezogen auf den gesamten Erfassungszeitraum 2019 - 2020 die Unterschiede in den Zugraten im Vergleich von Nacht und Tag nicht signifikant waren⁷. Auch bei der getrennten Betrachtung von Frühjahr und Herbst ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen dem nächtlichen Vogelzug und dem Vogelzug am Tage⁸.

3.1.1.3 Tageszeitliche Verteilung des Zugeschehens

In Abb. 3.3 ist der tageszeitliche Verlauf des Vogelzuges für jeden Erfassungsmonat und jedes Erfassungsjahr als prozentuale Verteilung der Zugraten im Verlauf des jeweiligen Jahres dargestellt.

Die tageszeitliche Phänologie variierte zwischen den Monaten und zwischen den Jahren. Oft erfolgten zusammenhängende stärkere Zugphasen in der Nacht, und die Intensität war deutlich höher als am Tag (z. B. März, April, Mai, Oktober, November).

Vor allem in den Monaten Juli und August fanden höhere Anteile des Vogelzuges auch am Tage statt, wobei Peaks oft in den Vormittagsstunden bzw. um Sonnenaufgang oder -untergang auftraten. Teilweise variierten die nächtlichen Zugpeaks und waren im Vergleich der beiden Jahre um einige Stunden versetzt (z. B. März, November), teilweise stimmten die zeitlichen Verläufe aber auch sehr gut überein. So setzte beispielsweise der Vogelzug im Mai in beiden Jahren zeitgleich kurz vor Mitternacht ein und fand fast ausschließlich in der zweiten Nachthälfte statt.

Demgegenüber wies der Zugverlauf im September deutliche Unterschiede zwischen den Jahren auf. 2019 kam es im Tagesverlauf sowohl in der Hell- als auch in der Dunkelphase zu stärkeren Zugereignissen, während sich der Vogelzug im Jahr 2020 auf die zweite Nachthälfte konzentrierte. Auch im Oktober setzte in beiden Jahren der Vogelzug gegen Mitternacht ein und in beiden Jahren waren im Verlaufe der Nacht zwei Zugpeaks erkennbar. Der zweite Zugpeak kurz vor Sonnenaufgang war im Jahr 2019 jedoch deutlich weniger ausgeprägt als im Jahr 2020. Im November war der nächtliche Verlauf des Vogelzuges sehr ähnlich, jedoch um einige Stunden versetzt (2020 später als 2019).

⁷ Vergleich von Nacht und Tag, Gesamtdaten 2019 und 2020: Mann-Whitney-U-Test: $U = 4.906$, $p = 0,240$, $n = 189$ Nächte/Tage

⁸ Frühjahr 2019 und 2020: Vergleich von Tag und Nacht: Mann-Whitney-U-Test; $U = 848$, $p = 0,945$, $n = 82$ Nächte/Tage; Herbst 2018 und 2019: Vergleich von Tag und Nacht: Mann-Whitney-U-Test; $U = 1.713$, $p = 0,078$, $n = 107$ Nächte/Tage

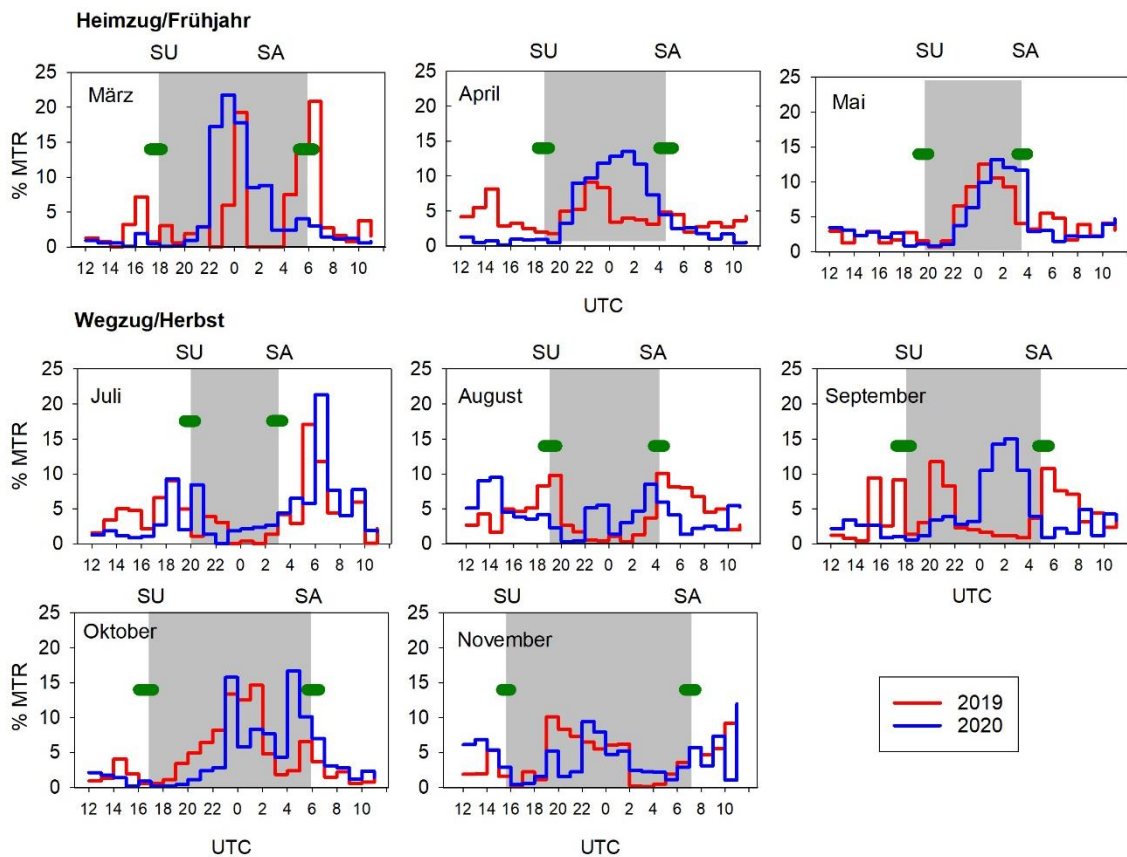


Abb. 3.3 Tageszeitliche Verteilung der Zugraten (in % MTR) in den verschiedenen Monaten für die Erfassungsjahre 2019 und 2020. SA = Sonnenaufgang; SU = Sonnenuntergang; Zeitspanne des SA und SU für einen Monat als grüner Balken dargestellt; graue Schattierung: mittlere Dauer der Dunkelphase; UTC = Universal Time Coordinated.

3.1.2 Höhenverteilungen

3.1.2.1 Nacht

In Abb. 3.4 und Abb. 3.5 sind die mittleren nächtlichen Zugraten in 100-m-Intervallen bis in eine Höhe von 1.000 m für jeden Erfassungsmonat der Erfassungsjahre 2019 und 2020 dargestellt. Über den Vogelzug in Höhen über 1.000 m können anhand der Ergebnisse keine quantitativen Aussagen getroffen werden. Zusätzlich zu den 100-m-Höhenstufen sind Zugraten in den Bereichen der betrachteten Rotorebenen-Bandbreiten von 25 bis 225 m (untere Bandbreite) und 50 bis 350 m (obere Bandbreite) gekennzeichnet (vgl. Tab. 5.2 in Kapitel 5). Ergänzend zu den Abbildungen mit absoluten Zugraten sind die prozentualen Anteile der einzelnen Höhenschichten je Monat und Saison in Tab. 3.5 (2019) und Tab. 3.6 (2020) dargestellt. Zu beachten ist, dass die unterste Höhenschicht bis 100 m nur unvollständig erfasst wird (Interferenzen mit Seaclutter, s. Kapitel 2.2.1.1), so dass die Zugraten in dieser Höhenschicht in unbekanntem Ausmaß unterschätzt werden.

Aufgrund der größtenteils einheitlichen MTR-Skalierung zwischen den Monaten sind vertikale Verteilungsmuster in einigen Monaten mit geringem Zugaufkommen für den nächtlichen Vogelzug

(Kapitel 3.1.2.1) und für den Vogelzug am Tag (Kapitel 3.1.2.2) nur eingeschränkt erkennbar. Die Höhenverteilung spiegelt sich jedoch auch in der prozentualen Darstellung in den jeweiligen Tabellen wider.

In Abb. 3.4 wird die hohe Variation der Höhenverteilung des nächtlichen Vogelzuges im Erfassungsjahr 2019 deutlich. In einigen Monaten lag der Schwerpunkt des Vogelzuges in den unteren Höhenschichten bis 200 m (Oktober, November 2019), während in anderen Monaten die Zugraten in größeren Höhen etwas stärker ausgeprägt waren (z. B. April 2019, bei insgesamt relativ gleichmäßiger Verteilung auf die Höhenstufen). In anderen Monaten lag der Schwerpunkt in Höhen bis 400 m (allerdings mit insgesamt geringen Intensitäten; August, September). Im März 2019 war eine deutliche Bevorzugung der Höhe von 100 bis 200 m erkennbar.

Im Erfassungsjahr 2020 traten ebenfalls deutliche Unterschiede in den Höhenverteilungen zwischen den Monaten auf (Abb. 3.5). Die Frühjahrsmonate März und April zeichneten sich durch einen hohen Anteil des Zugeschehens auch in großer Höhe aus. Die Monate Oktober und November 2020, die im Jahr 2019 noch durch eine klare Bevorzugung tiefer Luftschichten gekennzeichnet waren, wiesen eine relativ gleichmäßige Verteilung der Flughöhen auf ohne eine Bevorzugung eines bestimmten Höhenintervalls.

Die Zugraten in den Rotorebenen sind in den monatlichen Abbildungen ebenfalls gekennzeichnet, wobei die Werte für die untere und obere Bandbreite der Abmessungen der Rotoren angegeben sind. Die obere Bandbreite mit einer Ausdehnung von 50 bis 350 m beinhaltet die Zugraten der beiden Höhenschichten 100 bis 200 m und 200 bis 300 m sowie die angrenzenden 50 m nach oben (bis 350 m) und unten (bis 50 m). Bei der unteren Bandbreite (25 bis 225 m) ist die Überlappung mit den 100-m-Intervallen geringer (200 m Überlappung von 25 bis 225 m in den Höhenintervallen von 0 bis 300 m) als bei der oberen Bandbreite (300 m Überlappung von 50 bis 350 m in Höhenintervallen von 0 bis 400 m), so dass das Zugaufkommen in der unteren Rotor-Bandbreite (in Abb. 3.4 und Abb. 3.5 blau schraffierter Bereich) meist deutlich niedriger ausfällt als in der oberen Bandbreite (orange schraffierter Bereich). Zu beachten ist, dass die Rotorebene bei der unteren Bandbreite weiter in den niedrigen Höhenbereich hineinreicht (bis 25 m), in dem bereits eine mögliche Unterschätzung der Zugraten vorliegen kann (Überlagerung durch Wellenreflexionen).

Sofern der Schwerpunkt des Vogelzuges in geringer Höhe stattfindet (höchste Zugraten unterhalb von 100 m, geringe Zugraten von 100 bis 300 m) kann der Unterschied in den Zugraten zwischen unterer und oberer Bandbreite gering sein. So unterschieden sich im Oktober und November 2019 die Zugraten zwischen den Bandbreiten nur geringfügig (Abb. 3.5). In diesen Fällen glichen die hohen Zugraten in sehr tiefen Schichten im Bereich von 25 bis 50 m (die nur von der unteren Bandbreite abgedeckt werden) die geringen Zugraten im Bereich von 225 bis 350 m (die nur von der oberen Bandbreite abgedeckt werden) aus. Wenn die Höhenschicht unterhalb von 100 m nicht bevorzugt wurde und im Bereich von 200 bis 400 m ein hoher Anteil des Vogelzuges stattfand, waren die Zugraten im Höhenintervall der oberen Bandbreite (50 bis 350 m) deutlich höher als im Höhenintervall der unteren Bandbreite (25 bis 225 m, z. B. September 2019 in Abb. 3.4, März, April, Mai und Oktober 2020 in Abb. 3.5).

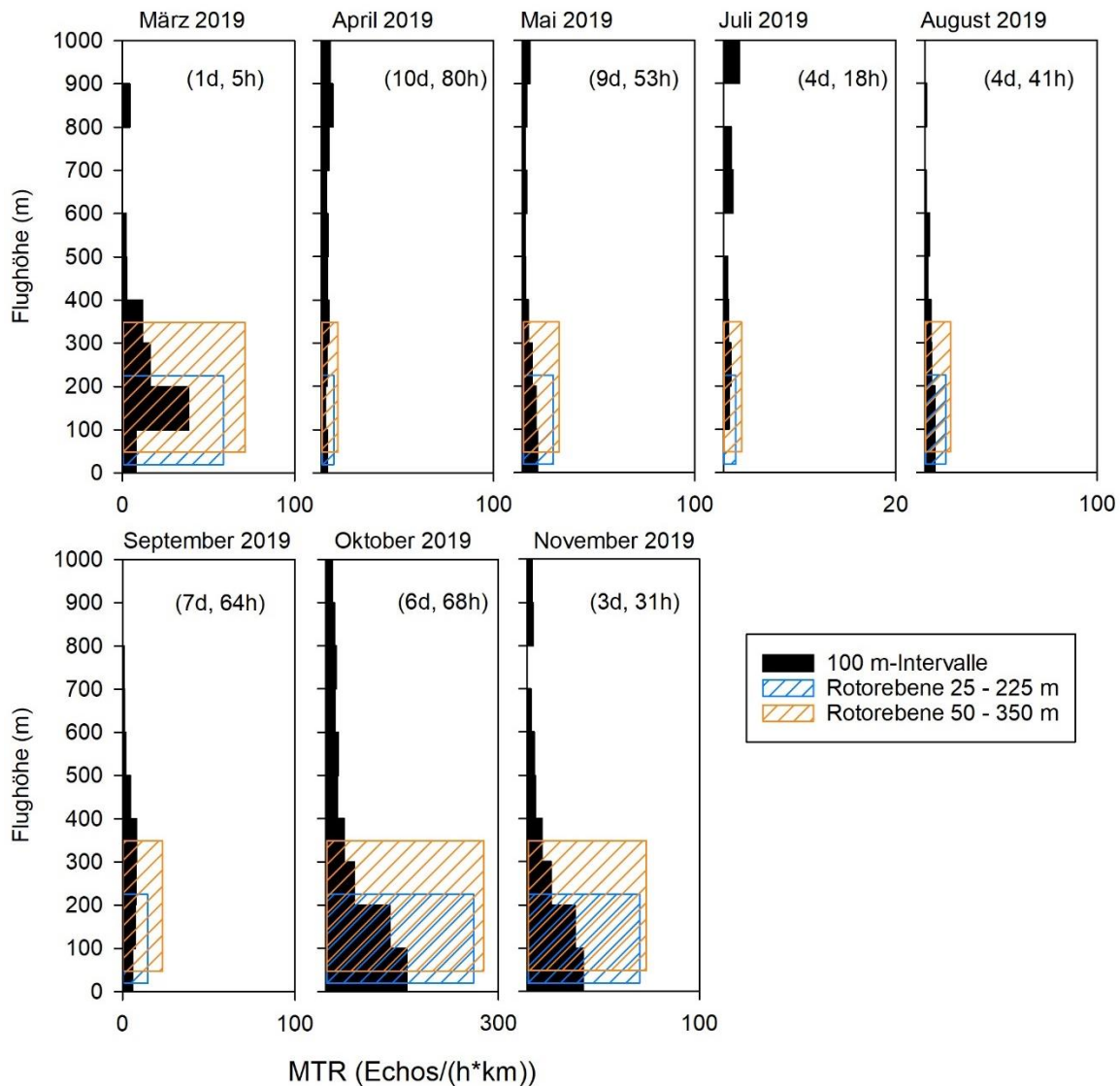


Abb. 3.4 Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höenschichten im Erfassungsjahr 2019. MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); SE = Standardfehler; d = Erfassungsnächte; h = Erfassungstunden; blaue Balken = Höenschicht der Rotorebene der unteren Bandbreite (25 - 225 m); orange Balken = Höenschicht der Rotorebene der oberen Bandbreite (50 - 350 m); Zugraten in unterster Höenschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel. Abweichende MTR-Skalierung für Juli und Oktober 2019.

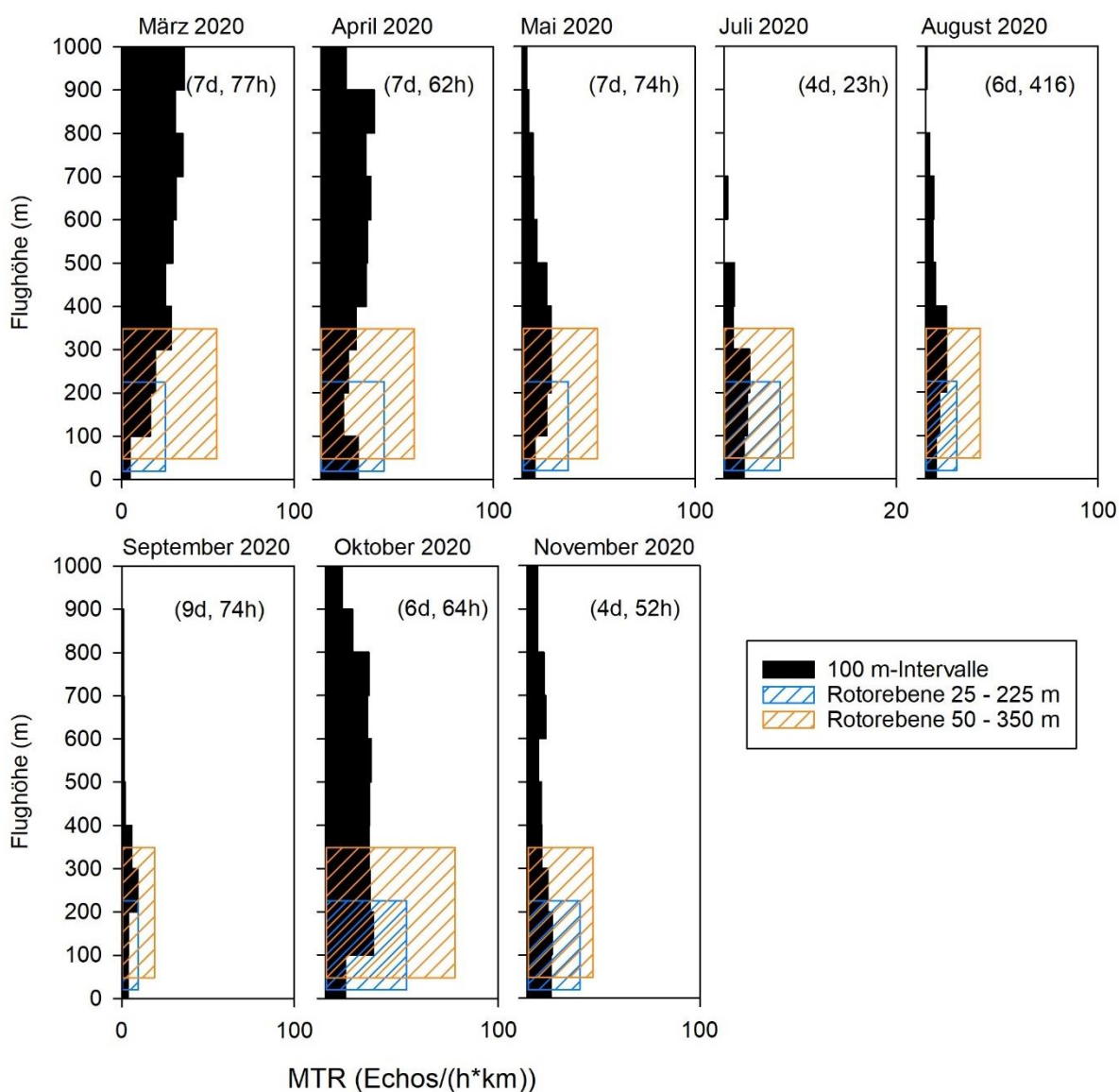


Abb. 3.5 Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höenschichten im Erfassungsjahr 2020. MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); SE = Standardfehler; d = Erfassungsnächte; h = Erfassungsstunden; blaue Balken = Höenschicht der Rotorebene der unteren Bandbreite (25 - 225 m); orange Balken = Höenschicht der Rotorebene der oberen Bandbreite (50 - 350 m); Zugraten in unterster Höenschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel. Abweichende MTR-Skalierung für Juli 2020.

Die prozentuale Darstellung der nächtlichen Zugraten im Erfassungsjahr 2019 (Tab. 3.5) zeigt, dass der Anteil unterhalb von 300 m fliegender Vögel zwischen 23 % (April und Juli 2019) und 75 % (November 2019) schwankte. Insgesamt befanden sich 63 % der Echos unterhalb von 300 m (43 % im Herbst und 68 % im Frühjahr 2019).

Die Anteile innerhalb der Rotorebenen schwankten bei Anlagen der unteren Bandbreite zwischen 19 % (April 2019) und 70 % (März 2019), bei Anlagen der oberen Bandbreite lagen die Anteile des Vogelzuges in der Rotorebene zwischen 24 % (April 2019) und 87 % (März 2019). Die mittleren saisonalen Werte lagen bei der unteren Bandbreite bei 35 % bzw. 58 % (Frühjahr bzw. Herbst) und bei der oberen Bandbreite bei 44 % bzw. 66 % (Frühjahr bzw. Herbst).

Tab. 3.5 Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2019) und Wegzuges (Herbst 2019). * Zugraten in unterster Höhengschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel; ** Höhenstufe der Rotorebene der unteren Bandbreite; *** Höhenstufe der Rotorebene der oberen Bandbreite.

Höhenklasse (m)	März 2019	Apr. 2019	Mai 2019	Juli 2019	Aug. 2019	Sep. 2019	Okt. 2019	Nov. 2019	Mittel Frühjahr 2019	Mittel Herbst 2019
0 - 100 *	9	9	23	0	22	16	33	33	15	31
100 - 200	46	6	20	10	22	20	26	28	16	25
200 - 300	19	8	14	13	15	20	11	14	12	12
300 - 400	14	11	9	10	14	22	7	9	10	9
400 - 500	3	9	4	8	7	12	5	5	6	5
500 - 600	3	9	3	0	11	5	5	4	6	5
600 - 700	0	7	7	17	3	3	4	2	6	4
700 - 800	0	11	3	14	1	2	4	0	7	3
800 - 900	5	17	6	0	5	1	3	3	11	3
900 - 1.000	0	13	11	29	0	0	3	3	11	2
% < 300 m	74	23	57	23	59	56	70	75	43	68
% 25–225 m**	70	19	46	22	47	40	61	66	35	58
% 50–350 m***	87	24	57	33	59	63	66	72	44	66
Echos Orig.	58	340	318	11	237	366	3.220	449	716	4.283
Echos korr.	197	1.437	985	65	485	1.090	13.043	1.297	2.619	15.980
Mittlere MTR	83	40	39	6	26	37	431	100	41	128
n Stunden	5	80	53	18	41	64	68	31	133	222

Im Erfassungsjahr 2020 (Tab. 3.6) lag der Anteil unterhalb von 300 m fliegender Vögel zwischen 16 % im März 2020 und 75 % im Juli 2020. Insgesamt befanden sich 28 % der Echos unterhalb von 300 m mit einem höheren Anteil im Herbst (39 %) als im Frühjahr (23 %).

Die Anteile innerhalb der Rotorebene schwankten bei der unteren Bandbreite zwischen 10 % (März 2020) und 60 % (Juli 2020), bei der oberen Bandbreite lagen die Anteile des Vogelzuges in der Rotorebene zwischen 21 % (März 2020) und 74 % (Juli 2020). Die mittleren saisonalen Werte lagen bei der unteren Bandbreite bei 15 % bzw. 27 % (Frühjahr bzw. Herbst), bei der oberen Bandbreite bei 26 % bzw. 43 % (Frühjahr/Herbst).

Tab. 3.6 *Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2020 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2020) und Wegzuges (Herbst 2020). * Zugraten in unterster Höhengschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel; ** Höhenstufe der Rotorebene der unteren Bandbreite; *** Höhenstufe der Rotorebene der oberen Bandbreite.*

Höhenklasse (m)	März 2020	Apr. 2020	Mai 2020	Juli 2020	Aug. 2020	Sep. 2020	Okt. 2020	Nov. 2020	Mittel Frühjahr 2020	Mittel Herbst 2020
0 - 100 *	2	10	7	22	11	12	5	14	6	9
100 - 200	6	6	15	25	14	14	13	15	8	14
200 - 300	8	7	18	28	21	32	12	12	9	16
300 - 400	11	9	18	10	21	20	12	9	11	13
400 - 500	10	12	15	11	10	7	12	9	11	11
500 - 600	11	12	9	0	7	5	12	7	11	10
600 - 700	12	13	7	4	9	5	11	11	12	10
700 - 800	14	11	7	0	4	3	12	10	12	9
800 - 900	12	14	4	0	1	3	7	6	11	6
900 - 1.000	14	7	2	0	1	0	4	6	9	4
% < 300 m	16	23	40	75	46	58	30	41	23	39
% 25–225 m**	10	16	28	60	31	33	22	32	15	27
% 50–350 m***	21	24	45	74	55	65	35	40	26	43
Echos Orig.	2.335	1.298	903	31	564	488	1.759	824	4.536	3.666
Echos korr.	9.937	6.767	2.194	107	1.315	994	7.224	2.398	18.897	12.037
Mittlere MTR	259	225	96	11	58	29	215	96	193	80
n Stunden	77	62	44	23	46	74	64	52	183	259

Eine Übersicht über die prozentualen Echoanteile in der Rotorebene für den nächtlichen Vogelzug (und entsprechenden Anteilen unterhalb und oberhalb der Rotorebene bis 1.000 m) ist für die obere und untere Bandbreite der Rotorabmessungen in Abb. 3.6 dargestellt.

In der Rotorebene wurde in beiden Erfassungsjahren 2019 und 2020 sowohl bei der unteren Bandbreite (25 bis 225 m) als auch bei der oberen Bandbreite (Rotorebene 50 bis 350 m) im Herbst mehr Echos registriert als im Frühjahr. Dabei bestand ein konsistenter Unterschied zwischen den beiden Jahren mit jeweils höheren Anteilen in der Rotorebene im Jahr 2019 als im Jahr 2020.

Bezogen auf Anlagen mit Rotorabmessungen der unteren Bandbreite befanden sich Echoanteile von 15,3 % im Frühjahr 2020 bis 58,5 % im Herbst 2019 im Höhenbereich der Rotorebene. Entsprechend der größeren Ausdehnung der Rotoren im oberen Bereich der Bandbreite waren die Echoanteile in Rotorhöhe größer und lagen zwischen 26,3 % im Frühjahr 2020 und 65,7 % im Herbst 2019.

Bezogen auf den gesamten Zeitraum (2 Jahre, unabhängig von der Jahreszeit) befanden sich nachts 33 % der Echos in der Höhengschicht der unteren Bandbreite und 44 % in der Höhengschicht der oberen Bandbreite.

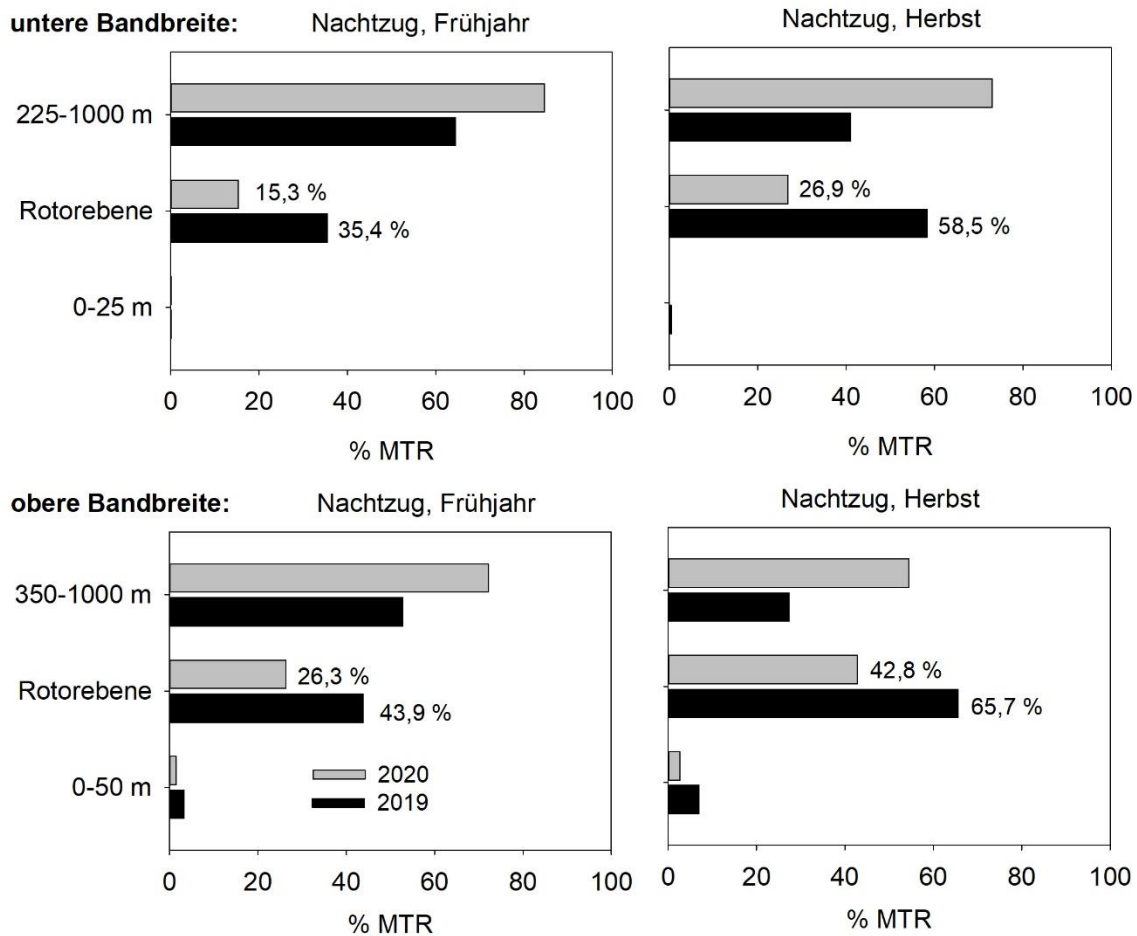


Abb. 3.6 Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) in der Nacht in den Erfassungsjahren 2019 und 2020 mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene. Die Darstellung ist separiert nach Saison (linke Abbildungen: Frühjahr, rechte Abbildungen: Herbst) und den beiden Bandbreiten der Rotorabmessungen (oben: untere Bandbreite von 25 bis 225 m, unten; obere Bandbreite von 50 bis 350 m).

3.1.2.2 Tag

Die Höhenverteilung des Vogelzuges am Tage war im Vergleich der Monate des Erfassungsjahres 2019 sehr variabel (Abb. 3.7). Einige Monate zeichneten sich durch eine Bevorzugung der unteren Höhengschichten bis 100 m aus (Juli, August und November 2019), während in anderen Monaten der Vogelzug gleichmäßiger auf die Höhengschichten verteilt war (z. B. März, April und Oktober 2019).

Die Zugraten in der Höhengschicht der Rotorebene sind für die untere und obere Bandbreite der Rotordurchmesser ebenfalls in Abb. 3.7 dargestellt. In der Höhengschicht der oberen Bandbreite waren die Zugraten höher als in der unteren Bandbreite (z. B. März, September, Oktober 2019), sofern nicht eine starke Konzentration auf die unterste Höhengschicht vorlag. Bei einer Konzentration sehr tief fliegender Vögel wie in den Monaten Juli, August und November 2019 hielten sich dagegen in der Höhengschicht der unteren Bandbreite von 25 bis 225 m mehr Vögel auf als in der räumlich weiter ausgedehnten Höhengschicht von 50 bis 350 m.

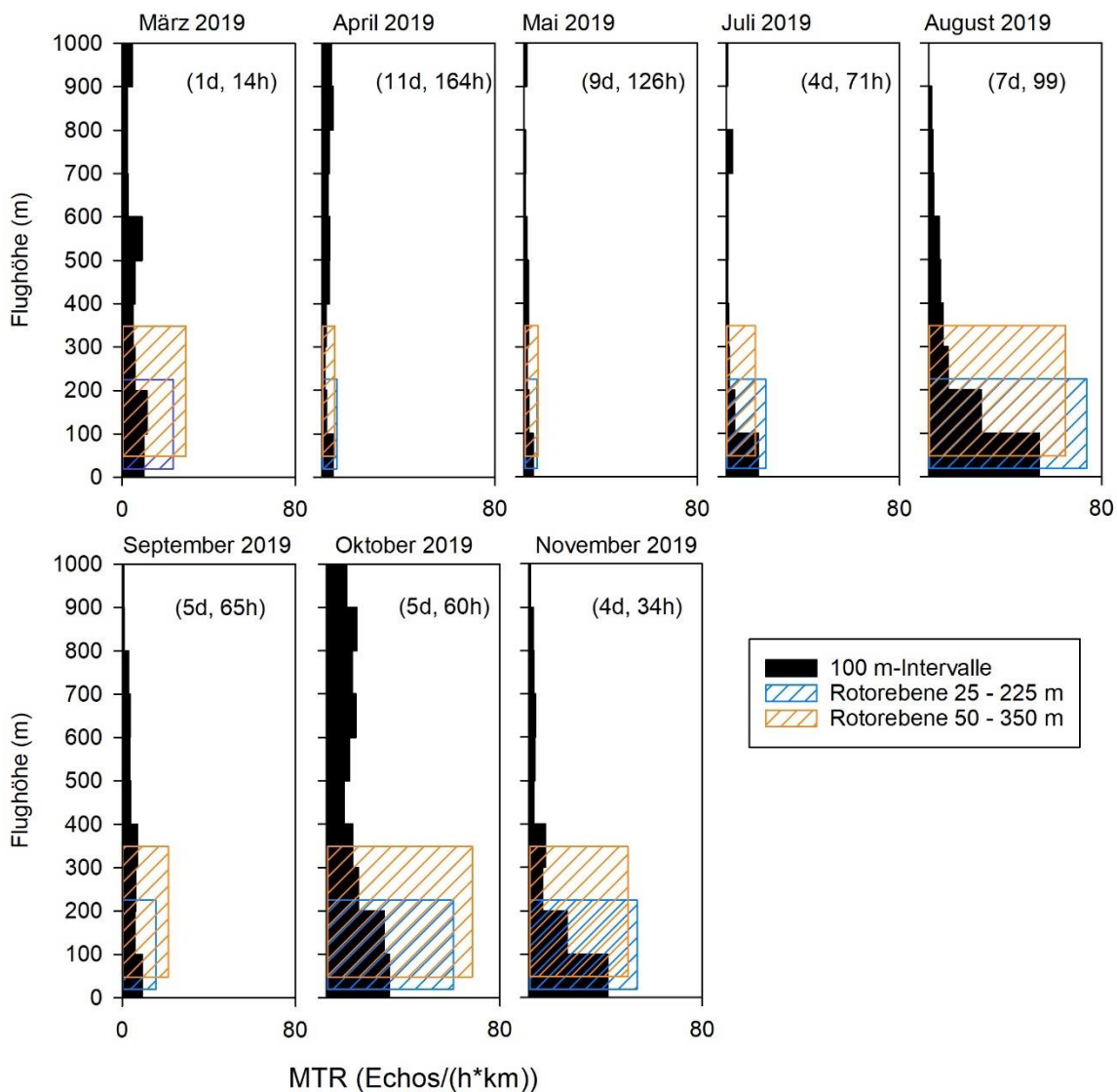


Abb. 3.7 Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2019. $MTR = Migration\ Traffic\ Rate = Echos / (h * km)$; SE = Standardfehler; d = Erfassungsnächte; h = Erfassungstunden; blaue Balken = Höhengschicht der Rotorebene der unteren Bandbreite (25 – 225 m); orange Balken = Höhengschicht der Rotorebene der oberen Bandbreite (50 – 350 m); Zugraten in unterster Höhengschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel.

Die Höhenverteilung des Vogelzuges am Tage im Vergleich der Monate des Erfassungsjahres 2020 ist in Abb. 3.8 dargestellt. Auch in diesem Jahr zeigten sich Unterschiede zwischen den Monaten. Eine Bevorzugung tiefer Luftschichten unterhalb von 100 m Höhe war im Juli, August und November 2020 zu beobachten, während in anderen Monaten die Zugraten gleichmäßiger auf die Höhengschichten verteilt waren. Im Oktober 2020 war ein deutlicher Anstieg der Zugraten in Höhen oberhalb von 900 m zu beobachten.

Die Bevorzugung sehr tiefer Luftschichten in den Monaten Juli und November 2020 bewirkte, dass die Zugraten in der Höhengschicht der unteren Bandbreite höher waren als in der Höhengschicht der oberen Bandbreite. Im Monat August lag ebenfalls eine Bevorzugung des Höhenintervalls bis 100 m vor, jedoch war auch die Höhengschicht von 200 bis 400 m noch stark frequentiert, so dass insgesamt

etwas höhere Zugraten in der Rotorebene der Höhengschicht von 50 bis 350 m vorlagen. Mit Ausnahme des Oktobers (stärkere Frequentierung der Höhengschicht der oberen Bandbreite) waren die Verhältnisse in den übrigen Monaten relativ ausgeglichen.

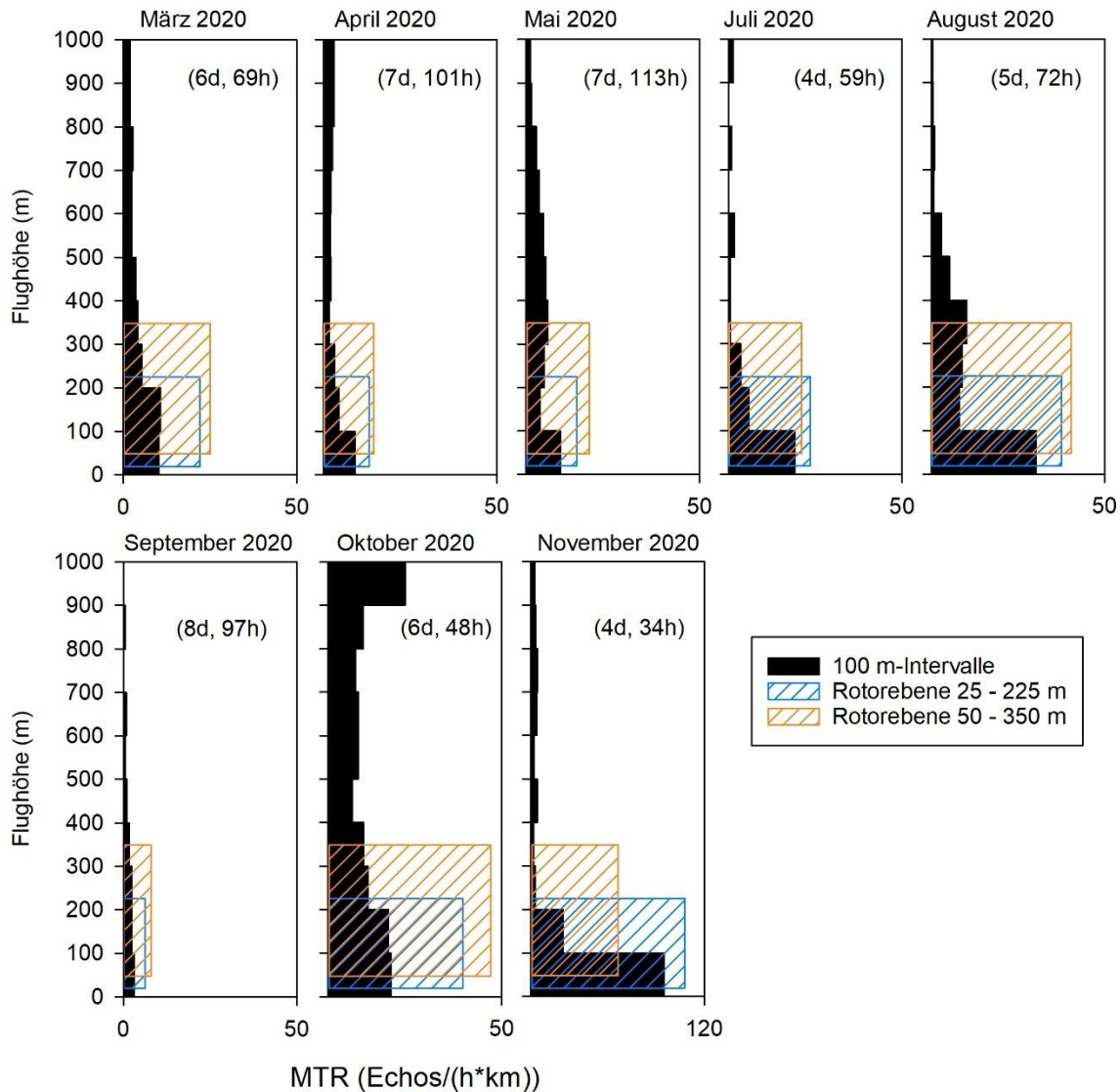


Abb. 3.8 Mittlere monatliche Zugraten (MTR) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2020. MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); SE = Standardfehler; d = Erfassungsnächte; h = Erfassungsstunden; blaue Balken = Höhengschicht der Rotorebene der unteren Bandbreite (25 – 225 m); orange Balken = Höhengschicht der Rotorebene der oberen Bandbreite (50 – 350 m); Zugraten in unterster Höhengschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel. Abweichende MTR-Skalierung für November 2020.

Die prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage für einzelne Monate und als Mittel für das Frühjahr und den Herbst 2019 ist in Tab. 3.7 aufgeführt. Die Anteile der Zugraten unterhalb von 300 m schwankten zwischen 26 % (April 2019) und 79 % (August 2019). Insgesamt befanden sich am Tage ca. 58 % der Echos unterhalb von 300 m (34 % im Frühjahr und 64 % im Herbst).

Die Anteile innerhalb der Rotorebene lagen für die Höhenstufe 25 bis 225 m (untere Bandbreite) im Bereich von 21 % (April 2019) bis 70 % (August 2019). Die Anteile in dem Höhenintervall von 50 bis 350 m (obere Bandbreite) lagen in den verschiedenen Monaten zwischen 18 % (April 2019) und 61 % (August 2019). Im Frühjahr 2019 ergab sich mit 27 % ein identischer Anteil des Vogelzuges für beide Höhenstufen der Rotorebenen. Auch im Herbst 2020 waren die prozentualen Anteile des Vogelzuges in beiden Höhenstufen nahezu identisch (55 % in der unteren Bandbreite, 54 % in der oberen Bandbreite).

Tab. 3.7 *Prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmomente im Erfassungsjahr 2019 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2019) und des Wegzuges (Herbst 2019). * Zugraten in unterster Höhenschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel; ** Höhenstufe der Rotorebene der unteren Bandbreite; *** Höhenstufe der Rotorebene der oberen Bandbreite.*

Höhenklasse (m)	März 2019	Apr. 2019	Mai 2019	Juli 2019	Aug. 2019	Sep. 2019	Okt. 2019	Nov. 2019	Mittel Frühjahr 2019	Mittel Herbst 2019
0 - 100 *	17	16	28	56	48	21	19	45	19	35
100 - 200	19	6	14	15	23	14	18	22	9	20
200 - 300	10	4	10	5	8	14	10	8	6	9
300 - 400	8	5	12	4	6	16	8	9	7	8
400 - 500	10	10	13	2	5	9	5	3	11	5
500 - 600	16	11	8	3	5	8	7	3	11	5
600 - 700	4	8	3	3	2	8	9	4	7	5
800 - 900	4	10	4	11	2	7	8	3	8	5
800 - 900	4	16	2	0	1	2	9	3	11	4
900 - 1.000	8	13	7	2	0	1	6	1	11	3
% <300 m	46	26	52	76	79	49	47	75	34	64
% 25 - 225 m**	40	21	40	71	70	36	40	63	27	55
% 50 - 350 m***	51	18	42	53	61	49	46	58	27	54
Echos Orig.	95	373	295	221	1.884	392	797	332	763	3.626
Echos korr.	387	1.740	864	821	4.987	1.367	4.009	1.285	2.990	12.469
Mittlere MTR	59	33	15	27	108	44	149	81	27	86
n Stunden	14	146	126	71	99	65	60	34	286	329

Im Erfassungsjahr 2020 schwankten die Anteile Echos unterhalb von 300 m zwischen 38 % (Oktober 2020) und 85 % im Juli 2020 (Tab. 3.8). Insgesamt befanden sich am Tage ca. 58 % der Echos unterhalb von 300 m (50 % im Frühjahr, 62 % im Herbst).

Die Anteile innerhalb der Rotorebene lagen für die Höhenstufe 25 bis 225 m (untere Bandbreite) zwischen 32 % (Mai und Oktober 2020) und 79 % (November 2020). Die Anteile in dem Höhenintervall von 50 bis 350 m (obere Bandbreite) lagen in den verschiedenen Monaten zwischen 41 % (Mai 2020) und 66 % (Juli 2020). Am Tag wurden im Frühjahr 2020 40 % der Echos und im Herbst 2020 54 % der Echos im Höhenbereich des Rotors für den Bereich der unteren Bandbreite registriert und 47 % (Frühjahr) bzw. 48 % (Herbst) im Bereich der oberen Bandbreite. In den

Monaten Juli und November 2020 war der Anteil des Vogelzugaufkommens im Bereich der unteren Bandbreite höher als im Bereich der oberen Bandbreite. Diese Monate zeichneten sich durch einen hohen Anteil des Vogelzuges unterhalb von 100 m aus.

Tab. 3.8 *Prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2020 sowie für die Phasen des Heimzuges (Frühjahr 2020) und Wegzuges (Herbst 2020). * Zugraten in unterster Höhengschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel; ** Höhenstufe der Rotorebene der unteren Bandbreite; *** Höhenstufe der Rotorebene der oberen Bandbreite.*

Höhenklasse (m)	März 2020	Apr. 2020	Mai 2020	Juli 2020	Aug. 2020	Sep. 2020	Okt. 2020	Nov. 2020	Mittel Frühjahr 2020	Mittel Herbst 2020
0 - 100 *	22	27	22	57	44	24	15	65	24	39
100 - 200	23	13	9	18	12	19	14	16	15	15
200 - 300	12	10	11	10	13	19	9	2	11	8
300 - 400	9	5	14	2	15	13	8	1	10	7
400 - 500	8	6	12	2	8	7	6	3	9	5
500 - 600	5	6	11	5	4	5	7	2	8	5
600 - 700	6	6	8	0	1	6	7	3	7	4
800 - 900	6	8	6	3	2	2	6	3	7	4
800 - 900	4	9	3	0	1	4	8	2	5	4
900 - 1.000	4	9	3	4	0	0	18	2	5	8
% <300 m	57	50	42	85	69	62	38	83	50	62
% 25 - 225 m**	49	41	32	73	56	49	32	79	40	54
% 50 - 350 m***	56	45	41	66	61	64	39	45	47	48
Echos Orig.	402	489	956	246	826	228	798	694	1.847	2.792
Echos korr.	1.442	1.478	2.380	886	2.130	569	2.709	2.213	5.300	8.507
Mittlere MTR	46	33	45	34	69	13	121	141	41	69
n Stunden	69	101	113	59	72	97	48	37	283	313

Die Echoanteile des Vogelzuges am Tage in Rotorhöhe der unteren und oberen Bandbreite sind in Abb. 3.9 für das Frühjahr und den Herbst der beiden Erfassungsjahre zusammengestellt. Bezogen auf die untere Bandbreite der Rotorabmessungen befanden sich Echoanteile von 27,4 % im Frühjahr 2019 bis 54,7 % im Herbst 2019 im Höhenbereich der Rotorebene. Im Herbst waren die anteiligen Zugraten in beiden Jahren nahezu identisch (54,7 % im Jahr 2020, 54,1 % im Jahr 2019). Im Höhenbereich der oberen Bandbreite der Rotorabmessungen lagen die anteiligen Zugraten zwischen 27,3 % im Frühjahr 2019 und 53,8 % im Herbst 2019.

Bezogen auf den gesamten Zeitraum (2 Jahre, unabhängig von der Jahreszeit) war der Anteil der Echos in der Rotorebene mit 49 % in der Höhengschicht der unteren Bandbreite bzw. 48 % in der Höhengschicht der oberen Bandbreite nahezu identisch.

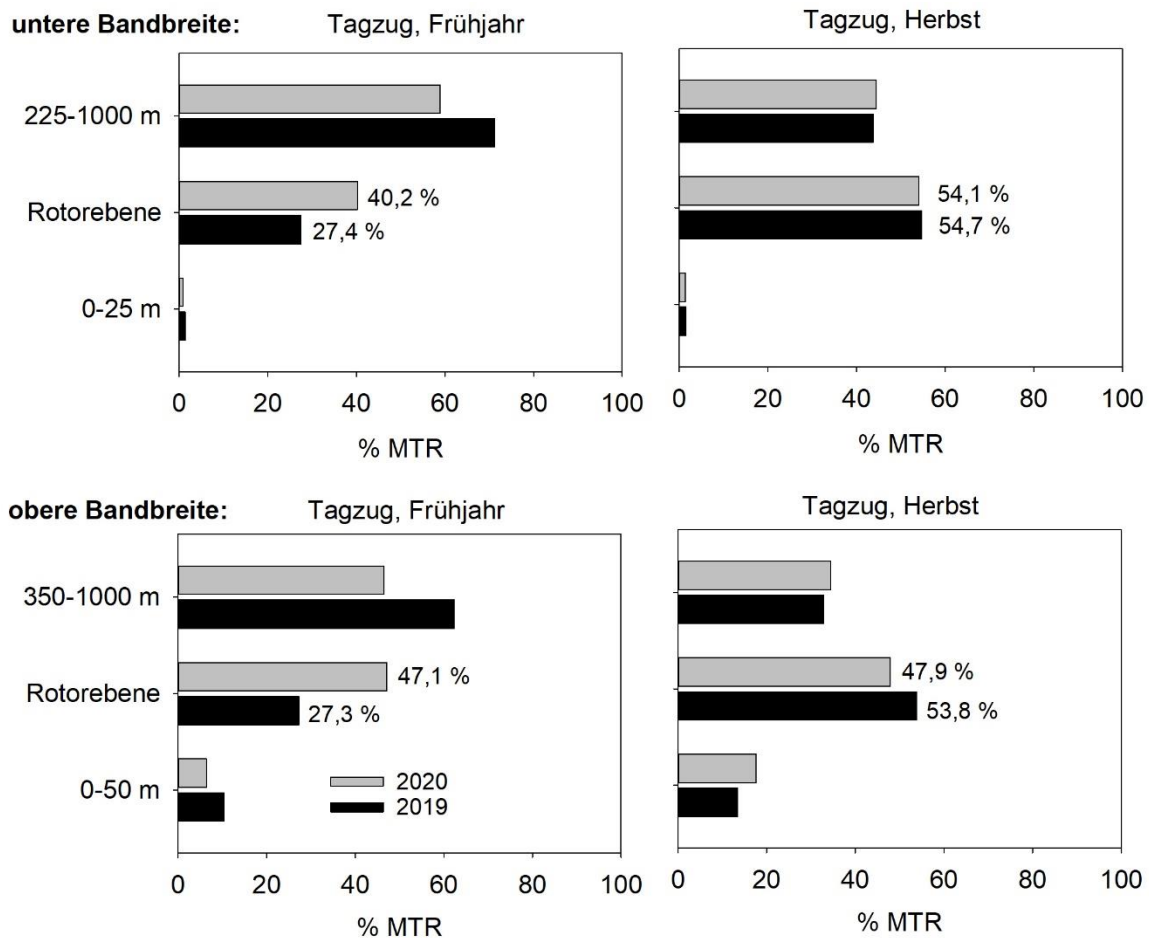


Abb. 3.9 Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) am Tag in den Erfassungsjahren 2019 und 2020 mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene. Die Darstellung ist separiert nach Saison (linke Abbildungen: Frühjahr, rechte Abbildungen: Herbst) und den beiden Bandbreiten der Rotorabmessungen (oben: untere Bandbreite von 25 bis 225 m, unten; obere Bandbreite von 50 bis 350 m).

Da der Vogelzug durch wenige Nächte bzw. Tage mit starkem Zugaufkommen gekennzeichnet ist, in denen ein Großteil der Vögel das Untersuchungsgebiet durchzieht, wird in Abb. 3.10 die Höhenverteilung während der drei stärksten Zugnächte bzw. drei stärksten Zugtage in den Erfassungsjahren 2019 und 2020 dargestellt.

In der Gesamtübersicht dieser Nächte bzw. Tage lässt sich eine sehr hohe Variation der Höhenverteilung erkennen, die von einer Bevorzugung tiefer Luftschichten (z. B. 20./21.10.2019, 05./06.10.2019, 10.11.2020, 11.11.2020) über eine relative Gleichverteilung auf alle Höhenschichten (z. B. 05.10. und 06.10.2019, 11./12.10.2020) bis zu einer Bevorzugung hoher Luftschichten reicht (16./17.03.2020, 12.10.2020).

Bei einer Bevorzugung tiefer Luftschichten waren die Zugraten in den Höhenschichten der beiden Bandbreiten fast gleich (z. B. 20./21.10.2019, 05. und 06.10.2019), oder die Zugraten in der Höhenschicht der unteren Bandbreite war trotz geringerer Ausdehnung höher als in der Höhenschicht der oberen Bandbreite (13.08.2019, 10.11.2020). Sofern der Vogelzug auf höhere Luftschichten konzentriert war und die Zugraten unterhalb von 100 m sehr gering waren, trat ein

deutlicher Unterschied in den Zugraten der beiden Bandbreiten auf. In diesen Fällen war die Zugrate in der Rotorebene der oberen Bandbreite deutlich höher als in der Rotorebene der unteren Bandbreite (z. B. 11./12.10.2020 und 16./17.03.2020).

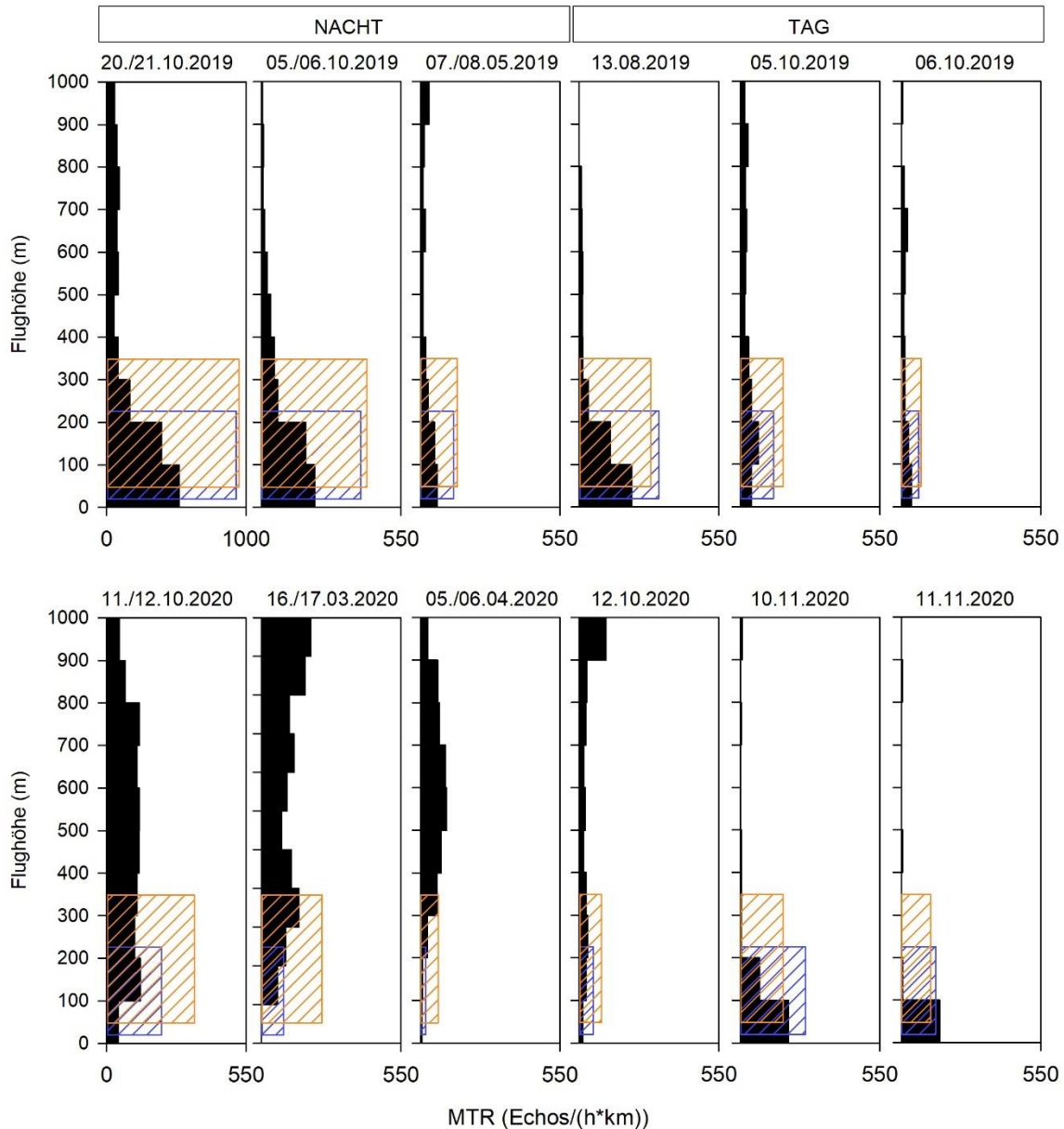


Abb. 3.10 Höhenverteilung der Zugraten (MTR) in Nächten/Tagen mit stärksten Zugraten (2019: oben; 2020: unten). MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); blaue Balken = Höhenschicht der Rotorebene der unteren Bandbreite (25 – 225 m); orange Balken = Höhenschicht der Rotorebene der oberen Bandbreite (50 – 350 m); Zugraten in unterster Höhenschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel. Daten (n Stunden, Echos) zu Zugnächten/Tagen sind den Anhangstabellen Tab. A. 6 und Tab. A. 7 zu entnehmen.

Als zusammenfassende Darstellung der saisonalen Höhenverteilungen sind in Abb. 3.11 die Zugraten als MTR [Echos/(h*km)] sowie deren prozentuale Anteile je Höhenschicht im Vergleich

von Frühjahrs- und Herbstzug der beiden Untersuchungsjahre gegenübergestellt (basierend auf 100-m-Intervallen).

Der saisonale Unterschied in den Zugraten des nächtlichen Vogelzuges war in allen Höhenstufen erkennbar (vgl. Tab. 3.2 in Kapitel 3.1.1.1). Während im Jahr 2019 die Zugraten im Herbst in allen Höhenstufen höher waren als im Frühjahr (etwa gleiche Werte ab 800 m Höhe), war die Situation im Jahr 2020 entgegengesetzt (höhere Zugraten im Frühjahr in allen Höhenstufen). In der prozentualen Darstellung glichen sich die Unterschiede zwischen den Jahren etwas an. Im unteren Höhenbereich bis 200/300 m ergaben sich jedoch in beiden Jahren höhere Anteile im Herbst als im Frühjahr. Im Jahr 2020 waren die prozentualen Anteile des Zugaufkommens in allen Höhenstufen sehr ähnlich.

Für den Vogelzug am Tag waren im Jahr 2019 die Zugraten im Herbst in nahezu allen Höhenstufen höher als im Frühjahr. Im Jahr 2020 war dieser Unterschied auf die unteren 200 bis 300 m beschränkt. In höheren Luftschichten fanden sich sehr ähnliche Zugraten. In beiden Jahren wurde die unterste Höhenstufe bis 100 m mit Abstand am häufigsten frequentiert. Die Bevorzugung sehr tiefer Luftschichten war auch in der prozentualen Verteilung der Zugraten in beiden Jahren ersichtlich (2019 bis 200 m; 2020 bis 100 m). In größeren Höhen waren im Frühjahr oft höhere Anteile des Vogelzuges zu verzeichnen als im Herbst.

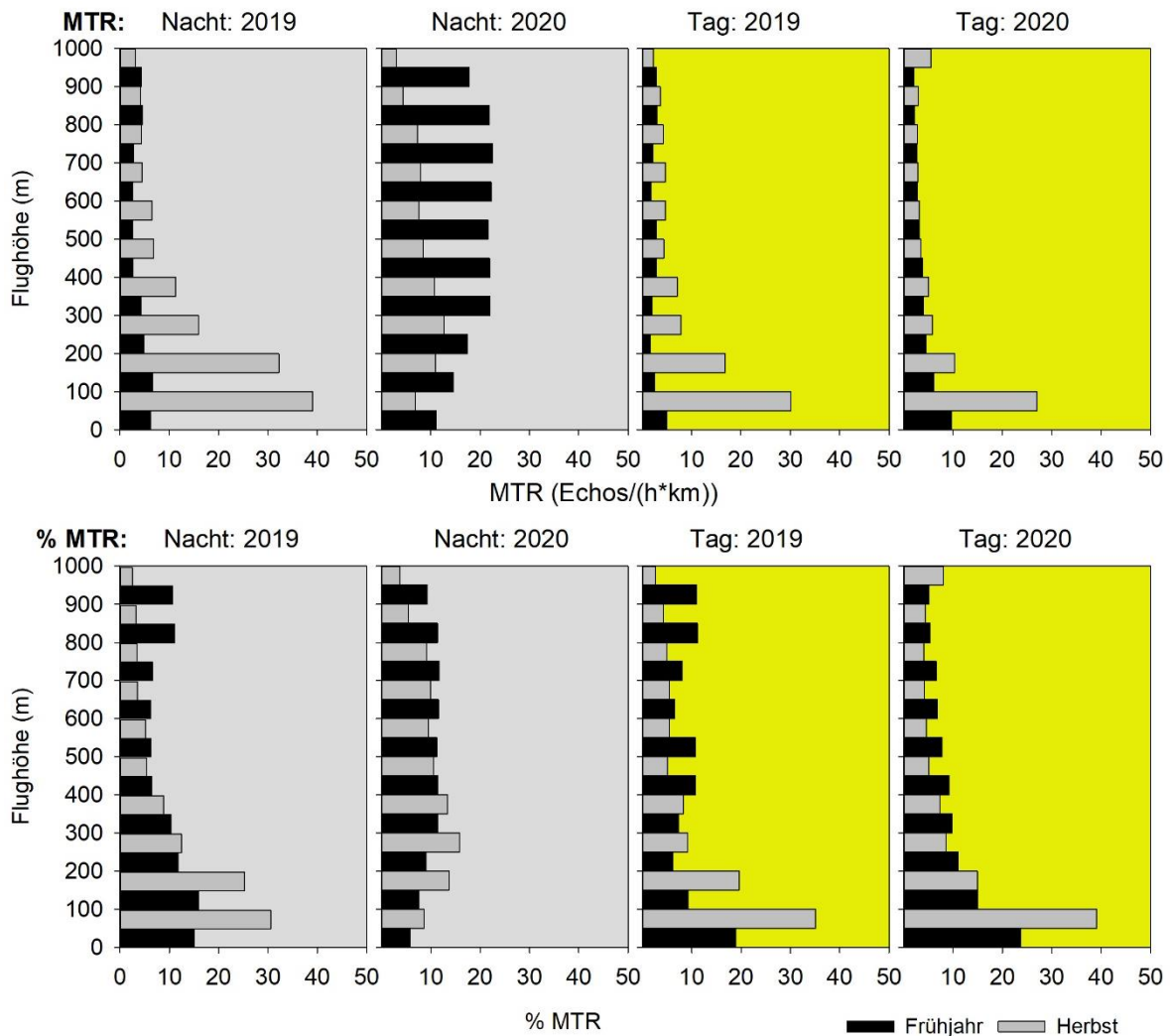


Abb. 3.11 Höhenverteilung der Zugraten (oben: Zugraten in MTR, unten: prozentuale Zugraten) im Vergleich von Frühjahr und Herbst der Erfassungsjahre 2019 und 2020 für den nächtlichen Vogelzug (zwei Abbildungen links, grau hinterlegt) und den Vogelzug am Tage (zwei Abbildungen rechts, gelb hinterlegt). MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h*km); d = Anzahl Nächte/Tage; h = Erfassungstunden; Zugraten in unterster Höhenschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel.

3.2 Zugbeobachtung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Tagzugbeobachtungen für den Erfassungszeitraum vom Frühjahr 2019 bis Herbst 2020 dargestellt.

3.2.1 Artenspektrum und Dominanz

Im Untersuchungsjahr 2019 wurden bis in eine Entfernung von 1.500 m insgesamt 6.689 Individuen beobachtet. Hiervon gingen 4.634 Vögel in die weiteren Auswertungen ein (Tab. 3.9). Im zweiten Jahr 2020 war die Gesamtanzahl mit insgesamt 7.807 Vögeln etwas höher, die Anzahl der in der weiteren Auswertung berücksichtigten Vögel war mit 4.046 Vögeln etwas geringer als 2019 (Tab.

3.10). Dabei wurden im Frühjahr jeweils weniger Vögel beobachtet als im Herbst (Abb. 3.12). Die geringste Individuensumme wurde im Frühjahr 2020 mit 729 Vögeln ermittelt, die höchste im Herbst 2020 mit 3.317 Vögeln.

Die individuenreichste Artengruppe war in allen Zugperioden die Gruppe der Möwen (Abb. 3.12, insgesamt 5.087 Individuen), wobei sie im Frühjahr 2019 mit 30 % (465 Individuen) bzw. im Frühjahr 2020 mit 35 % (253 Individuen) aller registrierten Vögel sowohl prozentual als auch absolut weniger häufig vertreten war als im Herbst 2019 mit 71 % (2.169 Individuen) bzw. im Herbst 2020 mit 66 % (2.200 Individuen). Die nächsthäufigsten Taxa waren Tölpel (insgesamt 1.457 Individuen), Seeschwalben (668 Individuen) und Singvögel (1.706 Individuen). Deren Häufigkeit schwankte ebenfalls zwischen den einzelnen Untersuchungsperioden. So lag der Anteil der Tölpel an allen registrierten Vögeln zwischen 7 % (Herbst 2019) und 29 % (Frühjahr 2019). Der Anteil der Seeschwalben variierte zwischen 2 % (Frühjahr und Herbst 2020) und 28 % (Frühjahr 2019), der der Singvögel zwischen 2 % (Herbst 2020) und 11 % (Herbst 2019).

Mit insgesamt mehr als 50 registrierten Individuen wurden in absteigender Reihenfolge außerdem Alken, Gänse, Enten und Watvögel beobachtet. Durch ein gehäuftes Auftreten von Gänsen bzw. eines großen Trupps von 200 Ringelgänsen stieg der Anteil der Gänse im Frühjahr 2020 auf 30 %. Sie waren damit in dieser Saison hinter den Möwen die zweitstärkste Gruppe. Unter dem Sammelbegriff „Sonstige“ sind Sichtungen von Taxa zusammengefasst, die pro Untersuchungsperiode weniger als 1 % aller beobachteten Vögel ausmachten. Hierzu zählen Seetaucher, Röhrennasen, Kormorane, Raubmöwen, Watvögel, Schreitvögel, Eulen und Greifvögel.

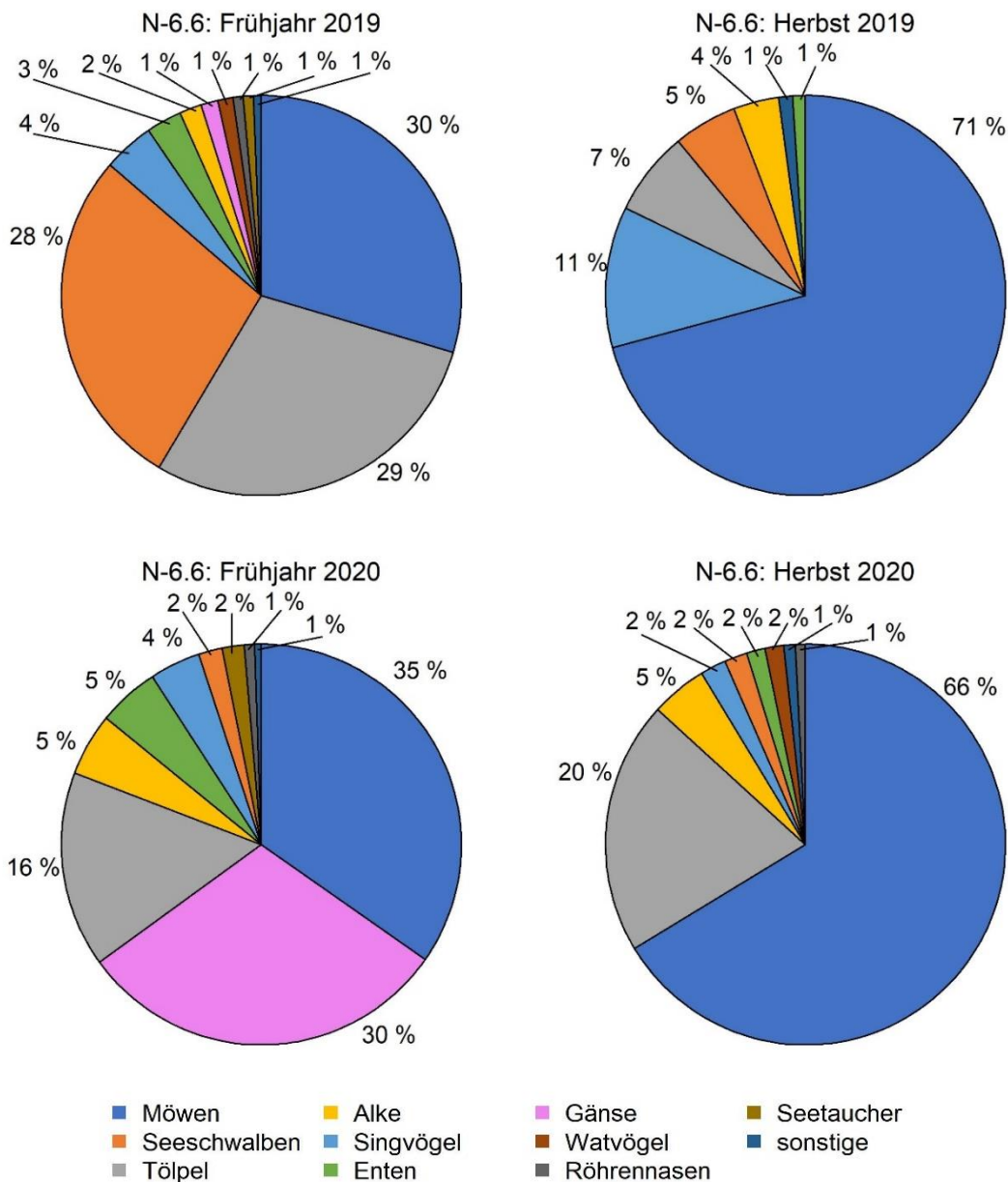


Abb. 3.12 Prozentuale Artenzusammensetzung der im Erfassungszeitraum 2019 bis 2020 während der Sichtbeobachtungen für die Fläche N-6.6 beobachteten Vögel (alle fliegenden Vögel unter StUK-konformen Wetterbedingungen, ohne mit Schiffen assoziierte Vögel, Sichtweite mind. 2 km; Frühjahr 2019: n = 1.571 Ind., Herbst 2019: n = 3.063 Ind., Frühjahr 2020: n = 729 Ind., Herbst 2020: n = 3.317 Ind.).

Insgesamt wurden im gesamten Erfassungszeitraum 66 Vogelarten gesichtet, davon entfielen 57 Arten auf das Jahr 2019 (Tab. 3.9) und 44 auf das Jahr 2020 (Tab. 3.10). Hierbei sind unbestimmte Vögel und Sammeltaxa nicht berücksichtigt. Die insgesamt häufigsten auf Arten waren Heringsmöwe (2.425 Individuen), gefolgt von Basstölpel (1.457 Individuen), Dreizehenmöwe (930 Individuen), Mantelmöwe (374 Individuen), Sturmmöwe (285 Individuen) und Küstenseeschwalbe (214 Individuen). Alle anderen Arten wurden mit insgesamt weniger als 200 Individuen registriert. Hinzu kommen unbestimmte Taxa, z. B. Großmöwe unbestimmt (488 Individuen) oder Fluss-/Küstenseeschwalbe (275 Individuen).

Tab. 3.9 Liste der nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6 beobachteten Vogelarten mit Angabe der Individuenzahlen pro Monat (alle fliegenden Vögel unter StUK-konformen Wetterbedingungen, ohne mit Schiffen assoziierte Vögel, Sichtweite mind. 2 km, n = 4.634).

Euringcode	Art/Taxon	März 2019	April 2019	Mai 2019	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	Summe
20	Sterntaucher	0	3	3	0	1	0	1	0	8
30	Prachtaucher	0	1	0	0	0	0	0	0	1
59	Seetaucher unbestimmt	0	5	1	0	0	0	1	0	7
220	Eissturmvogel	0	0	13	1	2	1	0	1	18
710	Basstöpel	9	166	280	72	88	32	15	2	664
720	Kormoran	0	6	0	0	3	0	2	2	13
1220	Graureiher	0	0	0	0	0	0	2	0	2
1569	Gänse unbestimmt	0	2	0	0	0	0	0	0	2
1680	Ringelgans	0	20	0	0	0	0	0	0	20
1840	Krickente	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2130	Trauerente	0	40	3	0	1	12	8	8	72
2230	Gänsesäger	0	0	0	0	0	0	2	0	2
2269	Ente spec.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
2690	Sperber	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3009	Greifvogel unbestimmt	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4500	Austernfischer	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4930	Kiebitz	0	0	0	0	0	0	2	0	2
4960	Knutt	0	0	2	0	0	0	0	0	2
4970	Sanderling	0	0	2	0	0	0	0	0	2
5100	Meerstrandläufer	0	1	0	0	0	0	0	0	1
5340	Pfuhlschnepfe	0	0	0	0	1	0	0	0	1
5380	Regenbrachvogel	0	1	9	0	0	0	0	0	10
5410	Großer Brachvogel	0	0	0	0	1	2	0	0	3
5450	Dunkler Wasserläufer	0	1	0	0	0	0	0	0	1
5460	Rotschenkel	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5560	Flussuferläufer	0	2	0	0	0	0	0	0	2
5659	Limikolen unbestimmt	0	0	0	0	0	4	0	0	4
5670	Schmarotzerraubmöwe	0	0	0	0	0	1	0	0	1
5690	Skua	0	0	0	0	0	1	1	0	2
5780	Zwergmöwe	0	97	3	0	0	0	14	0	114
5820	Lachmöwe	0	16	2	8	0	19	8	1	54
5900	Sturmmöwe	1	20	7	10	10	14	72	37	171
5909	Kleinmöwe unbestimmt	0	0	0	0	35	0	3	0	38
5910	Heringsmöwe	6	106	77	123	665	362	79	4	1.422
5920	Silbermöwe	0	0	1	1	0	0	37	31	70
5927	Steppenmöwe	0	0	0	0	0	0	3	1	4

Euringcode	Art/Taxon	März 2019	April 2019	Mai 2019	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	Summe
6000	Mantelmöwe	4	10	20	1	2	24	136	12	209
6004	Sturm-/Silbermöwe	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6005	Großmöwe unbestimmt	1	18	9	0	50	14	184	0	276
6008	Herings-/Mantelmöwe	0	0	1	0	0	12	8	19	40
6020	Dreizehenmöwe	4	26	35	3	82	25	16	44	235
6110	Brandseeschwalbe	0	15	0	5	4	2	0	0	26
6150	Flusseeeschwalbe	0	5	0	0	34	14	0	0	53
6160	Küstenseeschwalbe	0	15	195	0	4	0	0	0	214
6169	Flusseeeschwalbe/Küstenseeschwalbe	0	92	102	0	70	0	0	0	264
6319	Seeschwalbe unbestimmt	0	10	2	2	21	0	1	0	36
6340	Trottellumme	3	16	8	0	1	2	11	25	66
6345	Tordalk/Trottellumme	0	0	1	0	0	0	3	47	51
6360	Tordalk	0	0	0	0	0	0	7	17	24
6700	Ringeltaube	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7670	Waldohreule	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7680	Sumpfohreule	0	0	0	0	0	0	1	1	2
9760	Feldlerche	0	1	0	0	0	3	3	1	8
9920	Rauchschwalbe	0	1	16	0	0	5	0	0	22
10110	Wiesenpieper	0	12	1	0	0	12	3	0	28
10142	Strandpieper	0	0	0	0	0	0	1	0	1
10200	Bachstelze	1	9	0	0	0	1	0	0	11
10990	Rotkehlchen	0	0	0	0	0	0	1	0	1
11210	Hausrotschwanz	0	1	0	0	0	0	0	0	1
11460	Steinschmätzer	0	0	0	0	0	2	0	0	2
11870	Amsel	0	1	0	0	0	1	1	0	3
11980	Wacholderdrossel	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12000	Singdrossel	0	2	0	0	0	1	14	0	17
12010	Rotdrossel	0	2	0	0	0	0	60	4	66
12069	Drossel unbestimmt	0	0	0	0	0	0	64	0	64
13110	Zilpzalp	0	1	0	0	0	0	0	0	1
13120	Fitis	0	0	0	0	0	1	0	0	1
13129	Laubsänger unbestimmt	0	1	2	0	0	0	0	0	3
15820	Star	0	8	0	0	0	0	63	68	139
16360	Buchfink	0	0	0	0	0	1	0	0	1
16540	Erlenzeisig	0	0	0	0	0	0	19	0	19
19999	Singvogel unbestimmt	0	4	1	0	0	7	13	0	25
Summe	57 Arten	29	743	799	226	1.077	575	860	325	4.634

Tab. 3.10 Liste der nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6 beobachteten Vogelarten mit Angabe der Individuenzahlen pro Monat (alle fliegenden Vögel unter StUK-konformen Wetterbedingungen, ohne mit Schiffen assoziierte Vögel, Sichtweite mind. 2 km, n = 4.046).

Euringcode	Art/Taxon	März 2020	April 2020	Mai 2020	Juli 2020	August 2020	September 2020	Oktober 2020	November 2020	Summe
20	Sterntaucher	1	8	2	0	0	1	0	2	14
59	Seetaucher unbestimmt	1	1	0	0	0	3	0	0	5
220	Eissturmvogel	1	0	5	3	4	3	2	1	19
430	Dunkler Sturmtaucher	0	0	0	0	0	14	0	0	14
710	Basstöpel	19	36	60	384	132	104	42	16	793
720	Kormoran	0	0	0	0	0	15	0	0	15
1569	Gänse unbestimmt	0	4	0	0	0	0	0	0	4
1680	Ringelgans	0	0	217	0	0	0	0	0	217
1790	Pfeifente	0	0	0	0	0	8	0	0	8
1840	Krickente	0	0	0	0	0	1	0	3	4
2060	Eiderente	0	0	0	0	0	5	7	0	12
2130	Trauerente	2	34	0	1	0	5	14	6	62
2600	Rohrweihe	0	0	0	0	0	1	0	0	1
3009	Greifvogel unbestimmt	0	0	0	0	0	1	0	0	1
4500	Austernfischer	0	0	2	0	0	0	0	0	2
5120	Alpenstrandläufer	0	1	0	0	1	0	0	0	2
5190	Bekassine	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5380	Regenbrachvogel	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5659	Limikolen unbestimmt	0	0	0	0	0	0	47	0	47
5670	Schmarotzerraubmöwe	0	0	0	0	0	1	0	0	1
5690	Skua	0	0	0	0	1	4	0	0	5
5709	Raubmöwe unbestimmt	0	0	0	0	0	1	0	0	1
5780	Zwergmöwe	0	5	0	0	0	0	0	0	5
5820	Lachmöwe	0	2	2	1	2	15	4	0	26
5900	Sturmmöwe	25	4	7	2	9	15	26	26	114
5909	Kleinmöwe unbestimmt	2	0	0	0	0	0	1	0	3
5910	Heringsmöwe	12	41	40	250	293	168	185	14	1.003
5920	Silbermöwe	7	1	0	0	1	1	23	23	56
5926	Mittelmeermöwe	0	0	0	0	1	0	0	0	1
5927	Steppenmöwe	0	0	0	1	0	1	0	6	8
6000	Mantelmöwe	50	3	1	2	3	49	29	28	165
6004	Sturm-/Silbermöwe	1	0	0	0	0	0	0	0	1
6005	Großmöwe unbestimmt	0	1	0	0	109	35	32	35	212
6008	Herings-/Mantelmöwe	0	1	1	25	0	15	58	5	105
6020	Dreizehenmöwe	31	8	8	4	34	223	272	115	695
6049	Möwe unbestimmt	0	0	0	0	0	0	0	59	59
6110	Brandseeschwalbe	0	12	2	0	0	13	0	0	27

Euringcode	Art/Taxon	März 2020	April 2020	Mai 2020	Juli 2020	August 2020	September 2020	Oktober 2020	November 2020	Summe
6150	Flusseeeschwalbe	0	0	0	2	18	11	0	0	31
6169	Fluss-/Küstenseeschwalbe	0	0	0	4	7	0	0	0	11
6319	Seeschwalbe unbestimmt	0	0	0	3	0	3	0	0	6
6340	Trottellumme	8	15	5	0	0	7	37	11	83
6345	Tordalk/Trottellumme	2	3	0	0	0	2	53	3	63
6360	Tordalk	3	1	0	0	0	0	26	11	41
6657	Haus-/Stadttaube	0	0	0	0	0	1	0	0	1
6700	Ringeltaube	1	0	0	0	0	0	0	0	1
9760	Feldlerche	0	0	0	0	0	0	1	0	1
9920	Rauchschwalbe	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10110	Wiesenpieper	0	3	0	0	0	6	9	1	19
10190	Gebirgsstelze	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10200	Bachstelze	0	1	1	0	0	0	0	0	2
11460	Steinschmätzer	0	0	0	0	0	2	0	0	2
11870	Amsel	0	1	0	0	0	0	0	3	4
11980	Wacholderdrossel	0	0	0	0	0	0	18	1	19
12010	Rotdrossel	0	0	0	0	0	0	1	0	1
12069	Drossel unbestimmt	0	1	0	0	0	0	2	0	3
13110	Zilpzalp	0	1	4	0	0	0	0	0	5
13129	Laubsänger unbestimmt	0	0	1	0	1	0	0	0	2
15820	Star	13	0	0	0	0	0	0	3	16
16540	Erlenzeisig	0	0	1	0	0	0	0	0	1
19999	Singvogel unbestimmt	1	1	0	0	0	20	1	0	23
Summe	44 Arten	180	189	360	682	616	754	890	375	4.046

3.2.2 Zugintensität

Eine Übersicht über die durchschnittlichen Zugintensitäten (Vögel/Stunde) an den einzelnen Erfassungstagen im Untersuchungsgebiet geben Tab. 3.11 für das Erfassungsjahr 2019 und Tab. 3.12 für das Erfassungsjahr 2020. Neben der Zugrate für jeden Beobachtungstag werden Mittelwerte für die jeweiligen Monate sowie die beiden Zugperioden dargestellt.

Die Zugintensität betrug im Mittel über beide Jahre 13,3 Vögel/Stunde. Dabei war die mittlere Zugrate im Erfassungsjahr 2019 mit 14,1 Vögeln/Stunde etwas höher als im Erfassungsjahr 2020 mit 12,4 Vögeln/Stunde. Das Zugaufkommen war jeweils im Herbst höher als im Frühjahr und lag im Jahr 2019 bei 10,9 Vögeln/Stunde (Frühjahr) bzw. 16,7 Vögeln/Stunde (Herbst). Im Erfassungsjahr 2020 war der Unterschied mit 5,4 Vögeln/Stunde im Frühjahr und 17,2 Vögeln/Stunde im Herbst deutlich größer. Während des Frühjahrszuges wurden in beiden Jahren zumeist mittlere monatliche Zugraten unter 10 Vögeln/Stunde registriert (Minimum 3,6 Vögel/Stunde im April 2020). Lediglich

im April und Mai 2019 wurden im Frühjahr Zugraten von mehr als 10 Vögeln/Stunde erfasst (April: 10,2 Vögel/Stunde, Mai: 12,3 Vögel/Stunde).

Im Herbst lagen die mittleren monatlichen Zugraten außer im Juli 2019 immer über 10 Vögel/Stunde, teilweise über 20 Vögel/Stunde (August/Oktober 2019, Oktober/November 2020). Das Minimum wurde mit 7,1 Vögeln/Stunde im Juli 2019 festgestellt, das Maximum mit 22,9 Vögeln/Stunde im Oktober 2020. Die Monate Oktober und November waren in beiden Untersuchungsjahren durch erhöhte Zugraten gekennzeichnet (mindestens 18,1 Vögel/Stunde im November 2019). In den anderen Herbstmonaten wurden sowohl recht hohe als auch niedrige Zugraten ermittelt. So wurde im Juli 2019 eine Zugrate von nur 7,1 Vögeln/Stunde ermittelt, während sie im August 2019 bei 19,6 Vögeln/Stunde lag.

Betrachtet man die täglichen Zugintensitäten, so sind hier an den einzelnen Erfassungstagen starke Schwankungen festzustellen. So lag beispielsweise die Zugrate am 02.09.2020 bei 2,7 Vögeln/Stunde, während sie am Folgetag 19,3 Vögel/Stunde betrug. Am 18.04.2020 und 25.08.2020 wurden überhaupt keine Vögel registriert. Die höchste Zugintensität wurde am 23.10.2020 mit 50,2 Vögeln/Stunde ermittelt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass Tage, an denen nur wenige Stunden erfasst wurden, besonders leicht Ausreißer verursachen.

Tab. 3.11 Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6. An den grau hinterlegten Erfassungstagen lagen weniger als 50 % der aufgrund der Tageslänge möglichen Erfassungseinheiten vor.

Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]	Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]
Frühjahr 2019	10,9	Herbst 2019	16,7
März	4,8	Juli	7,1
24.03.2019	4,8	15.07.2019	5,6
April	10,2	16.07.2019	5,6
02.04.2019	12,4	17.07.2019	9
03.04.2019	6,3	18.07.2019	8
04.04.2019	7	August	20,8
06.04.2019	4,3	05.08.2019	15,8
07.04.2019	12	06.08.2019	14,6
09.04.2019	5,3	07.08.2019	8,1
10.04.2019	4,4	08.08.2019	7,5
11.04.2019	8,4	09.08.2019	15,1
12.04.2019	6,4	12.08.2019	26,9
13.04.2019	13	13.08.2019	38,7
24.04.2019	29,5	14.08.2019	30,3
25.04.2019	15,7	15.08.2019	30,3
26.04.2019	11,4	September	12,3
27.04.2019	7,1	07.09.2019	27,1
Mai	12,3	08.09.2019	9,7
02.05.2019	13,1	11.09.2019	6
03.05.2019	19,1	12.09.2019	23,7
04.05.2019	12,3	21.09.2019	4
05.05.2019	25,1	22.09.2019	9
06.05.2019	10,7	23.09.2019	11,8
07.05.2019	35,9	24.09.2019	6,7
08.05.2019	12,5	Oktober	20,8
18.05.2019	5,3	05.10.2019	71,3
19.05.2019	5	06.10.2019	22
20.05.2019	3,3	07.10.2019	11,1
21.05.2019	3,8	08.10.2019	14,2
22.05.2019	0,9	17.10.2019	2
		18.10.2019	14,9
		19.10.2019	8,6
		20.10.2019	22,2
		November	18,1
		06.11.2019	6,7
		07.11.2019	7,3
		08.11.2019	17,1
		09.11.2019	41,1
Gesamt 2019		14,1 Vögel/Stunde	

Tab. 3.12 Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6. An den grau hinterlegten Erfassungstagen lagen weniger als 50 % der aufgrund der Tageslänge möglichen Erfassungseinheiten vor.

Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]	Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]
Frühjahr 2020	5,4	Herbst 2020	17,1
März	4,4	Juli	19,6
05.03.2020	4,2	18.07.2020	12,9
06.03.2020	6,7	19.07.2020	14
07.03.2020	4	20.07.2020	15,6
08.03.2020	8	21.07.2020	42,8
16.03.2020	2,5	22.07.2020	12,9
17.03.2020	4,3	August	11,9
18.03.2020	5,7	03.08.2020	5
20.03.2020	2	04.08.2020	4,3
21.03.2020	1,8	05.08.2020	17,4
April	3,6	06.08.2020	7,6
04.04.2020	4	07.08.2020	28,2
05.04.2020	9,4	24.08.2020	17,1
06.04.2020	3,7	25.08.2020	0
07.04.2020	4,9	31.08.2020	15,3
15.04.2020	3,5	September	12,3
16.04.2020	1,4	01.09.2020	11
17.04.2020	1,6	02.09.2020	2,7
18.04.2020	0	03.09.2020	19,3
Mai	8,3	04.09.2020	13,7
06.05.2020	1	05.09.2020	16,9
07.05.2020	3,9	06.09.2020	22,6
08.05.2020	2,4	07.09.2020	8,7
09.05.2020	2,5	15.09.2020	9,4
10.05.2020	3,6	16.09.2020	9,4
19.05.2020	4	17.09.2020	9,5
20.05.2020	2,9	Oktober	22,9
21.05.2020	45,8	09.10.2020	17,3
		10.10.2020	27,8
		11.10.2020	17,3
		12.10.2020	17,8
		13.10.2020	17
		23.10.2020	50,2
		24.10.2020	14
		26.10.2020	22,2
		27.10.2020	22,8
		November	21,9
		05.11.2020	16,9
		06.11.2020	14
		09.11.2020	20
		10.11.2020	43,3
		11.11.2020	15,5
Gesamt 2020		12,4 Vögel/Stunde	

3.2.3 Tageszeitliche Varianz

Die tageszeitliche Verteilung der Zugintensitäten pro Monat nach Sichtbeobachtungen ist in Abb. 3.13 für das Erfassungsjahr 2019 und in Abb. 3.14 für das Erfassungsjahr 2020 dargestellt. In den meisten Monaten (z. B. April 2019 und 2020) verlief das Zuggeschehen insgesamt relativ gleichmäßig über den Tag verteilt. In mehreren Monaten (November 2019, August und Oktober 2020) lässt sich ein leichtes Aktivitätsmaximum am späten Vormittag bzw. Mittag erkennen. Ein Aktivitätsmaximum am Morgen ist besonders im September 2019 ersichtlich. Im Mai und Juli 2019 sowie im März und Juli 2020 lassen sich leicht erhöhte Zugaktivitäten am Morgen und am Abend feststellen.

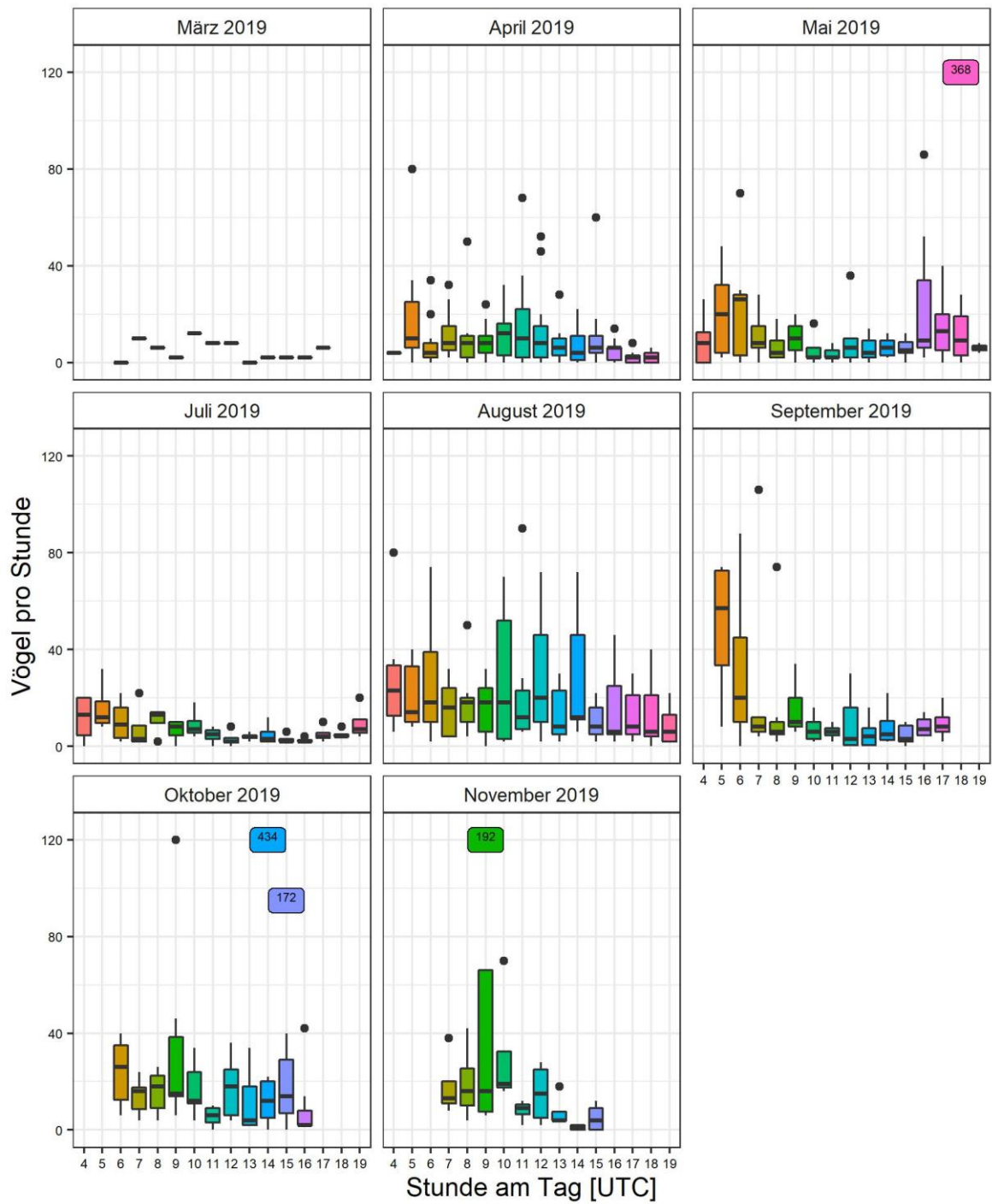


Abb. 3.13 Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6. Darstellung als Box-Whisker-Plots: schwarze waagrechte Linie in der Mitte der Boxen = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten bis zur 1,5-fachen Größe des 1. Quartils, Punkte stellen Ausreißer dar, Farben dienen der besseren Lesbarkeit. Zahlen in farbigen Kästchen stellen Einzelwerte dar, die außerhalb des y-Achsenbereiches liegen.

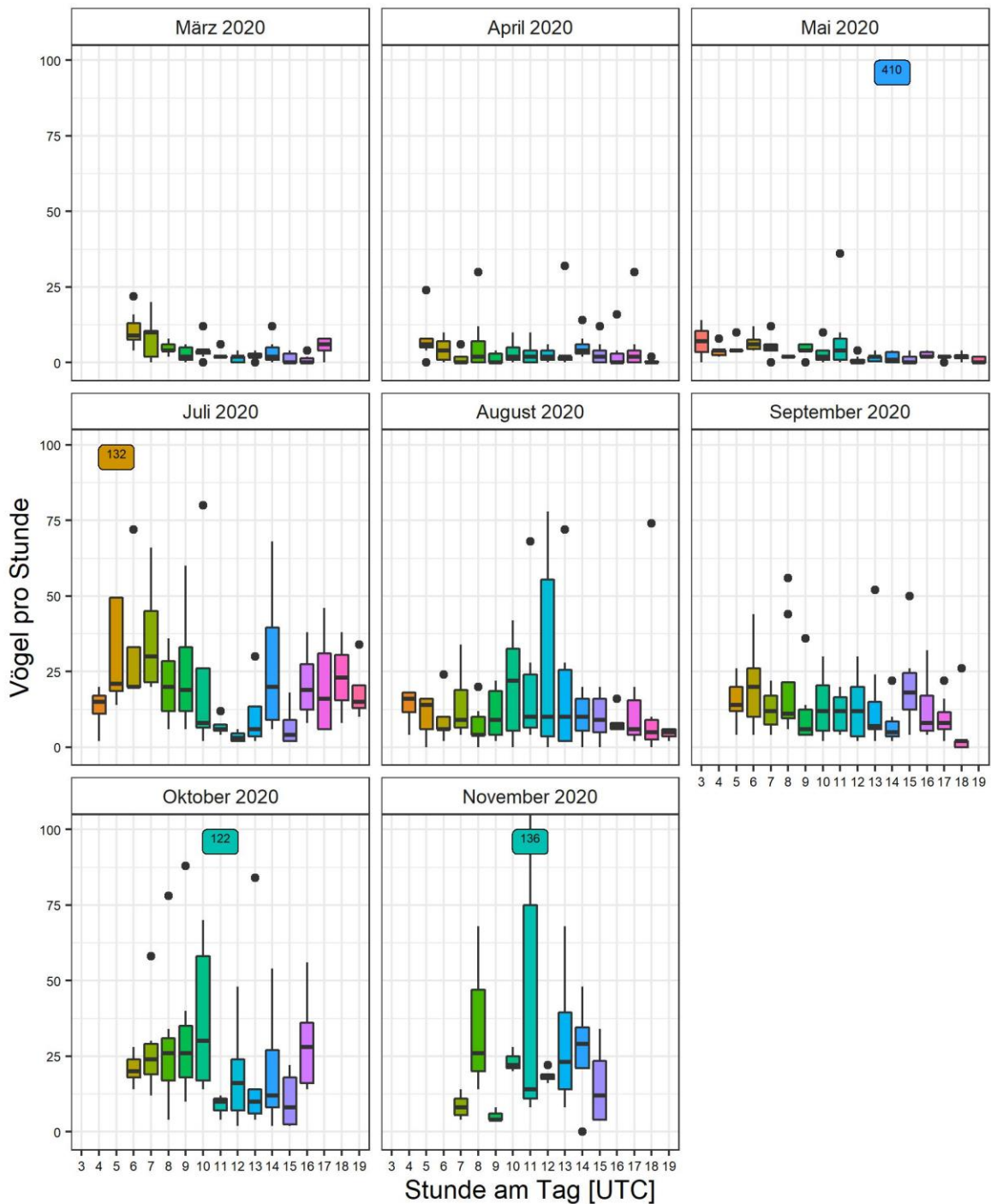


Abb. 3.14 Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6. Darstellung als Box-Whisker-Plot: schwarze Linie = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten bis zur 1,5-fachen Größe des 1. Quartils, Punkte stellen Ausreißer dar. Farben dienen der besseren Lesbarkeit. Zahlen in farbigen Kästchen stellen Einzelwerte dar, die außerhalb des y-Achsenbereiches liegen.

3.2.4 Flughöhe

In beiden Erfassungsjahren wurde der Großteil der Vögel in niedrigen Flughöhen festgestellt (Abb. 3.15 bis Abb. 3.18). Der Anteil der unterhalb von 20 m fliegenden Vögel lag zwischen 74 % im Herbst 2020 und 80 % im Frühjahr 2020.

Hierbei war der Anteil sehr tief fliegender Vögel (≤ 5 m) im Frühjahr 2019 mit 46 % (Abb. 3.15) bzw. im Frühjahr 2020 mit 57 % (Abb. 3.17) höher als im Herbst 2019 mit 33 % (Abb. 3.16) bzw. im Herbst 2020 mit 30 % (Abb. 3.18). Während es also im Frühjahr zu einer Konzentration von Vögeln in den unteren 5 Höhenmetern gab, wurden im Herbst die Höhenschichten bis 50 m gleichmäßiger genutzt.

Morgens wurden in der Regel prozentual weniger Vögel sehr tief fliegend (< 5 m) beobachtet als zu den anderen Tageszeiten. Lediglich im Herbst 2020 gab es kaum tageszeitliche Unterschiede.

In den Anhangsabbildungen Abb. A. 1 bis Abb. A. 16 wird die Verteilung der aus den Sichterfassungen ermittelten Flughöhen pro Monat graphisch dargestellt. Hierbei schwankten die Höhenverteilungen leicht zwischen den Monaten, es ergeben sich jedoch keine systematischen Unterschiede zur saisonalen Betrachtung. In den meisten Monaten stellen die Vögel, die bis 5 m Höhe fliegen, die größte Gruppe dar. Lediglich in den Monaten August und September 2019 sowie August und November 2020 finden sich in höheren Luftschichten höhere Anteile. Methodisch bedingt nimmt die Erfassbarkeit von Vögeln bei Sichtbeobachtungen mit zunehmender Höhe ab, so dass Flughöhen von mehr als 200 m nur in den Monaten Mai, Juli und Oktober 2019 sowie Mai 2020 und auch hier nur zu sehr geringen Anteilen auftraten.

In einzelnen Monaten ist zu bestimmten Tageszeiten der Stichprobenumfang gering, so dass sich zufällige Verteilungsunterschiede teilweise stark bemerkbar machen. So führen im November 2019 bereits zwei Kleingruppen von Möwen mit insgesamt acht Individuen dazu, dass zwei Drittel aller Vögel abends in der Flughöhe 51 – 100 m fliegen, einer Höhenklasse, die sonst nur von rund 5 % aller beobachteten Vögel genutzt wird.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Frühjahr 2019

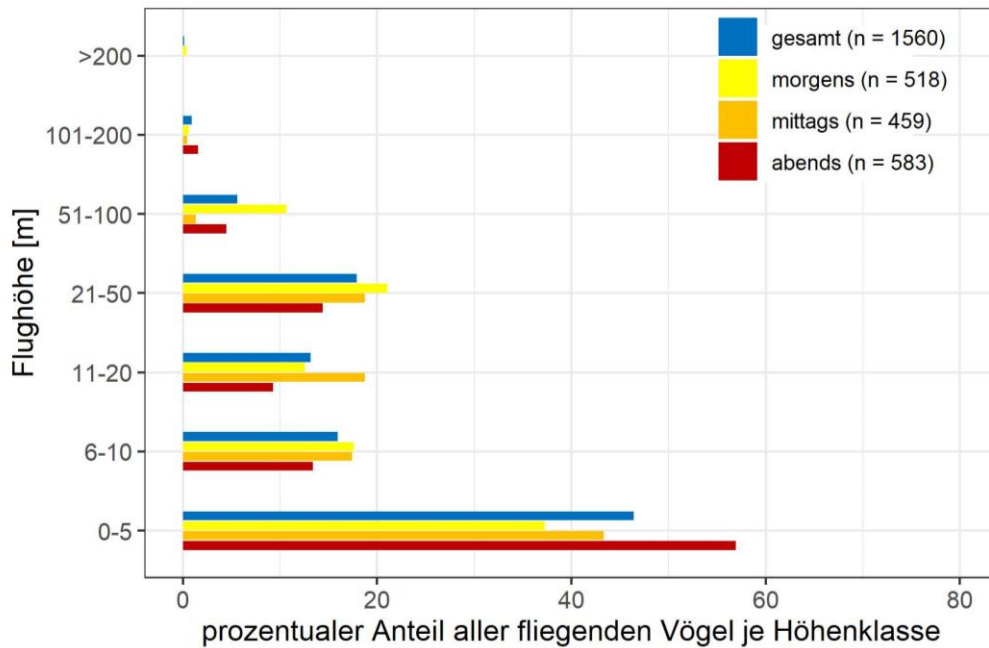


Abb. 3.15 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Herbst 2019

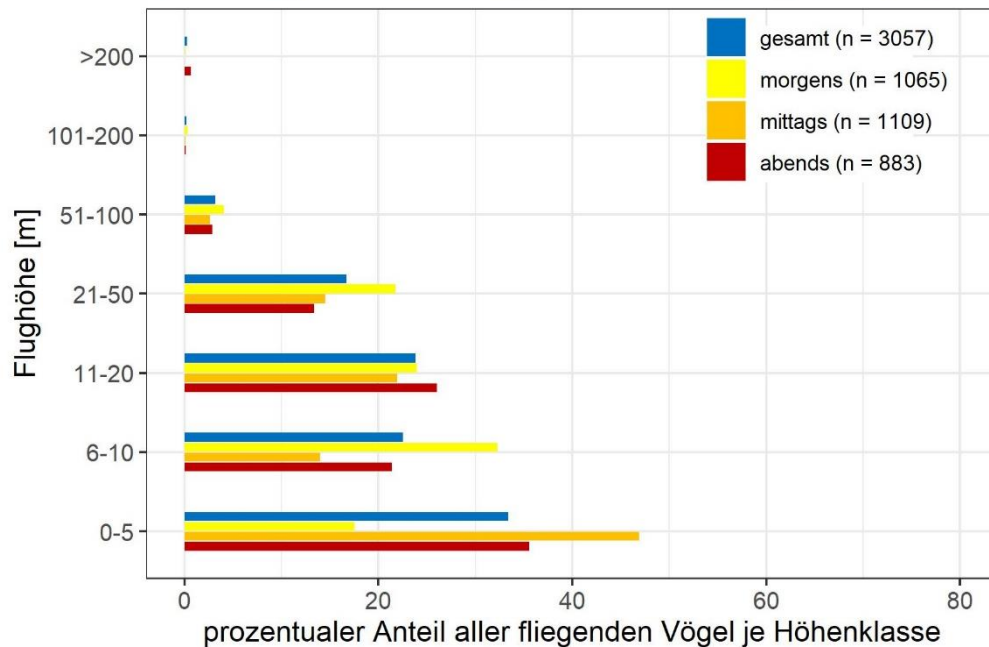


Abb. 3.16 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Frühjahr 2020

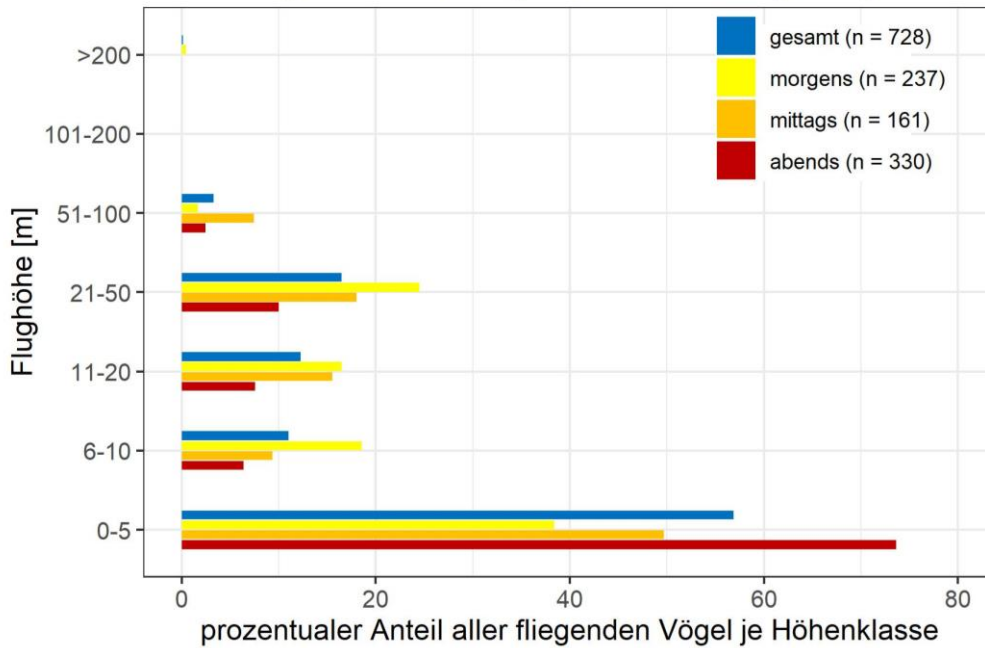


Abb. 3.17 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Herbst 2020

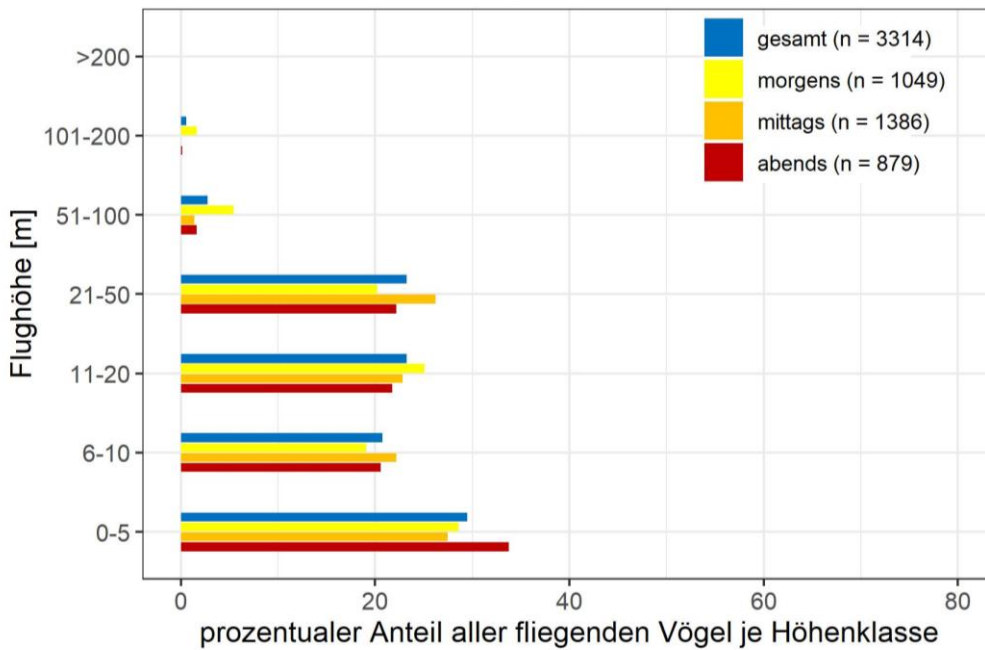


Abb. 3.18 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2020 für die Fläche N-6.6.

3.2.5 Flugrichtung

Die Flugrichtungsverteilungen in den Erfassungsjahren 2019 und 2020 entsprachen den saisonal zu erwartenden Flugrichtungen (Abb. 3.19 bis Abb. 3.22). In beiden Jahren dominierten im Frühjahr vorwiegend nördliche bis östliche Flugrichtungen (Abb. 3.19, Abb. 3.21), im Herbst südliche bis westliche Zugrichtungen (Abb. 3.20, Abb. 3.22). Das Frühjahr 2019 unterschied sich jedoch deutlich vom Frühjahr 2020 bezüglich der Streuung der Flugrichtungen: Während im Frühjahr 2019 sowohl nördliche als auch nordöstliche und östliche Flugrichtungen häufig registriert wurden, war im Frühjahr 2020 die nordöstliche Flugrichtung dominierend. Hierzu trägt auch ein Trupp von 200 nach Nordosten fliegender Ringelgänse bei, die in den Abendstunden beobachtet wurden. Die tageszeitliche Verteilung der Flugrichtungen variierte sowohl im Herbst als auch im Frühjahr eher geringfügig. Im Frühjahr 2020 ist jedoch zu erkennen, dass die starke Konzentration in nordöstlicher Richtung hauptsächlich durch abends fliegende Vögel bzw. den Ringelganstrupp verursacht wurde.

In den Anhangsabbildungen Abb. A. 17 bis Abb. A. 32 wird die Verteilung der nach Sichtbeobachtungen ermittelten Flugrichtungen pro Monat graphisch dargestellt. Hiernach schwankten die Flugrichtungsverteilungen leicht zwischen den Monaten. Es ergeben sich jedoch keine systematischen Unterschiede zu der saisonalen Betrachtung.

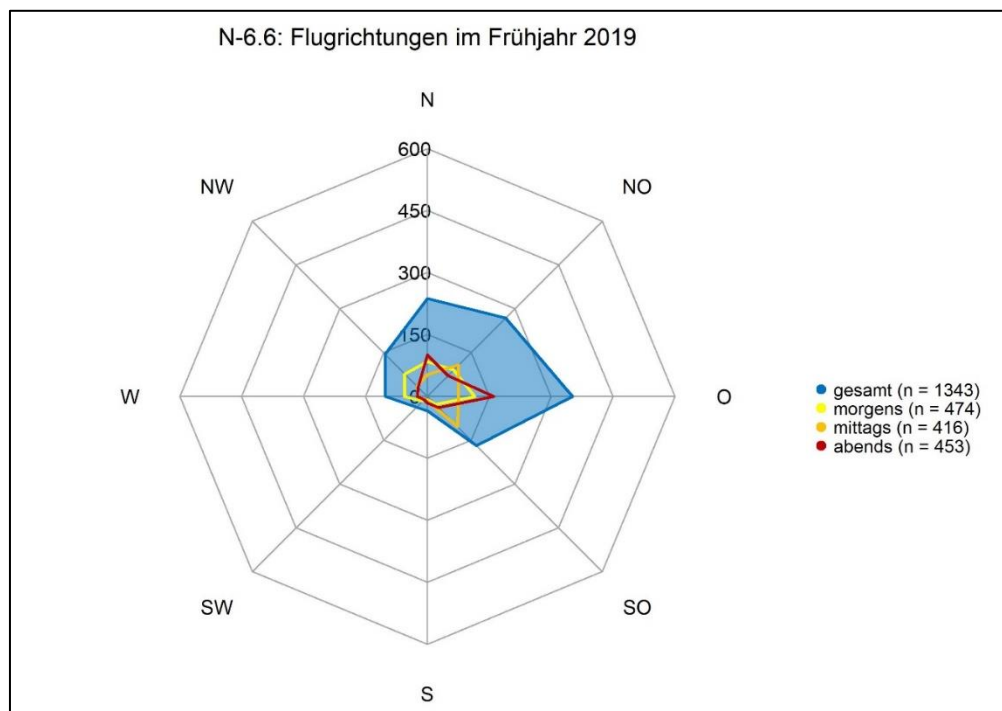


Abb. 3.19 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-6.6.

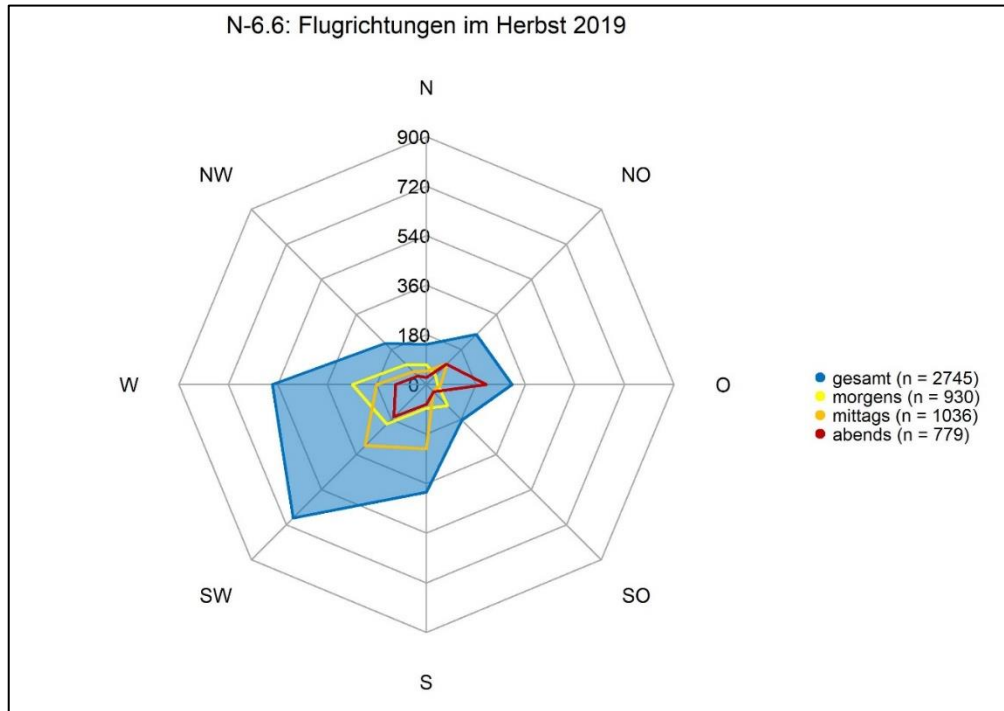


Abb. 3.20 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-6.6.

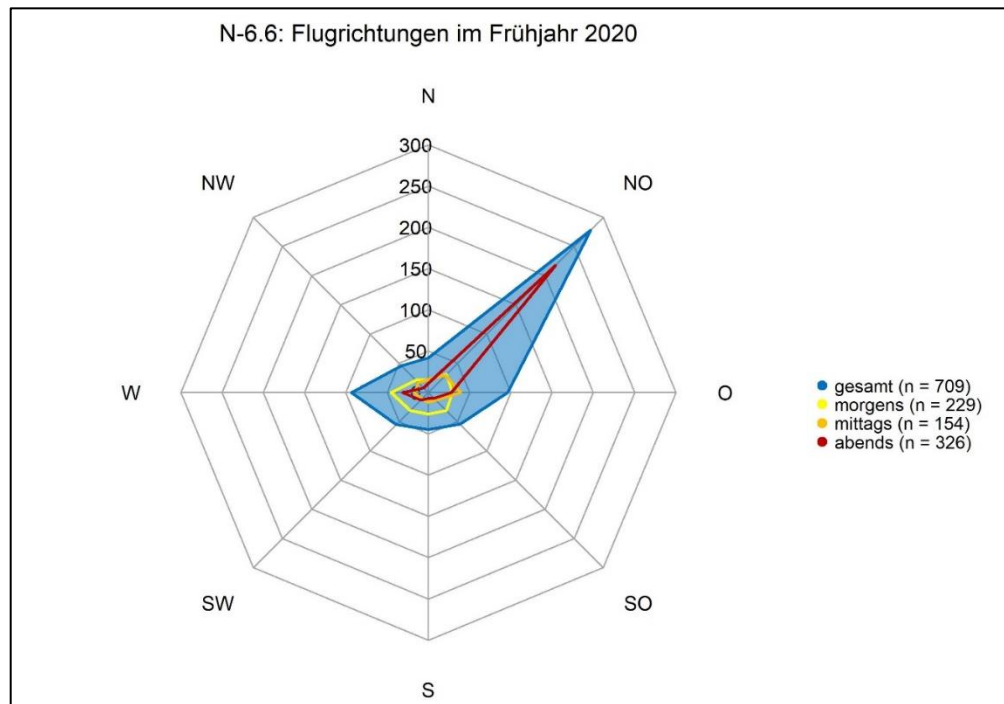


Abb. 3.21 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-6.6.

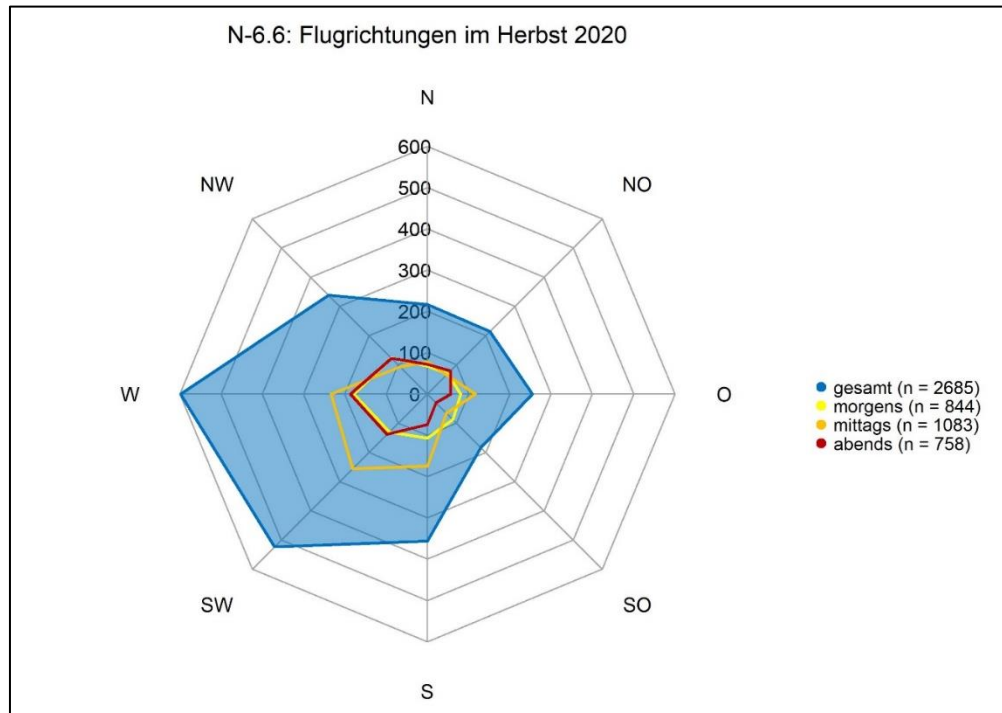


Abb. 3.22 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2020 für die Fläche N-6.6.

3.3 Zugruferfassung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der nächtlichen Zugruferfassung für den Erfassungszeitraum vom Frühjahr 2019 bis Herbst 2020 dargestellt.

3.3.1 Artenspektrum und Dominanz

Im Zeitraum von März 2019 bis November 2020 wurden für die Fläche von N-6.6 insgesamt 5.906 Rufe registriert (Tab. 3.13, Tab. 3.14). Dabei war die Rufsumme im Jahr 2019 mit 4.164 Rufen höher als im Jahr 2020 mit 1.742 Rufen. Im Herbst wurden mehr Zugrufe registriert als im Frühjahr (Herbst 2019: 2.917 Rufe und Herbst 2020: 1.570; Frühjahr 2019: 1.247 Rufe und Frühjahr 2020: 172 Rufe).

Die Singvögel stellen die Artengruppe mit den meisten registrierten Rufen dar (Abb. 3.23). Ihr Anteil war im Herbst (2019: 95 % und 2020: 89 %) höher als im Frühjahr (2019: 58 % und 2020: 46 %). Insgesamt wurden im Herbst 2019 2.773 bzw. im Herbst 2020 1.398 Singvogelrufe registriert gegenüber 724 Rufen im Frühjahr 2019 bzw. 79 Rufen im Frühjahr 2020.

Möwen und Watvögel waren mit 624 bzw. 216 Rufen die zweit- und dritthäufigsten Artengruppen. Dabei war der Anteil der Möwen mit Ausnahme des Frühjahrs 2020 in den anderen Zugphasen höher als der der Watvögel. Beide Artengruppen wiesen im Frühjahr höhere Rufanteile auf als im Herbst. Dies trifft auch auf die absolute Anzahl registrierter Rufe zu. Im Frühjahr wurden insgesamt 423 Möwenrufe festgestellt, im Herbst waren es 201 Rufe. Bei den Watvögeln wurden im Frühjahr 150 Rufe erfasst, im Herbst 66 Rufe.

Mit einem Anteil von mehr als 5 % traten nur im Frühjahr 2020 noch die Enten hinzu (14 %). Mit einem Rufanteil von 1 % wurden in einzelnen Saisons Alke, Gänse und Seeschwalben festgestellt.

Unter dem Sammelbegriff „Sonstige“ sind Rufe aus den Taxa zusammengefasst, die je Untersuchungsperiode weniger als 0,5 % aller registrierten Rufe ausmachten (z. B. Schreitvögel).

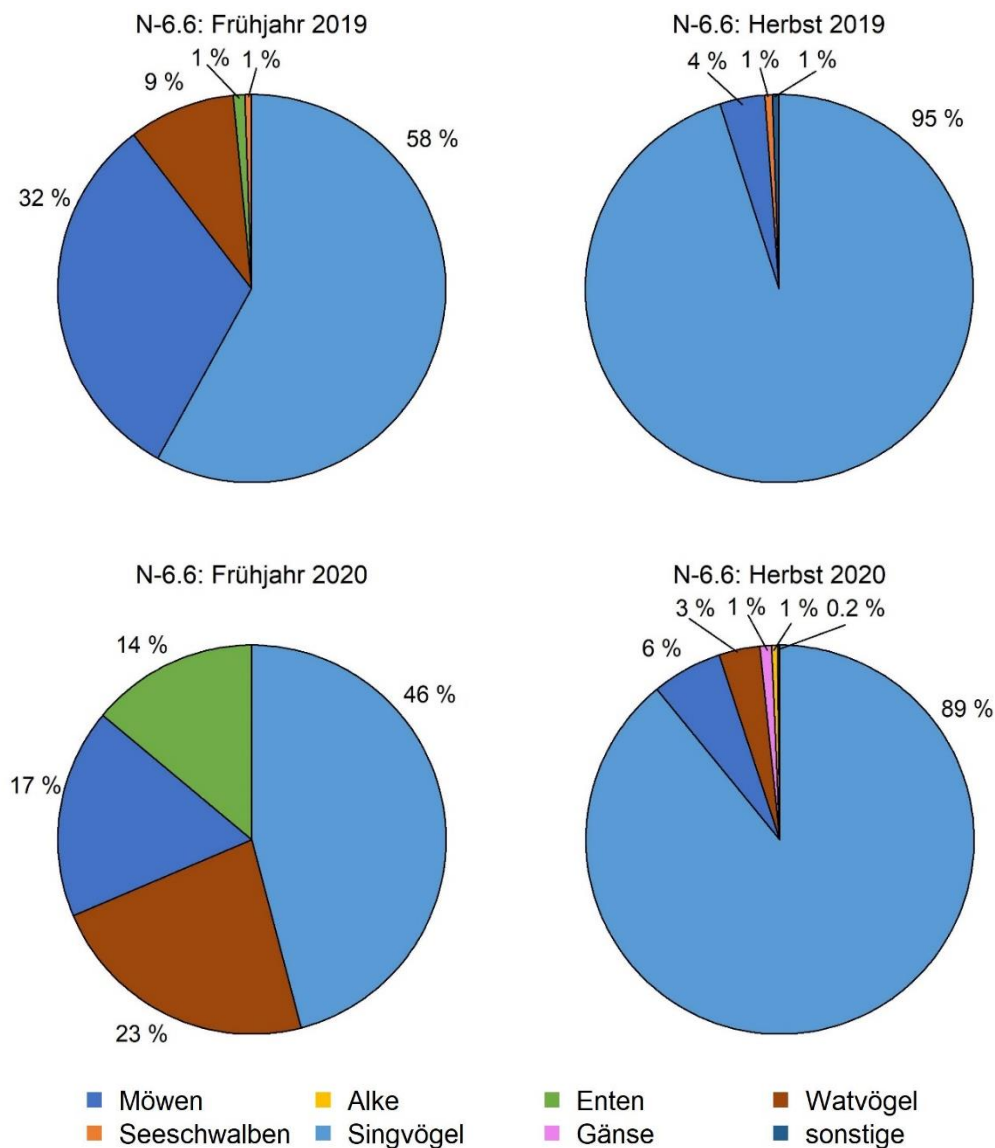


Abb. 3.23 Prozentuale Artenzusammensetzung der 2019 sowie 2020 nach Ruferfassungen für die Fläche N-6.6 registrierten Rufe (Frühjahr 2019: n = 1.247 Rufe; Herbst 2019: n = 2.917 Rufe; Frühjahr 2020: n = 172; Herbst 2020: n = 1.570 Rufe).

Insgesamt wurden im Erfassungszeitraum Rufe von 39 Vogelarten registriert (Tab. 3.13 und Tab. 3.14), davon 28 Vogelarten im Jahr 2019 und 29 Vogelarten im Jahr 2020. Hierbei sind unbestimmte Vögel und Sammeltaxa nicht berücksichtigt. Die häufigsten auf Artniveau bestimmten Vogelrufe stammten von Singdrosseln (2.057 Rufe), Rotdrosseln (1.898 Rufe), Amseln (621 Rufe) und

Heringsmöwen (563 Rufe). Alle anderen Arten wurden insgesamt mit weniger als 500 Rufen festgestellt.

Tab. 3.13 Liste der nach Ruferfassungen 2019 für die Fläche N-6.6 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.

Euringcode	Art/Taxon	März 2019	April 2019	Mai 2019	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	Summe
1220	Graureiher	0	0	0	0	0	0	2	0	2
1949	unbestimmte Schwimmte	0	0	0	0	0	3	0	0	3
2130	Trauerente	0	12	0	0	0	0	0	0	12
4500	Austernfischer	0	15	6	0	0	0	1	0	22
5120	Alpenstrandläufer	0	6	0	0	0	0	0	0	6
5190	Bekassine	0	3	0	0	0	0	0	0	3
5380	Regenbrachvogel	0	8	0	0	0	0	0	0	8
5410	Großer Brachvogel	0	8	0	0	0	0	2	0	10
5460	Rotschenkel	0	0	0	0	0	0	3	0	3
5560	Flussuferläufer	0	57	8	0	5	0	0	1	71
5780	Zwergmöwe	0	0	0	0	0	0	1	0	1
5820	Lachmöwe	0	0	0	0	0	9	0	0	9
5900	Sturmmöwe	2	16	0	0	0	0	0	0	18
5910	Heringsmöwe	0	261	114	66	30	2	0	0	473
6020	Dreizehenmöwe	0	0	0	0	1	0	0	0	1
6150	Flusseeeschwalbe	0	0	0	0	13	0	0	0	13
6160	Küstenseeschwalbe	0	0	7	0	0	0	0	0	7
6169	Fluss-/Küstenseeschwalbe	0	0	0	0	0	5	0	0	5
10090	Baumpieper	0	8	0	0	0	0	0	0	8
10110	Wiesenpieper	1	4	0	0	0	1	13	0	19
10990	Rotkehlchen	0	186	0	0	0	0	101	0	287
11860	Ringdrossel	0	0	0	0	0	0	1	0	1
11870	Amsel	12	18	2	0	0	0	65	186	283
11980	Wacholderdrossel	0	14	0	0	0	0	5	2	21
12000	Singdrossel	2	442	0	0	0	55	1.439	23	1.961
12010	Rotdrossel	3	26	0	0	0	0	760	117	906
13120	Fitis	0	2	0	0	0	0	0	0	2
13140	Wintergoldhähnchen	0	0	0	0	0	0	2	0	2
15820	Star	0	3	0	0	0	0	0	0	3

Euringcode	Art/Taxon	März 2019	April 2019	Mai 2019	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	Summe
16380	Bergfink	0	0	0	0	0	0	3	0	3
19999	Singvogel unbestimmt	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Summe	28 Arten	20	1.089	138	66	49	75	2.398	329	4.164

Tab. 3.14 Liste der nach Ruferfassungen 2020 für die Fläche N-6.6 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.

Euringcode	Art/Taxon	März 2020	April 2020	Mai 2020	Juli 2020	August 2020	September 2020	Oktober 2020	November 2020	Summe
1590	Blässgans	0	0	0	0	0	0	0	15	15
1790	Pfeifente	0	23	0	0	0	0	0	0	23
2130	Trauerente	0	1	0	0	0	0	0	0	1
4500	Austernfischer	0	0	0	0	0	0	3	0	3
4700	Sandregenpfeifer	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4850	Goldregenpfeifer	0	0	0	0	0	22	0	19	41
5120	Alpenstrandläufer	0	0	2	0	0	0	0	0	2
5170	Kampfläufer	0	2	0	0	0	0	0	0	2
5190	Bekassine	0	0	0	0	0	7	1	0	8
5380	Regenbrachvogel	0	0	3	0	0	0	0	0	3
5410	Großer Brachvogel	0	0	10	0	0	0	0	0	10
5460	Rotschenkel	0	0	3	0	0	0	0	0	3
5560	Flussuferläufer	0	0	15	0	0	0	0	0	15
5659	Limikolen unbestimmt	0	0	4	0	0	0	0	0	4
5820	Lachmöwe	4	0	0	0	0	2	0	0	6
5910	Heringsmöwe	0	10	12	2	64	0	2	0	90
6000	Mantelmöwe	4	0	0	0	0	1	0	0	5
6005	Großmöwe unbestimmt	0	0	0	0	20	0	0	0	20
6049	Möwe unbestimmt	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6160	Küstenseeschwalbe	0	0	0	0	3	0	0	0	3
6340	Trottellumme	0	0	0	8	0	0	0	0	8
9760	Feldlerche	0	0	0	0	0	0	2	0	2
10110	Wiesenpieper	0	0	0	0	0	0	6	0	6
10200	Bachstelze	0	0	0	0	0	0	2	0	2
10990	Rotkehlchen	0	0	0	0	0	0	12	2	14

Euringcode	Art/Taxon	März 2020	April 2020	Mai 2020	Juli 2020	August 2020	September 2020	Oktober 2020	November 2020	Summe
11870	Amsel	19	9	0	0	0	0	158	152	338
11980	Wacholderdrossel	0	0	0	0	0	0	4	8	12
12000	Singdrossel	0	15	0	0	0	2	58	21	96
12010	Rotdrossel	1	31	0	0	0	0	583	377	992
12069	Drossel unbestimmt	0	0	0	0	0	0	3	0	3
13110	Zilpzalp	0	0	0	0	0	0	3	0	3
13490	Trauerschnäpper	0	0	0	0	0	2	0	0	2
15820	Star	4	0	0	0	0	0	0	0	4
19999	Singvogel unbestimmt	0	0	0	0	2	0	1	0	3
Summe	29 Arten	32	91	49	10	91	36	838	595	1.742

3.3.2 Rufintensität

Eine Übersicht über die durchschnittlichen Rufintensitäten (Rufe/Stunde) in den einzelnen Erfassungsnächten für das Untersuchungsgebiet N-6.6 geben Tab. 3.15 für das Erfassungsjahr 2019 und Tab. 3.16 für das Erfassungsjahr 2020. Neben der Ruftrate für jede Beobachtungsnacht werden auch Mittelwerte für jeden Monat sowie die beiden Zugperioden dargestellt.

Die Rufintensität während der Dunkelphase lag im Mittel über beide Jahre bei 9,1 Rufen/Stunde. Dabei war die Ruftrate im Erfassungsjahr 2019 mit 13,2 Rufen/Stunde höher als im Erfassungsjahr 2020 mit 5,0 Rufen/Stunde. In beiden Jahren wurden im Herbst im Mittel tendenziell mehr Rufe registriert als im Frühjahr: Der Mittelwert lag im Herbst 2019 bei 13,8 Rufen/Stunde und im Herbst 2020 bei 7,6 Rufen/Stunde, während er im Frühjahr 2019 12,1 Rufe/Stunde und im Frühjahr 2020 lediglich 1,6 Rufe/Stunde betrug.

Die höchste monatliche Rufaktivität wurde im Oktober 2019 mit 42,8 Rufen/Stunde festgestellt. Weitere Monate mit über 10 Rufen/Stunde waren der April 2019 (19,7 Rufe/Stunde), der November 2020 (16,2 Rufe/Stunde) und der Oktober 2020 (16,1 Rufe/Stunde). Die geringste Rufaktivität wurde im Juli 2020 mit 0,6 Rufen/Stunde registriert. Die Monate Mai, Juli, August und September wiesen in beiden Jahren Ruftraten von weniger als 5 Rufen/Stunde auf.

Auch zwischen den einzelnen Erfassungsnächten wurden starke Schwankungen der Zugintensitäten festgestellt. So wurde z. B. die höchste Rufintensität im Herbst 2019 mit 213,2 Rufen/Stunde in der Nacht vom 05./06.10.2019 registriert. In der Folgenacht lag die Zugrate bei lediglich 26,8 Rufen/Stunde und in den beiden weiteren Nächten bei nur 4 Rufen/Stunde bzw. 0 Rufen/Stunde. Nächte mit über 50 Rufen/Stunde während der Herbstsaisons waren: 20./21.10.2019, 11./12.10.2020 und 10./11.11.2020. Hingegen wurden in zwölf Nächten im Herbst 2019 und in elf Nächten im Herbst 2020 keine Rufe registriert.



Im Frühjahr 2019 wurden die höchsten Rufintensitäten mit 117 Rufen/Stunde am 25./26.04.2019 sowie mit 45,8 Rufen/Stunde in der Nacht vom 12./13.04.2019 registriert. Im Frühjahr 2020 lag die höchste Rufaktivität am 07./08.05.2020 bei 7,0 Rufen/Stunde. In drei Nächten im Frühjahr 2019 und sieben Nächten im Frühjahr 2020 wurden keine Rufe erfasst.

Tab. 3.15 Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2019 für die Fläche N-6.6. In den grau hinterlegten Erfassungsnächten lagen weniger als 50 % der aufgrund der Nachtlänge möglichen Erfassungseinheiten vor.

Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]	Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]
Frühjahr 2019	12,1	Herbst 2019	13,8
März	8,9	Juli	3,3
23./24.03.2019	17	14./15.07.2019	0
24./25.03.2019	0,8	15./16.07.2019	0
April	19,7	16./17.07.2019	0
02./03.04.2019	2,2	17./18.07.2019	16,5
03./04.04.2019	14,7	18./19.07.2019	0
05./06.04.2019	3,8	August	1,6
06./07.04.2019	5,4	05./06.08.2019	0
09./10.04.2019	0,8	06./07.08.2019	0
10./11.04.2019	0,2	07./08.08.2019	0
11./12.04.2019	3,2	08./09.08.2019	4,3
12./13.04.2019	45,8	12./13.08.2019	4,7
24./25.04.2019	13,8	13./14.08.2019	1,8
25./26.04.2019	117	14./15.08.2019	0,6
26./27.04.2019	10,2	September	1,6
Mai	3,6	06./07.09.2019	0
02./03.05.2019	14,2	07./08.09.2019	0,4
03./04.05.2019	0	08./09.09.2019	0,8
05./06.05.2019	1,6	10./11.09.2019	0
06./07.05.2019	0,4	11./12.09.2019	0
07./08.05.2019	1,6	21./22.09.2019	0,8
18./19.05.2019	9	22./23.09.2019	10,3
19./20.05.2019	5,5	23./24.09.2019	0,5
20./21.05.2019	0	Oktober	42,8
21./22.05.2019	0	04./05.10.2019	35,7
		05./06.10.2019	213,2
		06./07.10.2019	26,8
		07./08.10.2019	4
		08./09.10.2019	0
		17./18.10.2019	3,4
		18./19.10.2019	0
		19./20.10.2019	16,5
		20./21.10.2019	85,3
		November	9
		05./06.11.2019	14,9
		06./07.11.2019	6,7
		07./08.11.2019	18,1
		08./09.11.2019	5,2
		09./10.11.2019	0
Gesamt 2019		13,2 Rufe/Stunde	

Tab. 3.16 Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2020 für die Fläche N-6.6. In den grau hinterlegten Erfassungsnächten lagen weniger als 50 % der aufgrund der Nachtlänge möglichen Erfassungseinheiten vor

Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]	Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]
Frühjahr 2020	1,6	Herbst 2020	7,6
März	0,8	Juli	0,6
04./05.03.2020	0	18./19.07.2020	0,5
05./06.03.2020	0,3	19./20.07.2020	0
06./07.03.2020	0,2	20./21.07.2020	2
07./08.03.2020	0	21./22.07.2020	0
15./16.03.2020	2,7	August	3,8
16./17.03.2020	1,7	03./04.08.2020	0,8
17./18.03.2020	2,2	04./05.08.2020	1,3
18./19.03.2020	0,4	05./06.08.2020	17,5
20./21.03.2020	0	06./07.08.2020	1,5
April	2,5	24./25.08.2020	1
04./05.04.2020	3,1	31.08./01.09.2020	0,4
05./06.04.2020	0,9	September	0,9
06./07.04.2020	2,2	02./03.09.2020	0
07./08.04.2020	4,2	03./04.09.2020	0
15./16.04.2020	4,8	04./05.09.2020	0,4
16./17.04.2020	0,6	05./06.09.2020	0
17./18.04.2020	1,8	06./07.09.2020	0
Mai	1,6	14./15.09.2020	0,4
06./07.05.2020	3	15./16.09.2020	4,4
07./08.05.2020	7	16./17.09.2020	0,4
08./09.05.2020	0	17./18.09.2020	2,3
09./10.05.2020	0,8	Oktober	16,1
18./19.05.2020	0	09./10.10.2020	0
19./20.05.2020	0	10./11.10.2020	28
20./21.05.2020	1,7	11./12.10.2020	82,9
21./22.05.2020	0	12./13.10.2020	14,8
		23./24.10.2020	2,6
		25./26.10.2020	0,6
		26./27.10.2020	0
		27./28.10.2020	0
		November	16,2
		04./05.11.2020	0
		05./06.11.2020	0
		06./07.11.2020	13,1
		09./10.11.2020	4,5
		10./11.11.2020	63,5
Gesamt 2020		5,0 Rufe/Stunde	

3.3.3 Tageszeitliche Varianz

Die Verteilung der Rufe im Nachtverlauf der einzelnen Erfassungsmonate ist in Abb. 3.24 für das Erfassungsjahr 2019 und in Abb. 3.25 für das Erfassungsjahr 2020 dargestellt. Rufe wurden während der gesamten Dunkelphase erfasst, wobei eine erhöhte Rufaktivität besonders in der zweiten Nachthälfte ab ca. 22 Uhr UTC auftrat. Im November 2020 wurde eine erhöhte Rufaktivität besonders zwischen 3 und 4 Uhr UTC registriert. In Monaten mit geringer Rufaktivität wurden in den meisten Stunden keine Rufe festgestellt und einzelne Stunden mit erhöhter Rufaktivität traten zu unterschiedlichen Zeiten auf.

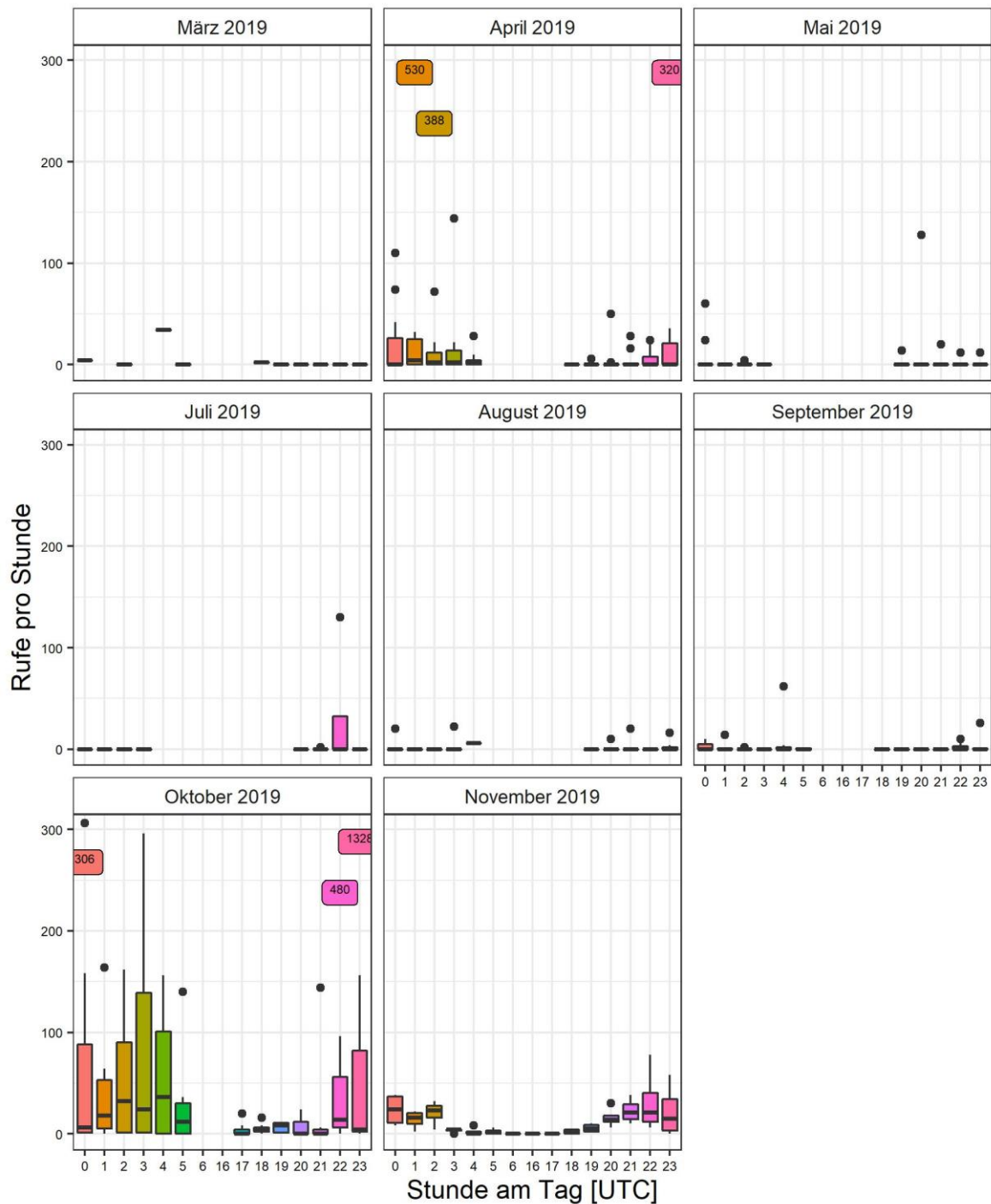


Abb. 3.24 Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Ruf-erfassungen 2019 für die Fläche N-6.6. Darstellung als Box-Whisker-Plot: schwarze waagrechte Linie = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten bis zur 1,5-fachen Größe des 1. Quartils, Punkte stellen Ausreißer dar. Farben dienen der besseren Lesbarkeit. Zahlen in farbigen Kästchen stellen Einzelwerte dar, die außerhalb des y-Achsenbereiches liegen.

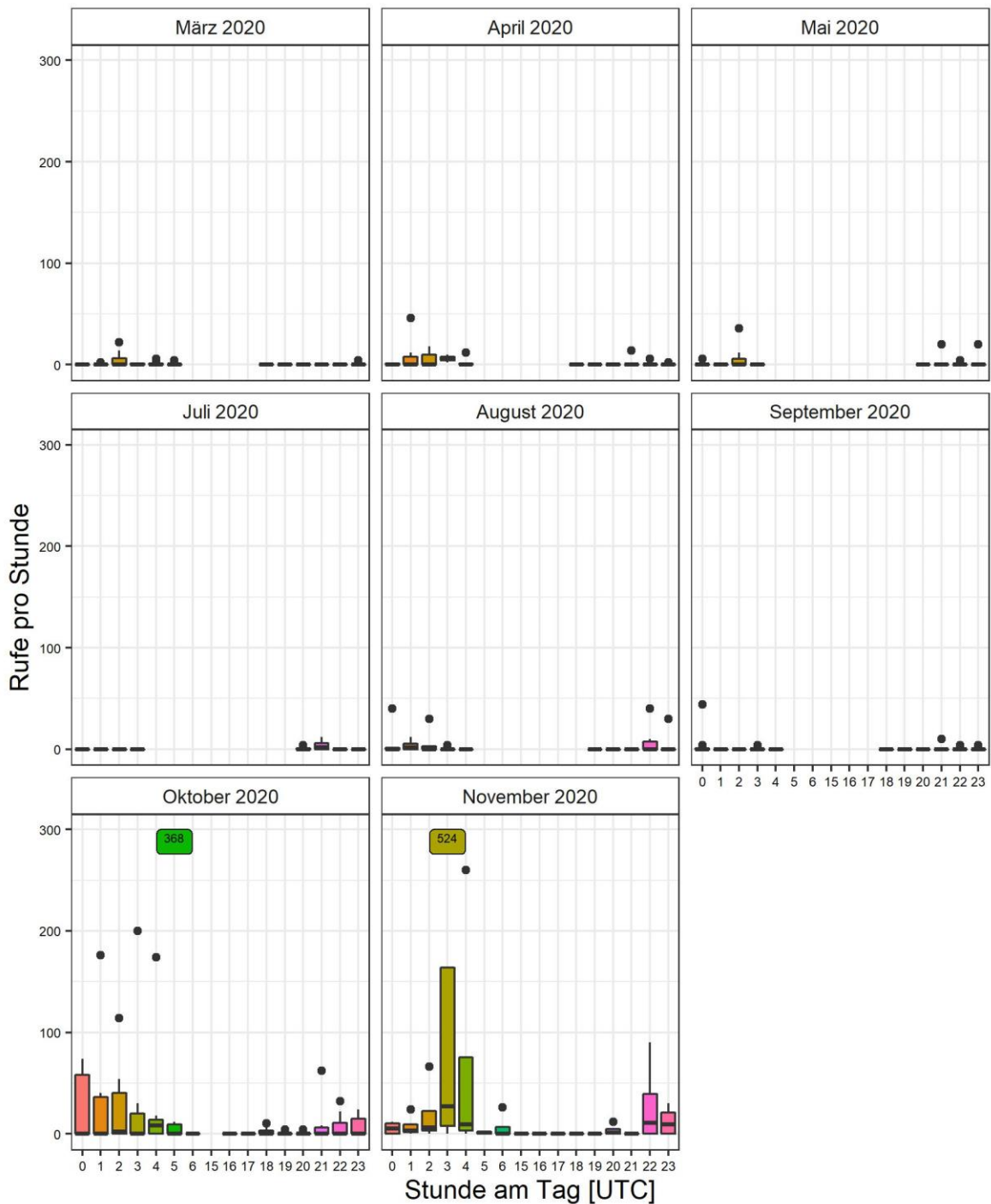


Abb. 3.25 Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Rufe-erfassungen 2020 für die Fläche N-6.6. Darstellung als Box-Whisker-Plot: schwarze waagrechte Linie = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten bis zur 1,5-fachen Größe des 1. Quartils, Punkte stellen Ausreißer dar. Farben dienen der besseren Lesbarkeit. Zahlen in farbigen Kästchen stellen Einzelwerte dar, die außerhalb des y-Achsenbereiches liegen.

3.4 Bestandscharakterisierung

Die in den Kapiteln 3.1 bis 3.3 präsentierten Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungsmethoden stellen eine Beschreibung des Bestandes der Zugvögel dar, die auf Erfassungen nach vorgegebenen Standards und vorgegebenem Untersuchungsumfang zur Fläche N-6.6 basieren.

Zu beachten ist, dass sich das mittels Vertikalradar ermittelte Zuggeschehen zur Charakterisierung des Bestandes der Zugvögel auf den Vogelzug bis in eine Höhe von 1.000 m bezieht. Ein Teil des gesamten Vogelzuggeschehens findet oberhalb von 1.000 m statt und kann quantitativ nicht beurteilt werden. Hohe Zugraten in einzelnen Monaten in Höhen bis 1.000 m (z. B. März 2020) lassen vermuten, dass zeitweise ein hoher Anteil des Vogelzuges auch in Höhen oberhalb von 1.000 m stattfand.

Die mit Hilfe des Vertikalradars ermittelten Zugraten lagen in den Nächten des ersten Erfassungsjahres 2019 zwischen 6 Echos/(h*km) im Juli 2019 und 431 Echos/(h*km) im Oktober 2019 und im zweiten Erfassungsjahr 2020 zwischen 11 Echos/(h*km) im Juli 2020 und 259 Echos/(h*km) im März 2020. Die Zugraten am Tage waren niedriger und schwankten zwischen 15 Echos/(h*km) im Mai 2019 und 149 Echos/(h*km) im Oktober 2019 (erstes Erfassungsjahr 2019) bzw. 33 Echos/(h*km) im April 2020 und 141 Echos/(h*km) im November 2020 (zweites Erfassungsjahr 2020). Die Unterschiede der Zugraten im Vergleich der Erfassungsjahre waren nicht signifikant.

Die ermittelten Flughöhen waren in einzelnen starken Zugnächten bzw. Zugtagen sehr variabel. In der Nacht traten im unteren Höhenbereich bis 200/300 m in beiden Jahren im Herbst größere Anteile des Vogelzuges auf als im Frühjahr. Im Jahr 2020 waren die prozentualen Anteile des Zugaufkommens in allen Höhenstufen sehr ähnlich (bei deutlich höheren absoluten Zugraten im Frühjahr als im Herbst in allen Höhenschichten; 2019: höhere Zugraten im Herbst), während im Jahr 2019 häufiger niedrigere Luftschichten frequentiert wurden. Am Tag wurde in beiden Jahren die unterste Höhenstufe bis 100 m mit Abstand am häufigsten genutzt. Die prozentualen Anteile und Zugraten im Herbst waren dabei deutlich höher als im Frühjahr. Die tageszeitliche Verteilung der Zugraten zeichnete sich in den meisten Monaten durch nächtliche Zugpeaks aus (oft um Mitternacht oder in der zweiten Nachthälfte). Vor allem in den Monaten Juli und August fanden höhere Anteile des Vogelzuges auch am Tage statt, wobei Peaks oft in den Vormittagsstunden bzw. um Sonnenauf- oder -untergang auftraten.

Bei den Zugbeobachtungen wurden im Untersuchungsjahr 2019 Beobachtungen von 4.634 Vögeln ausgewertet (57 auf Artniveau bestimmte Taxa), 2020 waren es 4.046 Vögel (44 auf Artniveau bestimmte Taxa). Am häufigsten war in beiden Untersuchungsjahren die Artengruppe der Möwen vertreten (insbesondere die Heringsmöwe), gefolgt von Tölpeln (nur Basstölpel), Seeschwalben und Singvögeln. Basstölpel, Dreizehen-, Mantel-, Sturm- und Zwergmöwe sowie Küstenseeschwalbe bzw. Fluss-/Küstenseeschwalben und Star waren im Untersuchungsjahr 2019 neben der Heringsmöwe weitere häufige Arten/Artgruppen mit insgesamt mehr als 1.000 Individuen. Im Untersuchungsjahr 2020 überschritten neben der Heringsmöwe auch Basstölpel, Ringelgans sowie Dreizehen-, Mantel- und Sturmmöwe die Summe von 1.000 Individuen.

Die Zugrate war im Jahr 2019 mit 14,1 Vögeln/Stunde etwas höher als im Erfassungsjahr 2020 mit 12,4 Vögeln/Stunde. Im Herbst waren die Zugraten mit 16,7 Vögeln/Stunde (2019) bzw. 17,2 Vögeln/Stunde (2020) etwas höher als im Frühjahr mit 10,9 Vögel/Stunde (2019) bzw. 5,4 Vögeln/Stunde (2020). Die tageszeitliche Varianz des Vogelzuges war nur gering ausgeprägt, so dass über den Tagesgang eine recht gleichmäßige Verteilung der Vögel vorlag. In beiden Untersuchungsjahren wurden für den überwiegenden Anteil der Individuen Flughöhen von ≤ 5 m registriert. Die Zugrichtungen entsprachen, mit einiger Variation zwischen den Monaten und Tageszeiten, den erwarteten saisonalen Werten.

Bei den nächtlichen Zugruferfassungen wurden im Herbst insgesamt 4.487 Rufe erfasst (mit 2.917 Rufen im Herbst 2019 und 1.570 Rufen im Herbst 2020) und damit deutlich mehr als im Frühjahr mit 1.419 Rufen, da besonders im Frühjahr 2020 insgesamt nur wenige Rufe registriert wurden (1.247 Rufe im Frühjahr 2019 und 172 Rufe im Frühjahr 2020).

Insgesamt wurden bei der Ruferfassung 39 Vogelarten erfasst (28 im Untersuchungsjahr 2019, 29 im Untersuchungsjahr 2020). Dabei war die Artengruppe der Singvögel am häufigsten vertreten. So stammten im Herbst 95 % (2019) bzw. 89 % (2020) der Rufe von Singvögeln, im Frühjahr waren es 58 % (2019) bzw. 46 % (2020) der Rufe. Von Sing- und Rotdrossel wurden jeweils etwa 2.000 Rufe registriert. Neben Amsel und Rotkehlchen erreichte die Heringsmöwe als einzige Art der Gruppe der Nonpasseriformes („Nicht-Singvögel“) eine Summe von über 100 Rufen.

Die Ergebnisse stellen einen Ausschnitt des Vogelzuggeschehens dar, der aufgrund der Diskontinuität des Vogelzugs und der selektiven Erfassungen keine „einfache“ Hochrechnung der ermittelten Vogelzahlen bzw. Echozahlen auf die gesamte Zugsaison erlaubt (siehe Kapitel 2.4, Methodenkritik). Daher wird für die Zugvögel keine Bestandscharakterisierung im Sinne einer Angabe des gesamten Zugvolumens vorgenommen. Die Untersuchungen erfolgten punktuell (von einem ankernden Schiff aus) und die Beurteilung des gesamten Zugvolumens wird über den zeitlichen Faktor definiert. Bezogen auf die räumliche Ausbreitung des Vogelzuges liegen punktuelle Erfassungen vor. Kleinräumige Unterschiede sind besonders bei Vogelarten zu erwarten, die den im Cluster 6 bestehenden Windparks ausweichen. Es ist damit zu rechnen, dass windparksensitive Arten wie Eissturmvögel oder Seetaucher in zunehmender Distanz zum Windpark häufiger werden (vgl. Schutzgut Rastvögel, BioConsult SH et al. 2021). Abgesehen von Windparkeffekten ist im Untersuchungsgebiet mit Breitfrontzug zu rechnen. Somit wird generell angenommen, dass die ermittelten punktuell erfassten Zugraten auch für den großräumigen Bereich um den Erfassungsort gelten.

Die Ergebnisse ordnen sich gut in die Beschreibung und Einschätzung des Vogelzuges über der Deutschen Bucht – wie im Umweltbericht zum FEP (BSH 2020b) dargestellt – ein.

4. SCHUTZGUTBEZOGENE BEWERTUNG DES BESTANDES

4.1 Großräumige Bedeutung des Vogelzuges

Für den Aspekt der großräumigen Bedeutung der Fläche N-6.6 für den Vogelzug wird das Kriterium der Leitlinien und Konzentrationsbereiche beurteilt.

Leitlinien im Kontext des Vogelzuges stellen spezifische räumliche Strukturen dar, an denen sich Vögel orientieren, so dass es zu starken lokalen Konzentrationen kommen kann. Leitlinien können z. B. Küstenlinien oder Meerengen sein (ostfriesische Inselkette, Falsterbo, Kurische Nehrung, Gibraltar), aber auch Flüsse oder Bergrücken (und -täler). Aufgrund der großen Entfernung zum Land (ca. 85 km nördlich Borkum, 100 km westlich von Pellworm) kann für den Bereich der Fläche N-6.6 ausgeschlossen werden, dass Leitlinien einen Einfluss auf den räumlichen Verlauf des Vogelzuges haben. Die großräumige Verteilung des sichtbaren Vogelzuges in der Deutschen Bucht zeichnet sich für viele Arten durch eine Bevorzugung küstennaher Gebiete aus, wie durch vergleichende Beobachtungen auf den Inseln Wangerooge, Sylt und Helgoland ermittelt wurde (Hüppop et al. 2010). Nicht berücksichtigt werden in diesem Kontext kleinräumige Konzentrationen, die bei ziehenden (Plonczkier & Simms 2012) oder nahrungssuchenden Vögeln (Vanermen et al. 2019) auftreten können, um den Einflug in bestehende Windparks (wie die nördlich der Fläche N-6.6 angrenzenden Windparks „Deutsche Bucht“, „Veja Mate“ und „BARD Offshore 1“) zu vermeiden.

Sofern keine Leitlinien zur visuellen Orientierung genutzt werden, kann von einem Breitfrontzug ausgegangen werden (Individuen einer Population starten an verschiedenen Orten innerhalb ihres Verbreitungsgebietes mit identischer Zugrichtung, Berthold 2000). Vor allem bei nachts ziehenden Vögeln wird von einer Abnahme der Intensität mit der Entfernung zur Küste ausgegangen, wie aktuelle Auswertungen von großflächig erhobenen Zugintensitäten mittels Vertikalradargeräten in der Nord- und Ostsee zeigen (ProBIRD-Projekt, Welcker 2019). Hier wurde eine signifikante Abnahme der Zugraten mit der Entfernung zur Küste nachgewiesen. Weiterhin sind artspezifische und saisonale Variationen dieses Aspektes wahrscheinlich (Auswertung von Flugrufen; Welcker & Vilela 2018). Neben dem beschriebenen allgemeinen Muster eines Breitfrontzuges mit einem Gradienten bedingt der Einfluss des Wetters und speziell der Windbedingungen eine hohe Variation der räumlichen Verteilung des Vogelzuges in der Deutschen Bucht (ProBIRD-Projekt, Welcker & Vilela 2019, BIRDMOVE-Projekt, Brust et al. 2019, Michalik et al. 2020).

Fehlende spezielle Zugkorridore im Bereich der AWZ der Nordsee westlich der ost- und nordfriesischen Inseln sowie einen nicht näher abgrenzbaren Breitfrontzug über der Nordsee waren ebenfalls grundsätzliche Annahmen zur Beschreibung der großräumigen Bedeutung der Vorhabensgebiete in den Genehmigungsbescheiden nahe gelegener Windparks (BARD Offshore 1, BSH 2007a, EnBW He Dreih, BSH 2007b, Deutsche Bucht, BSH 2010, Veja Mate, BSH 2015).

Ein Vergleich mittlerer und maximaler Zugraten in verschiedenen windparkbezogenen Umweltverträglichkeitsuntersuchungen kommt zu dem Schluss, dass in allen Studien (innerhalb der FEP-Flächen N-1 bis N-13) die mittleren monatlichen Zugraten in einer vergleichbaren Größenordnung liegen und Unterschiede v. a. in den Maximalwerten zu erkennen sind (BSH 2020b). Es wird gefolgert, dass diese Ergebnisse nicht im Einklang mit der Annahme einer abnehmenden

Zugintensität mit der Distanz zur Küste stehen, wobei aufgrund der diskontinuierlichen Untersuchungen eine abschließende Bestätigung dieser Annahme nicht möglich ist. Der einfache Vergleich mittlerer und maximaler Zugraten aus verschiedenen Projekten ist dabei weniger stark zu werten als die intensiven Auswertungen im Rahmen des ProBIRD-Projektes, die auf den gleichen Daten basieren (windparkbezogene Umweltverträglichkeitsuntersuchungen) und eine Abnahme der Zugraten mit der Entfernung zur Küste aufzeigen.

Da Leitlinien und Konzentrationsbereiche fehlen und generell von einem Breitfrontzug mit geringen Intensitäten (vgl. Kapitel 4.2) ausgegangen wird, kommt der Fläche N-6.6 in einem großräumigen Maßstab eine **geringe** Bedeutung zu.

4.2 Bewertung des Vorkommens

Das Kriterium „Bewertung des Vorkommens“ wird anhand des Zugeschehens und dessen Intensität beurteilt.

Der Offshore-Bereich der Nordsee wird jährlich von einer Vielzahl von Zugvögeln überquert, die zwischen ihren Brut- und Überwinterungsgebieten wechseln. Schätzungen gehen von mehreren 10 bis 100 Millionen Zugvögeln aus (Exo et al. 2003, Hüppop et al. 2005), wobei der größte Anteil von nachts ziehenden Singvögeln skandinavischer Populationen gebildet wird (Hüppop et al. 2005, 2006, 2019). Der nächtliche Vogelzug steht somit auch im Fokus der Beurteilung und Bewertung des Zugeschehens und dessen Intensität. Basierend auf einer Auswahl von 95 Arten schätzt Bureau Waardenburg (1999) das jährliche Aufkommen von Zugvögeln über der Nordsee zwischen ca. 41 bis 152 Millionen Individuen.

Die Ergebnisse von Umweltuntersuchungen in verschiedenen Bereichen der Nordsee weisen mittlere monatliche nächtliche Zugraten von 224 Echos/(h*km) bei Clusteruntersuchungen „Nördlich Helgoland“ (2016), 144 Echos/(h*km) bei Clusteruntersuchungen „Östlich Austerngrund“ (2016) und 146 Echos/(h*km) im Bereich des Gebietes N-6 (Untersuchungen zum Cluster 6) auf (2015/2016, BSH 2020b). Größere Unterschiede gab es dagegen in den maximalen Zugraten, die jedoch stark von der Diskontinuität des Zugeschehens sowie der stichprobenhaften schiffsbasierten Untersuchungen beeinflusst werden. Die in der vorliegenden Untersuchung festgestellten mittleren nächtlichen Zugraten von 90 Echos/(h*km) im Erfassungsjahr 2019 und 128 Echos/(h*km) im Erfassungsjahr 2020 lagen damit im unteren Bereich der Zugraten der aufgeführten Gebiete.

Die maximale nächtliche Zugrate im Gebiet N-6 von 1.597 Echos/(h*km) Erfassungsjahr 2019 bzw. 1.041 Echos/(h*km) im Jahr 2020 erreichten allerdings die Maximalwerte in anderen Projekten (> 1.000 Echos/(h*km), Cluster „Nördlich Helgoland“ bis 3.311 Echos/(h*km); BSH 2020b). Dabei ist zu berücksichtigen, dass Maximalwerte Einzelereignisse widerspiegeln, die stark von der Terminierung der Ausfahrten sowie den Wetterbedingungen bestimmt werden.

Die ermittelten maximalen Zugraten in der vorliegenden Untersuchung erreichten mit 1.597 Echos/(h*km) nur im Erfassungsjahr 2019 die untere Grenze der mittels Fixed Beam Radar auf der FINO1 ermittelten maximalen Zugraten (2010 bis 2013: zwischen 1.500 und 3.200 Echos/(h*km); IfAÖ 2014). Das Fixed-Beam Radar basiert zwar auf eine andere Technik

(Parabolantenne anstatt Balkenantenne), es werden jedoch Zugraten mit identischen Einheiten berechnet ($Echos/(h \cdot km)$), so dass die Ergebnisse grundsätzlich vergleichbar sind.

Aufgrund der Küstenferne der Fläche N-6.6 und abnehmender Zugintensitäten mit der Distanz zur Küste (Welcker 2019) ist im Bereich der Fläche N-6.6 im Vergleich zum allgemeinen Breitfrontzug über der Nordsee nur vergleichsweise geringer Vogelzug zu erwarten.

Obwohl die ermittelten Zugraten in der küstenfernen Fläche N-6.6 nicht auf hohe Intensitäten hinweisen, zeigen Einzelereignisse wie z. B. das Vorkommen von mehr als 150.000 Singvögeln in einzelnen Nächten an der „Forschungsplattform Nordsee“ (FPN, Müller 1981), dass temporär auch in großer Entfernung zur Küste Massenzugereignisse stattfinden. Die FPN befand sich ca. 80 km westlich von Sylt.

Zusammenfassend kann aus den Erfassungen zum Vogelzug im Untersuchungsgebiet N-6.6 geschlossen werden, dass die Zugintensitäten als gering eingestuft werden können. Aufgrund des zeitweise möglichen Auftretens starker Zugereignisse, auch in großer Entfernung zur Küste, wird der Intensität des Vogelzuges im Bereich der Fläche N-6.6 dennoch eine **mittlere Bedeutung** zugeordnet.

4.3 Seltenheit/Gefährdung

Insgesamt wurden in den Untersuchungen zur Fläche N-6.6 in beiden Untersuchungsjahren zusammen 82 Vogelarten bei Sichtbeobachtungen oder Ruferfassungen registriert (Kapitel 2.4.2 und 3).

Die **Berner Konvention** von 1979 stellt ein Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume dar. Im Anhang II und III werden Vogeltaxa genannt, die von den Mitgliedstaaten geschützt werden sollen, dabei sind die Tiere des Anhangs II streng geschützt, die des Anhangs III geschützt. Im Anhang II der Berner Konvention von 1979 (CoE 1979, 2002) werden 34 Vogelarten geführt, die bei den Sichtbeobachtungen registriert wurden. Die **Bonner Konvention** ist ein Übereinkommen zur Erhaltung wandernder wild lebender Tierarten (CMS Sekretariat 2015). Im Anhang I werden gefährdete bzw. vom Aussterben bedrohte Tierarten geführt, im Anhang II Arten, die eine ungünstige Erhaltungssituation aufweisen. Keine der während der vorliegenden Untersuchung festgestellten Arten wird im Anhang I der Bonner Konvention aufgeführt.

Das **Abkommen über afrikanisch-eurasisch wandernde Wasservögel** (UNEP/AEWA Sekretariat 2019) ist ein Regionalabkommen der Bonner Konvention. 43 der erfassten Arten sind in diesem Abkommen aufgelistet. Aus der höchsten hier festgestellten Schutzkategorie A 1b wurde die Dreizehenmöwe im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Bei Arten, die ebenfalls in der Kategorie A eingestuft sind, handelt es sich um Dunkler Wasserläufer (A 3c), Eiderente, Austernfischer, Kiebitz, Knutt, Pfuhlschnepfe, Großer Brachvogel und Tordalk (A 4). 14 weitere Arten sind in der Kategorie B bzw. deren Unterstufen eingeordnet. Eine Bestimmung der Ursprungspopulation und somit des Schutzstatus war jedoch nicht bei allen Arten möglich (s. Erläuterung zu Tab. A. 8 im Anhang).

Es wurden 32 Arten festgestellt, die eine Schutzkategorie entsprechend SPEC (*Species of European Conservation Concern*) aufweisen (SPEC Kategorien 1-3, BirdLife International 2017). Aus der höchsten Gefährdungskategorie SPEC 1 wurden mit Eiderente, Austernfischer, Kiebitz, Knutt, Pfuhlschnepfe, Großem Brachvogel, Tordalk, Wiesenpieper und Rotdrossel neun Arten nachgewiesen. Auf die Gefährdungskategorie SPEC 2 entfielen vier Arten (Kampfläufer, Rotschenkel, Silbermöwe, Wintergoldhähnchen).

Von den nachgewiesenen Arten sind elf Arten im Anhang I der **EU-Vogelschutzrichtlinie** Art. 4 Abs. 1 gelistet (Richtlinie 79/409/EWG; kodifizierte Fassung von 2009: Richtlinie 2009/147/EG, Europäisches Parlament 2009). Hierbei handelt es sich um Stern- und Prachtaucher, Rohrweihe, Goldregenpfeifer, Kampfläufer, Pfuhlschnepfe, Zwergmöwe, Brand-, Fluss- und Küstenseeschwalbe sowie Sumpfohreule.

Die Bewertung des Gebietes richtet sich jedoch nicht nur nach dem Gefährdungsgrad der registrierten Vogelarten, sondern auch nach der Häufigkeit ihres Auftretens im Untersuchungsgebiet. Im Folgenden wird der Anteil der gesichteten Individuen an den biogeographischen Gesamtpopulationen der Arten ermittelt. Hierbei werden die Arten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie sowie häufig beobachtete Arten mit mehr als 100 beobachteten Individuen pro Erfassungsjahr dargestellt (siehe Kapitel 2.3). Hierfür werden nur die tatsächlich beobachteten Individuen berücksichtigt, da eine Hochrechnung auf die insgesamt das Gebiet querenden Vögel nicht möglich ist (siehe Kapitel 2.4).

Die Arten Prachtaucher, Rohrweihe, Kampfläufer, Pfuhlschnepfe und Sumpfohreule wurden lediglich mit einem oder zwei Individuen im Gebiet festgestellt. Auch bei der Sumpfohreule, die in Europa einen kleinen Brutbestand von minimal 54.700 Paaren hat (entspricht 109.400 Altvögeln, BirdLife International 2017), bilden die einzelnen erfassten Individuen keinen relevanten Anteil an der Gesamtpopulation. Von den Arten Sterntaucher, Goldregenpfeifer, Brandseeschwalbe und Flusseeeschwalbe wurden insgesamt weniger als 100 Individuen beobachtet. Der Anteil der während der Sichtbeobachtung registrierten Individuen an der biogeographischen Population ist somit sehr gering und beträgt in einem Untersuchungsjahr maximal 0,02 % bei der Brandseeschwalbe (Biogeographische Population 166.-171.000 Individuen, Wetlands International 2021), während bei den anderen genannten Arten der Anteil < 0,01 % ist.

Von der Zwergmöwe wurden in einem Untersuchungsjahr maximal 114 Individuen (2019) gesichtet. Bei einem Gesamtbestand von 72.000 bis 174.000 Individuen (BirdLife International 2017) entspricht dies somit einem Anteil von 0,07 - 0,16 % der biogeographischen Population.

Im Jahr 2019 wurde die höchste Anzahl von Seeschwalben festgestellt. Es wurden 53 Flusseeeschwalben und 214 Küstenseeschwalben beobachtet, was einem Verhältnis von 1:4 entspricht. Weiterhin wurden 264 unbestimmte Fluss-/Küstenseeschwalben beobachtet. Geht man davon aus, dass diese auch im Verhältnis 1:4 den beiden Arten zuzurechnen sind, so ergibt sich eine Gesamtsumme von 119 Flusseeeschwalben und 412 Küstenseeschwalben. Daraus resultiert bei der Küstenseeschwalbe ein Anteil von 0,04 % der biogeographischen Population mit ca. 1.000.000 Individuen (Wetlands International 2021). Bei der Flusseeeschwalbe ist mit dem Auftreten sowohl der süd- und westeuropäischen Population als auch der nord- und osteuropäischen Population zu rechnen, die zusammen 800.000 bis 1.700.000 Individuen umfassen (Wetlands International 2021). Somit wurden maximal 0,01 % der biogeographischen Population im Gebiet registriert. Von der

Küstenseeschwalbe wurden in einem Untersuchungsjahr maximal 214 Individuen (2019) beobachtet. Bei einem Bestand von 100.000.000 Individuen (Wetlands International 2021) entspricht dies einem Anteil an der biogeographischen Population von < 0,01 %.

Unter den häufigeren Vogelarten, die in mindestens einem Untersuchungsjahr mit > 100 Individuen bei den Sichtbeobachtungen registriert wurden, ist die Heringsmöwe hervorzuheben. Die 1.422 im Erfassungsjahr 2020 registrierten Vögel machen bei einer biogeographischen Population von 325.000 – 440.000 Individuen (Wetlands International 2021) einen Anteil von 0,32 bis 0,44 aus. Bezogen auf die biogeographische Population wurde somit von allen erfassten Arten bei der Heringsmöwe der größte Anteil registriert. Im Gegensatz zu vielen anderen Zugvögeln nutzt die Heringsmöwe das Untersuchungsgebiet jedoch auch zur Nahrungssuche, so dass einzelne Individuen mehrfach gezählt worden sein könnten.

Beim Basstöpel wurde mit 793 registrierten Individuen (Maximum 2020) ein Anteil von 0,10 % an der biogeographischen Population ermittelt (780.000 Individuen, Mendel et al. 2008). Ähnlich machen die 217 im Jahr 2020 erfassten Ringelgänse einen Anteil von 0,08 bis 1,10 % der biogeographischen Population dieser Art aus (200.000-280.000 Individuen, Wetlands International 2021). Die 209 im Jahr 2019 festgestellten Mantelmöwen entsprechen bei einer Populationsgröße von 330.000 bis 540.000 Individuen einem Anteil von 0,04 bis 0,06 %. Ähnlich wie bei der Heringsmöwe sind hier jedoch auch Mehrfachsichtungen von nahrungssuchenden Individuen nicht auszuschließen. Bei der Sturmmöwe und der Dreizehenmöwe wurde ein Anteil von ungefähr 0,1 % der biogeographischen Populationen registriert. Beim Star betrug der Anteil < 0,01 %.

Insgesamt ist zu beachten, dass die Berechnungen prozentualer Populationsanteile auf unkorrigierten Erfassungszahlen beruhen und daher als Minimalwerte anzusehen sind. Die tatsächlich durch das Projektgebiet ziehende Individuenanzahl der verschiedenen Arten ist vermutlich in den meisten Fällen deutlich höher. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Erfassungen nicht kontinuierlich, sondern stichprobenartig durchgeführt werden. Vergleiche absoluter Erfassungszahlen mit Populationsgrößen oder Gesamtbeständen lassen somit nur begrenzt Rückschlüsse zu und stellen lediglich Mindestwerte für eine grobe Einordnung dar.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Gebiet zwar von mehreren als selten oder gefährdet eingestuften Arten genutzt wird, jedoch entweder nur unregelmäßig (vereinzelte Beobachtungen seltener Arten) oder mit einem in Bezug zur Gesamtpopulation vermutlich geringen Anteil.

Insgesamt wird der Fläche N-6.6 hinsichtlich des Kriteriums „Seltenheit/Gefährdung“ eine **mittlere Bedeutung** zugeordnet.

4.4 Vorbelastung

Der Vogelzug im Bereich der Fläche N-6.6 hat sich im Laufe von Jahrhunderten zu der jetzt vorliegenden Form entwickelt. Vorbelastungen und potenzielle Gefährdungen bestehen durch anthropogene Einflüsse, die zu einer erhöhten Mortalität beitragen und in ihrem Zusammenwirken einen negativen Einfluss auf die Populationsentwicklungen haben können.

Auch Klimaänderungen können die Natürlichkeit eines Gebietes beeinflussen und Zugvögel beeinträchtigen. Zu erwähnen wäre in dem Zusammenhang, dass der Heimzug vieler Singvogelarten mittlerweile früher erfolgt (Hüppop & Hüppop 2003, Hüppop & Winkler 2006) und insbesondere bei Kurzstreckenziehern auch der Wegzug später (Jenni & Kery 2003). Damit wird vermutlich ein größerer Teil des Zugeschehens in Zeiten verlagert, in denen Schlechtwetterperioden häufiger vorkommen (frühes Frühjahr, später Herbst). Andererseits nehmen durch den Klimawandel die Wanderungsbewegungen ab: Langstreckenzieher werden seltener (Vickery et al. 2014), Kurzstreckenzieher verkürzen ihre Zugwege (Visser et al. 2009) und Teilzieher werden zu einem höheren Anteil zu Standvögeln (Rivalan et al. 2007). Dadurch könnte sich in Zukunft die Gesamtzahl die Nordsee querender Vögel reduzieren. Andererseits können bei manchen Arten (z. B. der Mönchsgrasmücke) durch die Verlagerung der Zugwege auch neue Populationen die Nordsee queren (Van Doren et al. 2021).

Bau und Betrieb einer Vielzahl verschiedener OWPs und anderer Bauwerke wie Konverterstationen (z. B. BorWin alpha) und Forschungsplattformen (FINO1 und FINO3) stellen in der Nordsee für Zugvögel eine Vorbelastung dar. Die Vorbelastung besteht in Form von möglichen Kollisionen mit den Anlagen und Bauwerken (Hüppop & Hüppop 2002, Aumüller et al. 2011) - hiermit ist vornehmlich bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zu rechnen - sowie in Form einer Meidung des Gebietes und damit verbunden einer Verlängerung der Zugstrecke. Die Fläche N-6.6 befindet sich direkt südlich der OWPs „BARD Offshore 1“ (ca. 1,4 km) und „Veja Mate“ (ca. 1,1 km) sowie südöstlich des OWP „Deutsche Bucht“ (ca. 2,1 km). Der seit 28.08.2019 im Betrieb befindliche Windpark „Deutsche Bucht“ kann für die meiste Zeit der zweijährigen Erfassungen als Vorbelastung gewertet werden. Im Frühjahr 2019 fanden noch Bauarbeiten statt (Rammung der Konverterstation, bzw. Sicherung der Baustelle); die damit verbundenen Lichtemissionen sind ebenfalls als Vorbelastung zu werten. Darüber hinaus befinden sich ca. 20 km südlich der Fläche N-6.6 die beiden niederländischen „Gemini“-Windparks sowie ca. 25 km nordnordöstlich das Gebiet N-8 mit den OWPs „Global Tech I“, „EnBW Hohe See“ und „Albatros“. Das Gebiet N-8 liegt bezogen auf das Zugeschehen in einer räumlichen Ausrichtung, die der bevorzugten Zugrichtung ziehender Vögel entspricht (hauptsächlich Zug auf der SW-NO-Achse, daneben auch N-S und O-W). Als Erweiterung der als gebietsspezifisch anzusehenden Vorbelastungen sind weitere Offshore-Windparks zu nennen, die im angenommenen Zugkorridor liegen (hauptsächlich SW-NO-Ausrichtung des Zugeschehens). Nordöstlich liegen die Windparks „DanTysk“, „Sandbank“ und „Butendiek“ im relevanten Bereich der Zugroute.

Die Fischerei in der Nordsee und speziell das bisher praktizierte Zurückführen von Fischereiabfällen in das Meer war bislang als Vorbelastung für den Vogelzug zu werten. Großmöwen profitierten von den Abfällen als zusätzliche Nahrungsquelle und traten in höherer Anzahl auf als unter natürlichen Bedingungen (Garthe et al. 1996, Sherley et al. 2019). Damit verbunden war möglicherweise auch ein erhöhter Prädationsdruck für ziehende Singvögel. Aufgrund der EU-Verordnung 1380/2013 über die gemeinsame Fischereipolitik (Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union

2013) besteht seit dem 1. Januar 2019, abgesehen von einigen Ausnahmen, die Pflicht zur Anlandung aller Fischereifänge, so dass sich diese Vorbelastung verringert. Ein Verbot vom Wegwerfen der Fischereiabfälle auf See führt zu einer Verhaltensänderung von Seevögeln (Clark et al. 2020) und reduziert die Nahrungsgrundlage für viele Seevogelarten (Sherley et al. 2019). Welche Auswirkungen die geänderte Praxis des Umgangs mit dem Beifang auf die Möwenbestände bisher hat und in Zukunft haben wird, kann derzeit jedoch nicht abgeschätzt werden (Sherley et al. 2019).

In Bezug auf die Fläche N-6.6 ist außerdem der Schiffsverkehr als Faktor zu nennen. Beleuchtete Schiffe (oder auch Bauwerke, wie z. B. Plattformen) können bei ungünstigen Sichtverhältnissen ziehende Vögel anlocken (Hüppop et al. 2019). Im ungünstigsten Fall umkreisen die Vögel das Schiff stundenlang (Grimm 2015), was dazu führen kann, dass die Energiereserven für den restlichen Zugweg reduziert werden.

Insgesamt wird die Ausprägung der Vorbelastung der Fläche N-6.6 durch anthropogene Einflüsse vornehmlich basierend auf der Anwesenheit und den Betrieb von Offshore-Windparks (aber auch aufgrund von Faktoren wie Fischerei und Schiffsverkehr sowie allgemeiner Faktoren wie Klimawandel, Jagd ...) als **hoch** beurteilt.

4.5 Fazit

Die Bestandsbewertung kommt für die verschiedenen Aspekte zu folgenden Ergebnissen:

- Die großräumige Bedeutung des Vogelzuges nach dem Kriterium „**Leitlinien und Konzentrationsbereiche**“ wird als **gering** eingestuft.
- Das Zugeschehen und dessen Intensität als Kriterium für die **Bewertung des Vorkommens** wird als **mittel** eingestuft.
- Die Artenzahl und der Gefährdungsstatus als Kriterien für die **Seltenheit und Gefährdung** wird als **mittel** eingestuft.
- Die **Vorbelastung** durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderung wird als **hoch** eingestuft.

Anhand der Vorgaben zur Methodik der Bestandsbewertung (s. Kapitel 2.3) ergibt sich insgesamt eine **mittlere** Bedeutung der Fläche N-6.6 für den Vogelzug.

5. BESCHREIBUNG DER WIRKFAKTOREN

Die angenommenen Wirkfaktoren, die sich durch den Bau/Rückbau, durch die Anlagen oder den Betrieb eines Windparks mit den dazugehörigen Parametern (s. Anhang Tab. A. 1) auf der Fläche N-6.6 für das Schutzgut Zugvögel ergeben, folgen dem Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020b) und sind in Tab. 5.1 dargestellt.

Tab. 5.1 *Potenzielle Wirkfaktoren unter Berücksichtigung der Windparkparameter (Tab. A. 1) auf das Schutzgut Zugvögel gemäß Umweltbericht zum FEP der Nordsee 2020 (BSH 2020b), erweitert. *für den Betrieb ebenfalls relevant, jedoch hauptsächlich anlagebedingt wirkend.*

Schutzgut	Wirkfaktoren	potenzielle Auswirkung	Bau/ Rückbau	Anlage	Betrieb
Zugvögel	Hindernis im Luftraum	Vogelschlag Barrierewirkung		x	x*
	Lichtemission	Anlockeffekte → Vogelschlag Meidung → Barrierewirkung	x		x
	Nachlaufströmung	Störung Flugverhalten, Absturz			x

Durch den Bau und Betrieb eines Windparks kommen die Wirkfaktoren „Hindernis im Luftraum“, „Lichtemission“ und „Nachlaufströmung“ zum Tragen (s. Tab. 5.1).

Hindernis im Luftraum/Nachlaufströmung

Als potenzielle Auswirkungen, die durch die Umsetzung (Bau/Rückbau, Anlage, Betrieb) des geplanten Windparks mit Anlagen unterschiedlicher Rotordimensionierung auf das Schutzgut Zugvögel wirken können, sind der Vogelschlag und die Barrierewirkung zu nennen. Nachlaufströmungen können das Flugverhalten beeinflussen und ggf. zu Abstürzen führen (Winkelman 1992, Desholm et al. 2006, Fox et al. 2006, Hüppop et al. 2019). Starke Luftdruckschwankungen im Nahbereich der Rotoren bzw. im Zuge der Nachlaufströmungen können Verletzungen hervorrufen (Barotrauma, bspw. Kollabieren der Lunge), wobei dieser Effekt bei Vögeln als weniger kritisch einzustufen ist als bei Fledermäusen (Baerwald et al. 2008, Barclay et al. 2017). Nachlaufströmungen sind bei in Betrieb befindlichen Windkraftanlagen zu erwarten, so dass diese Wirkfaktoren nicht für den Bau/Rückbau oder die Anlagen an sich relevant sind.

Vogelschlag kann auch während der Bau- und Rückbauphase an Schiffen oder Baugeräten auftreten, jedoch sind Kollisionen mit den eigentlichen Windenergieanlagen relevanter, so dass diese Auswirkung primär anlage- und betriebsbedingt einzuordnen ist. Die Auswirkung „Vogelschlag“ wird als anlagebedingte Auswirkung diskutiert, wobei anzumerken ist, dass die betriebsbedingten Auswirkungen identisch sind bzw. durch die Drehung der Rotoren verstärkt werden (höheres Kollisionsrisiko und wahrscheinlich höhere Barrierewirkung durch Bewegung der Rotoren).

Lichtemission

Fliegende Vögel können durch baustellen- oder anlagenassoziierte Beleuchtung angelockt und daraufhin durch Kollision mit Windenergieanlagen getötet werden (Hüppop et al. 2016) oder die bestehenden Windkraftanlagen bzw. Windparks als Barriere empfinden und dadurch ihre Zugrichtung ändern. Letzteres kann wiederum dazu führen, dass die Zugstrecke sich verlängert und

es zu einem erhöhten Energieaufwand und damit einem negativen Einfluss auf Zugvögel kommt (Hüppop et al. 2019).

Da die Flughöhen und die Anteile der erfassten Zugvögel im Gefährdungsbereich der Rotoren entscheidend für die Beurteilung der Wirkfaktoren der Anlagen im Schwankungsbereich zwischen unterer und oberer Bandbreite der Rotordimensionierung sind, werden in Tab. 5.2 die relevanten Parameter der unteren und oberen Bandbreite der Rotordimensionierung gegenübergestellt. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Anzahl beteiligter Schiffe beim Bau und Rückbau nicht zwischen den Modellwindparkparametern unterscheidet (hier angegeben sind als Minimum vier Schiffe: Errichterschiff, Guard Vessel, Zubringer, Blasenschleierschiff).

Tab. 5.2 Wirkfaktoren mit Angaben zu relevanten Modellwindparkparametern (nach Tab. A. 1) für die untere und obere Bandbreite der Rotordimensionierung.

Wirkfaktoren	Phase	Relevanter Parameter	untere Bandbreite	obere Bandbreite
Hindernis im Luftraum	Anlagen- und betriebsbedingt	Höhe der unteren Rotorspitze [m]	25	50
		Rotordurchmesser [m]	200	300
		Vom Rotor überstrichene Fläche [m ²]	31.416	70.686
		Gesamthöhe [m]	225	350
Lichtemission	Bau-/Rückbau, betriebsbedingt	Nabenhöhe [m]	125	200
		Anzahl Schiffe	mind. 4	mind. 4
Nachlaufströmung	betriebsbedingt	Rotordurchmesser [m]	200	300
		Vom Rotor überstrichene Fläche [m ²]	31.416	70.686

In den folgenden Kapiteln werden die bau- und rückbaubedingten sowie anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren und damit verbundene Auswirkungen für die untere und obere Bandbreite der Rotordimensionierung auf der Basis von Sichtbeobachtungen und Erfassungen mit dem Vertikalradar beschrieben. Für die Auswirkung „Vogelschlag“ liegt der Fokus hierbei auf dem Zugaufkommen im Bereich der Rotorebene (Gefährdungsbereich).

Ruferfassungen geben einen Eindruck über das beteiligte Artenspektrum und die saisonale und tageszeitliche Verteilung des Vogelzuges. Aussagen über Flughöhen oder andere für den Vergleich relevante Parameter lassen sich aus den Ruferfassungen jedoch nicht ableiten, so dass sie in den folgenden Beschreibungen nicht berücksichtigt werden.

Bei der folgenden Betrachtung der Anlagengrößen sei betont, dass die Beschreibung der Auswirkungen sich auf die untere und obere Grenze der Bandbreite für die möglichen zu installierenden Anlagen beziehen. Zwischen dieser unteren und oberen Bandbreite besteht ein Kontinuum möglicher Anlagengrößen, wodurch die tatsächlichen Auswirkungen ebenfalls zwischen den Auswirkungen für kleine (untere Bandbreite) und große Anlagen (obere Bandbreite) liegen werden.

5.1 Bau-/Rückbaubedingte Wirkfaktoren

Offshore-Baustellen können durch **Lichtemissionen** Störungen hervorrufen, die artspezifisch unterschiedlich ausgeprägte Scheuch- und Barriereeffekte ausüben, bei ungünstigen Witterungsbedingungen aber auch eine Anlockung bewirken können.

Durch die sichtbaren Bautätigkeiten entsteht ein Bereich, der von Zugvögeln als Barriere empfunden werden kann und somit gemieden wird. Hierzu tragen neben Schiffsverkehr und Helikopterflügen auch die im Bau/Rückbau befindlichen WEA sowie das Umspannwerk bei. Durch diese Strukturen kann eine Barriere Wirkung hervorgerufen werden, die Vögel dazu veranlasst, den Störungsbereich zu umfliegen. Da die Baustellen lokal begrenzt sind (wenn auch in Abhängigkeit vom Errichtungsstatus des gesamten Windparks in zunehmender räumlicher Ausdehnung), ist die zusätzliche Flugstrecke und der damit verbundene zusätzliche Energieaufwand für die Zugvögel jedoch als gering einzuschätzen. Die Bauaktivitäten im OWP „Nysted“ (Kahlert et al. 2004, Petersen et al. 2006) schienen während der Bauphase (Anwesenheit vieler Schiffe, Aufbau der WEA, Baulärm) die Flugwege ziehender Wasservögel tagsüber nicht zu beeinflussen. Nachts konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Die Beleuchtung der Baustelle kann für ziehende Vögel ein Hindernis darstellen und zu Ausweichbewegungen führen (Scheucheffekt). Allerdings fliegen Vögel vor allem nachts bei schlechter Sicht und Nebel gezielt beleuchtete Objekte an (Rebke et al. 2019, Hüppop et al. 2019). Auch bei Schiffen ist bekannt, dass es unter bestimmten Wetterbedingungen nachts zu massenhaftem Auftreten von Singvögeln kommen kann (Grimm 2015). Somit kann die Lichtemission sowohl einen Barriereeffekt haben als auch eine Anziehungswirkung ausüben und dadurch ein gehäuftes Auftreten in unmittelbarer Nähe anthropogener Strukturen bedingen. Bekannt ist dies vor allem von Singvögeln, die die Mehrzahl der ziehenden Vögel ausmachen. Die Lichtemissionen wirken über den Baustellenbereich hinaus, so dass die Ausdehnung als klein- bis mittelräumig angesehen wird. Während der Bauphase im OWP „Nysted“ konnten nachts keine signifikanten Unterschiede in der relativen Anzahl von Vogeltrupps festgestellt werden (Kahlert et al. 2004, Petersen et al. 2006).

Bezüglich der bau- und rückbaubedingten Wirkfaktoren für Anlagen im unteren und oberen Bereich der Bandbreite der Rotordimensionierung kann davon ausgegangen werden, dass der räumliche Umfang der Baustellen, die Anzahl der beteiligten Schiffe und das grundsätzliche Beleuchtungsregime der Schiffe und der Baustelle für die betrachteten Modellwindparkparameter vergleichbar sein werden. Daher sind keine bedeutenden Unterschiede in den Wirkungen auf den Vogelzug zu erwarten. Mit fortschreitendem Baustatus wird die Anzahl errichteter Windenergieanlagen zunehmen und die im Kapitel 5.2 beschriebenen anlagenbedingten Wirkfaktoren gewinnen immer mehr an Bedeutung. Die sich hieraus ergebenden Unterschiede im Vergleich der unteren und oberen Bandbreite der Rotoren werden im folgenden Kapitel beschrieben.

5.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Windenergieanlagen stellen ein **Hindernis im Luftraum** dar und anlagenbedingte Auswirkungen können in Form von Vogelschlag und als Barrierewirkung in Erscheinung treten.

Die artspezifische Kollisionsgefahr für Zugvögel mit Offshore-Windenergieanlagen ist weitgehend unbekannt und kann in ihrem Ausmaß bisher nicht zuverlässig eingeschätzt werden. Dies begründet sich vor allem durch die logistischen Herausforderungen, die bei Untersuchungen auf offener See bestehen. Personengestützte Untersuchungen analog zur Situation im Onshore-Bereich (z. B. das Sammeln von kollidierten Vögeln unter den Anlagen) sind im Offshore-Bereich nicht möglich und Ergebnisse von Land sind aufgrund unterschiedlicher Bedingungen nur eingeschränkt übertragbar, so dass auf automatisierte technische Verfahren zurückgegriffen werden muss. Vor allem die Arbeiten zum Vogelzug im Rahmen der StUKPlus-Forschungsvorhaben an der Forschungsplattform FINO1 und dem angrenzenden Testfeld „alpha ventus“ zielten auf eine Einschätzung von Kollisionen mittels verschiedener Techniken, wie speziellen Radargeräten und Kamerasystemen (Avitec Research 2014, 2019, Hill et al. 2014, IfAÖ 2014).

Schätzungen von Kollisionsopfern an Offshore-Windenergieanlagen liegen im Bereich von ca. 30 Kollisionen pro Anlage und Jahr (IfAÖ 2014) und höher (Bellebaum et al. 2008, Hüppop et al. 2016). Kollisionsmodellierungen basierend auf Vertikalradardaten in der Nordsee prognostizieren Kollisionsraten von 5,2 bis 22,9 Kollisionen je Anlage (je nach angewandter Meiderate, Welcker & Vilela 2019) und bis zu 25.873 Kollisionsopfer jährlich. Als grobe Schätzung wurden Anteile an den über der Nordsee ziehenden Vögel von 0,03 % (Nordsee) bzw. 0,002 % (Ostsee) berechnet, die jährlich mit Windenergieanlagen kollidieren könnten.

Totfunde an den Forschungsplattformen FINO1 und FINO3 in der Nordsee zeigten, dass vornehmlich Singvögel und speziell Drosseln von Kollisionen betroffen sind (Avitec Research 2014, 2019, Hüppop et al. 2016).

Wenn Zugvögel einen Windpark als **Barriere** erkennen und den Windpark daraufhin umfliegen, bedeutet diese Richtungsanpassung eine Verlängerung des Zugweges, wobei die damit einhergehende Erhöhung des Energiebedarfs der Zugvögel anhand bisheriger Studien (Speakman et al. 2009, Masden et al. 2010) vernachlässigbar erscheint. Erkenntnisse aus verschiedenen Offshore-Windparks in dänischen und niederländischen Gewässern zeigen eine Meidereaktion ab einer Entfernung von 1,5 - 2 km vor dem Windpark (z. B. Petersen et al. 2006, Skov et al. 2008, Krijgsveld et al. 2011). Bezogen auf den nächtlichen Zug von Singvögeln deuten Richtungsanpassungen am OWP „DanTysk“ auf ein Umfliegen des Windparks hin (Avitec Research 2019).

Der erhöhte Energieverbrauch könnte sich auf die Fitness der Vögel auswirken und die Überlebensrate und den Bruterfolg beeinflussen. Hüppop et al. (2005) berechnen für eine durch Barriereeffekte um ca. 110 km verlängerte Zugstrecke über See einen Verlust an Körperreserven, der bei ausbleibender Kompensation eine geringere Reproduktionsleistung zur Folge haben kann. Eine erhöhte Mortalität wird nicht prognostiziert und die Energieverluste können i. d. R. kompensiert werden (zusätzliche Rast von 1 bis 2 Tagen).

Die räumliche Dimension des geplanten Windparks in der Fläche N-6.6 würde vermutlich zu einer Erhöhung der Flugstrecke aufgrund des Umfliegens des Windparks von einigen Kilometern führen. Zugvögel müssen derzeit bereits Ausweichbewegungen um die Windparks „Deutsche Bucht“, „Veja Mate“ und „BARD Offshore 1“ im Cluster 6 ausführen. Der zusätzliche Umweg aufgrund des geplanten Windparks in der Fläche N-6.6 dürfte somit eher gering sein. Auch zusammen mit den bereits vorhandenen Ausweichbewegungen um das Cluster 6 ist jedoch eine Annäherung an eine kritische Distanzzunahme von 110 km nicht zu erwarten (auch dann wäre eine Kompensation durch Nahrungsaufnahme bei der nächsten Rast möglich).

Im Folgenden werden die Aspekte der Kollision und der Barrierewirkung im Kontext der betrachteten unteren und oberen Bandbreite der Rotordimensionierung als anlagebedingte Wirkfaktoren diskutiert. Die in Tab. 5.2 beschriebenen Bandbreiten der Rotorgrößen (siehe auch Tab. A. 1) unterscheiden sich durch verschiedene Abmessungen der einzelnen Anlagen (s. auch BSH 2020b).

Bezüglich Kollisionen sind folgende Aspekte und Anlagenparameter relevant (vgl. Tab. 5.2):

- Höhe der unteren Rotorspitze: Dieser Wert ist relevant für tief fliegende Vögel. Je höher die untere Rotorspitze über der Meeresoberfläche verläuft, desto weniger Vögel halten sich im Gefährdungsbereich des Rotors auf. Als Datengrundlage dienen v. a. die Sichtbeobachtungen, da das Vertikalradar tief fliegende Vögel nur unvollständig erfasst.
- Gesamthöhe: Die Gesamthöhe definiert, bis zu welcher Flughöhe die Vögel sich in einem Gefährdungsbereich befinden. Als Datengrundlagen dienen die ermittelten Höhenverteilungen aus den Sichtbeobachtungen (mit der Einschränkung der Erfassung bis ca. 200 m Höhe) und den Vertikalradarerfassungen.
- Rotordurchmesser/vom Rotor überstrichene Fläche: Entsprechend der ermittelten Höhenverteilung kann geschätzt werden, welcher Anteil des Zuggeschehens sich im Gefahrenbereich des Rotors befindet (Sichtbeobachtungen eingeschränkt bis 200 m Höhe). Es kann von der Annahme ausgegangen werden, dass sich in einer größeren vom Rotor überstrichenen Fläche auch mehr Vögel aufhalten können und somit mehr Vögel einer Kollisionsgefahr ausgesetzt sind. Diese Annahme trifft zu, sofern von einer Gleichverteilung der Vögel im Bereich des Rotors ausgegangen wird. Bei der oberen Bandbreite erhöht sich der Rotordurchmesser um den Faktor 1,5 im Vergleich zu Anlagen der unteren Bandbreite (Rotordurchmesser untere Bandbreite = 200 m, obere Bandbreite = 300 m), während die vom Rotor überstrichene Fläche bei der oberen Bandbreite um den Faktor 2,25 größer ist als bei Rotoren der unteren Bandbreite (Tab. 5.2: obere Bandbreite: 70.686 m²/untere Bandbreite: 31.416 m²).

Bei den Tagzugbeobachtungen im Bereich der Fläche N-6.6 bedingt die praktische Einschränkung bei der Erfassung der Tiere, dass nahezu alle Beobachtungen in einem Höhenbereich zwischen 0 und 200 m registriert wurden (höher fliegende Vögel sind durch den Beobachter nicht systematisch erfassbar). Aufgrund dieser Höhenbeschränkung der Sichtbeobachtungen auf Vögel bis 200 m Flughöhe sind die Werte der beiden Bandbreiten nur eingeschränkt vergleichbar. Dennoch geben die Sichtbeobachtungen als Ergänzung zu den Radarerfassungen wertvolle Erkenntnisse, da die bei Sichtbeobachtungen im Fokus stehenden tief fliegenden Vögel vom

Vertikalradar nur unvollständig erfasst werden (vgl. Kapitel 2.4). Zudem liefern die Sichtbeobachtungen Hinweise zum beteiligten Artenspektrum.

Während des Frühjahrszuges 2019 befanden sich nach Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung 24 % der gesichteten Vögel innerhalb der Höhenschicht der Rotoren von 25 bis 225 m (untere Bandbreite), bei Anlagen mit einer Rotorhöhe von 50 bis 350 m (obere Bandbreite) waren es dagegen lediglich 15 % (Abb. 5.1). Im Herbst 2019 lagen diese Werte mit 20 % (25 bis 225 m) und 7 % (50 bis 350 m) etwas niedriger als im Frühjahr 2019 (25 bis 225 m: 24 %, 50 bis 350 m: 15 %). Entsprechend der prozentualen Darstellung waren die Anteile unterhalb der Rotorebene (also unterhalb des Gefährdungsbereichs des Rotors) bei größeren WEA im Frühjahr 2019 mit 85 % höher als bei kleineren WEA mit 75 %. Die Anteile im Herbst 2019 betragen 93 % bei großen WEA gegenüber 80 % bei kleinen WEA.

Im Frühjahr 2020 wurden ähnlich viele Vögel in der Rotorebene registriert wie im Herbst 2019: 20 % aller gesichteten Vögel befanden sich innerhalb der Rotorebene 25 bis 225 m (untere Bandbreite) und 6 % wurden innerhalb der Rotorebene 50 bis 350 m (obere Bandbreite) beobachtet. Im Herbst 2020 flogen 26 % aller gesichteten Vögel in Flughöhen von 25 bis 225 m (untere Bandbreite). Das ist der höchste im Untersuchungszeitraum registrierte Wert und liegt damit 2 Prozentpunkte höher als im Frühjahr 2019. Der Anteil der Vögel mit Flughöhen zwischen 50 und 350 m (obere Bandbreite) lag bei 8 % und damit 7 Prozentpunkte niedriger als im Frühjahr 2019. Über beide Erfassungsjahre gepoolt flogen unterhalb der Rotoren im Frühjahr 77 % bzw. 88 % (untere bzw. obere Bandbreite) und im Herbst 76 % bzw. 92 % der Vögel. Im Rotorbereich waren es 23 % bzw. 12 % (untere bzw. obere Bandbreite) im Frühjahr und 23 % bzw. 8 % im Herbst. Oberhalb wurde in beiden Jahreszeiten maximal 1 % der Vögel gesichtet.

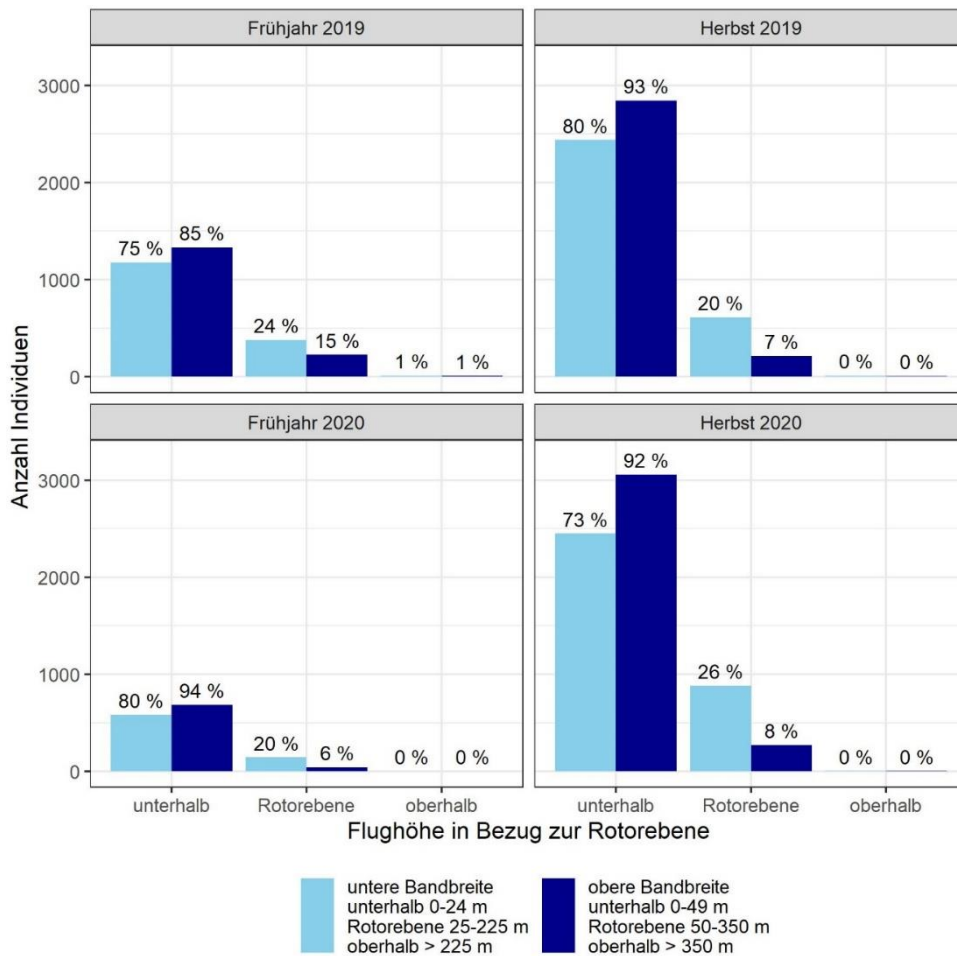


Abb. 5.1 Anzahl Individuen und deren prozentuale Anteile in Bezug zur Rotorebene (unterhalb, in Rotorhöhe, oberhalb) im Erfassungsjahr 2019 (links) und 2020 (rechts) im Vergleich der Modellwindparkparameter (untere und obere Bandbreite) basierend auf Sichtbeobachtungen.

Für viele tagsüber ziehende Seevögel ist bekannt, dass sie oft tief über der Wasseroberfläche ziehen (Seeschwalben, Seetaucher, Enten, Alken; Knust et al. 2003). Der Bereich unterhalb von 50 m ist die bevorzugte Höhenschicht für diese Gruppen (Krüger & Garthe 2001, Garthe & Hüppop 2004, Cook et al. 2012, Furness et al. 2013). In der vorliegenden Untersuchung flogen zwischen 73 % (Herbst 2020) und 80 % (Herbst 2019 und Frühjah 2020) aller erfassten Individuen unterhalb von 25 m (Abb. 5.1).

Mit den größeren Anlagen der oberen Bandbreite und der Zunahme der minimalen Höhe der Rotoren von 25 m auf 50 m über der Wasseroberfläche vermindert sich die Überschneidung des Rotorbereichs mit dem Höhenbereich für das Zugeschehen von bevorzugt tief fliegenden Arten. Bei einem Schwerpunkt des Vogelzuges unterhalb von 100 m können sich aufgrund dieses Unterschiedes von 25 m insgesamt mehr Vögel im Rotorbereich der kleineren Anlagen aufhalten als im Rotorbereich der oberen Bandbreite (z. B. beim Vogelzug am Tag in den Monaten Juli und August 2019 bzw. Juli und November 2020; s. Kapitel 3.1.2.2).

Die Untergrenze der Rotoren bei Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite würde vermutlich zu einer Minderung potenzieller Kollisionen bei den größeren Anlagen führen, da ein geringerer Anteil

dem Einflussbereich des Rotors ausgesetzt ist. Da die meisten Möwenarten kein Meideverhalten gegenüber Offshore-Windparks zeigen, gelten sie als besonders gefährdet für Kollisionen (Dierschke & Garthe 2006, Furness et al. 2013, Brabant & Vanermen 2020). Nach Sichtbeobachtungen auf Helgoland bevorzugen auch Möwen Höhenschichten unterhalb von 50 m (Knust et al. 2003). Messungen mittels Rangefinder ergaben für Großmöwen (Silber-, Herings- und Mantelmöwe) bevorzugte Höhen von 30 - 150 m, während Zwerg-, Dreizehen- und Sturmmöwen sowie Basstölpel meist unterhalb von 30 m flogen (Mendel et al. 2015). Für letztere Gruppe würden die größeren Anlagen (obere Bandbreite) bedeuten, dass sich ihre bevorzugten Flughöhen nicht mehr mit der Rotorfläche überschneiden und mögliche Kollisionen vermieden würden. Dies würde auch auf den Basstölpel zutreffen. So wurden in einer GPS-gestützten Studie über Basstölpel einer Kolonie in Schottland (Bass Rock) mediane Flughöhen von 27 m während der Nahrungssuche festgestellt, während die Vögel bei Flügen zwischen Kolonie und Nahrungsgebiet niedriger flogen (Cleasby et al. 2015).

Bei Großmöwen mit bevorzugten Flughöhen von 30 bis 150 m würde es bei Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite (Rotorhöhe 25 - 225 m) zu einer stärkeren Überschneidung von Flughöhe und Rotorhöhe kommen (Überschneidung von 30 bis 150 m) als bei Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite (Rotorhöhe 50 - 350 m; Überschneidung von 50 bis 150 m). Dadurch würde bei Anlagen in der unteren Bandbreite vermutlich ein größerer Anteil des Zuggeschehens im Höhenbereich der Rotoren stattfinden als bei Anlagen in der oberen Bandbreite. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch die deutlich größere vom Rotor überstrichene Fläche bei den großen Anlagen (ca. 2,25-fach größer als bei Anlagen der unteren Bandbreite, s. Tab. 5.2). Neben Großmöwen gilt dies auch für weitere Arten, die eher hoch fliegen, wie z. B. Kormorane, Greifvögel, Gänse, Reiher (Knust et al. 2003), die jedoch im Bereich der Fläche N-6.6 nicht oder eher selten vorkamen.

Für tagsüber ziehende Vögel ist somit bezüglich der Kollisionsgefährdung von artspezifischen Unterschieden zwischen Anlagen der unteren und oberen Bandbreite der Rotordimensionierung auszugehen. Insbesondere für tief fliegende Arten wären große Anlagen mit einem hohen Minimalabstand zu Wasseroberflächen vorteilhaft. Johnston et al. (2014) wiesen abnehmende Kollisionsraten bei Seevögeln mit zunehmendem Rotordurchmesser nach. Als Ursachen werden die geringere Anzahl benötigter Anlagen, der größere Abstand zwischen den einzelnen Anlagen sowie eine größere Mindesthöhe der Rotoren über der Wasseroberfläche genannt.

Aus den Radarerfassungen werden die Anteile der Echos innerhalb der Rotorebene für die Beschreibung der anlagespezifischen Wirkfaktoren herangezogen (Abb. 5.2). Für den Bereich unterhalb der Rotorebene liegen zwar auch prozentuale Anteile der erfassten Echozahlen vor, die jedoch aufgrund der unvollständigen Erfassung sehr tief fliegender Vögel nicht aussagekräftig sind.

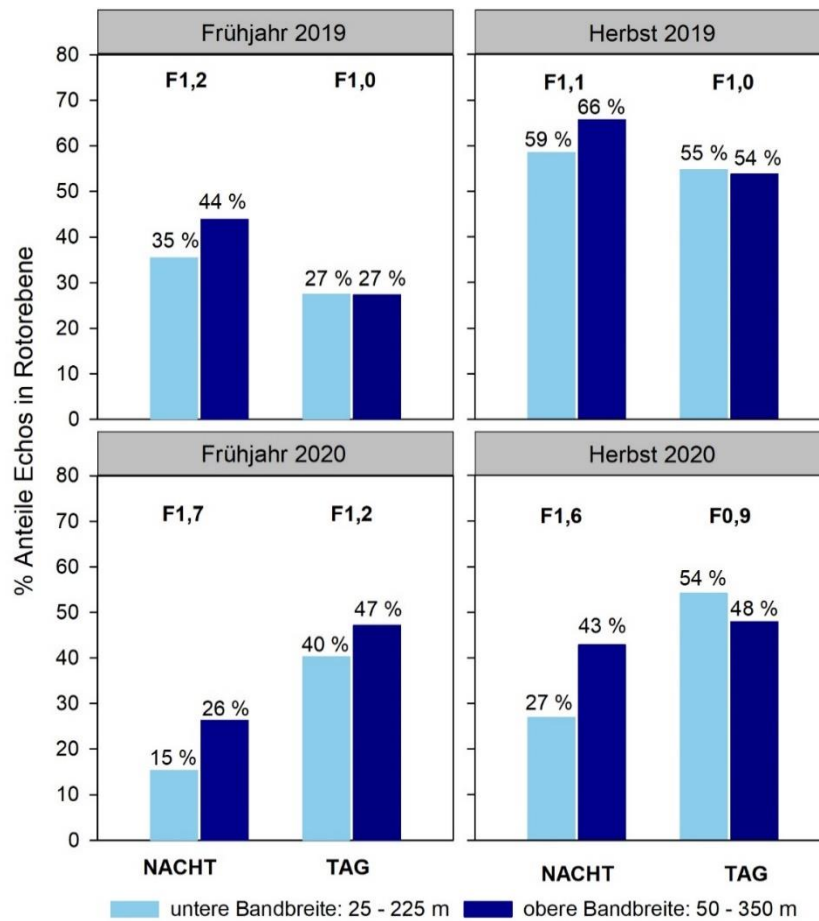


Abb. 5.2 Prozentuale Anteile der Echos innerhalb der Rotorebene in den Erfassungsjahren 2019 (oben) und 2020 (unten) im Vergleich der unteren und oberen Bandbreite der Rotorgrößen für den nächtlichen Vogelzug (NACHT) und den Vogelzug am Tag (TAG). Angegeben ist weiterhin der Faktor, um den sich der Anteil Echos bei der oberen Bandbreite gegenüber der unteren Bandbreite erhöht bzw. vermindert ($F = \% \text{ obere Bandbreite} / \% \text{ untere Bandbreite}$).

Die Radarerfassungen ergaben für den gesamten Zeitraum (2 Jahre, unabhängig von der Jahreszeit) eine Erhöhung des Echoanteils in der Rotorebene während des nächtlichen Vogelzuges von 33 % der Echos in der Höhengschicht der unteren Bandbreite auf 44 % in der Höhengschicht der oberen Bandbreite. Am Tag waren die Anteile mit 49 % (untere Bandbreite) bzw. 48 % der Echos dagegen nahezu identisch.

Es traten Unterschiede zwischen den Jahreszeiten und Erfassungsjahren auf. Im Frühjah 2019 wurden nachts im Bereich der unteren Bandbreite 35 % aller Echos erfasst, im Bereich der oberen Bandbreite waren es mit 44 % um den Faktor 1,2 mehr. Im Herbst lagen die Anteile nachts ziehender Vögel innerhalb der Rotorebenen höher als im Frühjah und die Zunahme der Echoanteile betrug 7 % von der unteren (59 %) zur oberen Bandbreite (66 %; Faktor der Zunahme: 1,1).

In der Hellphase waren die Echoanteile innerhalb der Rotorebene geringer als in der Nacht (insbesondere im Frühjah). Sowohl im Frühjah als auch im Herbst ergaben sich nahezu identische Anteile von Echos in der Rotorebene im Vergleich von unterer und oberer Bandbreite (Frühjah: 27 %, Herbst: ca. 55 %, Faktor 1,0 in beiden Vergleichen). Die Höhenverteilung am Tage zeichnete sich sowohl im Frühjah als auch im Herbst durch einen hohen Anteil unterhalb von 100 m

fliegender Vögel aus, und vergleichsweise geringe Anteile des Vogelzuges fanden im Höhenbereich von ca. 225 bis 350 m statt.

Im Erfassungsjahr 2020 war für den nächtlichen Vogelzug der Unterschied zwischen den Echoanteilen in der unteren und oberen Bandbreite der Rotordimensionierung stärker ausgeprägt als im Jahr 2019. Im Frühjahr lagen die Echoanteile in der oberen Bandbreite um einen Faktor 1,7 (Unterschied 11 %) und im Herbst um einen Faktor 1,6 (Unterschied 16 %) höher als in der unteren Bandbreite. Für den Vogelzug am Tag ergaben sich im Frühjahr 2020 höhere Anteile des Vogelzuges im Bereich der Rotorhöhe der oberen Bandbreite (47 %, untere Bandbreite: 40 %), während sich im Herbst 2020 mehr Vögel im Höhenbereich der unteren Bandbreite (54 %) als im Höhenbereich der oberen Bandbreite aufhielten (48 %). Insbesondere im November 2020 fand sehr starker Vogelzug unterhalb von 100 m statt (s. Abb. 3.8 in Kapitel 3.1.2.2) und offensichtlich auch in hohen Anteilen im Höhenbereich von 25 bis 50 m, der der unteren Bandbreite zugeordnet wird. In diesem Monat wurde dagegen oberhalb von 200 m kaum Vogelzug registriert (der größtenteils der oberen Bandbreite zugeordnet wird, 225 bis 350 m).

Insgesamt ist festzustellen, dass sich bezogen auf den nächtlichen Vogelzug bei Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite mehr Vögel im Höhenintervall der Rotorebene aufhielten und sich damit im Gefahrenbereich für mögliche Kollisionen befanden als bei kleineren Anlagen der unteren Bandbreite. Für den Vogelzug am Tag gab es dagegen kaum Unterschiede (2019, bzw. Gesamtdaten) bzw. im Herbst 2020 war das Verhältnis sogar umgekehrt (mehr Vögel im Höhenbereich der unteren Bandbreite).

Bezüglich der Barrierewirkung ist davon auszugehen, dass die größeren Anlagen im oberen Bereich der Bandbreite (Gesamthöhe 350 m) aus größerer Entfernung wahrgenommen werden als die Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite (Gesamthöhe 225 m). Somit ist zu vermuten, dass bei den größeren Anlagen mögliche Reaktionen bereits in größerer Entfernung vom Windpark erfolgen und dadurch vermutlich ein großräumigeres Umfliegen des Windparks erfolgt als bei einem Windpark mit kleineren Anlagen. Literaturangaben zu Reaktionen in Bezug zur Größe eines Windparks bzw. zur Größe von Einzelanlagen liegen für den Offshore-Bereich nicht vor.

5.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Grundsätzlich kann angenommen werden, dass die in Kapitel 5.2 beschriebenen anlagebedingten Wirkfaktoren auch für einen in Betrieb befindlichen Windpark gelten. Es kann weiterhin davon ausgegangen werden, dass durch die Drehung der Rotoren die Aspekte des **Hindernisses im Luftraum** (Kollisionen, Barrierewirkung) verstärkt werden. Als weitere betriebsbedingte Wirkfaktoren werden **Lichtemissionen** und **Nachlaufströmungen** diskutiert.

Bezüglich des Aspektes der **Kollisionen** (Hindernis im Luftraum) bei im Betrieb befindlichen Windparks werden im Folgenden die möglichen Wirkfaktoren innerhalb der Bandbreite der betrachteten Rotordimensionierung diskutiert.

Bei Windparks mit Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite werden aufgrund der höheren Leistung weniger Einzelanlagen installiert als bei Windparks mit Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite. Bei der Frage, ob ein im Betrieb befindlicher Windpark mit weniger, dafür großen Anlagen bezüglich der Kollisionsgefahr für Zugvögel günstiger einzuschätzen ist als ein Windpark

mit einer größeren Anzahl kleinerer Anlagen, sind grundsätzlich zwei Aspekte zu bedenken: die Kollisionswahrscheinlichkeit an einzelnen Anlagen sowie die Betrachtung eines ganzen Windparks.

Bei der Betrachtung einzelner Anlagen zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Radaruntersuchung, dass sich bei Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite für den nächtlichen Vogelzug je nach Saison und Jahr etwa 1,1 bis 1,7-fach mehr Vögel im Bereich der Rotorebene aufhalten würden als bei Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite. Daraus kann gefolgert werden, dass bei den größeren Anlagen mehr nächtlich ziehende Vögel einem potenziellen Kollisionsrisiko ausgesetzt sind als bei den kleineren Anlagen. Am Tag lag dagegen aufgrund des hohen Anteils tief fliegender Vögel in drei der vier Zugperioden entweder kein Unterschied vor (Frühjahr und Herbst 2019) oder es befanden sich sogar mehr Vögel im Rotorbereich der Anlagen der unteren Bandbreite (Herbst 2020). Im Frühjahr 2020 wurden wiederum 1,2-fach mehr Vögel im Rotorbereich der größeren Anlagen registriert.

Neben der reinen Anzahl potenziell gefährdeter Vögel ist auch die variierende Kollisionswahrscheinlichkeit mit den unterschiedlich dimensionierten Anlagen zu betrachten. Im Vergleich von kleinen und großen Anlagen ist zu berücksichtigen, dass sich bei großen Anlagen einerseits die Kollisionswahrscheinlichkeit erhöht, da die Kollisionsfläche zunimmt (breitere und längere Rotorblätter), andererseits bewirkt die langsamere Drehgeschwindigkeit der größeren Rotoren eine Minderung des Risikos einer Kollision. Kleine Anlagen haben dagegen eine geringere Kollisionsfläche (schmalere und kürzere Rotorblätter), aufgrund der höheren Drehgeschwindigkeit erhöht sich jedoch die Kollisionswahrscheinlichkeit. Beide Faktoren (große Kollisionsfläche/langsame Drehung vs. kleine Kollisionsfläche/schnelle Drehung) sind gegenläufige Prozesse, die sich somit im Vergleich der Anlagen in gewissem Umfang in ihren Auswirkungen aufheben.

Als zweiter Aspekt ist der gesamte Windpark zu betrachten, der bei Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite aus weniger Einzelanlagen in größeren Entfernungen zueinander besteht. In der Bilanz kollisionsgefährdeter Vögel sind somit projektspezifische Parameter zu betrachten (d. h. Größe und Anzahl der Anlagen), wobei sich in einem Windpark mit wenigen großen Anlagen trotz der größeren Einzelanlagen eine geringere Anzahl von Vögeln im Rotorbereich aufhalten, kann als in einem Windpark mit vielen kleinen Anlagen. Weiterhin ist zu beachten, dass aufgrund der größeren Abstände der größeren Anlagen zueinander das Durchfliegen des Windparks, z. B. nach einem horizontalen Ausweichen gegenüber Einzelanlagen (meso-avoidance), erleichtert wird. Bei vielen kleinen Anlagen sind die Korridore durch den Windpark entsprechend enger und für Zugvögel möglicherweise weniger erkennbar als bei weit auseinander stehenden Anlagen. Als weiterer Aspekt sind ggf. Unterschiede im Meideverhalten vorhanden, die die Kollisionswahrscheinlichkeit sehr stark beeinflussen (Chamberlain et al. 2006). Denkbar wäre hierbei ein stärkeres Meideverhalten gegenüber den großen Anlagen (v. a. weiträumige Meidung, macro-avoidance).

Für die Gesamtbeurteilung von Windpark-Konstellationen im Schwankungsbereich von weniger Einzelanlagen mit Rotoren im Bereich der oberen Bandbreite bis zu einer höheren Anzahl von Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite wären projektspezifische Kollisionsmodellierungen erforderlich, die sowohl die technischen Variationen der Windparks (bzw. der abiotischen Verhältnisse) als auch die standortspezifischen Charakteristika des Vogelzuges berücksichtigen (u. a. Artenspektrum, Zugruten, Höhenverteilungen).

Im Rahmen einer projektbezogenen Untersuchung von verschieden dimensionierten Windparks in der Ostsee (20 große Anlagen bis 300 m Gesamthöhe vs. 33 kleinere Anlagen bis 226 m Gesamthöhe) wurden entsprechende detaillierte Kollisionsmodellierungen durchgeführt (IfAÖ et al. 2020). Hierbei wird betont, dass die Anzahl tatsächlich kollidierender Vögel aufgrund fehlender Validierungsmöglichkeiten im Offshore-Bereich sowie einer Reihe von Vereinfachungen und Einschränkungen des Kollisionsrisiko-Modells ungewiss bleibt, das Modell jedoch für eine qualitative Bewertung im Vergleich verschiedener Windpark-Szenarien dienen kann. Die Ergebnisse waren artspezifisch stark unterschiedlich, wobei über alle Arten/Artengruppen und Monate für einen Windpark mit größeren Anlagen eine Reduktion der Schlagopferzahl um durchschnittlich 53 % für den Vogelzug am Tage und um durchschnittlich 80 % für den nächtlichen Vogelzug ermittelt wurde. Der Windpark mit den wenigen, großen Anlagen zeigte somit gegenüber einem Windpark mit einer höheren Anzahl kleinerer Anlagen deutlich geringere Schlagopferzahlen. Ähnliche Ergebnisse erzielten Johnston et al. (2014) für Kollisionsabschätzungen bei Seevögeln.

Für die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Studie aus der Ostsee auf die Situation in der Nordsee ist zu berücksichtigen, dass sich die Artenspektren unterscheiden. In der Ostsee dominierten am Tage (Sichtbeobachtungen) Gänse, Singvögel und Kraniche (weiterhin: Möwen, Enten, Meeresenten, Kormorane und Tauben). In der vorliegenden Studie zur Fläche N-6.6 dominierten Möwen, gefolgt von Tölpeln. Gänse und Singvögel spielten nur in einzelnen Erfassungsperioden eine größere Rolle, Kranichzug über der Nordsee findet nicht statt. Für den Vogelzug am Tag bestehen somit große Unterschiede im Artenspektrum, die wiederum eine Übertragbarkeit der Ergebnisse der Kollisionsmodellierung von der Ostsee auf die Nordsee einschränken.

Für den nächtlichen Vogelzug dominieren in beiden Studien (IfAÖ et al. 2020 und vorliegende Studie) Singvögel, so dass die Ergebnisse von der Ostsee auf die Nordsee grundsätzlich übertragbar sind (unter Berücksichtigung variierender Höhenverteilungen).

Kollisionsmodellierungen im Vergleich von kleinen und großen Windenergieanlagen zeigen (unter der vereinfachenden Annahme einer Gleichverteilung der Vögel im Luftraum), dass bei größeren Anlagen die Anzahl von Kollisionen pro Megawatt Leistung sinkt (Shimada 2021). Bei einer gleichen Gesamtleistung zweier Windparks würden somit in einem Windpark mit größeren Anlagen weniger Kollisionen vorkommen als in einem Windpark mit kleineren Anlagen.

Insgesamt scheinen somit in einem Windpark mit wenigen großen Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite der Rotorabmessungen weniger Kollisionen aufzutreten als in einem Windpark mit einer höheren Anzahl kleinerer Anlagen. Diese Einschätzung trifft für den nächtlichen Vogelzug zu und vermutlich auch für den Vogelzug am Tage. Trotz eingeschränkter Übertragbarkeit der Ostsee-Studie auf die Nordsee besteht für viele tieffliegende Arten am Tage ein Vorteil einer größeren Mindesthöhe der hier betrachteten Anlagen (50 m anstatt 25 m). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass am Tag nur geringe Unterschiede in den Echoanteilen bestanden (untere vs. obere Bandbreite), so dass eine reduzierte Anzahl von größeren WEA in einem Windpark zu geringeren Kollisionszahlen führen würde.

Von im Betrieb befindlichen Windparks ist aufgrund der Bewegungen der Rotorblätter vermutlich von einer stärkeren **Barrierewirkung** auszugehen als bei den rein anlagebedingten Wirkungen. Erfahrungen im Vergleich von unterschiedlich dimensionierten Anlagen oder Windparks liegen für

den Offshore-Bereich nicht vor. Auch im Betrieb ist jedoch vermutlich von einer höheren Scheuchwirkung größerer Anlagen auszugehen (wie in Kapitel 5.2 beschrieben).

Lichtemissionen beleuchteter Bauwerke im Offshore-Bereich können auf nachts ziehende Vögel eine anziehende Wirkung ausüben (z. B. Hüppop et al. 2006, Poot et al. 2008, Hüppop & Hilgerloh 2012). In Kombination mit ungünstigen Wetterbedingungen (Nebel, Starkregen, starker Gegenwind) kann diese Attraktionswirkung zu einem erhöhten Aufkommen von Vögeln im Bereich von Windparks führen und damit zu einem erhöhten Kollisionsrisiko. Im Windpark „alpha ventus“ wurden höhere Zugraten innerhalb des Windparks im Vergleich zu außerhalb des Windparks mit der anziehenden Wirkung der Beleuchtung der Anlagen in Verbindung gebracht (IfAÖ 2014).

Das Beleuchtungsregime eines Windparks (welche Art von Beleuchtung an welchen Anlagen und in welchen Bereichen der Anlage) und die Beleuchtungsstärke sind im Rahmen von Vorgaben zur Sicherheit des Schiffs- und Luftverkehrs geregelt und werden sich zwischen den unterschiedlich dimensionierten Anlagen (untere und obere Bandbreite der Anlagendimensionierung) nicht unterscheiden. Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift für die Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV; http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_24042020_LF15.htm) gibt eine einheitliche Beleuchtung für Bauwerke ab 150 m vor, einer Höhe, die für beide Varianten zutrifft.

Der Hauptunterschied in der Wirkung der Beleuchtung wird vermutlich in der Höhe der Beleuchtung auf der Gondel zur Sicherung des Flugverkehrs liegen. Gemäß § 9 Absatz 8 EEG ist Nachtkennzeichnung zukünftig jedoch bedarfsgerecht umzusetzen, d. h. Beleuchtung zur Flugsicherung soll nur bei akutem Bedarf (Flugzeug in der Nähe) aktiv, ansonsten aber ausgeschaltet sein. Die Nabenhöhe der beiden Varianten unterscheidet sich um 75 m (Nabenhöhe untere Bandbreite: 125 m; obere Bandbreite: 200 m), so dass die Beleuchtung von Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite vermutlich aus größerer Entfernung erkennbar sein wird. Ob die Beleuchtung in größerer Höhe auch zu einem größeren Wirkungsradius des Lichts und zu einer höheren Anziehungswirkung führt, ist derzeit jedoch spekulativ, da entsprechende Referenzdaten und -untersuchungen fehlen. Die Lichtfarbe und der Blinkmodus (die einen Einfluss auf die Attraktionswirkung von Licht auf Zugvögel haben, Jones & Francis 2003, Evans et al. 2007, van de Laar 2007, Poot et al. 2008, Rebke et al. 2019) zur Kennzeichnung der Anlagen sind vorgegeben und unterscheiden sich nicht zwischen den unterschiedlich dimensionierten Anlagen. Daher sind bezüglich dieser Parameter im Vergleich der Anlagen keine Unterschiede in den Wirkungen auf Zugvögel zu erwarten.

Durch drehende Rotoren verursachte **Nachlaufströmungen** und Luftverwirbelungen können im Nahbereich das Flugverhalten von Zugvögeln beeinflussen und ihre Manövrierfähigkeit beeinträchtigen sowie durch starke Luftdruckunterschiede Verletzungen (Barotraumata) verursachen. Modellierungen an Offshore-Windparks in der Nordsee zeigen, dass Nachlaufströmungen in Distanzen von bis zu 50 km bei bestimmten atmosphärischen Bedingungen nachweisbar sind (Platis et al. 2020). Turbulenzen kommen im Übergangsbereich zu den Windfahnen vor (also der Bereich, in dem ein Vogel in die Windfahne hineinfliegt) und sind ausgeprägter bei hohen Windstärken und einem dichteren Windpark-Layout. Ein Nachweis konkreter Auswirkungen (ggf. Absturz mit tödlichem Ausgang) gibt es für den Offshore-Bereich allerdings nicht, so dass die Bedeutung dieses Wirkfaktors schwer abzuschätzen ist. Generell ist zu erwarten, dass bei größeren Rotoren stärkere Nachlaufströmungen und Luftverwirbelungen

möglich sind als bei kleinen Rotoren, so dass dieser Wirkfaktor bei Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite stärker zum Tragen käme als bei Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite.

5.4 Zusammenfassung der vorhabenbedingten Wirkfaktoren

Bau- und rückbaubedingte Wirkfaktoren

Bau- und rückbaubedingte Wirkfaktoren sind primär in Zusammenhang mit den Lichtemissionen der Baustelle und einer damit verbundenen Meidung des Bereichs bzw. einer Anlockwirkung bei ungünstigen Witterungsbedingungen zu sehen. Potenzielle Auswirkungen sind dabei der Vogelschlag und die Barrierewirkung. Da im Vergleich der Rotorgrößen im Bereich der unteren und oberen Bandbreite keine wesentlichen Unterschiede in der Struktur und den Abmessungen der Baustellen vorliegen werden, sind auch keine Unterschiede in den Wirkungen auf den Vogelzug zu erwarten.

Anlagebedingte Wirkfaktoren

Als anlagebedingter Wirkfaktor ist der Aspekt „Hindernis im Luftraum“ zu nennen. Die mit diesem Faktor verbundenen Auswirkungen treten in Form von Vogelschlag und Barrierewirkung auf. Für tagsüber ziehende Vögel ist von artspezifischen Unterschieden in der Kollisionsgefährdung im Vergleich der Modellwindparkparameter (untere und obere Bandbreite) auszugehen. Mit den größeren Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite und der damit verbundenen Zunahme der unteren Durchlaufhöhe der Rotoren von 25 m auf 50 m über der Wasseroberfläche vermindert sich die Überschneidung des Rotorbereichs mit dem bevorzugten Höhenbereich für das Zugeschehen bei vornehmlich tief fliegenden Arten (z. B. Seeschwalben, Seetaucher, Enten, Alken, Kleinmöwen, Basstölpel). Diese würden außerhalb des Gefahrenbereichs fliegen und Kollisionen würden bei Rotoren im Bereich der oberen Bandbreite weniger häufig vorkommen als bei Rotoren im Bereich der unteren Bandbreite. Für Arten, die bevorzugt in größeren Höhen fliegen (z. B. Großmöwen, Gänse, Kormorane), kommt es bei Rotoren der oberen Bandbreite aufgrund der größeren Abmessungen der Rotoren zu einer größeren Überschneidung der genutzten Flughöhe mit dem Rotorbereich, so dass sich mehr Vögel im Gefahrenbereich aufhalten und möglicherweise mehr Kollisionen auftreten.

Bezogen auf den nächtlichen Vogelzug (ermittelt mittels Vertikalradargerät) führte die Zunahme des Rotordurchmessers von der unteren zur oberen Bandbreite zu einer Zunahme des Anteils von Vögeln, die sich im Höhenbereich der Rotorebene einzelner Anlagen befanden (1,1 bis 1,7-fach höher). Am Tag lag dagegen kein Unterschied im Zugaufkommen im Vergleich der unteren und oberen Bandbreite vor (Frühjahr und Herbst 2019) bzw. es befanden sich sogar teilweise mehr Vögel im Rotorbereich der Anlagen im unteren Bereich der Bandbreite (Herbst 2020). Dies spiegelt den hohen Anteil sehr tief fliegender Vögel am Tag wider. Nur in einer der vier betrachteten Zugperioden (Frühjahr 2020) wurden tagsüber 1,2-fach mehr Vögel im Rotorbereich der größeren Anlagen registriert.

Bezüglich einer Barrierewirkung ist zu vermuten, dass die größeren Anlagen der oberen Bandbreite (Gesamthöhe 350 m) bereits in größerer Entfernung vom Windpark von den Vögeln erkannt werden und dadurch möglicherweise ein großräumigeres Umfliegen des Windparks erfolgt als bei kleineren Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite. Die Auswirkungen des Barriereeffektes

werden insgesamt als gering angesehen, und daher wird auch dem Größenunterschied der Anlagen im Bereich beider Bandbreiten in Bezug zur Barrierewirkung vermutlich eine geringe Bedeutung zukommen.

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Als betriebsbedingte Wirkfaktoren sind neben dem Aspekt des Hindernisses im Luftraum weiterhin die Beleuchtung (Anziehungswirkung) und Nachlaufströmungen relevant.

Bezüglich Kollisionen (Hindernis im Luftraum) ist bei im Betrieb befindlichen Windparks neben der Dimensionierung der Einzelanlagen auch das Windpark-Layout zu berücksichtigen, also die unterschiedliche Anzahl der Anlagen, unterschiedliche Anlagengröße und deren Ausrichtung bzw. Abstände. In der Bilanz kollisionsgefährdeter Vögel (Aspekte Einzelanlagen, gesamter Park) sind somit projektspezifische Parameter zu betrachten, wobei sich in einem Windpark mit wenigen große Anlagen trotz der größeren Einzelanlagen eine geringere Anzahl von Vögeln im Rotorbereich aufhalten kann als in einem Windpark mit vielen kleinen Anlagen. Kollisionsmodellierungen in der Ostsee zeigten im Vergleich verschiedener Szenarien deutlich geringere Kollisionszahlen in Windparks mit wenigen großen Anlagen als in Windparks mit einer höheren Anzahl kleiner Anlagen. Unter Berücksichtigung einer eingeschränkten Vergleichbarkeit von Ost- und Nordsee (bezüglich des Artenspektrums am Tage) ist somit auch für die Nordsee zu vermuten, dass es während des Betriebes von Windparks mit wenigen großen Anlagen zu weniger Kollisionen von Zugvögeln kommen wird als bei Windparks mit einer größeren Anzahl kleinerer Anlagen.

Die Unterschiede in der Beleuchtung im Vergleich der Anlagengrößen bestehen in der Höhe der Flugsicherungsbeleuchtung, die bei Anlagen der oberen Bandbreite möglicherweise Vögel in einem größeren Einzugsbereich erreicht. Effekte der Nachlaufströmung sind vermutlich bei den größeren Anlagen der oberen Bandbreite stärker als bei Anlagen der unteren Bandbreite. Es fehlen jedoch konkrete Untersuchungen zu diesen beiden Aspekten.

6. NICHTTECHNISCHE ZUSAMMENFASSUNG

6.1 Deutsche nichttechnische Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht umfasst Untersuchungen zum Vogelzug im Rahmen von Flächenvoruntersuchungen der Fläche N-6.6 für den Zeitraum von Januar 2019 bis Dezember 2020 (zwei Erfassungsjahre). Dabei wird auf Daten der schiffsbasierten Erfassungen aus den Clusteruntersuchungen zum Windparkcluster 6 zurückgegriffen. Die Untersuchungen folgten gemäß Untersuchungsrahmen (BSH 2020a) den Anforderungen des StUK4 (BSH 2013). Die Erfassungen wurden von ankernden Schiffen aus durchgeführt, und die geforderten 50 Untersuchungstage pro Jahr wurden in beiden Jahren erreicht. Die Ankerplätze waren saisonal so gelegen, dass die aus der jeweiligen hauptsächlichen Herkunftsrichtung kommenden Vögel vor dem Cluster 6 erfasst wurden. Im Rahmen des vorliegenden Berichtes erfolgt ebenfalls eine schutzgutbezogene Bewertung des Bestandes sowie eine Beschreibung der Wirkfaktoren mit Bezug auf zwei vorgegebene Dimensionierungen der Windenergieanlagen (obere und untere Bandbreite). Die folgende Zusammenfassung ist nach den für die Untersuchung des Vogelzuges angewendeten Methoden gegliedert: Radarerfassungen (Vertikalradar), Zugbeobachtungen und Zugruferfassungen.

Im Rahmen der Auswertungen erfolgte eine Gegenüberstellung der Ergebnisse für unterschiedlich dimensionierte WEA entsprechend der Vorgaben des Umweltberichts zum Flächenentwicklungsplan 2020 (BSH 2020b) für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone der Nordsee, wobei Werte für eine untere und eine obere Bandbreite der Rotordimensionierung vorgegeben waren.

Die mit Hilfe des Vertikalradars ermittelten nächtlichen Zugraten zeigten eine hohe Variation zwischen den einzelnen Nächten. Die Monatsmittelwerte der nächtlichen Zugraten waren teilweise niedriger als die Zugraten am Tag (v. a. in den Monaten Juli und August); die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Ebenfalls traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zugraten im Frühjahr und Herbst für den nächtlichen Vogelzug auf. Am Tag waren die Zugraten im Herbst des ersten Untersuchungsjahres 2019 dagegen signifikant höher als im Frühjahr des gleichen Jahres.

Die tageszeitliche Verteilung der Zugraten zeichnete sich in den meisten Monaten durch nächtliche Zugpeaks aus, die meist um Mitternacht oder in der zweiten Nachthälfte registriert wurden. Im Juli und August waren ausgeprägte Zugaktivitäten oft in den Vormittagsstunden bzw. um Sonnenauf- oder -untergang zu erkennen.

Die Flughöhe der Zugvögel war insbesondere im Vergleich starker Zugnächte bzw. Zugtage sehr variabel. Vor allem im Jahr 2019 kamen im Herbst größere Anteile des nächtlichen Vogelzuges in tieferen Schichten vor (unterhalb von 200 m) als im Frühjahr. Im Jahr 2020 war die Verteilung des Vogelzuges bis in 1.000 m Höhe dagegen deutlich gleichmäßiger. Am Tag wurden in beiden Jahren die unteren Höhenschichten bis 200 m (2019) bzw. 100 m (2020) deutlich bevorzugt.

In der Rotorebene wurde in beiden Erfassungsjahren sowohl bei Anlagen der unteren Bandbreite (Rotorebene 25 bis 225 m) als auch bei Anlagen der oberen Bandbreite (Rotorebene 50 bis 350 m)

im Herbst höhere Anteile des nächtlichen Vogelzuges registriert als im Frühjahr. Dabei bestand ein konsistenter Unterschied zwischen den beiden Jahren mit jeweils höheren Anteilen in der Rotorebene im Jahr 2019 als im Jahr 2020. Am Tag waren die saisonalen Unterschiede in den Echoanteilen in der Rotorebene weniger ausgeprägt als in der Nacht (jedoch ebenfalls oft höhere Anteile im Herbst als im Frühjahr). Die Echoanteile waren bei der Betrachtung beider Bandbreiten im Jahr 2019 am Tage niedriger als in der Nacht, im Jahr 2020 hielt sich jedoch am Tag ein höherer Anteil im Höhenbereich der Rotorebenen auf als in der Nacht.

Bei den Zugbeobachtungen war die Artengruppe der Möwen am häufigsten vertreten, gefolgt von Tölpeln, Seeschwalben und Singvögeln. Die häufigste auf Artniveau bestimmte Vogelart war die Heringsmöwe, gefolgt von Basstölpel, Dreizehenmöwe, Mantelmöwe, Sturmmöwe und Küstenseeschwalbe. Die durchschnittlichen Zugraten (Anzahl Individuen/Stunde) lagen im Herbst höher als im Frühjahr (maximal 17,2 Vögel/Stunde im Herbst 2020). Besonders das Frühjahr 2020 war durch geringe Zugraten (5,4 Vögel/Stunde) gekennzeichnet. Die tageszeitliche Verteilung war relativ konstant, so dass in den meisten Monaten kein verstärktes Zuggeschehen zu bestimmten Tageszeiten festgestellt werden konnte. In allen Monaten außer im August und September 2019 sowie im August und November 2020 wurden für den überwiegenden Anteil der Individuen Flughöhen von ≤ 5 m registriert. Methodisch bedingt nimmt die Erfassbarkeit von Vögeln bei Sichtbeobachtungen mit zunehmender Höhe ab, so dass Flughöhen von mehr als 200 m nur in den Monaten Mai, Juli und Oktober 2019 sowie Mai 2020 und auch nur mit sehr geringen Anteilen registriert wurden. Die Zugrichtungen entsprachen, mit einiger Variation zwischen Monaten und Tageszeiten, den erwarteten saisonalen Werten.

Während der nächtlichen Zugruferfassungen trat die Artengruppe der Singvögel am häufigsten auf. Weiterhin wurden in manchen Jahreszeiten noch Möwen, Watvögel und Enten mit größeren Anteilen registriert. Die häufigsten auf Artniveau bestimmten Vogelrufe stammten von Singdrosseln, Rotdrosseln, Amseln und Heringsmöwen. Im Herbst wurden deutlich mehr Rufe erfasst als im Frühjahr. Hohe Rufzahlen wurden besonders in der zweiten Nachthälfte festgestellt.

Die anhand der Aspekte „Großräumige Bedeutung des Vogelzuges“ (Kriterium: Leitlinien und Konzentrationsbereiche), „Bewertung des Vorkommens“ (Kriterium: Zuggeschehen und dessen Intensität), „Seltenheit und Gefährdung“ (Kriterium: Artenzahl und Gefährdungsstatus) und „Vorbelastungen“ (Kriterium: Gefährdungen, Klimaänderungen) vorgenommene Bewertung des Bestandes ergab als Gesamtbeurteilung eine mittlere Bedeutung der Fläche N-6.6 für den Vogelzug. Der Bereich der Fläche N-6.6 weist keine Leitlinien oder Konzentrationsbereiche auf, sondern ist durch einen Breitfrontzug gekennzeichnet (Wertung: „gering“). Das Zuggeschehen und dessen Intensität wurde aufgrund der ermittelten Zugraten und Vergleiche zu anderen Projekten als „mittel“ bewertet. Das Gebiet wird zwar von mehreren als selten oder gefährdet eingestuften Arten genutzt, jedoch entweder unregelmäßig oder mit im Bezug zur biogeographischen Population vermutlich unbedeutenden Anteilen („Seltenheit/Gefährdung“: Wertung „mittel“). Der Aspekt der Vorbelastungen wird als von hoher Bedeutung eingestuft, da in der näheren Umgebung der Fläche N-6.6 im Betrieb befindliche Windparks vorhanden sind (neben allgemeinen Vorbelastungen für Zugvögel, z. B. Jagd). Veränderte Zugzeiten aufgrund von Klimaänderungen (früher Heimzug und später Wegzug) mindern ebenfalls die Natürlichkeit des Vogelzuges.

Durch den Bau eines Windparks in der Fläche N-6.6 entsprechend der vorgegebenen Bandbreiten der Rotordimensionierung kommen die Wirkfaktoren „Hindernis im Luftraum“, „Lichtemission“ und „Nachlaufströmung“ zum Tragen.

Die Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite sind mit einer Gesamthöhe von 350 m und einem Rotordurchmesser von 300 m deutlich größer dimensioniert als die Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite (Gesamthöhe: 225 m Rotordurchmesser: 200 m). Als potenzielle Auswirkungen, die durch die Umsetzung (Bau/Rückbau, Anlage, Betrieb) eines geplanten Windparks auf das Schutzgut Zugvögel wirken können, sind Vogelschlag und Barrierewirkung sowie verändertes Flugverhalten und ggf. Abstürzen der Vögel sowie Verletzungen (Barotraumata) aufgrund von Nachlaufströmungen zu nennen.

Bau- und rückbaubedingte Wirkfaktoren sind primär in Zusammenhang mit Lichtemissionen der Baustelle und einer damit verbundenen Meidung des Bereichs bzw. einer Anlockwirkung bei ungünstigen Witterungsbedingungen zu sehen. Da im Vergleich der Anlagengröße im unteren und oberen Bandbreitenbereich keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der Struktur und Ausdehnung der Baustellen vorliegen werden, sind auch keine Unterschiede in den Wirkungen auf den Vogelzug zu erwarten.

Als anlagebedingter Wirkfaktor ist der Aspekt „Hindernis im Luftraum“ zu nennen. Für tagsüber ziehende Vögel ist von artspezifischen Unterschieden in der Kollisionsgefährdung im Vergleich von Anlagen im Bereich der unteren und oberen Bandbreite auszugehen. Bei vornehmlich tief fliegenden Vögeln (z. B. Seeschwalben, Seetaucher, Enten, Alken, Kleinmöwen, Basstölpel) würden sich bei den Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite vermutlich weniger Individuen im kollisionsgefährdeten Bereich aufhalten als bei kleineren Anlagen (untere Bandbreite), da die minimale Höhe der Rotoren größer ist (50 m im oberen Bereich bzw. 25 m im Bereich der unteren Bandbreite). Vornehmlich höher fliegende Vogelarten (z. B. Großmöwen, Gänse, Kormorane) würden bei den größeren Rotoren in der oberen Bandbreite mit höheren Anteilen im Rotorbereich fliegen als bei den kleineren Anlagen.

Bezogen auf den nächtlichen Vogelzug (ermittelt mittels Vertikalradargerät) führt die Zunahme des Rotordurchmessers je nach Jahr und Jahreszeit zu einer ca. 1,1 bis 1,7-fachen Zunahme des Anteils von Vögeln, die sich im Rotorbereich befinden würden (Gesamtdaten von 2019-2020: Zunahme des Anteils der Vögel im Höhenbereich der Rotorebene von 33 auf 44 %). Entsprechend wäre bei der Betrachtung einzelner Anlagen der oberen Bandbreite auch eine höhere Anzahl von Individuen einer potenziellen Kollisionsgefahr ausgesetzt. Am Tag lag dagegen kein Unterschied im Zugaufkommen im Vergleich der unteren und oberen Bandbreite vor (Vertikalradarerefassungen, Frühjahr und Herbst 2019, bzw. Gesamtdaten von 2019-2020) bzw. es befanden sich sogar teilweise mehr Vögel im Rotorbereich der Anlagen im Bereich der unteren Bandbreite (Herbst 2020). Dies spiegelt den hohen Anteil sehr tief fliegender Vögel am Tag wider. Nur in einer der vier betrachteten Zugperioden (Frühjahr 2020) wurden tagsüber 1,2-fach mehr Vögel im Rotorbereich der größeren Anlagen registriert. Die Sichtbeobachtungen am Tage ergaben einen hohen Anteil tief fliegender Vögel, so dass durch die größere Minimalhöhe der großen Anlagen über der Wasseroberfläche (50 m, im Vergleich zu 25 m bei Anlagen der unteren Bandbreite) weniger Vögel im Rotorbereich fliegen würden und kollisionsgefährdet wären.

Bezüglich der Barrierewirkung lässt sich vermuten, dass die größeren Anlagen der oberen Bandbreite (Gesamthöhe 350 m) bereits in größerer Entfernung vom Windpark von den Vögeln erkannt werden und dadurch möglicherweise ein großräumigeres Umfliegen des Windparks erfolgt als bei Anlagen der unteren Bandbreite.

Im Zusammenhang mit betriebsbedingten Wirkfaktoren sind neben dem Aspekt des Hindernisses im Luftraum weiterhin Lichtemissionen der WEA sowie Nachlaufströmungen relevant.

Bezogen auf einen gesamten, im Betrieb befindlichen Windpark (im Vergleich von wenigen großen Anlagen gegenüber einer höheren Anzahl kleiner Anlagen) lassen entsprechende Kollisionsmodellierungen in der Ostsee vermuten, dass Windparkszenarien mit wenigen großen Anlagen zu weniger Kollisionen von Zugvögeln führen als Windparks mit einer größeren Anzahl kleiner Anlagen. Diese Aussage scheint zumindest für den nächtlichen Vogelzug auch auf die Nordsee übertragbar, für den Vogelzug am Tag schränken deutlich variierende Artenspektren die Vergleichbarkeit ein.

Die Beleuchtung einer WEA kennzeichnet ein Hindernis und kann damit einerseits eine Scheuchwirkung und andererseits, bei ungünstigen Witterungsbedingungen, eine Anlockwirkung auf Zugvögel ausüben. Durch eine Attraktionswirkung könnten sich vermehrt Zugvögel im Gefährdungsbereich des Rotors aufhalten, so dass es möglicherweise zu einem Anstieg von Kollisionen kommt. Die Nabenhöhe der Anlagen der unteren und oberen Bandbreite unterscheidet sich um 75 m (untere Bandbreite: 125 m; obere Bandbreite: 200 m), so dass die Beleuchtung von größeren Anlagen vermutlich aus weiterer Entfernung erkennbar sein wird als die Beleuchtung der kleineren Anlagen. Ob diese höhere Position letztlich auch zu einem größeren Wirkungsradius des Lichts und zu einer höheren Anziehungswirkung führt, ist derzeit jedoch spekulativ und entsprechende Referenzdaten und -untersuchungen liegen nicht vor.

Es ist zu erwarten, dass bei größeren Rotoren stärkere Nachlaufströmungen und Luftverwirbelungen auftreten werden als bei kleinen Rotoren, so dass dieser Wirkfaktor bei Anlagen im Bereich der oberen Bandbreite stärker zum Tragen käme als bei Anlagen der unteren Bandbreite.

6.2 English non-technical summary

This report is based on bird migration monitoring as part of the preliminary inspection of areas for wind farm development within the site N-6.6 from January 2019 to December 2020 (two years under survey). For this purpose, data from the ship-based surveys from the cluster investigations on wind farm cluster 6 have been accessed. The surveys followed the requirements specified in StUK4 (BSH 2013) as mentioned within the scope of work (BSH 2020a). Monitoring was conducted from anchored vessels and the required 50 days of surveying per annum have been accomplished for both years. Anchorage spots were chosen to best detect the birds coming from the main migration orientation before the Cluster 6 for each season. Within the scope of this report, we will provide an evaluation of the abundance of migrating birds, as well as a description of the factors that might affect migrating birds regarding two differently sized wind turbines (upper and lower range turbines). The following summary is structured according to the different methods used to survey bird migration: Radar detection (vertical), visual detection and auditory detection.

Within the framework of the evaluations, a comparison of the results for differently dimensioned wind turbines was carried out in accordance with the requirements of the environmental report for the Area Development Plan 2020 (BSH 2020b) for the German Exclusive Economic Zone of the North Sea, whereby values are given for a lower and an upper range of rotor dimensioning.

The nocturnal migration rates determined with the help of vertical radar showed a high variation between the individual nights. Monthly averages of night-time migration rates were sometimes lower than daytime migration rates (primarily within in July and August), although the differences were not significant. Likewise, no significant differences occurred between spring and autumn migration rates for nocturnal bird migration. By contrast, daytime migration rates were significantly higher in the autumn of the first study year 2019 than in the spring of the same year.

In most of the months the daytime distribution of migration rates is characterized by nocturnal peaks, which were mostly recorded at midnight or in the second half of the night. In July and August, pronounced migratory activity was often seen in the mid-morning hours or around sunrise or sunset.

The flight altitude of migratory birds regarding strong migratory nights or days was highly variable. During the year of 2019 in particular, larger proportions of nocturnal bird migration occurred at lower levels (below 200 m) in the autumn than in the spring. In 2020, however, the distribution of bird migration up to 1,000 m altitude was much more even. During the day, the lower altitude layers up to 200 m (2019) and 100 m (2020) were clearly preferred in both years

At the rotor level, higher proportions of nocturnal bird migration were recorded in the autumn than in the spring, both for turbines of the lower range (rotor level 25 to 225 m) and for turbines of the upper range (rotor level 50 to 350 m) in both survey years. There was a consistent difference between the two years, with higher proportions in the rotor level in 2019 than in 2020. During the day, the seasonal differences in the echo proportions at the rotor level were less pronounced than at night (but also often higher proportions in autumn than in spring). The echo proportions were lower during the day than at night when considering both ranges in 2019, but in 2020 a higher proportion stayed in the height range of the rotor level during the day than at night.

During the visual surveys the most common species group had been gulls, followed by gannets, terns and songbirds. The most common species - identified at species level - was the lesser black-backed gull, followed by the northern gannet, black-legged kittiwake, greater black-backed gull, common gull and arctic tern. Average migration rates (number of individuals/hour) were higher in autumn than in spring (max. 17.2 birds/hours in autumn 2020). Especially the spring of 2020 was characterised by low migration rates (5.4 birds/hours). The diurnal distribution was relatively constant, so that in most months no increased migratory activity could be detected at certain times of the day. Except for August and September 2019 as well as August and November 2020, most individuals were detected at flight heights of ≤ 5 m in all months. For methodological reasons, the detectability of birds in visual observations decreases with increasing altitude, so there was a very low proportion of birds detected at heights of more than 200 m and this only in May, July, October 2019 and May 2020. The direction of migration corresponded to the expected seasonal values, with some variation between months and times of day.

During the acoustical investigations at night, songbirds were most frequently recorded. Furthermore, gulls, waders and ducks were recorded in larger numbers in some seasons. The most frequent bird calls determined at species level came from song thrushes, redwings, blackbirds, and lesser black-backed gulls. Significantly more calls were recorded in autumn than in spring. High call rates were observed especially in the second half of the night.

The evaluation of the abundance of migrating birds was performed according to the following aspects: "large-scale relevance of bird migration" (criteria: flyways and concentration areas), "evaluation of population" (criteria: intensity of migration activity), "rarity and threats" (criteria: number of species and threat status), as well as "existing pressures" (criteria: hazards and climate change). The overall assessment resulted in an average importance of the site N-6.6 for bird migration. The site N-6.6 does not include specific flyways or concentration areas but is subject to a broad front migration (rating: "low"). According to the migration rates and comparisons to other projects, the overall migration intensity was rated "average". Although the area was used by several rare and threatened species, these only appeared sporadically or in insignificant numbers relative to their biogeographical population size ("rarity and threats", rating: "average"). The aspect of "existing pressures" was rated as "high", as there are wind farms in operation in the immediate vicinity of site N-6.6 (in addition to general existing pressures on migratory birds, e.g., hunting). Altered migration times due to climate change (early spring migration and late autumn migration) also reduced the "naturalness" of bird migration.

By constructing a wind farm in site N-6.6 according to the specified rotor dimensioning ranges, the impact factors "obstacle in the airspace", "light emission" and "wake flow" come into play.

With a total height of 350 m and a rotor diameter of 300 m, the upper range turbines are considerably larger than the lower range turbines (total height: 225 m rotor diameter: 200 m). Potential impacts on migratory birds resulting from the implementation (construction/deconstruction, installation, operation) of a planned wind farm are collisions (bird strikes) and barrier effects as well as altered flight behavior and potentially crashes or injuries (barotrauma) due to wake flows.

Construction and deconstruction-related impact factors are primarily to be seen in connection with light emissions from the construction site and an associated avoidance of the area or alternatively

an attracting effect under unfavorable weather conditions. Since there will be no significant differences between the structure and extent of the construction sites of upper and lower range turbines, no differences in the effects on bird migration are to be expected.

The effects resulting from the installation itself encompass the aspect “airspace obstacle”. Birds migrating during daytime will be subject to species-specific differences in their collision risk with respect to the different range of wind turbines. Regarding birds that tend to fly lower (e.g., terns, divers, ducks, auks, small gulls, gannets) there would probably be fewer individuals in the collision-prone area of upper range turbines compared to smaller systems (lower range turbines) as the minimum height of the rotors is greater (50 m in the upper area and 25 m in the lower area of the span). Regarding birds that tend to fly higher (e.g., large gulls, geese, cormorants) it is the other way round; their collision risk is higher in respect to upper range turbines, because they fly with higher proportions in the rotor area of these turbines.

Related to nocturnal bird migration (determined by vertical radar), the increase in rotor diameter from the lower to the upper range leads to an increase of about 1.1 to 1.7 times the proportion of birds that would be in the rotor area depending in the year and season (Total data from 2019-2020: increase in the proportion of birds at rotor level from 33 to 44%). Accordingly, when considering installations in the upper range, a higher number of individuals would also be exposed to a potential risk of collision. During the day, however, there was no difference in the number of migrating birds between the lower and upper range (vertical radar surveys, spring and autumn 2019, or total data from 2019-2020), or in some cases there were even more birds in the rotor area of the turbines of the lower range (autumn 2020). This reflects the high proportion of very low-flying birds during the day. Only in one of the four observed migration periods (spring 2020) were 1.2 times more birds recorded in the rotor area of the larger turbines during the day. Visibility observations during the day revealed a high proportion of low-flying birds, so that due to the greater minimum height of the large turbines above the water surface (50 m, compared to 25 m for turbines of the lower range) fewer birds would fly in the rotor area and would be at risk of collision.

Regarding barrier effects, it is likely that larger turbines (total height: 300 m) will be observed earlier by approaching birds, which might lead to a more large-scale diversion than it is the case by lower range turbines.

In connection with operational factors besides the aspect airspace obstacle, light emissions of the wind turbines and wake flows currents are relevant.

In relation to an entire operating wind farm (a comparison between a wind farm with a few large turbines and a wind farm with a high number of small turbines), collision modelling in the Baltic Sea suggests that wind farm scenarios with few large turbines lead to fewer collisions of migratory birds than wind farms with a larger number of small turbines. This statement seems to be transferable to the North Sea, at least for nocturnal bird migration; for daytime bird migration, clearly varying species spectra limit comparability.

The illumination of a wind turbine indicates an obstacle and can thus have a chasing effect on the one hand and on the other hand, in unfavorable weather conditions, an attracting effect on migratory birds. An attraction to turbine lights could draw migratory birds into the rotor swept area and could thereby increase the risk of collision. The hub height of the lower and upper systems

differs by 75 m (lower span: 125 m; upper span: 200 m), so that the illumination of larger installations will probably be better recognizable from a greater distance than the lighting of smaller installations. Whether this higher location of light will lead to an increased effective radius of light and a greater attraction can only be speculated, as no relevant data or research is available.

It is likely that larger rotors will have a stronger wake flow and air turbulence than a smaller rotor, so that this impact factor would have a greater effect by systems in the upper range than by systems in the lower range.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- ALERSTAM, T., CHAPMAN, J. W., BACKMAN, J., SMITH, A. D., KARLSSON, H., NILSSON, C., REYNOLDS, D. R., KLAASSEN, R. H. G. & HILL, J. K. 2011. Convergent patterns of long-distance nocturnal migration in noctuid moths and passerine birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278:3074–3080.
- AUMÜLLER, R., BOOS, K., FREIENSTEIN, S., HILL, K. & HILL, R. 2011. Beschreibung eines Vogelschlagereignisses und seiner Ursachen an einer Forschungsplattform in der Deutschen Bucht. *Vogelwarte* 49:9–16.
- AVITEC RESEARCH. 2014. „Testfeldforschung zum Vogelzug am Offshore-Pilotpark alpha ventus“ und „Auswertung der kontinuierlich auf FINO1 erhobenen Daten zum Vogelzug der Jahre 2008 bis 2012.“ - Schlussbericht zum Forschungsprojekt „Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH (StUKplus)“. Schlussbericht, Osterholz-Scharmbeck.
- AVITEC RESEARCH. 2019. Weiterführende Messungen zur Vogelzugforschung auf der Forschungsplattform FINO3 zeitgleich mit dem Bau eines großen Offshore - Windparks in der nördlichen Deutschen Bucht. OFFSHOREBIRDS+. Abschlussbericht, FKZ 0325915B.
- BAERWALD, E. F., D'AMOURS, G. H., KLUG, B. J. & BARCLAY, R. M. R. 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18:695–696.
- BARCLAY, R. M. R., BAERWALD, E. F. & RYDELL, J. 2017. Bats. In Perrow, M.R. (ed.) *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 1. Onshore: Potential Effects. Exeter: Pelagic Publishing. pp. 191–221.
- BELLEBAUM, J., GRIEGER, C., KLEIN, R., KÖPPEN, U., KUBE, J., NEUMANN, R., SCHULZ, A., SORDYL, H. & WENDELN, H. 2008. Ermittlung artenbezogener Erheblichkeitsschwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzuges im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windkraftanlagen. P. 363. Abschlussbericht, Institut für Angewandte Ökologie GmbH & Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Beringungszentrale.
- BERTHOLD, P. 2000. Vogelzug. Eine aktuelle Gesamtübersicht. 4. Aufl. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- BIOCONSULT SH, IFAÖ & IBL UMWELTPLANUNG. 2021. Bericht zum Vorkommen von Rastvögeln im Rahmen der Voruntersuchung der Fläche N-6.6. Im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2017. European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. Cambridge, UK.
- BRABANT, R. & VANERMEN, N. 2020. Collision Risk for six Seabird Species in the first Belgian Offshore Wind Farm Zone. Pp. 43–49 *MEMOIRSon the Marine Environment*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management, Brüssel.
- BRUDERER, B. 1997. The study of bird migration by radar. Part 1: the technical basis. *Naturwissenschaften* 84:1–8.
- BRUST, V., MICHALIK, B. & HÜPPOP, O. 2019. To cross or not to cross – thrushes at the German North Sea coast adapt flight and routing to wind conditions in autumn. *Movement Ecology* 7:1–10.
- BSH. 2007a. Genehmigungsbescheid BARD 'Offshore 1'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2007b. Genehmigungsbescheid für den Windpark 'He Dreiht'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2010. Genehmigungsbescheid 'Deutsche Bucht'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.

- BSH. 2013. Standard - Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4). P. 86. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg & Rostock.
- BSH. 2015. Plangenehmigung 'Veja Mate'. P. 101. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2017. Ausschreibungsunterlagen - Beschreibung der Leistung über die Öffentliche Ausschreibung mit dem Titel: 'LOS1: Durchführung und Dokumentation von schiffsbasierten ökologischen Untersuchungen der Schutzgüter Avifauna, Meeressäuger und Fledermäuse im Gebiet der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- BSH. 2020a. Untersuchungsrahmen für die Voruntersuchung und Strategische Umweltprüfung der Fläche N-6.6. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg (DEU).
- BSH. 2020b. Umweltbericht zum Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nordsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2020c. Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nord- und Ostsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BUCKLAND, S. T., ANDERSON, D. R., BURNHAM, K. P., LAAKE, J. L., BORCHERS, D. L. & THOMAS, L. 2001. Introduction to Distance Sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford. 448 pp.
- BUREAU WAARDENBURG BV. 1999. Falls of migrant birds. P. 108. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag / Culemborg.
- CHAMBERLAIN, D. E., REHFISCH, M. R., FOX, A. D., DESHOLM, MARK. & ANTHONY, S. J. 2006. The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. *Ibis* 148:198–202.
- CLARK, B. L., VIGFÚSDÓTTIR, F., JESSOPP, M. J., BURGOS, J. M., BODEY, T. W. & VOTIER, S. C. 2020. Gannets are not attracted to fishing vessels in Iceland—potential influence of a discard ban and food availability. *ICES Journal of Marine Science* 77:692–700.
- CLEASBY, I. R., WAKEFIELD, E. D., BEARHOP, S., BODEY, T. W., VOTIER, S. C. & HAMER, K. C. 2015. Three-dimensional tracking of a wide-ranging marine predator: flight heights and vulnerability to offshore wind farms. *Journal of Applied Ecology*:n/a-n/a.
- CMS SECRETARIAT. 2015. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals – Appendix I and II. CMS, Bonn.
- COE. 1979. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Rat der Europäischen Union, Strasbourg.
- COE. 2002. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats – Appendix II and III. Council of Europe. Strasbourg.
- COOK, A. S. C. P., JOHNSTON, A., WRIGHT, L. J. & BURTON, N. H. K. 2012. A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. P. 59. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02, British Trust for Ornithology, Norfolk.
- DESHOLM, M., FOX, A. D., BEASLEY, P. D. L. & KAHLERT, J. 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird–wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis* 148:76–89.
- DIERSCHKE, V. 1994. Rufaktivität ziehender Baumpieper *Anthus trivialis* und Schafstelzen *Motacilla flava*. *Vogelwelt* 115:15–18.
- DIERSCHKE, V. & GARTHE, S. 2006. Literature review of offshore wind farms with regard to seabirds. Part B: literature review of ecological impacts. P. 131 *Ecological research on offshore wind farms: international exchange of experiences*. Bonn.
- EEG. 2021. Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138) geändert worden ist.
- EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION. 2013. Verordnung (EU) Nr. 1380/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über die Gemeinsame Fischereipolitik und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1954/2003 und

- (EG) Nr. 1224/2009 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 2371/2002 und (EG) Nr. 639/2004 des Rates und des Beschlusses 2004/585/EG des Rates.
- EUROPÄISCHES PARLAMENT. 2009. Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (EU-Vogelschutz-Richtlinie).
- EVANS, W. R., AKASHI, Y., ALTMAN, N. S. & MANVILLE, A. M. 2007. Response of night-migrating songbirds in cloud to colored and flashing light. *North American Birds* 60:476–488.
- EXO, M., HÜPPOP, O. & GARTHE, S. 2003. Birds and offshore wind farm: a hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bulletin* 100:50–53.
- FOX, A. D., DESHOLM, M., KAHLERT, J., CHRISTENSEN, T. K. & KRAG PETERSEN, I. 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis* 148:129–144.
- FURNESS, R. W., WADE, H. M. & MASDEN, E. A. 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of Environmental Management* 119:56–66.
- GARTHE, S., CAMPHUYSEN, K. & FURNESS, R. 1996. Amounts of discards by commercial fisheries and their significance as food for seabirds in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 136:1–11.
- GARTHE, S. & HÜPPOP, O. 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: Developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41:724–734.
- GRIMM, M. 2015. Ostsee, Oktober 2015: Spektakuläre Singvogel-Massenzugnacht. *Der Falke* 62:20–21.
- HILL, R., HILL, K., AUMÜLLER, R., SCHULZ, A., DITTMANN, T., KULEMEYER, C. & COPPACK, T. 2014. Of birds, blades and barriers: Detecting and analysing mass migration events at alpha ventus. P. *Ecological research at the Offshore Windfarm alpha ventus - Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)*. Springer Verlag.
- HÜPPOP, K., DIERSCHKE, J., DIERSCHKE, V., HILL, R., JACHMANN, K. F. & HÜPPOP, O. 2010. Phänologie des 'sichtbaren' Vogelzuges der Deutschen Bucht. *Vogelwarte* 48:181–267.
- HÜPPOP, K., DIERSCHKE, J., HILL, R. & HÜPPOP, O. 2012. Jahres- und tageszeitliche Phänologie der Vogelrufaktivität über der Deutschen Bucht. *Vogelwarte* 50:87–108.
- HÜPPOP, K. & HÜPPOP, O. 2002. Atlas zur Vogelberingung auf Helgoland. Teil 1: Zeitliche und regionale Veränderungen der Wiederfundraten und Todesursachen auf Helgoland beringter Vögel (1909 bis 1998). *Die Vogelwarte* 41:161–180.
- HÜPPOP, O., BALLASUS, H., FIESSER, F., REBKE, M. & STOLZENBACH, F. 2005. AWZ-Vorhaben: Analyse und Bewertungsmethoden von kumulativen Auswirkungen von Offshore-WKA auf den Vogelzug. FKZ 804 85 004, Abschlussbericht.
- HÜPPOP, O., DIERSCHKE, J., EXO, K. M., FREDRICH, E. & HILL, R. 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines: Bird migration and offshore wind farms. *Ibis* 148:90–109.
- HÜPPOP, O., EXO, K.-M. & GARTHE, S. 2002. Empfehlungen für projektbezogene Untersuchungen möglicher bau- und betriebsbedingter Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf Vögel. Offshore-Windenergieanlagen und Vögel – Empfehlungen für Untersuchungen.
- HÜPPOP, O. & HILGERLOH, G. 2012. Flight call rates of migrating thrushes: effects of wind conditions, humidity and time of day at an illuminated offshore platform. *Journal of Avian Biology* 43:85–90.
- HÜPPOP, O., HILL, R., HÜPPOP, K. & JACHMANN, F. 2009. Auswirkungen auf den Vogelzug - Begleitforschung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nordsee FINOBIRD. P. 278. Abschlussbericht, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Helgoland.
- HÜPPOP, O. & HÜPPOP, K. 2003. North Atlantic oscillation and timing of spring migration in birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 270:233–240.

- HÜPPOP, O., HÜPPOP, K., DIERSCHKE, J. & HILL, R. 2016. Bird collisions at an offshore platform in the North Sea. *Bird Study* 63:73–82.
- HÜPPOP, O., MICHALIK, B., BACH, L., HILL, R. & PELLETIER, S. K. 2019. Migratory birds and bats. Pp. 142–173 *Wildlife and Wind Farms - Conflicts and Solutions, Volume 3*. Pelagic Publishing, Exeter.
- HÜPPOP, O. & WINKLER, H. 2006. Climate change and timing of spring migration in the long-distance migrant *Ficedula hypoleuca* in central Europe: the role of spatially different temperature changes along migration routes. *Journal of Ornithology* 147:326–343.
- IFAÖ. 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).
- IFAÖ, DHI & AVITEC RESEARCH. 2020. Vogelzug über der deutschen AWZ der Ostsee – Methodenkombination zur Einschätzung des Meideverhaltens und Kollisionsrisikos windkraftsensibler Arten mit Offshore-Windenergieanlagen. Abschlussbericht. Auftraggeber: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). Aktenzeichen: 0800Z12-1114/002/690. P. 301. Abschlussbericht, IfaÖ, Neu Brodersdorf (DEU).
- JENNI, L. & KERY, M. 2003. Timing of autumn migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 270:1467–1471.
- JOHNSTON, A., COOK, A. S. C. P., WRIGHT, L. J., HUMPHREYS, E. M. & BURTON, N. H. K. 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 51:31–41.
- JONES, J. & FRANCIS, C. M. 2003. The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses. *Journal of Avian Biology* 34:328–333.
- KAHLERT, J., PETERSEN, I. K., FOX, A. D., DESHOLM, M. & CLAUSAGER, I. 2004. Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore wind farm at Rødsand. P. 79. Report, National Environmental Research Institute.
- KNUST, R., DAHLHOFF, P., GABRIEL, J., HEUERS, J., HÜPPOP, O. & WENDELN, H. 2003. Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen der Meeresumwelt durch Offshore-Windenergieanlagen im küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee. P. 713. Abschlussbericht zum F & E Vorhaben 200 97 106, Alfred-Wegener-Institut (AWI), Deutsches Windenergie-Institut (DEWI), Germanischer Lloyd Windenergie GmbH (GL-Wind) und Institut für Vogelforschung, Vogelwarte Helgoland (IfV), Bremerhaven.
- KRIJGSVELD, K. L., FIJN, R. C., JANPINK, M., VAN HORSSSEN, P. W., HEUNKS, C., COLLIER, M., POOT, M. J. M., BEUKER, D. & DIRKSEN, S. 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. P. 330. Bureau Waardenburg report, Culemborg, The Netherlands.
- KRÜGER, T. & GARTHE, S. 2001. Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. *Atlantic Seabirds* 3:203–216.
- VAN DE LAAR, F. J. T. 2007. Green light to birds - Investigation into the effect of bird-friendly lighting. Assen, Niederlande.
- MASDEN, E. A., HAYDON, D. T., FOX, A. D. & FURNESS, R. W. 2010. Barriers to movement: modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. *Marine Pollution Bulletin* 60:1085–1091.
- MENDEL, B., SONNTAG, N., SOMMERFELD, J., KOTZERKA, J., MÜLLER, S., SCHWEMMER, H., SCHWEMMER, P. & GARTHE, S. 2015. Untersuchungen zu möglichem Habitatverlust und möglichen Verhaltensänderungen bei Seevögeln im Offshore-Windenergie-Testfeld (TESTBIRD). Schlussbericht zum Projekt Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben *alpha ventus* zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des

- BSH (StUK plus). P. 166. Forschungs- und Technologiezentrum (FTZ) Westküste, Büsum (DEU).
- MENDEL, B., SONNTAG, N., WAHL, J., SCHWEMMER, P., DRIES, H., GUSE, N., MÜLLER, S. & GARTHE, S. 2008. Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee: Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihrem marinen Lebensraum. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg (DEU). 436 pp.
- MICHALIK, B., BRUST, V. & HÜPPOP, O. 2020. Are movements of daytime and nighttime passerine migrants as different as day and night? *Ecology and Evolution* 10:11031–11042.
- MÜLLER, H. H. 1981. Vogelschlag in einer starken Zugnacht auf der Offshore- Forschungsplattform Nordsee“ im Oktober 1979. *Seevögel* 2:33–37.
- NORUSIS, M. J. & SPSS INC. 2010. PASW Statistics 18 Statistical Procedures Companion (1st edition). Prentice Hall. 656 pp.
- OREJAS, C., JOSCHKO, T., SCHRÖDER, A., DIERSCHKE, J., EXO, M., FRIEDRICH, E., HILL, R., HÜPPOP, O., POLLEHNE, F., ZETTLER, M. L. & BOCHERT, R. 2005. Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO). P. 333. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- PETERSEN, I. K., CHRISTENSEN, K. C., KAHLERT, J., DESHOLM, M. & FOX, A. D. 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. P. 161. National Environmental Research Institute (NERI), Aarhus University, Aarhus (DNK).
- PLATIS, A., BANGE, J., BÄRFUSS, K., CAÑADILLAS, B., HUNDHAUSEN, M., DJATH, B., LAMPERT, A., SCHULZ-STELLENFLETH, J., SIEDERSLEBEN, S., NEUMANN, T. & EMEIS, S. 2020. Long-range modifications of the wind field by offshore wind parks – results of the project WIPAFF. *Meteorologische Zeitschrift*:93565.
- PLONCZKIER, P. & SIMMS, I. C. 2012. Radar monitoring of migrating Pink-footed Geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *Journal of Applied Ecology* 49:1187–1194.
- POOT, H., ENS, B. J., DE VRIES, H., DONNERS, M. A. H., WERNAND, M. R. & MARQUENIE, J. M. 2008. Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society* 13:47.
- R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- REBKE, M., DIERSCHKE, V., WEINER, C. N., AUMÜLLER, R., HILL, K. & HILL, R. 2019. Attraction of nocturnally migrating birds to artificial light: The influence of colour, intensity and blinking mode under different cloud cover conditions. *Biological Conservation* 233:220–227.
- RIVALAN, P., FREDERIKSEN, M., LOŠ, G. & JULLIARD, R. 2007. Contrasting responses of migration strategies in two European thrushes to climate change. *Global Change Biology* 13:275–287.
- SCHMALJOHANN, H., LIECHTI, F., BÄCHLER, E., STEURI, T. & BRUDERER, B. 2008. Quantification of bird migration by radar - a detection probability problem. *Ibis* 150:342–355.
- SHERLEY, R. B., LADD-JONES, H., GARTHE, S., STEVENSON, O. & VOTIER, S. C. 2019. Scavenger communities and fisheries waste: North Sea discards support 3 million seabirds, 2 million fewer than in 1990. *Fish and Fisheries*:faf.12422.
- SHIMADA, Y. 2021. Reducing Bird Collision Risk Per Megawatt by Introducing Longer Wind Turbine Blades. *Ornithological Science* 20:253–261.
- SKOV, H., JENSEN, N. E., DURINCK, J., JENSEN, B. P. & LEONHARD, S. B. 2008. Horns Rev II Offshore Wind Farm. Monitoring of Bird Migration. Pseudo Baseline Studies 2008. Commissioned by DONG Energy A/S. P. 35.
- SPEAKMAN, J., GRAY, H. & FURNESS, L. 2009. University of Aberdeen report on effects of offshore wind farms on the energy demands on seabirds. *Report to DECC*.
- UNEP/AEWA SECRETARIAT. 2019. Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds (AEWA). Agreement Text and Annexes - As amended at the 7th Session of the Meeting of the Parties to AEWA 4 - 8 December 2018, Durban, South Africa. Table 1: Status of the populations of migratory waterbirds. Durban. 62 pp.

- VAN DOREN, B. M., CONWAY, G. J., PHILLIPS, R. J., EVANS, G. C., ROBERTS, G. C. M., LIEDVOGEL, M. & SHELDON, B. C. 2021. Human activity shapes the wintering ecology of a migratory bird. *Global Change Biology* 27:2715–2727.
- VANERMEN, N., COURTENS, W., DAELEMANS, R., LENS, L., MÜLLER, W., VAN DE WALLE, M., VERSTRAETE, H. & STIENEN, E. W. M. 2019. Attracted to the outside: a meso-scale response pattern of lesser black-backed gulls at an offshore wind farm revealed by GPS telemetry. *ICES Journal of Marine Science*.
- VICKERY, J. A., EWING, S. R., SMITH, K. W., PAIN, D. J., BAIRLEIN, F., ŠKORPILOVÁ, J. & GREGORY, R. D. 2014. The decline of Afro-Palaearctic migrants and an assessment of potential causes. *Ibis* 156:1–22.
- VISSER, M. E., PERDECK, A. C., VAN BALEN, J. H. & BOTH, C. 2009. Climate change leads to decreasing bird migration distances. *Global Change Biology* 15:1859–1865.
- WELCKER, J. 2019. Patterns of nocturnal bird migration in the German North and Baltic Seas. Technical report. P. 61. BioConsult SH, Husum.
- WELCKER, J. & VILELA, R. 2018. Analysis of bird flight calls from the German North and Baltic Seas. Research project 'ProBIRD' (FKZ UM15 86 2000) - Final Report - June 2018. P. 128. Research project 'ProBIRD', Husum.
- WELCKER, J. & VILELA, R. 2019. Weather-dependence of nocturnal bird migration and cumulative collision risk at offshore wind farms in the German North and Baltic Seas. Technical report. P. 70. BioConsult SH, Husum.
- WETLANDS INTERNATIONAL. 2021. Waterbird Population Estimates. Retrieved from wpe.wetlands.org.
- WINKELMAN, J. E. 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringslachtoffers. P. 71. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

A ANHANG

A.1 Modellwindparkparameter aus der Eignungsprüfung

Tab. A. 1 *Modellwindparkparameter aus dem Umweltbericht zum FEP 2020 (Tabelle 2; BSH 2020b) die für die Identifizierung der Wirkfaktoren (Kap. 5) herangezogen werden. ** Überstrichene Fläche anhand des Rotordurchmessers berechnet.*

	Bandbreite	
	von	bis
Leistung pro Anlage [MW]	10	20
Nabenhöhe [m]	125	200
Höhe untere Rotorspitze [m]	25	50
Rotordurchmesser [m]	200	300
Gesamthöhe [m]	225	350
Vom Rotorüberstrichene Fläche [m ²] **	31.416	70.686
Durchmesser Gründung [m]*	10	15
Durchmesser Kolkschutz [m]	50	75

* Die Berechnung der Flächeninanspruchnahme beruht auf der Annahme einer Monopile-Gründung. Es wird jedoch angenommen, dass Monopile und Jacket in Summe jeweils etwa die gleiche Flächeninanspruchnahme auf dem Meeresgrund haben.

A.2 Methoden

Tab. A. 2 Eckkoordinaten der Fläche N-6.6 (Dezimalgrad, Kartendatum: WGS 84).

Lfd. Nr.	Längengrad	Breitengrad
1	5,832485	54,264879
2	5,917760	54,264969
3	5,927296	54,271722
4	5,926370	54,289452
5	6,026265	54,294870
6	6,026315	54,251642
7	5,888176	54,240337

Tab. A. 3 Technische Daten der verwendeten Erfassungsschiffe.

	„Sverdrupson“	„Skoven“	„Hydrograf“	„Frederik“
BRG (t)	272	344	343	252
Länge (m)	39	41,86	39	38,4
Breite (m)	7,6	8,4	7,8	7,8
Tiefgang (m)	3,6	4,0	3,4	2,1
Höhe Brückendeck (m) über Wasserlinie	7,5	5,9	4,5	6,5
Höhe Beobachtungspunkt (m) über Wasserlinie:				
Zugvogelerfassung	7	1,5	4,5	6,5
(Sicht/Zugruferfassung) und Vertikalradar	9	7,5	10	8
Reisegeschwindigkeit (kn)	11,5	12	12	10

A.2.1 Radarerfassung

Tab. A. 4 *Korrekturfaktoren für unterschiedliche Winkel des Radarstrahls zur Hauptzugrichtung. Grau unterlegt: Drehrichtung des Radars senkrecht zur angenommenen Zugrichtung (Korrekturfaktor = 1,0).*

Radarausrichtung (Grad)	Bereich (Grad)	Korrekturfaktor
5	360/0-9	1,6
15	10-19	2,0
25	20-29	2,9
35	30-39	2,9
45	40-49	2,9
55	50-59	2,9
65	60-69	2,9
75	70-79	2,0
85	80-89	1,6
95	90-99	1,3
105	100-109	1,2
115	110-119	1,1
125	120-129	1,0
135	130-139	1,0
145	140-149	1,0
155	150-159	1,1
165	160-169	1,2
175	170-179	1,3
185	180-189	1,6
195	190-199	2,0
205	200-209	2,9
215	210-219	2,9
225	220-229	2,9
235	230-239	2,9
245	240-249	2,9
255	250-259	2,0
265	260-269	1,6
275	270-279	1,3
285	280-289	1,2
295	290-299	1,1
305	300-309	1,0
315	310-319	1,0
325	320-329	1,0
335	330-339	1,1
345	340-349	1,2
355	350-359	1,3

Tab. A.5 Erfassungszeiten und -bedingungen (Wetter) einzelner Erfassungstage sowie Angabe zur Vollständigkeit von 24-Stunden-Zyklen im Untersuchungsgebiet Cluster 6. (*) Fahrabbruch wg. stürmischen Wetters.

Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seastate (Petersen)	Wellenhöhe (m)	24-Stunden-Zyklen
19-04	24.03.2019	04:00	23:59	nein	0-8	2-7	W-NW	1-6	0,2-2,2	1
19-04	25.03.2019	00:00	04:00	nein	7-8	7-8	NW	6-6	2,5-3	
19-05	02.04.2019	07:00	23:59	nein	2-8	1-5	SO	1-4	0,2-1,5	4
19-05	03.04.2019	00:00	23:59	nein	2-8	1-4	O, SW	2-3	0,3-0,8	
19-05	04.04.2019	20:00	07:00	ja	8	2-4	SO-O	2-3	0,4-0,7	
19-05	05.04.2019	19:00	23:59	nein	8	1-4	O, NW	1-3	0,5-0,8	
19-05	06.04.2019	00:00	23:59	nein	0-8	1-4	NO, SO	0-3	0,1-0,8	
19-05	07.04.2019	00:00	19:00	nein	0-3	2-4	NO	1-3	0,2-0,5	4
19-06	09.04.2019	07:00	23:59	nein	0-2	3-6	NO	3-5	1,4-2	
19-06	10.04.2019	00:00	23:59	nein	0-8	3-6	NO	3-5	1,3-1,6	
19-06	11.04.2019	00:00	23:59	nein	5-8	2-4	NO	2-3	0,5-1,4	
19-06	12.04.2019	00:00	23:59	ja	1-8	2-5	NO	2-4	0,5-1	
19-06	13.04.2019	00:00	07:00	nein	0-8	4-4	NO	3-4	0,7-1	3
19-07	24.04.2019	11:00	23:59	nein	2-8	3-5	SO	2-4	0,6-0,8	
19-07	25.04.2019	00:00	23:59	ja	2-8	2-5	S-SO	1-4	0,3-0,8	
19-07	26.04.2019	00:00	23:59	ja	2-8	0-4	S-SW	0-3	0,1-0,4	5
19-07	27.04.2019	00:00	11:00	nein	1-8	4-5	SW-S	3-4	0,4-1,3	
19-08	02.05.2019	12:00	23:59	ja	2-8	5-6	NW	4-5	1,6-2	
19-08	03.05.2019	00:00	23:59	nein	1-8	5-7	NW	4-5	2,1-2,4	4
19-08	04.05.2019	00:00	12:00	nein	2-8	4-7	NW-N	4-5	2,4-2,5	
19-08	05.05.2019	12:00	23:59	nein	3-7	5-6	NW	5-5	2-2,3	
19-08	06.05.2019	00:00	23:59	nein	0-8	4-7	NW	4-6	1,5-2,5	
19-08	07.05.2019	00:00	23:59	nein	0-8	0-5	W, O, 1	0-4	0,1-1,5	
19-08	08.05.2019	05:00	12:00	nein	4-8	3-5	O	2-4	0,3-1,3	4
19-09	18.05.2019	11:00	23:59	nein	1-7	2-4	O	2-3	0,3-0,7	
19-09	19.05.2019	00:00	23:59	nein	2-8	3-5	NO-O	2-4	0,3-0,9	
19-09	20.05.2019	00:00	23:59	ja	2-8	2-5	N-NO	2-4	0,5-0,8	
19-09	21.05.2019	00:00	23:59	nein	7-8	3-7	N-NW	3-5	0,5-1,8	
19-09	22.05.2019	00:00	11:00	nein	3-8	5-6	NW	4-5	1,6-1,8	4
19-11	14.07.2019	23:00	23:59	nein	8	4-4	N	3-3	1,2-1,2	
19-11	15.07.2019	00:00	23:59	nein	0-8	4-5	NW-N	3-4	1,2-1,6	
19-11	16.07.2019	00:00	23:59	ja	6-8	3-5	NW-N	3-4	1-1,5	
19-11	17.07.2019	00:00	23:59	nein	0-8	2-3	NW, SW, S	2-2	0,3-0,8	
19-11	18.07.2019	00:00	23:00	nein	0-8	2-5	S-SW	2-3	0,3-0,7	4
19-12	05.08.2019	11:00	23:59	nein	6-8	3-5	S-SO	3-4	0,5-1	
19-12	06.08.2019	00:00	23:59	nein	0-8	4-5	S-SO	3-4	0,9-1,2	
19-12	07.08.2019	00:00	23:59	nein	4-8	4-5	SW-W	3-4	1,2-1,5	
19-12	08.08.2019	00:00	23:59	nein	4-7	4-6	W	3-5	1,2-2	
19-12	09.08.2019	00:00	11:00	nein	0-8	0-4	SO, 1	2-3	0,5-1,6	3
19-13	12.08.2019	08:00	23:59	nein	3-8	3-7	SW-W	3-5	1,2-1,8	

Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seestate (Peterson)	Wellenhöhe (m)	24-Stunden-Zyklen
19-13	13.08.2019	00:00	23:59	nein	3-8	3-5	W-NW	3-4	1-1,1	
19-13	14.08.2019	00:00	08:00	nein	3-8	4-6	W-SW	3-5	1-1,7	
19-13	14.08.2019	19:00	23:59	nein	3-8	4-6	W-SW	3-5	1-1,7	
19-13	15.08.2019	00:00	19:00	ja	6-8	5-6	S-SW, W	4-5	1,3-1,8	
19-14	07.09.2019	02:00	23:59	nein	3-8	4-6	W-NW	3-5	1,2-1,7	
19-14	08.09.2019	00:00	23:59	nein	1-7	2-5	SO	2-5	0,8-1,7	
19-14	09.09.2019	00:00	02:00	nein	0	3-3	SO	2-2	0,8-0,8	
19-14	10.09.2019	18:00	23:59	nein	1-3	3-4	NW	3-4	0,8-1,1	4
19-14	11.09.2019	00:00	23:59	nein	0-8	4-8	W-NW	3-7	0,8-3	
19-14	12.09.2019	00:00	18:00	nein	3-8	5-7	W-SW	5-5	1,3-1,5	
19-15	21.09.2019	15:00	23:59	nein	0-2	4-5	SO	3-4	0,6-1,3	
19-15	22.09.2019	00:00	23:59	nein	0-8	3-5	SO-S	2-4	0,5-1,3	3
19-15	23.09.2019	00:00	23:59	nein	5-8	2-5	SW-S	2-4	0,4-1	
19-15	24.09.2019	00:00	15:00	nein	0-8	3-6	SW-S	2-5	0,7-1,7	
19-16	04.10.2019	18:00	23:59	nein	3-8	3-4	O-SO	3-4	1-1,2	
19-16	05.10.2019	00:00	23:59	nein	0-8	4-5	SO-O	3-4	1,1-1,4	
19-16	06.10.2019	00:00	23:59	nein	4-8	5-7	SO-S	4-6	1,4-2,5	4
19-16	07.10.2019	00:00	23:59	nein	0-8	4-6	SO-O	4-5	1,2-2,3	
19-16	08.10.2019	00:00	18:00	ja	4-8	5-6	W-SW	5-5	1,7-2,3	
19-17	17.10.2019	13:00	23:59	nein	3-8	3-5	S-SW	2-4	0,7-1,3	
19-17	18.10.2019	00:00	13:00	nein	6-8	4-6	S-SW	4-5	1,4-2	
19-17	19.10.2019	04:00	23:59	nein	5-8	5-7	SW-S	4-6	1,8-3	3
19-17	20.10.2019	00:00	23:59	nein	3-8	2-5	W-SW, NO	1-4	0,4-1,7	
19-17	21.10.2019	00:00	04:00	nein	4-8	3-4	NO	3-3	0,5-0,8	
19-18	05.11.2019	17:00	23:59	ja	8	5-5	NO	4-5	1,2-1,2	
19-18	06.11.2019	00:00	23:59	ja	3-8	1-5	N-NO	1-4	0,3-1,2	
19-18	07.11.2019	00:00	23:59	nein	4-8	1-7	SO, 1	1-6	0,3-2	4
19-18	08.11.2019	00:00	23:59	ja	4-8	3-6	SW	2-5	0,9-2	
19-18	09.11.2019	00:00	17:00	nein	4-8	3-5	SO-S	2-4	0,6-1,1	
20-02	04.03.2020	21:00	23:59	nein	2-4	3-4	SW	3-3	0,8-0,8	
20-02	05.03.2020	00:00	23:59	nein	0-8	1-6	O, SW	1-5	0,5-1,7	
20-02	06.03.2020	00:00	23:59	nein	4-8	4-6	NO-O	3-5	1,2-2	3 (*)
20-02	07.03.2020	00:00	23:59	nein	1-8	3-7	SW-NW	2-5	0,8-2	
20-02	08.03.2020	00:00	14:00	nein	8	7-8	SW	5-6	2-3,7	
20-03	16.03.2020	03:00	23:59	nein	0-8	2-5	W-SW	2-4	0,5-1	
20-03	17.03.2020	00:00	23:59	nein	1-8	4-7	SW-W	4-5	1-1,7	
20-03	18.03.2020	00:00	23:59	nein	7-8	1-7	SW-W	2-6	0,7-2,5	
20-03	19.03.2020	00:00	03:00	nein	8	2-3	NW	2-2	0,6-0,6	4
20-03	20.03.2020	16:00	23:59	nein	0-4	4-5	NO-N	4-4	1-1,6	
20-03	21.03.2020	00:00	16:00	nein	0-4	5-6	O	4-5	1,6-2,1	
20-04	04.04.2020	05:00	23:59	nein	0-7	2-6	SW	2-4	0,7-1,5	
20-04	05.04.2020	00:00	23:59	nein	0-2	4-6	SO	3-4	0,7-1	4
20-04	06.04.2020	00:00	23:59	nein	0-8	2-6	W, S, SO	1-4	0,3-1,3	

Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seestate (Peterson)	Wellenhöhe (m)	24-Stunden-Zyklen
20-04	07.04.2020	00:00	23:59	nein	0-3	0-4	O-SO, 1	0-3	0,1-0,4	
20-04	08.04.2020	00:00	05:00	nein	1-2	3-4	O-SO	2-3	0,3-0,3	
20-05	15.04.2020	06:00	23:59	nein	0-1	3-5	W	2-4	1-1,5	
20-05	16.04.2020	00:00	23:59	nein	1-8	1-4	N	1-3	0,3-1	3
20-05	17.04.2020	00:00	23:59	nein	1-8	3-4	N	2-3	0,7-1	
20-05	18.04.2020	00:00	06:00	nein	2-5	4-5	NO-O	3-4	0,8-1	
20-06	06.05.2020	16:00	23:59	nein	1-3	4-5	NW	3-3	0,7-0,7	
20-06	07.05.2020	00:00	23:59	nein	0-6	2-4	NW-W	2-3	0,5-0,8	
20-06	08.05.2020	00:00	23:59	nein	1-8	2-4	SW	1-3	0,3-0,6	4
20-06	09.05.2020	00:00	23:59	nein	1-8	1-3	NO, 1	0-2	0,1-0,4	
20-06	10.05.2020	00:00	16:00	nein	4-8	2-7	N-NO	1-6	0,3-2,8	
20-07	19.05.2020	01:00	23:59	nein	3-8	1-4	W	0-3	0,1-1	
20-07	20.05.2020	00:00	23:59	nein	1-8	1-3	S-SW	0-1	0,1-0,1	3
20-07	21.05.2020	00:00	23:59	nein	1-8	2-4	SO-S	1-2	0,2-0,6	
20-07	22.05.2020	00:00	01:00	nein	6	4-4	O	2-2	0,4-0,4	
20-10	18.07.2020	13:00	23:59	nein	6-8	1-5	SW	1-4	0,4-0,7	
20-10	19.07.2020	00:00	23:59	nein	3-8	1-5	N, W	0-4	0,1-1,3	
20-10	20.07.2020	00:00	23:59	nein	2-7	3-4	NW-N	2-4	0,7-1,3	4
20-10	21.07.2020	00:00	23:59	nein	2-7	3-5	NW-W	2-4	0,8-1,3	
20-10	22.07.2020	00:00	13:00	nein	2-9	3-5	NW	2-4	0,8-1,2	
20-12	03.08.2020	16:00	23:59	nein	3-6	2-4	N-NW	1-2	0,2-0,4	
20-12	04.08.2020	00:00	23:59	nein	2-8	2-6	N-NW, SW	2-5	0,4-1,5	
20-12	05.08.2020	00:00	23:59	nein	3-8	4-6	SW-S	3-5	1-2	4
20-12	06.08.2020	00:00	23:59	nein	1-7	1-4	SW-S	1-3	0,2-1	
20-12	07.08.2020	00:00	16:00	nein	2-6	2-4	SO-S, O	2-3	0,3-0,5	
20-13	24.08.2020	06:00	23:59	nein	0-8	1-5	N-NO	2-4	0,4-1,3	
20-13	25.08.2020	00:00	06:00	nein	2-5	1-3	NW, SO	1-2	0,8-1	1
20-14	31.08.2020	07:00	23:59	ja	3-8	2-6	NW-N	2-5	0,8-2	
20-14	01.09.2020	00:00	07:00	nein	1-5	2-4	SO-O	2-2	0,8-0,8	
20-14	02.09.2020	16:00	23:59	nein	1-3	1-3	SW	0-2	0,1-0,3	
20-14	03.09.2020	00:00	23:59	nein	3-8	3-7	SW-W	3-6	0,4-2,5	
20-14	04.09.2020	00:00	23:59	nein	0-8	5-7	W	4-5	1,4-2,1	6
20-14	05.09.2020	00:00	23:59	nein	4-8	5-7	W-NW	5-5	1,8-2,5	
20-14	06.09.2020	00:00	23:59	nein	3-8	2-6	NW-N	2-5	0,7-2,1	
20-14	07.09.2020	00:00	16:00	nein	0-7	2-4	NW, SW	2-4	0,5-1,2	
20-15	15.09.2020	00:00	23:59	nein	0-8	1-4	O, 1	1-3	0,1-0,4	
20-15	16.09.2020	00:00	23:59	nein	1-8	3-6	N	3-5	0,3-2,3	3
20-15	17.09.2020	00:00	23:59	nein	0-8	3-6	O-SO	3-5	1-2,3	
20-16	09.10.2020	08:00	23:59	ja	6-8	4-6	SW-W	4-5	1,4-2	
20-16	10.10.2020	00:00	23:59	ja	4-8	5-6	W-NW	5-5	1,9-2,3	
20-16	11.10.2020	00:00	23:59	ja	4-8	5-7	N-NW	5-6	2,3-2,5	4
20-16	12.10.2020	00:00	23:59	nein	4-8	3-6	W-NW, N	3-5	1,2-2,3	

Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seestate (Peterson)	Wellenhöhe (m)	24-Stunden-Zyklen
20-16	13.10.2020	00:00	08:00	ja	8	4-5	SW-S	4-4	1,2-1,3	
20-17	23.10.2020	07:00	23:59	nein	5-8	4-6	SW-S	3-5	1,5-2	3
20-17	24.10.2020	00:00	07:00	nein	2-8	5-6	W-SW	4-5	1,7-2	
20-17	25.10.2020	17:00	23:59	nein	4-8	6-6	S-SW	5-5	2-2,2	
20-17	26.10.2020	00:00	23:59	ja	4-8	4-7	SW-S	3-6	1-2,3	
20-17	27.10.2020	00:00	17:00	nein	4-8	6-8	SW-S	5-6	2,2-2,5	
20-18	05.11.2020	05:00	23:59	nein	8	3-6	W-SW	4-5	1,4-1,8	4
20-18	06.11.2020	00:00	23:59	nein	3-8	1-4	SW-W	2-4	0,3-1,4	
20-18	07.11.2020	00:00	05:00	nein	3-8	3-4	S, O	2-3	0,7-1	
20-18	09.11.2020	15:00	23:59	nein	8	3-5	O	3-3	0,4-0,8	
20-18	10.11.2020	00:00	23:59	nein	4-8	2-4	O-SO	2-4	0,5-0,8	
20-18	11.11.2020	00:00	15:00	nein	8	3-3	SO-S	2-3	0,3-0,5	

Tab. A. 6 Kennwerte des Vogelzuges in einzelnen Erfassungsnächten (Vogelzug in der Nacht, Radarerfassung) von März 2019 bis November 2020. Die MTR (= migration traffic rate) kennzeichnet die mittlere nächtliche Zugrate in Echos/(h*km). Max. MTR = Maximaler Stundenwert der Zugrate in der Nacht; SD MTR = Standardabweichung der MTR.

Nacht - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden	Wertung
1. Erfassungsjahr: März 2019 bis November 2019										
1	24.03.2019	19-04	58	197	101	83	259	102	5	ja
2	02.04.2019	19-05	58	195	10	41	190	60	10	ja
3	03.04.2019	19-05	13	63	8	17	108	37	8	ja
4	05.04.2019	19-05	5	23	9	5	24	9	9	ja
5	06.04.2019	19-05	142	755	10	155	354	118	10	ja
6	09.04.2019	19-06	0	0	177	0	0	0	9	ja
7	10.04.2019	19-06	2	6	179	2	11	4	9	ja
8	11.04.2019	19-06	2	5	96	3	9	4	5	ja
9	12.04.2019	19-06	1	3	176	1	10	3	9	ja
10	24.04.2019	19-07	3	15	80	11	33	16	4	ja, E
11	26.04.2019	19-07	114	372	142	160	332	106	7	ja
12	02.05.2019	19-08	7	22	140	6	26	11	7	ja
13	03.05.2019	19-08	1	3	141	1	7	3	7	ja
14	05.05.2019	19-08	6	16	119	5	14	5	6	ja
15	06.05.2019	19-08	21	69	138	22	52	23	7	ja
16	07.05.2019	19-08	227	758	120	274	402	154	6	ja
17	18.05.2019	19-09	51	104	122	35	59	22	7	ja
18	19.05.2019	19-09	2	3	50	2	6	3	3	ja
19	20.05.2019	19-09	2	7	100	3	10	5	5	ja
20	21.05.2019	19-09	1	3	101	2	8	3	5	ja
21	14.07.2019	19-11	0	0	60	0	0	0	3	ja
22	15.07.2019	19-11	0	0	80	0	0	0	4	ja
23	16.07.2019	19-11	3	27	101	11	40	17	5	ja
24	17.07.2019	19-11	8	38	111	15	48	18	6	ja, E
25	05.08.2019	19-12	24	38	136	13	37	16	7	ja
26	06.08.2019	19-12	20	37	136	13	44	15	7	ja
27	07.08.2019	19-12	32	56	138	18	45	18	7	ja
28	08.08.2019	19-12	80	166	139	52	139	42	7	ja
29	12.08.2019	19-13	28	76	120	26	66	28	6	ja, E
30	13.08.2019	19-13	53	113	141	35	142	50	7	ja
31	07.09.2019	19-14	15	28	181	6	19	6	9	ja
32	08.09.2019	19-14	53	105	141	30	122	51	7	ja, E
33	10.09.2019	19-14	19	36	182	8	46	16	9	ja, E

Nacht - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden	Wertung
34	11.09.2019	19-14	1	2	182	0	3	1	9	ja
35	21.09.2019	19-15	130	463	211	93	249	77	11	ja, E
36	22.09.2019	19-15	121	399	156	108	360	117	8	ja, E
37	23.09.2019	19-15	27	58	214	11	25	10	11	ja
38	04.10.2019	19-16	319	1.041	221	207	435	130	11	ja
39	05.10.2019	19-16	814	2.921	222	588	1.202	378	11	ja, E
40	06.10.2019	19-16	181	727	221	142	295	78	11	ja, E
41	17.10.2019	19-17	68	140	249	26	82	24	13	ja
42	19.10.2019	19-17	56	139	220	28	170	49	11	ja
43	20.10.2019	19-17	1.782	8.075	220	1.597	4.861	1.745	11	ja
44	05.11.2019	19-18	167	463	139	150	297	100	7	ja
45	06.11.2019	19-18	134	402	211	78	338	100	11	ja
46	08.11.2019	19-18	148	432	261	71	198	72	13	ja
2. Erfassungsjahr: März 2020 bis November 2020										
1	04.03.2020	20-02	12	52	173	12	68	22	9	ja, E
2	05.03.2020	20-02	12	29	228	6	23	9	12	ja
3	06.03.2020	20-02	84	332	230	66	234	80	12	ja
4	07.03.2020	20-02	409	1.967	211	356	1.408	455	11	ja
5	16.03.2020	20-03	1.333	5.648	215	1.021	3.246	1.208	11	ja
6	17.03.2020	20-03	463	1.870	212	343	1.569	531	11	ja
7	20.03.2020	20-03	22	37	211	7	17	7	11	ja
8	04.04.2020	20-04	405	2.442	181	546	975	340	9	ja
9	05.04.2020	20-04	402	2.522	181	562	876	278	9	ja
10	06.04.2020	20-04	295	1.107	160	302	802	326	8	ja
11	07.04.2020	20-04	98	407	178	93	166	47	9	ja
12	15.04.2020	20-05	55	187	169	45	145	51	9	ja
13	16.04.2020	20-05	12	34	167	8	35	12	9	ja
14	17.04.2020	20-05	31	68	166	17	54	16	9	ja
15	06.05.2020	20-06	26	70	139	22	50	20	7	ja
16	07.05.2020	20-06	138	359	137	111	310	99	7	ja
17	08.05.2020	20-06	454	968	136	282	652	233	7	ja
18	09.05.2020	20-06	245	689	135	212	501	221	7	ja
19	19.05.2020	20-07	10	16	110	6	27	11	6	ja
20	20.05.2020	20-07	22	69	111	25	66	30	6	ja, E
21	21.05.2020	20-07	8	22	79	12	21	9	4	ja, E
22	18.07.2020	20-10	14	46	111	16	39	18	6	ja
23	19.07.2020	20-10	6	24	114	12	46	17	6	ja, E
24	20.07.2020	20-10	5	19	113	8	24	9	6	ja

Nacht - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden	Wertung
25	21.07.2020	20-10	6	18	101	8	20	11	5	ja
26	03.08.2020	20-12	26	86	135	25	139	50	7	ja, E
27	04.08.2020	20-12	28	31	136	9	31	12	7	ja, E
28	05.08.2020	20-12	207	337	135	99	281	103	7	ja, E
29	06.08.2020	20-12	42	146	136	45	147	57	7	ja, E
30	24.08.2020	20-13	21	78	168	21	47	20	9	ja
31	31.08.2020	20-14	240	636	177	146	296	111	9	ja
32	02.09.2020	20-14	160	340	173	83	287	94	9	ja
33	03.09.2020	20-14	4	6	181	1	7	2	9	ja
34	04.09.2020	20-14	0	0	162	0	0	0	8	ja
35	05.09.2020	20-14	7	32	161	8	32	13	8	ja
36	06.09.2020	20-14	6	21	161	5	25	9	8	ja
37	14.09.2020	20-15	88	152	91	65	168	59	5	ja, E
38	15.09.2020	20-15	107	180	181	39	101	32	10	ja
39	16.09.2020	20-15	91	203	202	38	90	31	11	ja, E
40	17.09.2020	20-15	25	61	111	21	36	12	6	ja, E
41	09.10.2020	20-16	4	13	221	2	17	5	11	ja
42	10.10.2020	20-16	210	923	171	209	895	356	9	ja, E
43	11.10.2020	20-16	1.400	6.101	231	1.041	3.250	1.077	12	ja, E
44	23.10.2020	20-17	34	50	215	11	35	13	11	ja
45	25.10.2020	20-17	55	67	219	13	31	11	11	ja
46	26.10.2020	20-17	56	71	197	15	29	10	10	ja
47	05.11.2020	20-18	31	102	260	16	100	28	13	ja
48	06.11.2020	20-18	488	1.386	249	224	658	214	13	ja
49	09.11.2020	20-18	85	234	233	41	101	23	12	ja
50	10.11.2020	20-18	220	676	273	103	335	96	14	ja

Erläuterung: Wertung: ja: minimale Stundenanzahl erfüllt (Erfassung in mind. 50 % der Nachtstunden), ja, E: Wertung mit Einschränkung, da in dieser Nacht Insektenzug vorkam. Das Datum der Zugnacht kennzeichnet den Beginn der Nacht.

Tab. A. 7 Kennwerte des Vogelzuges an einzelnen Erfassungstagen (Vogelzug am Tag, Radarerfassung) von März 2019 bis November 2020. Die MTR (= migration traffic rate) kennzeichnet die mittlere Zugrate in Echos/(h*km). Max. MTR = Maximaler Stundenwert der Zugrate an dem Tag; SD MTR=Standardabweichung der MTR.

Tag - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden	Wertung
1. Erfassungsjahr: März 2019 bis November 2019										
1	24.03.2019	19-04	95	387	273	59	281	80	14	ja
2	02.04.2019	19-05	19	84	10	17	104	32	10	ja
3	03.04.2019	19-05	41	141	14	22	77	27	14	ja
4	06.04.2019	19-05	9	23	14	4	28	8	14	ja
5	07.04.2019	19-05	43	147	13	24	82	26	13	ja
6	09.04.2019	19-06	2	6	239	2	17	5	12	ja, E
7	10.04.2019	19-06	2	5	299	1	8	3	15	ja
8	11.04.2019	19-06	65	419	300	86	188	58	15	ja
9	12.04.2019	19-06	83	465	280	101	619	176	14	ja, E
10	24.04.2019	19-07	7	35	174	12	46	16	9	ja
11	25.04.2019	19-07	39	203	310	41	194	59	16	ja
12	26.04.2019	19-07	63	211	275	51	144	43	14	ja
13	03.05.2019	19-08	25	122	337	15	79	25	17	ja
14	06.05.2019	19-08	11	22	340	3	14	4	17	ja
15	07.05.2019	19-08	11	41	241	8	40	12	12	ja
16	08.05.2019	19-08	32	115	181	26	119	40	9	ja
17	18.05.2019	19-09	41	84	180	20	42	13	9	ja
18	19.05.2019	19-09	82	198	350	24	107	30	18	ja
19	20.05.2019	19-09	56	155	332	20	50	15	17	ja
20	21.05.2019	19-09	21	73	344	9	72	17	18	ja
21	22.05.2019	19-09	16	55	172	13	40	13	9	ja
22	15.07.2019	19-11	5	31	371	4	44	10	19	ja
23	16.07.2019	19-11	22	138	339	17	139	36	17	ja
24	17.07.2019	19-11	114	384	368	47	254	64	19	ja, E
25	18.07.2019	19-11	80	268	321	39	82	27	16	ja, E
26	05.08.2019	19-12	129	375	180	94	221	63	9	ja, E
27	06.08.2019	19-12	218	604	337	82	242	63	17	ja, E
28	07.08.2019	19-12	94	201	316	27	106	31	16	ja
29	08.08.2019	19-12	62	88	333	11	39	11	17	ja
30	12.08.2019	19-13	95	246	236	46	208	64	12	ja
31	13.08.2019	19-13	1.076	3.156	331	430	863	195	17	ja, E
32	15.08.2019	19-13	210	317	220	66	166	50	11	ja
33	07.09.2019	19-14	68	281	249	46	176	58	13	ja

Tag - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden	Wertung
34	08.09.2019	19-14	175	560	290	77	405	137	15	ja, E
35	12.09.2019	19-14	16	29	272	5	19	6	14	ja
36	22.09.2019	19-15	105	388	260	66	191	61	13	ja, E
37	24.09.2019	19-15	28	110	200	23	86	29	10	ja
38	05.10.2019	19-16	336	1.689	211	330	1.378	373	11	ja
39	06.10.2019	19-16	173	995	249	175	887	268	13	ja, E
40	07.10.2019	19-16	137	869	248	151	671	176	13	ja
41	08.10.2019	19-16	33	79	236	15	40	15	12	ja
42	20.10.2019	19-17	118	377	220	73	163	59	11	ja
43	06.11.2019	19-18	17	72	98	32	74	31	5	ja
44	07.11.2019	19-18	63	349	158	103	240	83	8	ja
45	08.11.2019	19-18	111	386	206	77	244	84	11	ja
46	09.11.2019	19-18	141	478	196	112	293	93	10	ja
2. Erfassungsjahr: März 2020 bis November 2020										
1	05.03.2020	20-02	36	89	240	17	95	27	12	ja
2	06.03.2020	20-02	44	162	220	33	171	53	11	ja
3	07.03.2020	20-02	86	387	240	71	229	61	12	ja
4	16.03.2020	20-03	164	601	253	109	821	235	13	ja
5	17.03.2020	20-03	38	113	196	25	67	25	10	ja
6	21.03.2020	20-03	34	90	220	18	41	15	11	ja
7	04.04.2020	20-04	96	265	278	40	186	52	14	ja
8	05.04.2020	20-04	90	286	293	42	132	35	15	ja
9	06.04.2020	20-04	97	243	270	40	80	26	14	ja
10	07.04.2020	20-04	73	308	294	48	298	76	15	ja
11	15.04.2020	20-05	26	84	261	14	44	15	13	ja
12	16.04.2020	20-05	56	158	300	23	61	21	15	ja
13	17.04.2020	20-05	51	134	299	21	88	23	15	ja
14	07.05.2020	20-06	99	311	340	40	165	37	17	ja
15	08.05.2020	20-06	298	716	338	88	545	125	17	ja
16	09.05.2020	20-06	248	551	341	66	249	69	17	ja
17	10.05.2020	20-06	123	349	221	65	356	100	11	ja
18	19.05.2020	20-07	31	83	292	13	88	23	15	ja
19	20.05.2020	20-07	54	116	348	15	43	15	18	ja
20	21.05.2020	20-07	103	253	352	30	88	29	18	ja, E
21	19.07.2020	20-10	83	231	278	39	122	35	14	ja, E
22	20.07.2020	20-10	41	199	336	26	123	37	17	ja, E
23	21.07.2020	20-10	91	365	355	49	406	94	18	ja
24	22.07.2020	20-10	31	91	201	21	59	18	10	ja

Tag - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden	Wertung
25	04.08.2020	20-12	147	442	339	59	173	53	17	ja
26	05.08.2020	20-12	54	104	320	14	55	17	16	ja
27	06.08.2020	20-12	134	419	337	58	157	45	17	ja, E
28	07.08.2020	20-12	450	1.025	255	179	496	154	13	ja
29	31.08.2020	20-14	41	139	181	33	76	30	9	ja
30	03.09.2020	20-14	9	16	160	4	12	5	8	ja
31	04.09.2020	20-14	12	19	297	3	10	3	15	ja
32	05.09.2020	20-14	12	23	275	4	20	7	14	ja
33	06.09.2020	20-14	19	59	176	15	49	17	9	ja
34	07.09.2020	20-14	14	27	233	5	14	5	12	ja, E
35	15.09.2020	20-15	56	145	257	25	80	25	13	ja, E
36	16.09.2020	20-15	51	119	258	19	46	12	13	ja
37	17.09.2020	20-15	55	161	251	25	123	33	13	ja, E
38	09.10.2020	20-16	10	24	121	9	23	8	6	ja
39	10.10.2020	20-16	40	211	154	57	136	45	8	ja
40	11.10.2020	20-16	85	463	134	160	609	209	7	ja
41	12.10.2020	20-16	218	1.337	193	323	1.432	447	10	ja
42	23.10.2020	20-17	358	524	179	136	268	85	9	ja
43	27.10.2020	20-17	87	149	159	39	140	45	8	ja
44	05.11.2020	20-18	47	164	170	39	156	61	9	ja
45	06.11.2020	20-18	60	178	198	41	104	31	10	ja
46	10.11.2020	20-18	380	1.274	195	304	620	187	10	ja
47	11.11.2020	20-18	207	598	155	179	399	136	8	ja

Erläuterung: Wertung: ja: minimale Stundenanzahl erfüllt (Erfassung in mind. 50 % der Tagstunden), ja, E: Wertung mit Einschränkung, da in dieser Nacht Insektenzug vorkam.

A.2.2 Zugbeobachtung und Zugruferfassung

Tab. A. 8 Schutzstatus der im Gebiet N-6 von März 2019 bis November 2020 gesichteten und gehörten Arten nach AEWA, EU-VSchRL, SPEC sowie Berner und Bonner Konvention (Quellen und Erläuterungen unterhalb der Tabelle) mit Angabe der Anzahl erfasster Individuen während der Sichtbeobachtungen (Sicht) und Anzahl erfasster Rufe. [Bei gesichteten Vögeln sind in Klammern jene Individuen angegeben, die zwar gesehen wurden, aber mit Schiffen assoziiert waren bzw. in Distanzen von >1.500 m registriert wurden und daher nicht in die Auswertung eingeflossen sind. Die Angabe zu den aufgrund der Ausdehnung der Höhengschicht der Rotorebenen potenziell von Vogelschlag (Wirkfaktor Rotorbereich) betroffenen Individuen erfolgt in den Spalten „Rotorebene 25 – 225 m“ für die untere Bandbreite bzw. „Rotorebene 50 – 350 m“ für die obere Bandbreite. Angaben zur biogeographischen Population von häufigen Arten (> 100 gesichtete Individuen in mindestens einem Untersuchungsjahr) sowie Arten des Anhang I der EU-VSchRL gemäß Mendel et al. (2008)¹, aktualisiert und ergänzt durch Wetlands International (2021)². Sind keine Daten zur biogeographischen Population vorhanden, so wurde der europäische Bestand nach BirdLife International (2017)³ angegeben. Hochzahlen geben Literaturquelle der biogeographischen Population an. Bei der EU-VSchRL, der Berner und Bonner Konvention werden die Anhänge angegeben, in denen die jeweiligen Arten geführt werden].

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2019	Anzahl Rufe 2019	Anzahl Ind. Sicht 2020	Anzahl Rufe 2020	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2019	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2019	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2020	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
20	Sterntaucher	8		14		4	2	2	2	B (1)	I	3	II	II	150.000 - 450.000 ²
30	Prachtaucher	1								B 2c	I	3	II	II	250.000 - 500.000 ²
59	Seetaucher unbestimmt	7		5		3	1	4					II	II	
220	Eissturmvogel	18 (1)		19 (2)								3	III		
430	Dunkler Sturmtaucher			14									III		
710	Basstölpel	664 (22)		793 (89)		171 (5)	58	149 (23)	38 (1)				III		780.000 ¹
720	Kormoran	13		15 (4)		4		2		C 1			III		
1220	Graureiher	2	2							C 1			III		
1569	Gänse unbestimmt	2		4		2	2	4	4				III	II	
1590	Blässgans				15					C 1			III	II	
1680	Ringelgans	20		217						A 2/A 3a/B 2b			III	II	200.000 - 280.000 ²

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2019	Anzahl Rufe 2019	Anzahl Ind. Sicht 2020	Anzahl Rufe 2020	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2019	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2019	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2020	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
1790	Pfeifente			8	23					B 2c			III	II	
1840	Krickente	2		4						C 1			III	II	
1949	unbestimmte Schwimmte		3										III	II	
2060	Eiderente			12				7		A 4		1	III	II	
2130	Trauerente	72	12	63	1	13	13	17	2	B 2a			III	II	
2230	Gänsesäger	2				2				C 1			III	II	
2269	Ente unbestimmt	1											III	II	
2600	Rohrweihe			1							I		II	II	99.300 - 184.000 ³
2690	Sperber	1											II	II	
3009	Greifvogel unbestimmt	1		1									II	II	
3040	Turmfalke											3	II	II	
4500	Austernfischer	2	22	2	3			2	2	A 4		1	III	II	
4700	Sandregenvfeifer				2					B 1			II	II	
4850	Goldregenvfeifer				41					B 2c/C 1	I		III	II	640.000 - 1.210.000 ^{2*}
4930	Kiebitz	2								A 4		1	III	II	
4960	Knutt	2								A 4		1	III	II	
4970	Sanderling	2								C 1			II	II	
5100	Meerstrandläufer	1								B 1			II	II	
5120	Alpenstrandläufer		6	2	2					B 1/C 1		3	II	II	
5170	Kampfläufer				2					B 2c	I	2	III	II	1.000.000 - 1.500.000 ^{2*}
5190	Bekassine		3	1	8					B 2c		3	III	II	
5340	Pfuhschnepfe	1								A 4	I	1	III	II	720.000 ^{2**}

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2019	Anzahl Rufe 2019	Anzahl Ind. Sicht 2020	Anzahl Rufe 2020	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2019	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2019	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2020	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
5380	Regenbrachvogel	10	8	1	3	9	9			C (1)			III	II	
5410	Großer Brachvogel	3	10		10	2	2			A 4		1	III	II	
5450	Dunkler Wasserläufer	1								A 3c		3	III	II	
5460	Rotschenkel	1	3		3					B 2c/C 1		2	III	II	
5560	Flussuferläufer	2	71		15					B 2c		3	III	II	
5659	Limikolen unbestimmt	4		47	4			40	40				II/III		
5670	Schmarotzer- raubmöwe	1		1		1							III		
5690	Skua	2		5						B 1			III		
5709	Raubmöwe unbestimmt			1									III		
5780	Zwergmöwe	114 (41)	1	5		3				B 1	I	3	II		72.000 - 174.000 ²
5820	Lachmöwe	54 (13)	9	26 (2)	6	14	15			B 2c			III		
5900	Sturmmöwe	171 (27)	18 (4)	115 (35)		33	8	30	9	C 1			III		1.200.000 - 2.250.000 ² * *
5909	Kleinmöwe unbestimmt	38 (10)		3 (150)				1					III		
5910	Heringsmöwe	1422 (1380)	473	1003 (702)	90	453 (2)	175	328 (1)	79	C 1					325.000 - 440.000 ²
5920	Silbermöwe	70 (38)		56 (208)		17	5	23	1	B 2c		2			
5926	Mittelmeer- möwe			1						C 1					
5927	Steppenmöwe	4		8 (12)		2	2	2		C 1					
6000	Mantelmöwe	209 (39)		167 (150)	5	49 (1)	26 (1)	58 (1)	7	C 1					330.000 – 540.000 ²
6004	Sturm- /Silbermöwe	1		1				1							
6005	Großmöwe unbestimmt	276 (420)		212 (646)	20	90	60	99 (7)	47 (2)						
6008	Herings- /Mantelmöwe	40 (51)		105 (278)		20	6	94	36						

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2019	Anzahl Rufe 2019	Anzahl Ind. Sicht 2020	Anzahl Rufe 2020	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2019	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2019	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2020	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
6020	Dreizehenmöwe	235 (76)	1	705 (621)		31	7	113	4	A 1b		3	III		6.600.000 ²
6049	Möwe unbestimmt			59 (957)	1			43	43						
6110	Brandseeschwalbe	26		27		1				C 1	I		II	II	166.000 - 171.000 ²
6150	Flusseeeschwalbe	53	13	31 (1)		6	1			C 1	I		II	II	800.000 - 1.700.000 ^{2*}
6160	Küstenseeschwalbe	214	7		3	11	11			C 1	I		II	II	1.000.000 ²
6169	Fluss-/Küstenseeschwalbe	264	5	11		37	37						II	II	
6319	Seeschwalbe unbestimmt	36		6		3							II		
6340	Trottellumme	66 (15)		83 (30)	8					C 1		3	III		
6345	Tordalk/Trottellumme	51 (4)		63 (17)									III		
6360	Tordalk	24 (4)		42 (4)						A 4		1	III		
6470	Krabbentaucher	0 (2)								C 1			III		
6657	Haus-/Stadttaube	0 (1)		1 (1)				1					III		
6700	Ringeltaube	1 (2)		1		1	1								
7670	Waldohreule	1											II		
7680	Sumpfohreule	2									I	3	II		54.700 - 186.000 ³
9760	Feldlerche	8		1	2	4						3	III		
9920	Rauchschwalbe	22 (1)		1 (1)								3	II		
10090	Baumpieper		8									3	II	II	
10110	Wiesenpieper	28 (8)	19	19 (1)	6	2		2				1	II	II	
10142	Strandpieper	1											II	II	
10190	Gebirgsstelze			1				1					II	II	

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2019	Anzahl Rufe 2019	Anzahl Ind. Sicht 2020	Anzahl Rufe 2020	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2019	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2019	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2020	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
10200	Bachstelze	11		2 (3)	2	1							II	II	
10990	Rotkehlchen	1 (1)	287		14								II	II	
11210	Hausrotschwanz	1 (1)		0 (2)									II	II	
11220	Gartenrotschwanz	0 (1)		0 (1)									II	II	
11460	Steinschmätzer	2		2								3	II	II	
11860	Ringdrossel		1										II	II	
11870	Amsel	3	283 (2)	4 (1)	338								III	II	
11980	Wacholderdrossel	1	21	19	12			1	1				III	II	
12000	Singdrossel	17 (4)	1961		96	1							III	II	
12010	Rotdrossel	66 (1)	906	1	992							1	III	II	
12069	Drossel unbestimmt	64		3 (1)	3								II/II I	II	
12740	Klappergrasmücke	0 (3)											II	II	
12770	Mönchsgrasmücke	0 (1)		0 (2)									II	II	
13110	Zilpzalp	1 (9)		5 (2)	3								II	II	
13120	Fitis	1 (9)	2	0 (3)								3	II	II	
13129	Laubsänger unbestimmt	3		2 (3)									II	II	
13140	Wintergoldhähnchen		2	0 (1)								2	II	II	
13490	Trauerschnäpper				2								II	II	
15820	Star	139 (4)	3	17 (2)	4							3			28.800.000 - 52.400.000 ³
16360	Buchfink	1 (3)		0 (1)									III		
16380	Bergfink		3									3	III		

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2019	Anzahl Rufe 2019	Anzahl Ind. Sicht 2020	Anzahl Rufe 2020	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2019	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2019	Ind. Rotorebene 25 - 225 m 2020	Ind. Rotorebene 50 - 350 m 2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
1654 0	Erlenzeisig	19		1									II		
1850 0	Schneeammer			0 (1)									II		
1999 9	Singvogel unbestimmt	25	1	23 (1)	3	3		1							

Populationsstatus nach dem Abkommen zur Erhaltung der afrikanisch-eurasischen wandernden Wasservögel (AEWA; UNEP/AEWA Secretariat 2019):

- A 1b: Arten, die in der aktuellen IUCN Red List als „Threatened“ geführt werden
A 1c: Populationen mit einer Individuenzahl von weniger als etwa 10.000.
A 2: Populationen mit einer Individuenzahl von etwa 10.000 bis 25.000.
A 3b: Populationen mit einer Individuenzahl von etwa 25.000 bis 100.000, die als gefährdet gelten aufgrund der Angewiesenheit auf einen erheblich gefährdeten Habitattyp.
A 3c: Populationen mit einer Individuenzahl von etwa 25.000 bis 100.000, die als gefährdet gelten aufgrund eines erheblichen langfristigen Rückganges.
A 4: Arten, die in der aktuellen IUCN Red List als „Near Threatened“ geführt werden, die aber nicht die Kriterien zur Einstufung in die Kategorien A 1, A 2 oder A 3 erfüllen.
B 1: Populationen mit einer Individuenzahl von etwa 25.000 und 100.000, die den Voraussetzungen für Spalte A nicht entsprechen.
B 2a: Populationen mit einer Individuenzahl von mehr als etwa 100.000, für die besondere Aufmerksamkeit notwendig erscheint aufgrund der Konzentration auf eine geringe Anzahl von Stätten in jeder Phase ihres Jahreszyklus.
B 2b: Populationen mit einer Individuenzahl von mehr als etwa 100.000, für die besondere Aufmerksamkeit notwendig erscheint aufgrund der Angewiesenheit auf einen erheblich gefährdeten Habitattyp.
B 2c: Populationen mit einer Individuenzahl von mehr als etwa 100.000, für die besondere Aufmerksamkeit notwendig erscheint aufgrund eines erheblichen langfristigen Rückganges.
B 2d: Populationen mit einer Individuenzahl von mehr als etwa 100.000, für die besondere Aufmerksamkeit notwendig erscheint aufgrund großer Schwankungen bezüglich Populationsgröße oder -trends.
C 1: Populationen mit einer Individuenzahl von mehr als etwa 100.000, für die eine internationale Zusammenarbeit von erheblichem Nutzen sein könnte und die den Voraussetzungen für Spalte A oder B nicht entsprechen.
(): Populationssituation unbekannt, Gefährdungsstatus geschätzt.
*: Die mit einem Sternchen gekennzeichneten Populationen dürfen ausnahmsweise auf der Grundlage einer nachhaltigen Nutzung auch weiterhin bejagt werden, soweit die Bejagung dieser Populationen einer langen kulturellen Tradition entspricht.
[N]: Art des AEWA-Abkommens, für die Deutschland kein Arealstaat ist.

SPEC (Species of European Conservation Concern; Quelle: BirdLife International 2017)

- SPEC 1: Europäische Arten, die global gefährdet sind
SPEC 2: Arten, deren globale Populationen konzentriert in Europa vorkommen und einen ungünstigen Erhaltungsstatus in Europa haben
SPEC 3: Arten, deren globale Populationen nicht auf Europa konzentriert sind, dort aber einen ungünstigen Erhaltungsstatus haben
SPEC 4: Arten, deren globale Populationen sich auf Europa konzentrieren mit günstigem Erhaltungsstatus in Europa

** Bei manchen Arten kann die Population nicht eindeutig identifiziert werden, da sich die Individuen unterschiedlicher Populationen optisch nicht/nur gering unterscheiden, so dass die Merkmale im Feld nicht erkannt werden können. Ist mit dem Auftreten von zwei im Feld nicht unterscheidbaren Populationen im Untersuchungsgebiet mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu rechnen, so werden die Gesamtpopulationen beider Arten addiert. Ist das Auftreten einer bestimmten Population im Gebiet eher unwahrscheinlich, so beziehen sich die Angaben auf diejenige Population, mit deren Auftreten überwiegend oder ausschließlich zu rechnen ist. Zusammengefasst wurden Populationen der Flussseseschwalbe (süd- und westeuropäische Populationen sowie nord- und osteuropäische Populationen), Goldregenpfeifer (britische, irische, dänische, deutsche, baltische Populationen sowie nord-/westeuropäische Populationen) und Pfuhlschnepfe (Unterarten *Limosa lapponica lapponica* und *Limosa lapponica taymyrensis*). Bei der Sturmmöwe kann es im Einzelfall zum Auftreten der Unterart *Larus canus heinei* kommen, jedoch überwiegt die Unterart *L. c. canus* deutlich, so dass insgesamt von dieser biogeographischen Population ausgegangen wird. Da die Unterart *L. c. heinei* mit > 1.000.000 Individuen sehr zahlreich ist, haben Einzelvögel in der Nordsee keine Bedeutung am Gesamtbestand.

Tab. A. 9 Relative Flugrichtungsverteilungen [%] sowie mittlere Flugrichtungen aller Arten [°] nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
24.03.2019	19,23	3,85	15,38	3,85	0	7,69	26,92	23,08	26	317,23
02.04.2019	3,08	67,69	4,62	10,77	6,15	7,69	0	0	65	59,86
03.04.2019	15,38	2,56	51,28	5,13	0	2,56	7,69	15,38	39	58,08
04.04.2019	0	42,86	42,86	14,29	0	0	0	0	7	76,36
06.04.2019	0	31,03	27,59	3,45	6,9	0	13,79	17,24	29	46,33
07.04.2019	37,5	31,25	22,5	1,25	2,5	2,5	0	2,5	80	36,73
09.04.2019	14,81	29,63	14,81	18,52	0	0	3,7	18,52	27	41,87
10.04.2019	19,05	23,81	14,29	9,52	4,76	0	14,29	14,29	21	21,33
11.04.2019	7,27	18,18	27,27	23,64	3,64	3,64	7,27	9,09	55	84,88
12.04.2019	9,68	16,13	38,71	25,81	6,45	0	0	3,23	31	91,16
13.04.2019	0	100	0	0	0	0	0	0	12	45
24.04.2019	2,59	17,24	35,34	37,07	6,03	0	0,86	0,86	116	103,13
25.04.2019	0	40,57	30,19	22,64	2,83	0,94	1,89	0,94	106	82,18
26.04.2019	6,35	4,76	58,73	25,4	0	0	1,59	3,17	63	94,5
27.04.2019	0	0	27,27	54,55	9,09	0	9,09	0	22	130,02
02.05.2019	51,85	3,7	3,7	3,7	0	0	3,7	33,33	27	346,34
03.05.2019	24,44	5,19	14,07	8,89	0	5,19	10,37	31,85	135	342,88
04.05.2019	19,15	14,89	2,13	8,51	4,26	6,38	21,28	23,4	47	323,04
05.05.2019	67,69	4,62	1,54	1,54	4,62	1,54	4,62	13,85	65	352,6
06.05.2019	29,58	5,63	5,63	2,82	1,41	8,45	25,35	21,13	71	318,46
07.05.2019	19,44	16,11	57,78	0,56	0,56	0	3,33	2,22	180	64,05
08.05.2019	14,58	25	12,5	8,33	2,08	8,33	16,67	12,5	48	9,74
18.05.2019	13,33	20	26,67	13,33	13,33	0	6,67	6,67	15	76,36
19.05.2019	10	50	0	10	0	0	20	10	10	18,7
20.05.2019	16,67	16,67	16,67	12,5	0	4,17	25	8,33	24	8,7
21.05.2019	10,53	21,05	5,26	10,53	0	10,53	10,53	31,58	19	338,86
22.05.2019	0	0	33,33	0	0	0	66,67	0	3	270
15.07.2019	13,33	2,22	0	2,22	6,67	15,56	20	40	45	293,1
16.07.2019	24,44	31,11	8,89	4,44	0	6,67	8,89	15,56	45	10,77
17.07.2019	36,21	6,9	6,9	0	3,45	5,17	25,86	15,52	58	327,43
18.07.2019	4,84	0	1,61	4,84	19,35	35,48	32,26	1,61	62	231,92
05.08.2019	2,86	5,71	11,43	8,57	17,14	25,71	17,14	11,43	35	219,64
06.08.2019	6,25	1,79	3,57	2,68	14,29	38,39	15,18	17,86	112	244,32

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
07.08.2019	1,56	0	1,56	9,38	12,5	35,94	34,38	4,69	64	234,16
08.08.2019	18,33	5	10	3,33	3,33	21,67	31,67	6,67	60	278,84
09.08.2019	1,92	1,92	9,62	5,77	5,77	38,46	21,15	15,38	52	242,61
12.08.2019	0,71	5,71	2,14	2,86	5,71	40	31,43	11,43	140	248,74
13.08.2019	8,77	7,46	0,44	6,58	5,7	20,18	36,4	14,47	228	269,61
14.08.2019	0	2,38	3,57	1,19	0	33,33	48,81	10,71	84	258,41
15.08.2019	3,33	6	0,67	2	20,67	36	20	11,33	150	235,88
07.09.2019	6,08	4,73	4,73	36,49	2,7	13,51	27,03	4,73	148	193,46
08.09.2019	7,02	8,77	7,02	1,75	7,02	10,53	49,12	8,77	57	274,41
11.09.2019	5,26	5,26	26,32	5,26	5,26	15,79	26,32	10,53	19	251,57
12.09.2019	0,69	0	0,69	0,69	6,25	29,17	51,39	11,11	144	256,55
21.09.2019	25	0	0	0	0	50	25	0	4	260,26
22.09.2019	0	1,89	11,32	5,66	60,38	16,98	3,77	0	53	179,33
23.09.2019	7,69	4,62	0	12,31	16,92	43,08	13,85	1,54	65	217,2
24.09.2019	0	26,92	0	3,85	11,54	53,85	3,85	0	26	211,2
05.10.2019	0,82	26,98	52,04	1,36	16,08	1,91	0	0,82	367	88,3
06.10.2019	9,91	5,41	18,02	26,13	15,32	14,41	9,01	1,8	111	145,6
07.10.2019	0	4,44	13,33	24,44	31,11	24,44	2,22	0	45	167,16
08.10.2019	7,79	12,99	1,3	2,6	6,49	37,66	19,48	11,69	77	256,99
17.10.2019	0	0	25	0	25	50	0	0	4	189,74
18.10.2019	2,22	2,22	4,44	0	17,78	57,78	13,33	2,22	45	223,04
19.10.2019	3,45	0	0	6,9	20,69	41,38	27,59	0	29	225,33
20.10.2019	0,88	1,77	0	0	5,31	78,76	13,27	0	113	229
06.11.2019	17,24	6,9	6,9	3,45	10,34	6,9	20,69	27,59	29	307,83
07.11.2019	0	37,04	11,11	11,11	14,81	7,41	18,52	0	27	94,6
08.11.2019	2,9	10,14	1,45	4,35	20,29	40,58	17,39	2,9	69	222,38
09.11.2019	3,93	17,42	14,04	6,74	48,31	5,62	0,56	3,37	178	147,79

Tab. A. 10 Relative Flugrichtungsverteilungen [%] sowie mittlere Flugrichtungen aller Arten [°] nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
05.03.2020	4,55	13,64	27,27	9,09	4,55	18,18	18,18	4,55	22	125,26
06.03.2020	25	27,78	22,22	2,78	2,78	11,11	8,33	0	36	40,78
07.03.2020	4,55	31,82	9,09	9,09	13,64	4,55	9,09	18,18	22	37,72
08.03.2020	14,29	14,29	28,57	0	14,29	0	14,29	14,29	7	35,26
16.03.2020	0	0	0	7,14	7,14	35,71	42,86	7,14	14	244,56
17.03.2020	4	0	8	0	12	32	16	28	25	257,88
18.03.2020	11,76	8,82	8,82	29,41	2,94	14,71	17,65	5,88	34	163,03
20.03.2020	50	50	0	0	0	0	0	0	2	22,5
21.03.2020	0	37,5	25	25	12,5	0	0	0	8	93,03
04.04.2020	7,69	3,85	0	30,77	3,85	7,69	30,77	15,38	26	246,67
05.04.2020	1,69	8,47	15,25	10,17	15,25	10,17	27,12	11,86	59	226,45
06.04.2020	0	29,17	16,67	12,5	29,17	4,17	4,17	4,17	24	115,73
07.04.2020	9,09	18,18	24,24	18,18	0	3,03	21,21	6,06	33	63,28
15.04.2020	10,53	15,79	15,79	0	10,53	36,84	10,53	0	19	212,88
16.04.2020	20	10	20	10	0	20	20	0	10	0
17.04.2020	0	60	0	20	0	0	0	20	10	45
06.05.2020	0	0	0	100	0	0	0	0	2	135
07.05.2020	3,23	22,58	19,35	9,68	6,45	0	16,13	22,58	31	24,73
08.05.2020	11,11	11,11	22,22	0	16,67	0	33,33	5,56	18	310,93
09.05.2020	11,11	11,11	0	11,11	33,33	0	22,22	11,11	9	225
10.05.2020	27,78	11,11	27,78	0	5,56	5,56	16,67	5,56	18	20,27
19.05.2020	3,57	7,14	7,14	10,71	14,29	10,71	35,71	10,71	28	246,94
20.05.2020	13,04	13,04	26,09	4,35	4,35	17,39	17,39	4,35	23	45
21.05.2020	0,44	89,08	9,61	0	0	0,44	0,44	0	229	48,7
18.07.2020	8,89	2,22	31,11	4,44	15,56	20	6,67	11,11	45	153,76
19.07.2020	13,98	17,2	9,68	5,38	7,53	10,75	24,73	10,75	93	316,03
20.07.2020	16,13	17,2	21,51	6,45	9,68	9,68	9,68	9,68	93	46,61
21.07.2020	9,38	15	4,38	1,25	11,25	23,75	25	10	160	266,75
22.07.2020	23,08	15,38	15,38	1,92	9,62	9,62	15,38	9,62	52	356,61
03.08.2020	0	33,33	22,22	0	0	22,22	0	22,22	9	31,36
04.08.2020	16,13	16,13	0	3,23	16,13	9,68	6,45	32,26	31	318,22
05.08.2020	2,74	4,11	6,85	9,59	19,18	21,92	27,4	8,22	73	227
06.08.2020	1,69	16,95	3,39	5,08	8,47	25,42	22,03	16,95	59	262,44

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
07.08.2020	15,46	12,37	37,11	14,43	3,09	2,06	9,28	6,19	97	71,34
24.08.2020	16,05	7,41	7,41	6,17	7,41	23,46	18,52	13,58	81	275,22
31.08.2020	29,85	11,94	1,49	1,49	1,49	4,48	5,97	43,28	67	335,53
01.09.2020	0	0	0	36,36	0	27,27	0	36,36	11	225
02.09.2020	0	0	25	50	0	25	0	0	4	141,18
03.09.2020	3,88	10,08	17,05	8,53	17,05	13,18	17,83	12,4	129	204,32
04.09.2020	0	4,26	1,06	6,38	7,45	23,4	44,68	12,77	94	255,04
05.09.2020	1,79	3,57	3,57	3,57	4,46	21,43	39,29	22,32	112	268,1
06.09.2020	7,69	9,09	0,7	0,7	4,2	8,39	41,96	27,27	143	290,93
07.09.2020	2,27	6,82	0	2,27	27,27	9,09	27,27	25	44	256,81
15.09.2020	8,33	6,67	6,67	16,67	41,67	6,67	5	8,33	60	169,09
16.09.2020	9,09	10,91	9,09	0	30,91	14,55	9,09	16,36	55	227,81
17.09.2020	6,67	16,67	20	23,33	13,33	13,33	0	6,67	60	115,24
09.10.2020	6,94	5,56	2,78	1,39	6,94	45,83	22,22	8,33	72	245,96
10.10.2020	3,17	2,38	5,56	2,38	8,73	18,25	46,03	13,49	126	261,48
11.10.2020	10,64	2,13	1,06	5,32	9,57	29,79	23,4	18,09	94	259,47
12.10.2020	7,59	13,92	5,06	0	10,13	11,39	36,71	15,19	79	283,84
13.10.2020	6,25	0	18,75	6,25	18,75	31,25	0	18,75	16	205,32
23.10.2020	6,12	1,63	2,45	12,65	18,37	31,43	25,31	2,04	245	221,74
24.10.2020	0	0	0	14,29	14,29	71,43	0	0	7	208,35
26.10.2020	6,52	4,35	15,22	13,04	4,35	32,61	20,65	3,26	92	216,8
27.10.2020	4,44	0	11,11	5,56	48,89	21,11	7,78	1,11	90	187,7
05.11.2020	10	0	0	2,86	1,43	27,14	38,57	20	70	271,23
06.11.2020	16,13	12,9	0	1,61	16,13	14,52	25,81	12,9	62	281,08
09.11.2020	0	50	10	0	40	0	0	0	10	95,85
10.11.2020	0	2,52	36,13	15,97	15,97	21,85	2,52	5,04	119	143,47
11.11.2020	8,51	2,13	10,64	14,89	27,66	23,4	8,51	4,26	47	187,37

Tab. A. 11 Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2019 für die Fläche N-6.6 (alle fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).

Datum	< 5 m	5 - 10 m	10 - 20 m	20 - 50 m	50 - 100 m	100 - 200 m	> 200 m	Anzahl Vögel
24.03.2019	48,28	10,34	20,69	17,24	3,45	0	0	29
02.04.2019	59,7	20,9	8,96	7,46	2,99	0	0	67
03.04.2019	68,29	4,88	12,2	9,76	4,88	0	0	41
04.04.2019	42,86	14,29	0	28,57	14,29	0	0	7
06.04.2019	51,72	3,45	34,48	6,9	3,45	0	0	29
07.04.2019	42,86	16,67	15,48	22,62	2,38	0	0	84
09.04.2019	29,03	22,58	32,26	12,9	3,23	0	0	31
10.04.2019	32,26	25,81	16,13	22,58	3,23	0	0	31
11.04.2019	23,73	13,56	33,9	27,12	1,69	0	0	59
12.04.2019	29,55	22,73	15,91	20,45	11,36	0	0	44
13.04.2019	0	0	100	0	0	0	0	13
24.04.2019	54,24	38,98	4,24	1,69	0,85	0	0	118
25.04.2019	31,82	19,09	11,82	10,91	26,36	0	0	110
26.04.2019	8	32	10,67	34,67	14,67	0	0	75
27.04.2019	30,43	56,52	4,35	8,7	0	0	0	23
02.05.2019	2,17	2,17	8,7	63,04	19,57	4,35	0	46
03.05.2019	44,06	11,19	16,78	21,68	4,2	2,1	0	143
04.05.2019	57,14	8,16	6,12	28,57	0	0	0	49
05.05.2019	56,82	1,14	12,5	21,59	7,95	0	0	88
06.05.2019	28,75	3,75	17,5	50	0	0	0	80
07.05.2019	79,18	10,41	2,23	2,97	1,86	3,35	0	269
08.05.2019	52	10	6	24	4	0	4	50
18.05.2019	50	6,25	12,5	31,25	0	0	0	16
19.05.2019	10	90	0	0	0	0	0	10
20.05.2019	34,62	26,92	23,08	15,38	0	0	0	26
21.05.2019	31,58	10,53	52,63	5,26	0	0	0	19
22.05.2019	66,67	0	0	33,33	0	0	0	3
15.07.2019	51,11	17,78	13,33	15,56	2,22	0	0	45
16.07.2019	26,67	26,67	28,89	11,11	6,67	0	0	45
17.07.2019	8,33	25	27,78	19,44	19,44	0	0	72
18.07.2019	32,81	14,06	35,94	15,62	0	0	1,56	64
05.08.2019	11,27	8,45	60,56	14,08	5,63	0	0	71
06.08.2019	24,79	29,06	28,21	17,09	0,85	0	0	117
07.08.2019	40	26,15	16,92	16,92	0	0	0	65

Datum	< 5 m	5 - 10 m	10 - 20 m	20 - 50 m	50 - 100 m	100 - 200 m	> 200 m	Anzahl Vögel
08.08.2019	65	18,33	13,33	3,33	0	0	0	60
09.08.2019	28,3	13,21	35,85	22,64	0	0	0	53
12.08.2019	33,11	34,46	14,86	14,19	3,38	0	0	148
13.08.2019	7,93	16,21	27,93	38,62	9,31	0	0	290
14.08.2019	3,3	54,95	35,16	6,59	0	0	0	91
15.08.2019	20,33	35,71	29,67	6,04	8,24	0	0	182
07.09.2019	7,39	29,55	18,18	43,18	1,14	0,57	0	176
08.09.2019	33,33	28,57	11,11	15,87	9,52	1,59	0	63
11.09.2019	61,9	14,29	0	14,29	9,52	0	0	21
12.09.2019	35,06	44,81	16,23	2,6	1,3	0	0	154
21.09.2019	50	16,67	16,67	16,67	0	0	0	6
22.09.2019	7,55	43,4	18,87	28,3	1,89	0	0	53
23.09.2019	33,82	32,35	26,47	7,35	0	0	0	68
24.09.2019	43,33	23,33	26,67	6,67	0	0	0	30
05.10.2019	48,72	13,52	26,53	9,69	0	0	1,53	392
06.10.2019	40,5	31,4	12,4	12,4	1,65	1,65	0	121
07.10.2019	21,31	11,48	22,95	40,98	1,64	1,64	0	61
08.10.2019	25,64	19,23	39,74	15,38	0	0	0	78
17.10.2019	25	0	0	75	0	0	0	4
18.10.2019	8	14	60	16	2	0	0	50
19.10.2019	73,33	10	10	6,67	0	0	0	30
20.10.2019	64,75	6,56	11,48	16,39	0,82	0	0	122
06.11.2019	40	10	36,67	13,33	0	0	0	30
07.11.2019	39,39	9,09	15,15	18,18	18,18	0	0	33
08.11.2019	54,55	19,48	12,99	12,99	0	0	0	77
09.11.2019	75,68	3,24	13,51	5,95	1,62	0	0	185

Tab. A. 12 Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2020 für die Fläche N-6.6 (alle fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).

Datum	< 5 m	5 - 10 m	10 - 20 m	20 - 50 m	50 - 100 m	100 - 200 m	> 200 m	Anzahl Vögel
05.03.2020	16	16	28	40	0	0	0	25
06.03.2020	24,32	13,51	32,43	27,03	2,7	0	0	37
07.03.2020	20,83	25	12,5	29,17	12,5	0	0	24
08.03.2020	87,5	12,5	0	0	0	0	0	8
16.03.2020	6,67	0	20	66,67	6,67	0	0	15
17.03.2020	76,92	7,69	15,38	0	0	0	0	26
18.03.2020	50	14,71	14,71	20,59	0	0	0	34
20.03.2020	50	0	0	50	0	0	0	2
21.03.2020	44,44	44,44	0	0	11,11	0	0	9
04.04.2020	57,69	19,23	15,38	7,69	0	0	0	26
05.04.2020	57,38	9,84	4,92	27,87	0	0	0	61
06.04.2020	41,67	16,67	12,5	12,5	16,67	0	0	24
07.04.2020	32,35	26,47	14,71	23,53	2,94	0	0	34
15.04.2020	50	13,64	22,73	0	13,64	0	0	22
16.04.2020	30	50	0	20	0	0	0	10
17.04.2020	36,36	18,18	18,18	9,09	18,18	0	0	11
06.05.2020	0	0	50	50	0	0	0	2
07.05.2020	35,48	19,35	19,35	19,35	6,45	0	0	31
08.05.2020	26,32	5,26	21,05	36,84	10,53	0	0	19
09.05.2020	10	0	10	80	0	0	0	10
10.05.2020	38,89	22,22	27,78	11,11	0	0	0	18
19.05.2020	21,43	14,29	28,57	28,57	3,57	0	3,57	28
20.05.2020	30,43	13,04	26,09	21,74	8,7	0	0	23
21.05.2020	96,07	0,44	0,87	2,18	0,44	0	0	229
18.07.2020	42,22	13,33	8,89	35,56	0	0	0	45
19.07.2020	33,04	23,21	12,5	26,79	4,46	0	0	112
20.07.2020	23,2	11,2	39,2	26,4	0	0	0	125
21.07.2020	17,84	28,07	21,93	19,88	12,28	0	0	342
22.07.2020	37,93	15,52	15,52	29,31	1,72	0	0	58
03.08.2020	0	0	66,67	33,33	0	0	0	9
04.08.2020	26,47	8,82	32,35	26,47	5,88	0	0	34
05.08.2020	15,11	46,76	26,62	9,35	2,16	0	0	139
06.08.2020	26,23	16,39	40,98	14,75	1,64	0	0	61
07.08.2020	16,57	17,16	49,7	16,57	0	0	0	169

Datum	< 5 m	5 - 10 m	10 - 20 m	20 - 50 m	50 - 100 m	100 - 200 m	> 200 m	Anzahl Vögel
24.08.2020	22,52	4,5	24,32	46,85	1,8	0	0	111
31.08.2020	20,65	14,13	27,17	33,7	4,35	0	0	92
01.09.2020	45,45	27,27	0	27,27	0	0	0	11
02.09.2020	0	25	0	75	0	0	0	4
03.09.2020	58,52	25,93	8,89	5,19	1,48	0	0	135
04.09.2020	37,5	14,58	23,96	22,92	0	1,04	0	96
05.09.2020	55,08	22,88	6,78	13,56	0	1,69	0	118
06.09.2020	19,62	18,35	29,11	28,48	4,43	0	0	158
07.09.2020	22,92	12,5	33,33	31,25	0	0	0	48
15.09.2020	16,67	35	28,33	20	0	0	0	60
16.09.2020	18,03	13,11	44,26	18,03	6,56	0	0	61
17.09.2020	14,52	6,45	33,87	37,1	8,06	0	0	62
09.10.2020	43,59	35,9	14,1	6,41	0	0	0	78
10.10.2020	31,58	24,34	20,39	22,37	1,32	0	0	152
11.10.2020	56,84	16,84	14,74	11,58	0	0	0	95
12.10.2020	36,73	15,31	32,65	11,22	4,08	0	0	98
13.10.2020	29,41	5,88	35,29	29,41	0	0	0	17
23.10.2020	26,29	17,13	7,97	48,61	0	0	0	251
24.10.2020	100	0	0	0	0	0	0	7
26.10.2020	65	12	5	18	0	0	0	100
27.10.2020	37,36	39,56	20,88	1,1	1,1	0	0	91
05.11.2020	53,95	28,95	15,79	0	0	1,32	0	76
06.11.2020	25,4	22,22	12,7	38,1	1,59	0	0	63
09.11.2020	70	10	10	10	0	0	0	10
10.11.2020	9,74	14,36	32,82	33,85	2,05	7,18	0	195
11.11.2020	14,89	38,3	27,66	19,15	0	0	0	47

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung März 2019

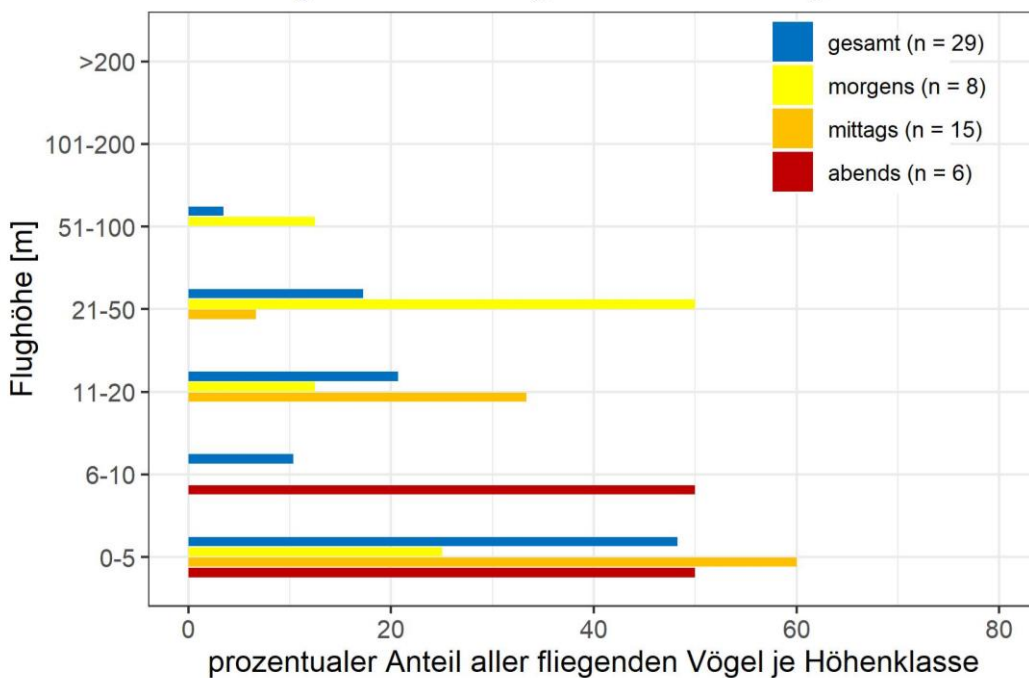


Abb. A. 1 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung April 2019

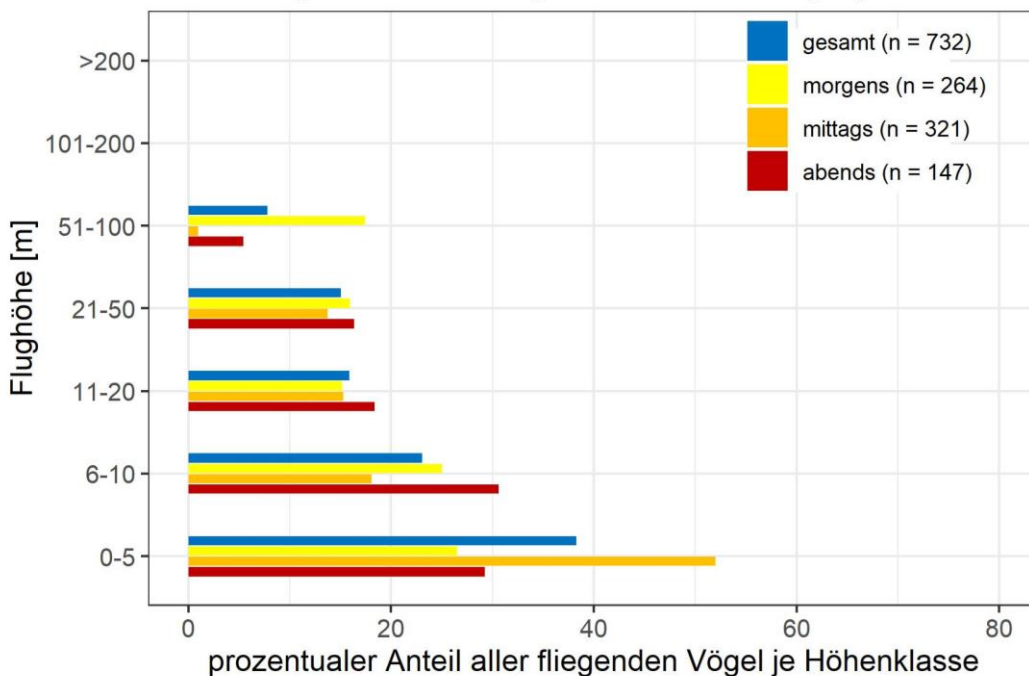


Abb. A. 2 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-6.6.

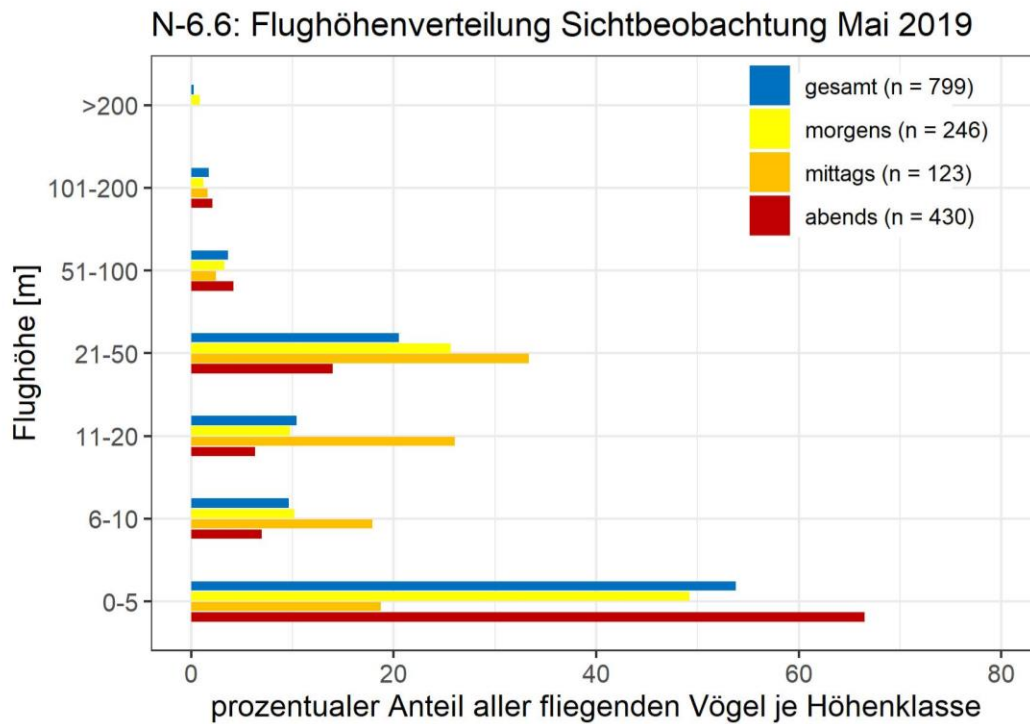


Abb. A. 3 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-6.6.

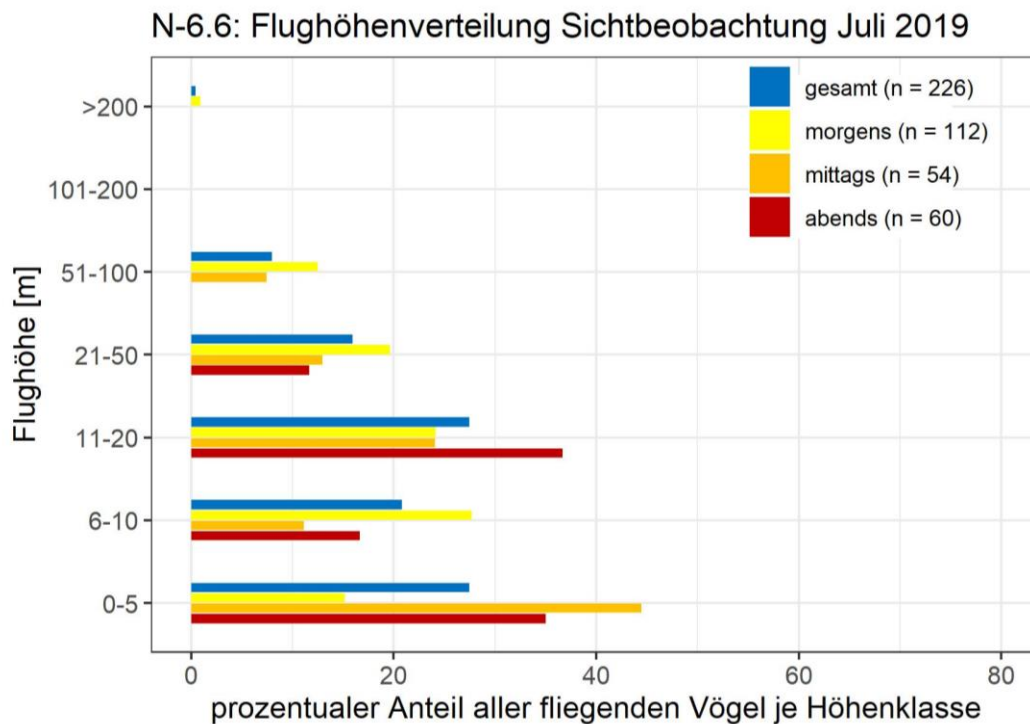


Abb. A. 4 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung August 2019

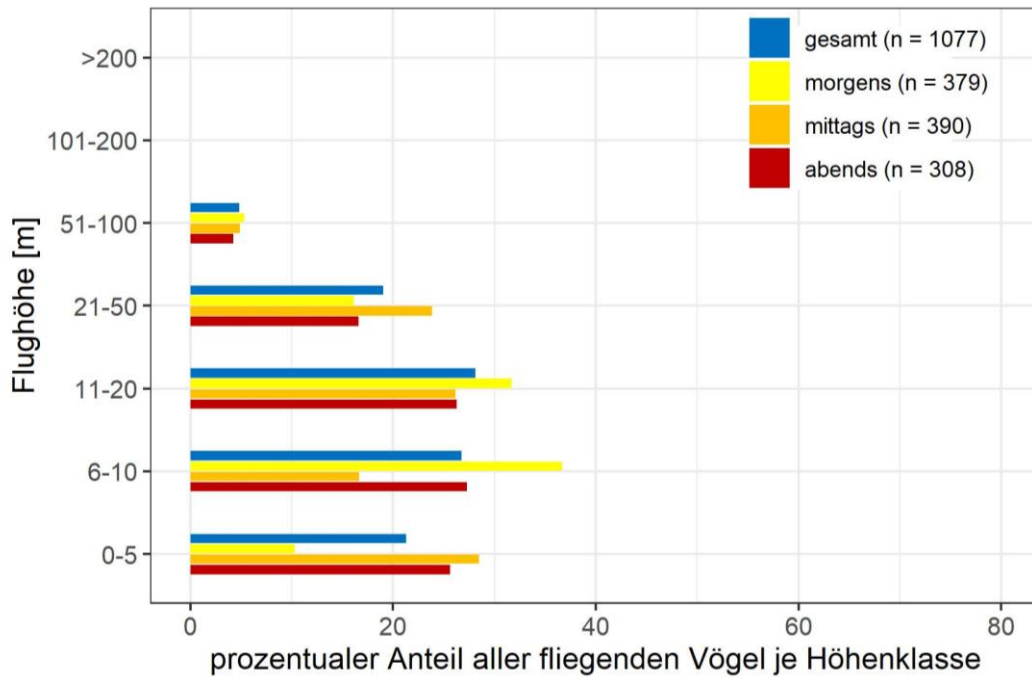


Abb. A. 5 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung September 2019

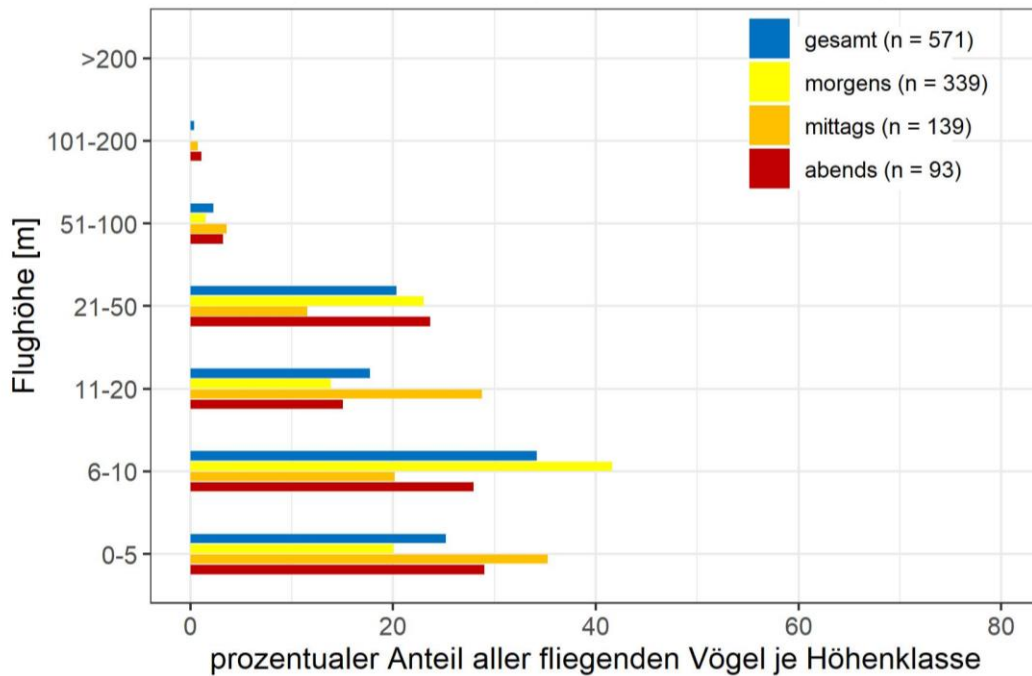


Abb. A. 6 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Oktober 2019

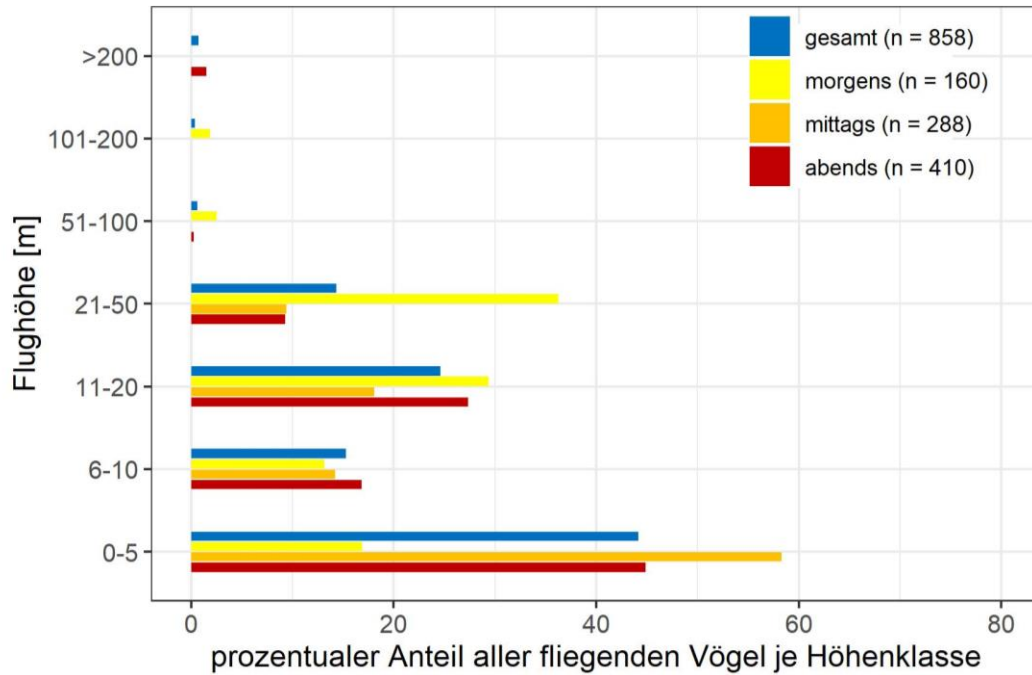


Abb. A. 7 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung November 2019

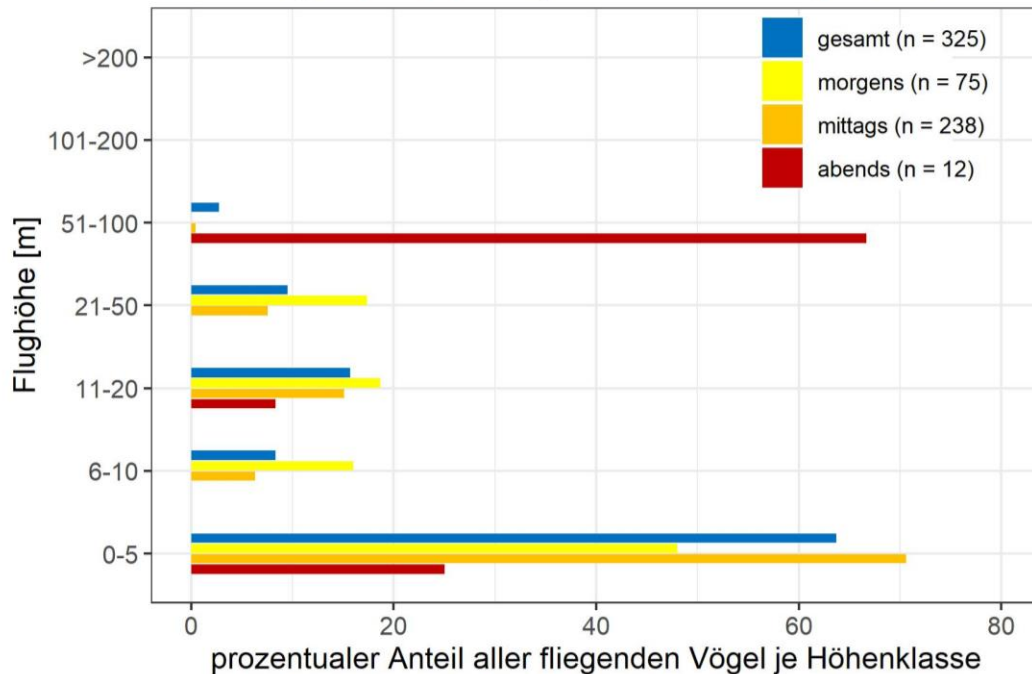


Abb. A. 8 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung März 2020

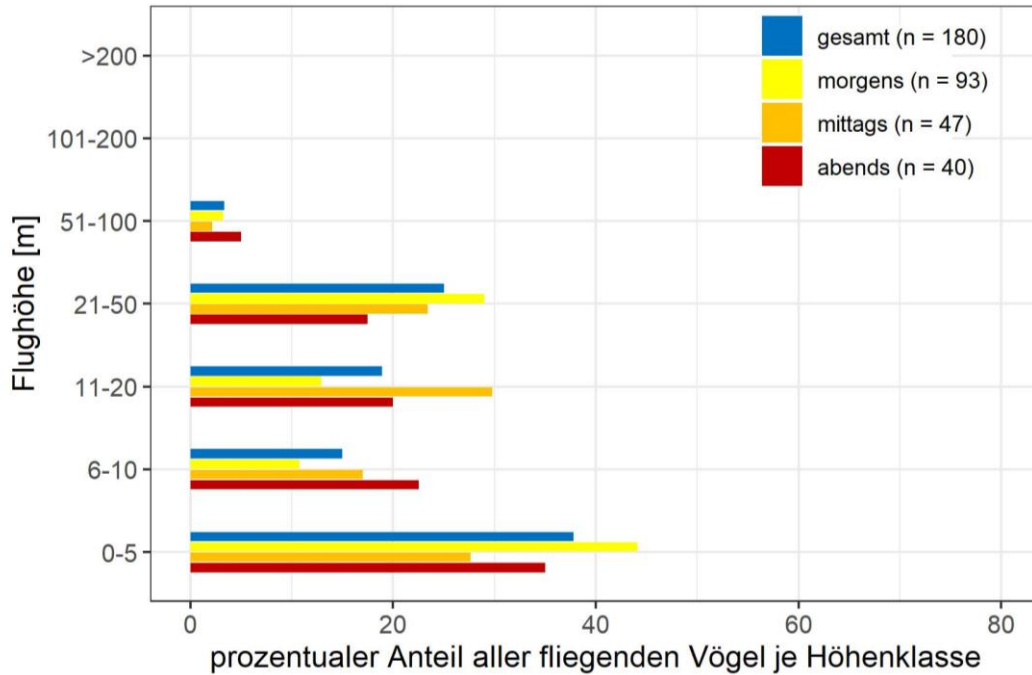


Abb. A. 9 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung April 2020

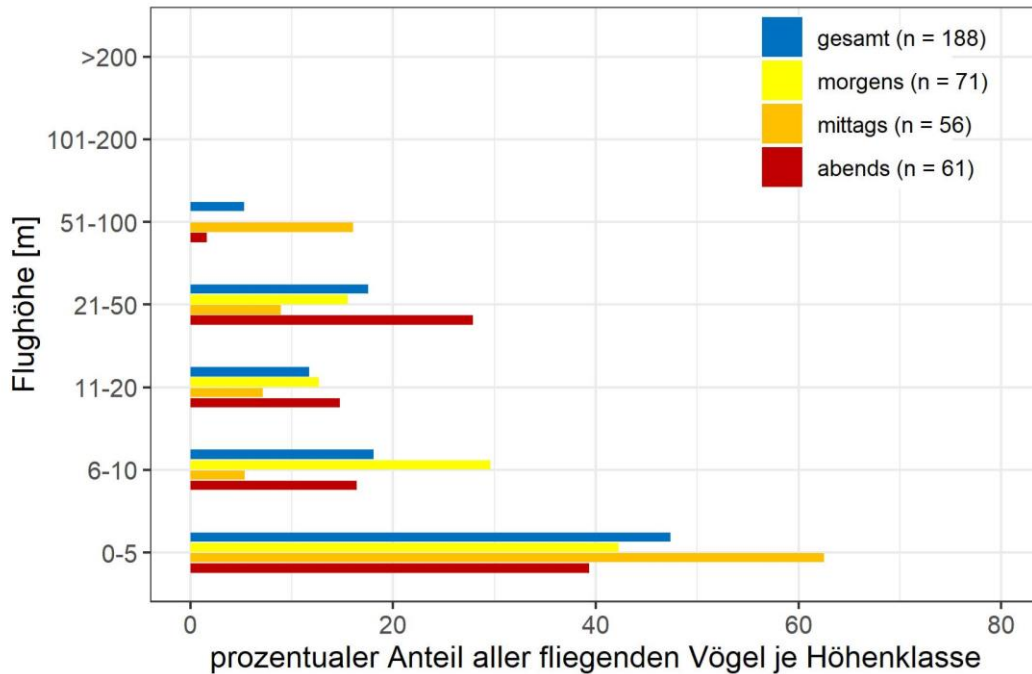


Abb. A. 10 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-6.6.

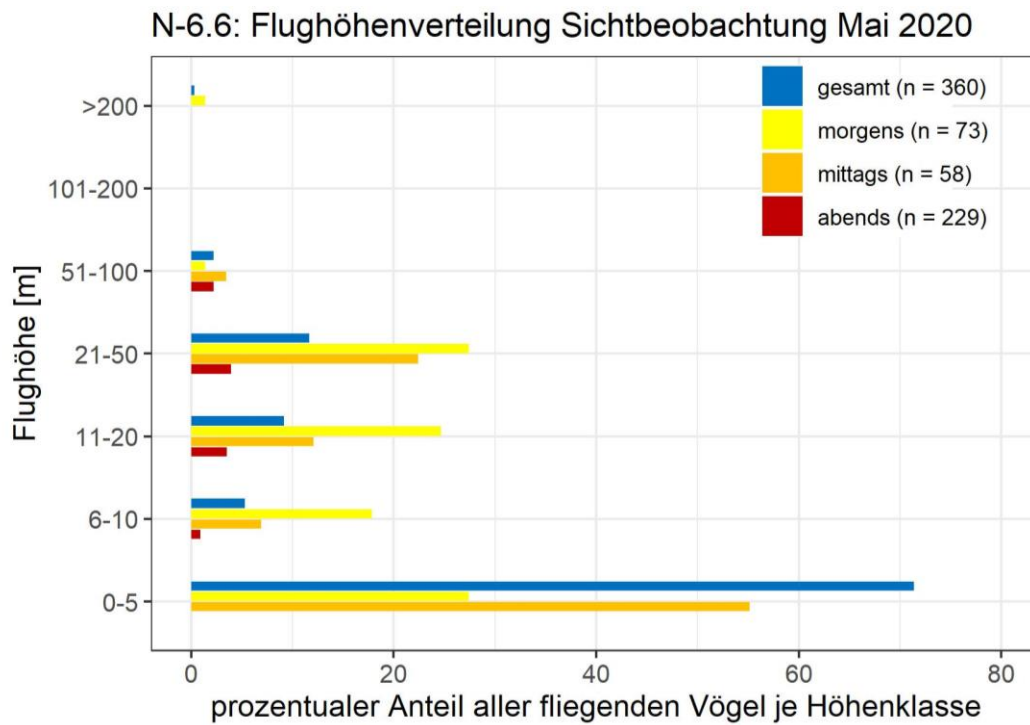


Abb. A. 11 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-6.6.

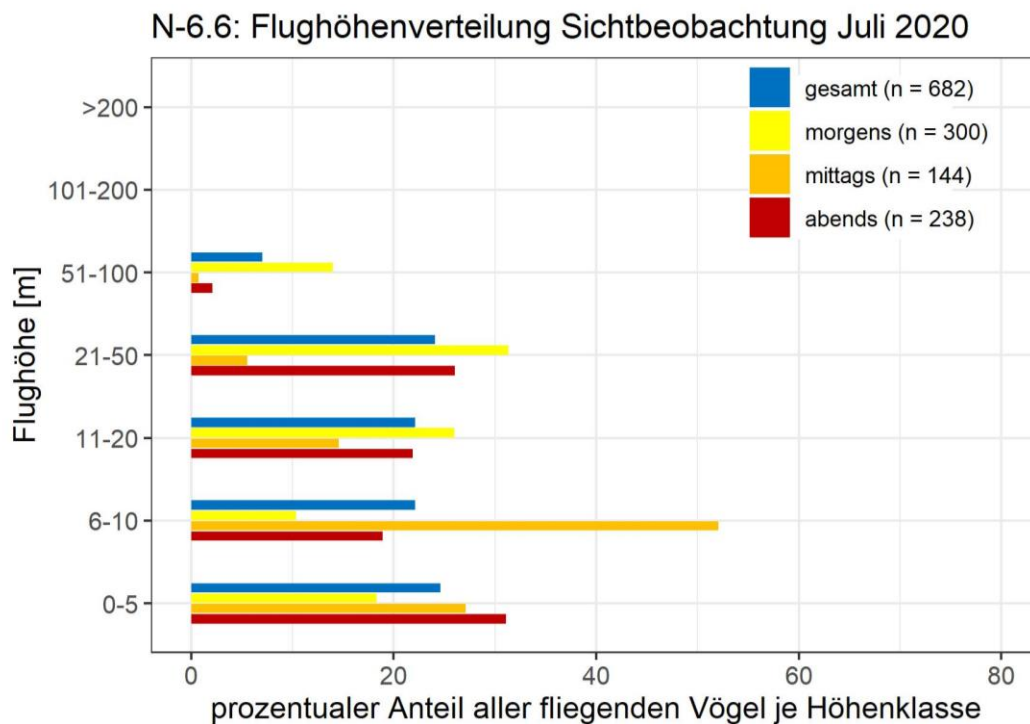


Abb. A. 12 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung August 2020

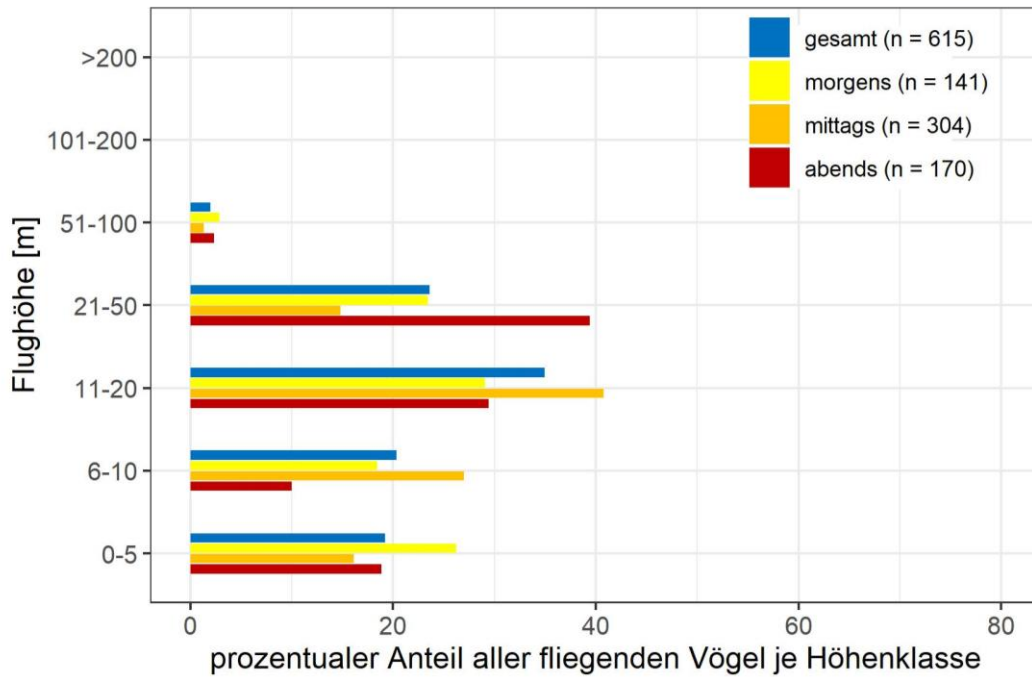


Abb. A. 13 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung September 2020

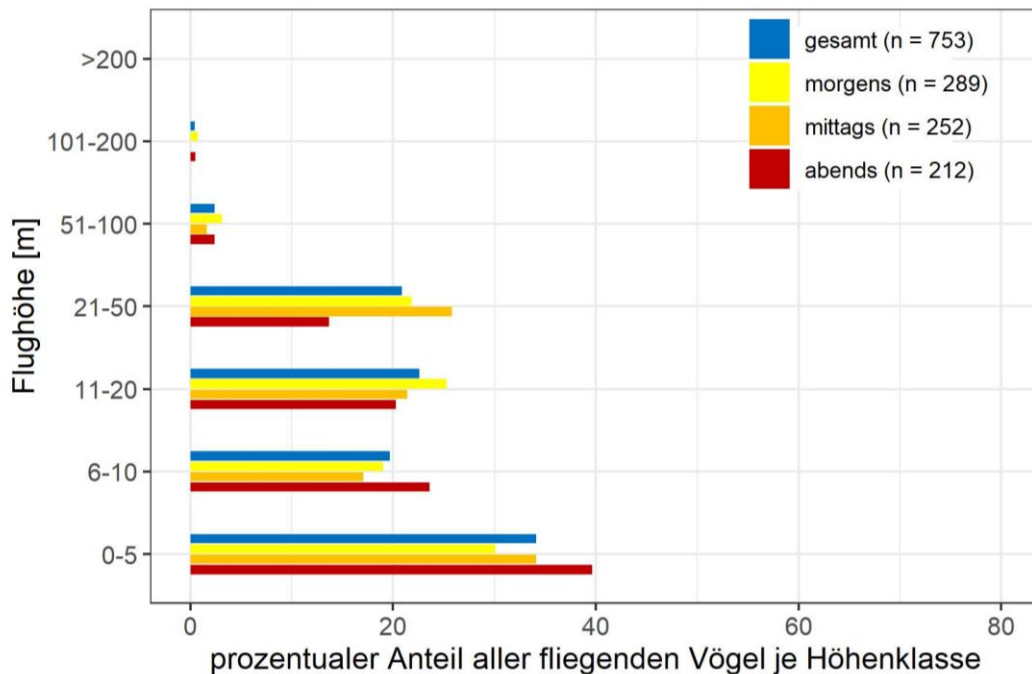


Abb. A. 14 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Oktober 2020

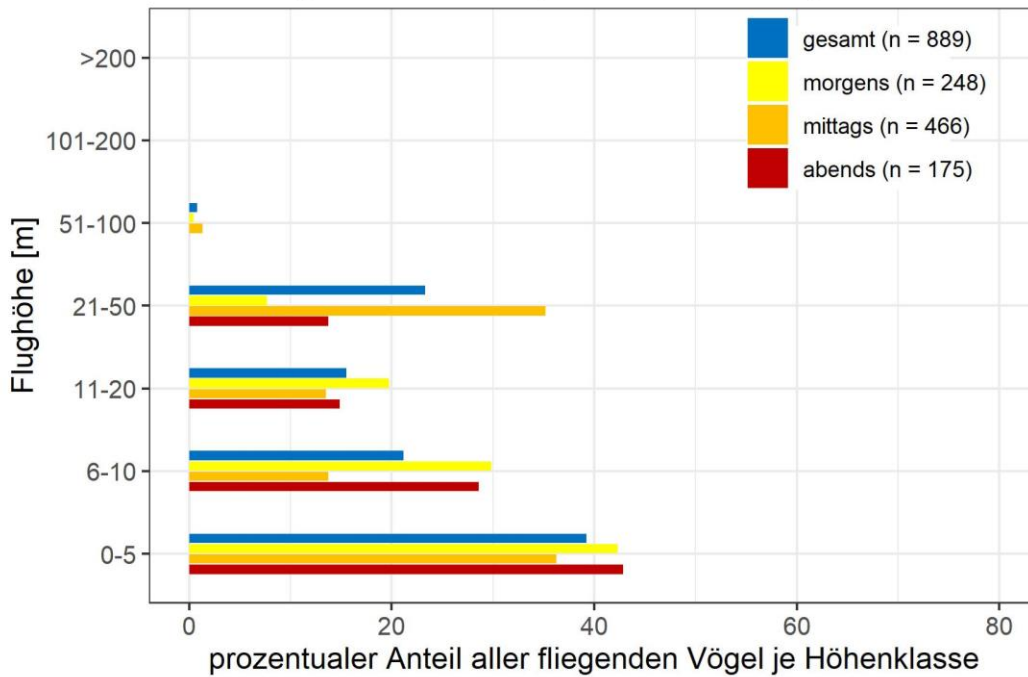


Abb. A. 15 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung November 2020

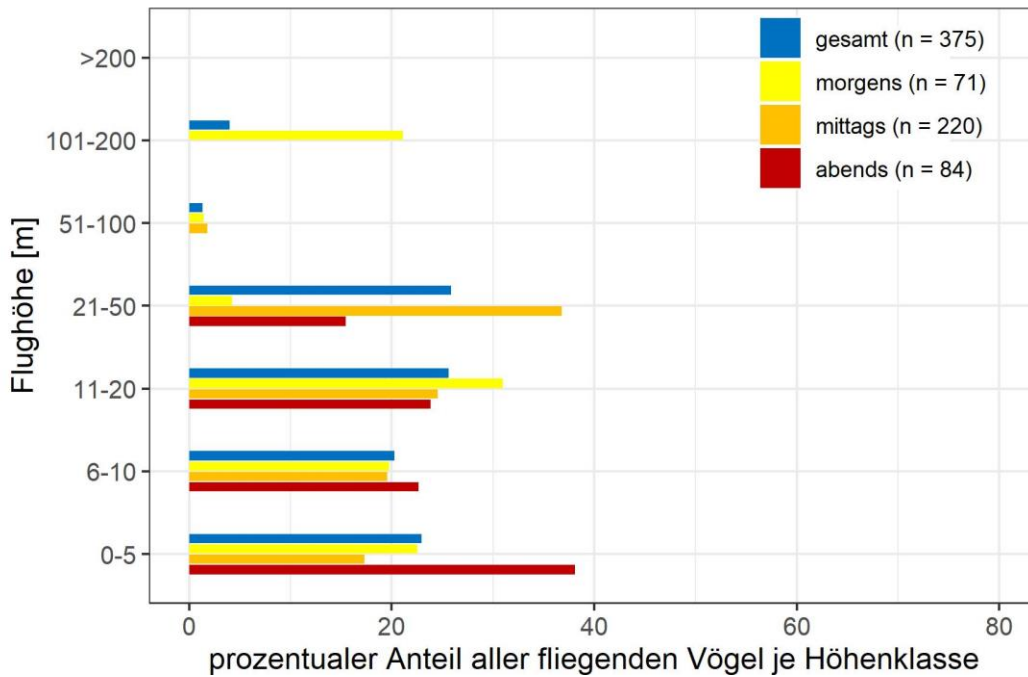


Abb. A. 16 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im März 2019

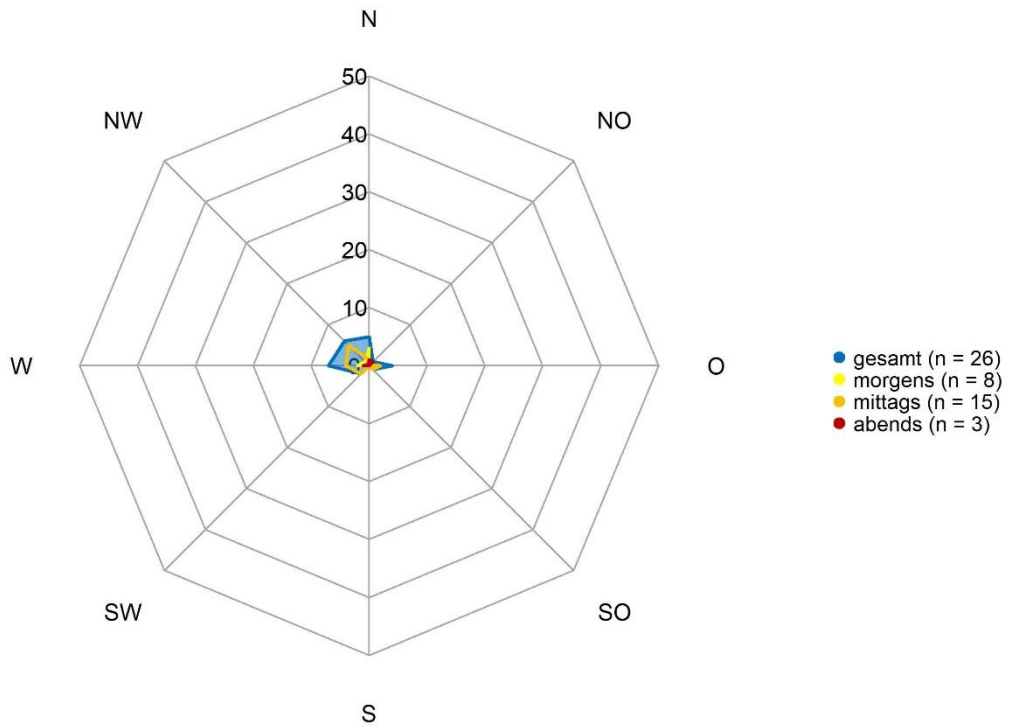


Abb. A. 17 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im April 2019

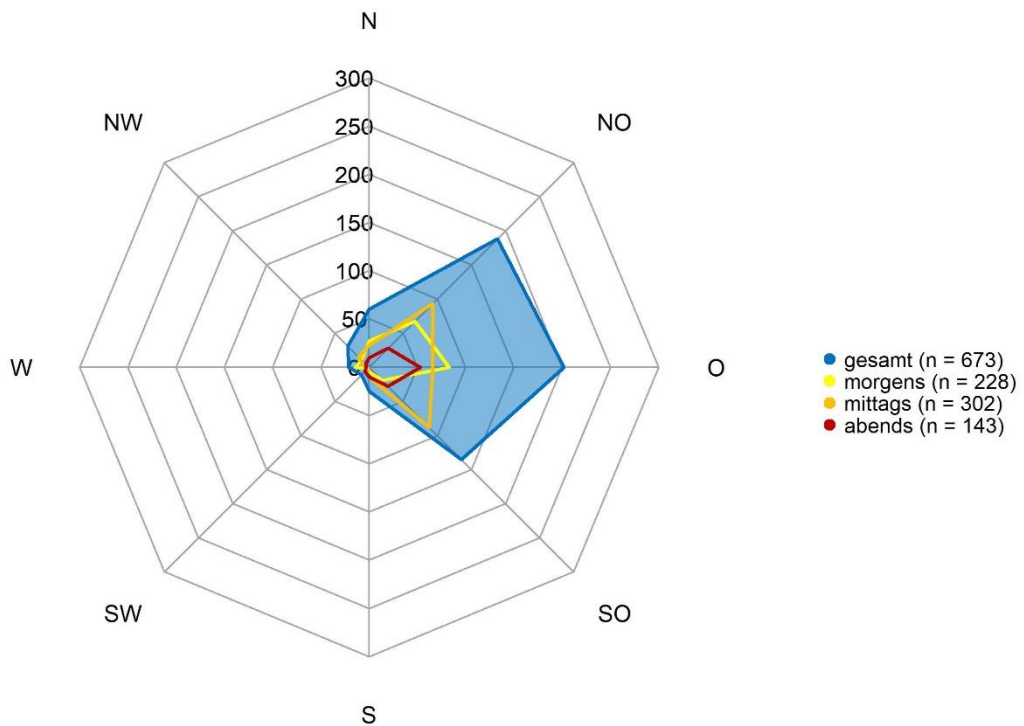


Abb. A. 18 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im Mai 2019

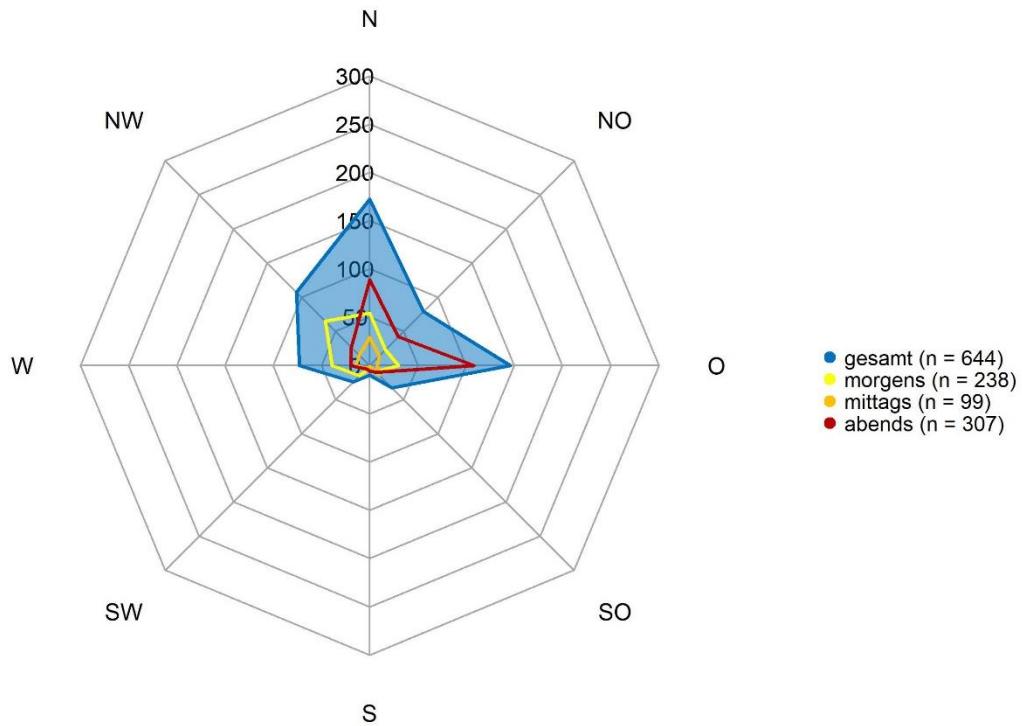


Abb. A. 19 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im Juli 2019

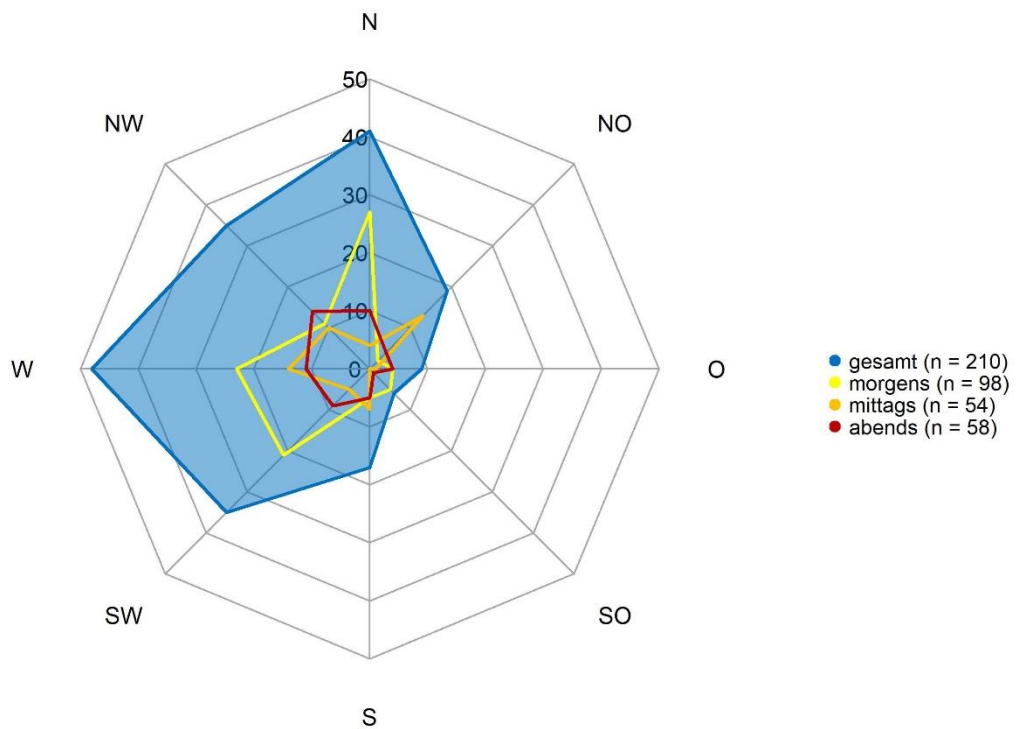


Abb. A. 20 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im August 2019

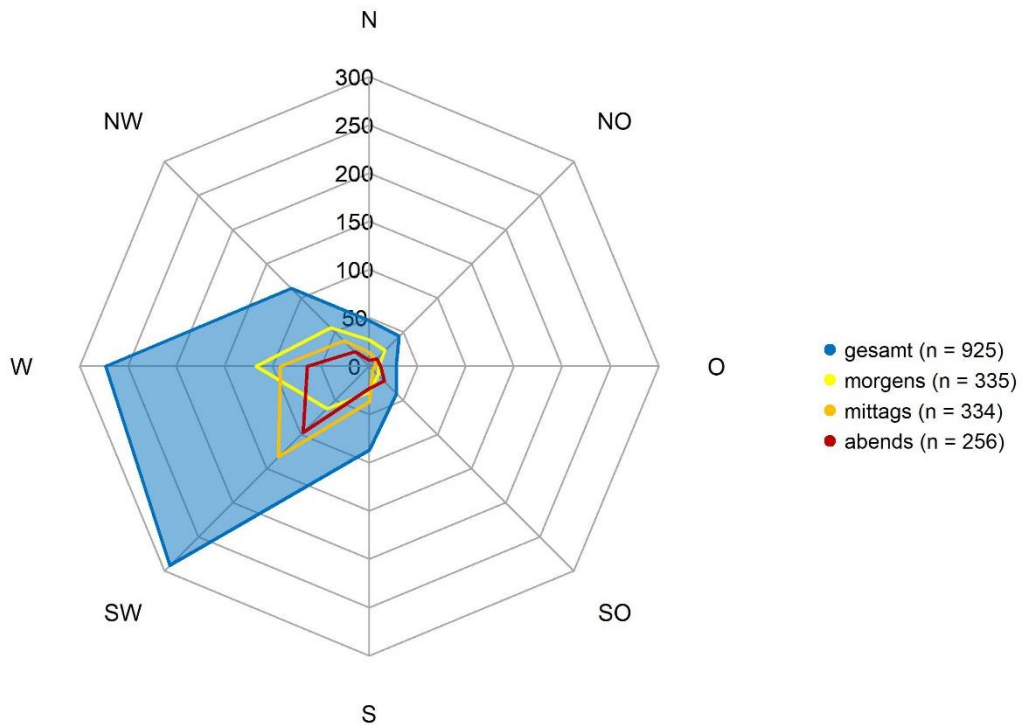


Abb. A. 21 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im September 2019

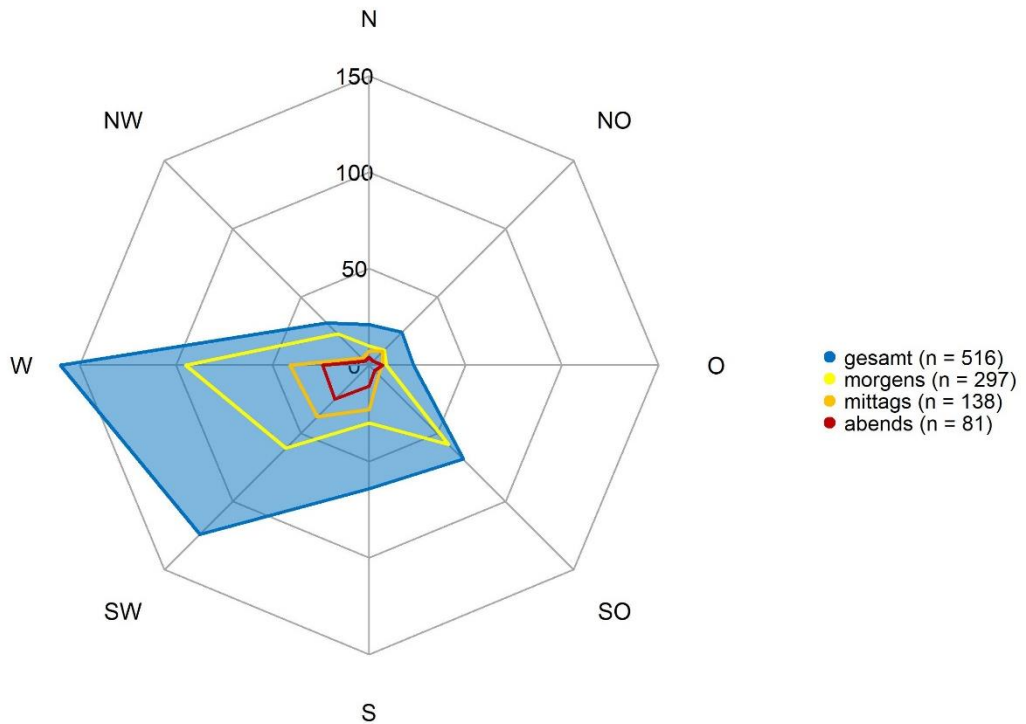


Abb. A. 22 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im Oktober 2019

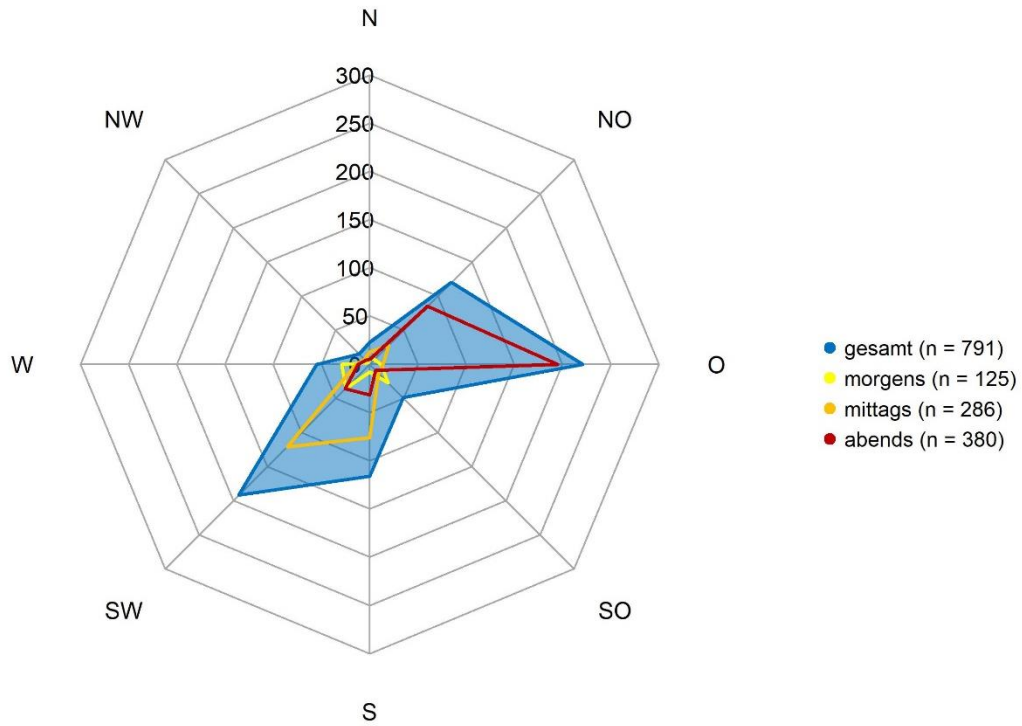


Abb. A. 23 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im November 2019

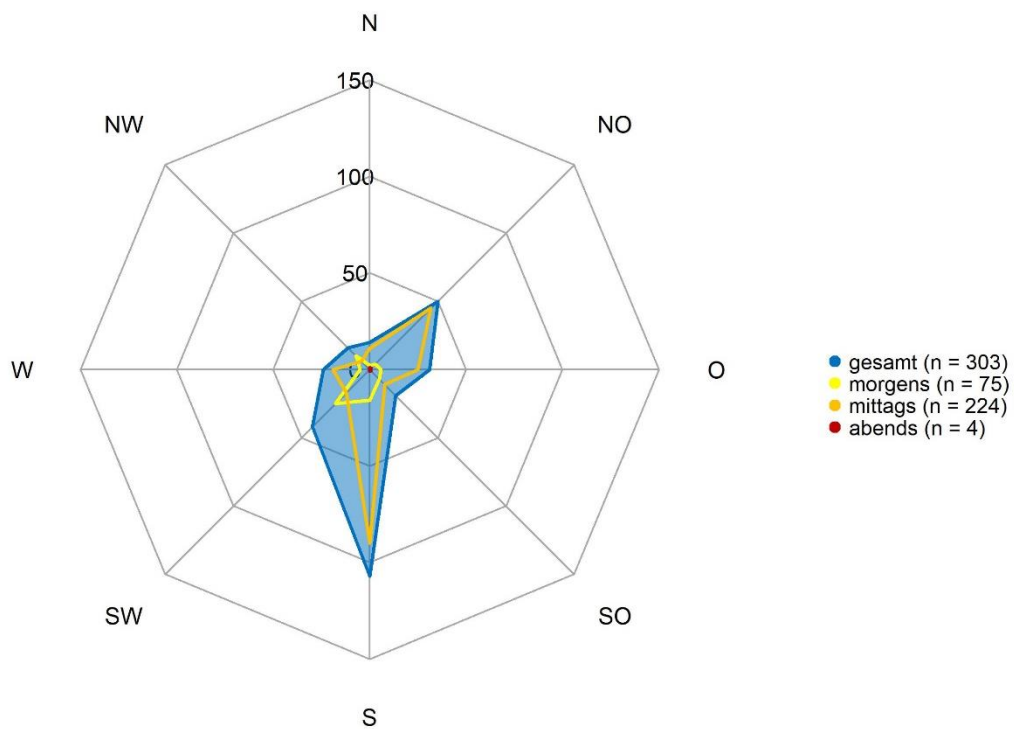


Abb. A. 24 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im März 2020

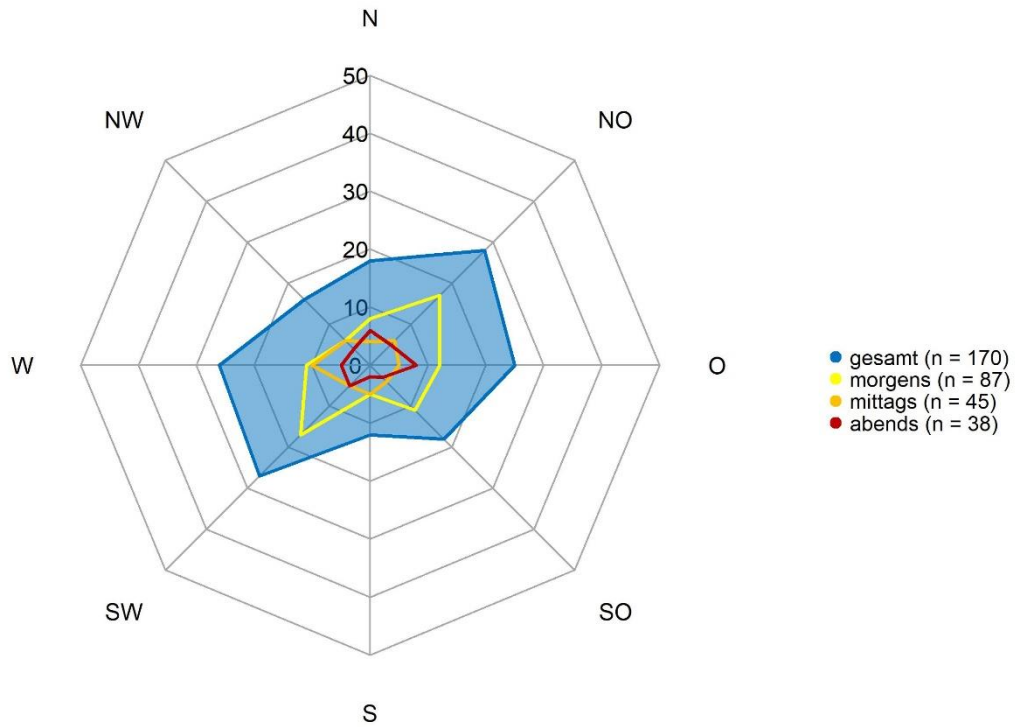


Abb. A. 25 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im April 2020

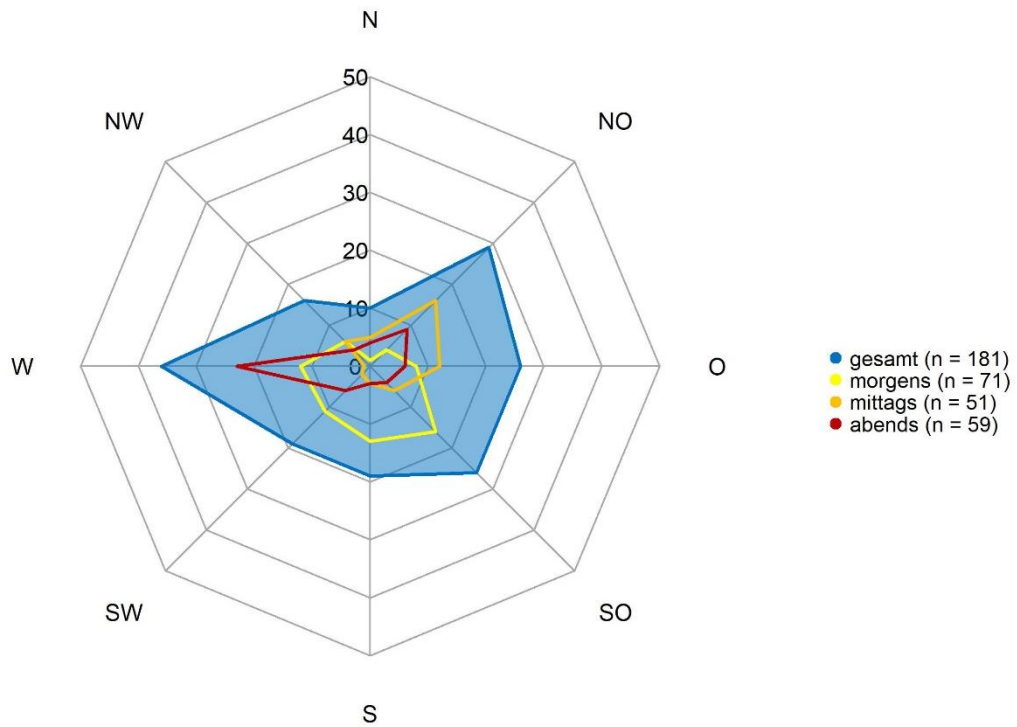


Abb. A. 26 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im Mai 2020

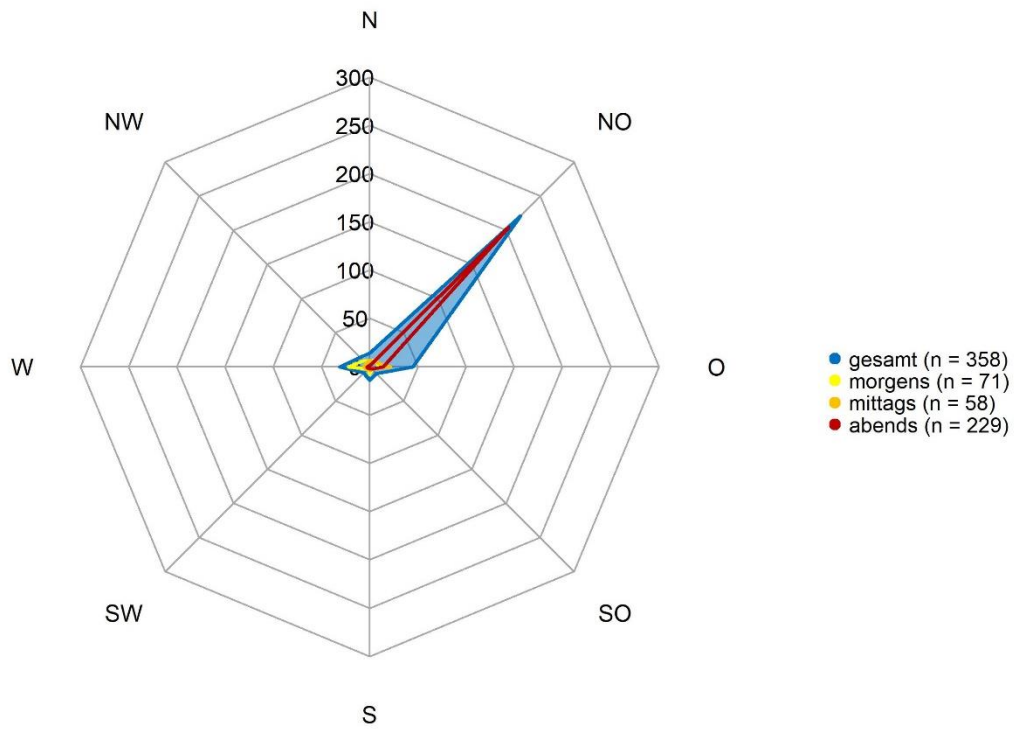


Abb. A. 27 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im Juli 2020

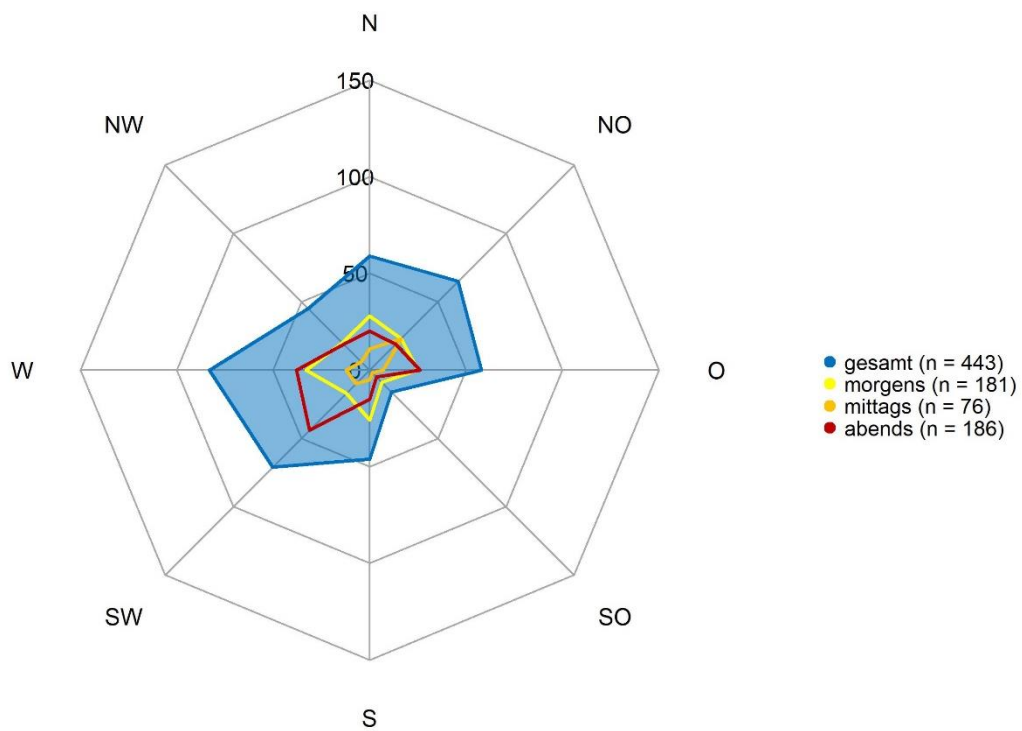


Abb. A. 28 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im August 2020

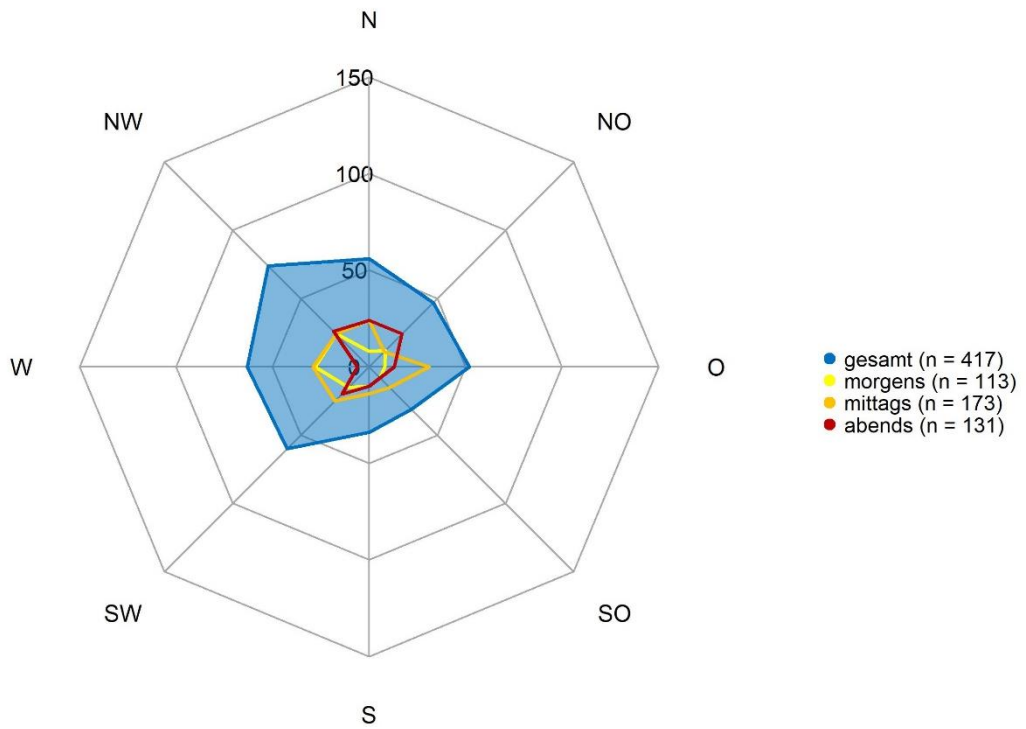


Abb. A. 29 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im September 2020

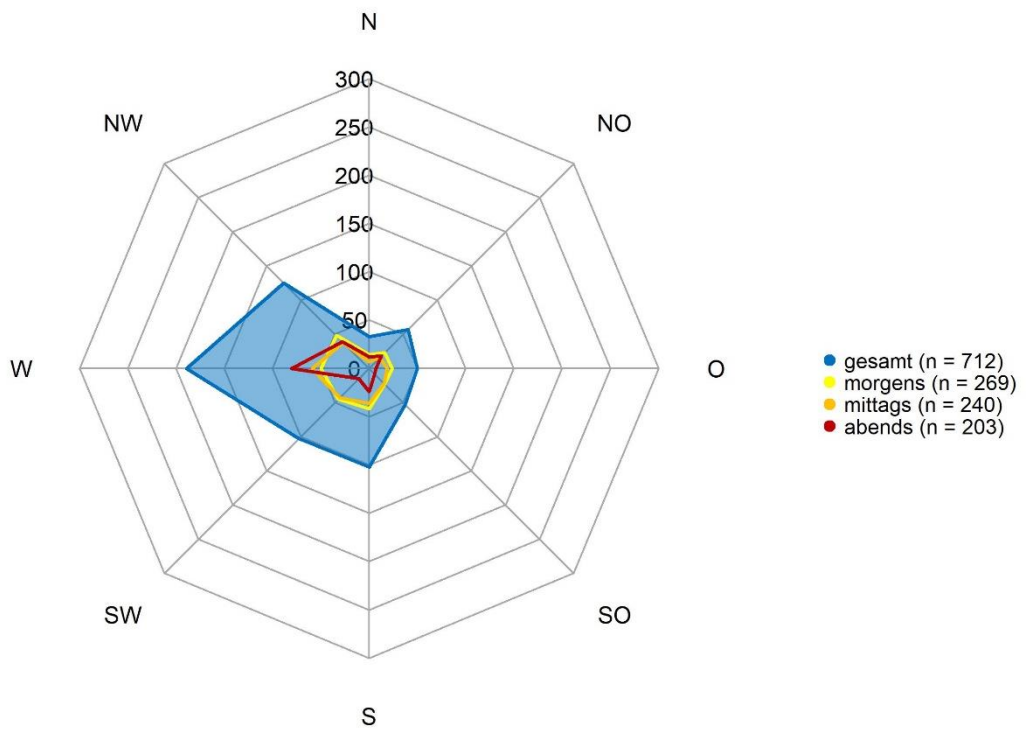


Abb. A. 30 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im Oktober 2020

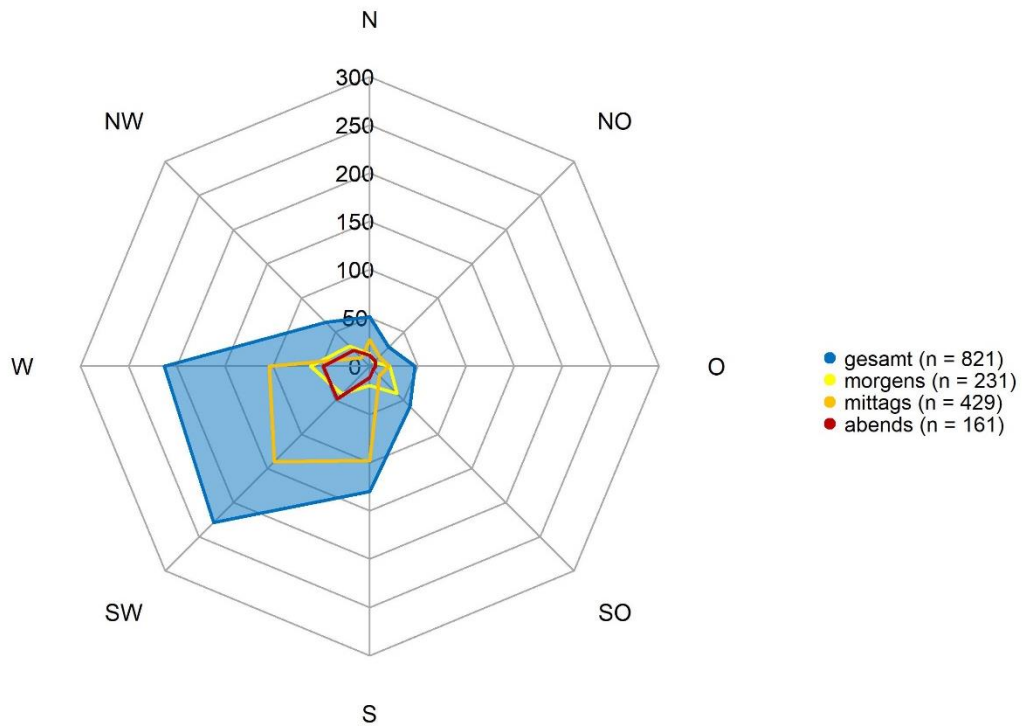


Abb. A. 31 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2020 für die Fläche N-6.6.

N-6.6: Flugrichtungen im November 2020

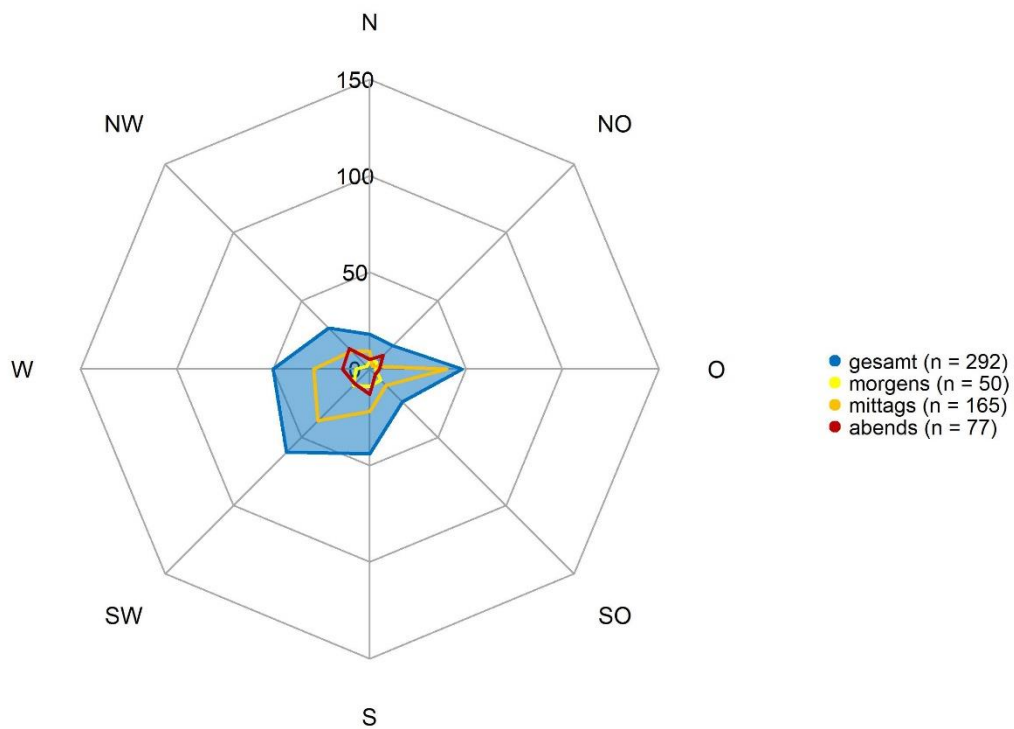


Abb. A. 32 Flugrichtungsverteilungen aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2020 für die Fläche N-6.6.