

# Flächenvoruntersuchung N-7.2

Abschlussbericht 2018 - 2020 (Juli 2018 - Juni 2020)

Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen für  
das Schutzgut Zugvögel



## Bearbeiter:

**Text** Helmut Wendeln<sup>2</sup>, Andreas Michalik<sup>2</sup>, Veronika Wahl<sup>2</sup>,  
Nicole Stöber<sup>2</sup>, Anika Freund<sup>2</sup>

**QA** Gerd Kulik<sup>3</sup>, Frederike Stapela<sup>1</sup>, Michel Stelster<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BioConsult SH GmbH & Co. KG

<sup>2</sup>IBL Umweltplanung GmbH

<sup>3</sup>Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH

Version 1.0

Oldenburg, 05.03.2021

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

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-7.2 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. (2021): Abschlussbericht zum Vorkommen von Zugvögeln im Rahmen der Voruntersuchung der Fläche N-7.2. Im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, 121 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 .....	4
2.1	Beschreibung des Untersuchungsgebietes .....	4
2.2	Durchführung der Erfassungen .....	5
2.2.1	Radarerfassung .....	8
2.2.2	Zugbeobachtung .....	20
2.2.3	Zugruferfassung .....	25
2.3	Bestandsbewertung .....	26
2.4	Methodenkritik .....	30
2.4.1	Beurteilung der Erfassungsmethoden .....	30
2.4.2	Beurteilung der Datenbasis .....	33
3.	SCHUTZGUTBEZOGENE BESCHREIBUNG DES DERZEITIGEN UMWELTZUSTANDES .....	34
3.1	Radarerfassung .....	34
3.1.1	Zugintensitäten .....	34
3.1.2	Höhenverteilungen .....	44
3.2	Zugbeobachtung .....	58
3.2.1	Artenspektrum und Dominanz .....	58
3.2.2	Zugintensität .....	65
3.2.3	Tageszeitliche Varianz .....	68
3.2.4	Flughöhe .....	71
3.2.5	Flugrichtung .....	73

3.3	Zugruferfassung .....	76
3.3.1	Artenspektrum und Dominanz .....	76
3.3.2	Rufintensität .....	81
3.3.3	Tageszeitliche Varianz .....	84
3.4	Bestandscharakterisierung .....	87
4.	SCHUTZGUTBEZOGENE BEWERTUNG DES BESTANDES .....	89
4.1	Großräumige Bedeutung des Vogelzuges .....	89
4.2	Bewertung des Vorkommens .....	90
4.3	Seltenheit/Gefährdung .....	91
4.4	Vorbelastung .....	93
4.5	Fazit .....	94
5.	BESCHREIBUNG DER WIRKFAKTOREN .....	96
5.1	Bau-/Rückbaubedingte Wirkfaktoren .....	98
5.2	Anlagenbedingte Wirkfaktoren .....	99
5.3	Betriebsbedingte Wirkfaktoren .....	105
5.4	Zusammenfassung der vorhabenbedingten Wirkfaktoren .....	108
6.	NICHTTECHNISCHE ZUSAMMENFASSUNG .....	110
6.1	Deutsche nichttechnische Zusammenfassung .....	110
6.2	English non-technical summary .....	113
7.	LITERATURVERZEICHNIS .....	117
A	ANHANG .....	122
A.1	Modellwindparkparameter aus der Eignungsprüfung .....	122
A.2	Methoden .....	123
A.2.1	Radarerfassung .....	124
A.2.2	Zugbeobachtung .....	135

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1.1	Übersicht der Lage der Fläche N-7.2 (ETRS 89, UTM 32N) in der deutschen AWZ der Nordsee	2
Abb. 2.1	Ankerplätze für Zugplanbeobachtungen und Radarerfassungen vom Schiff aus für die Gebiete N-7 und N-6.....	5
Abb. 2.2	Beispielaufnahme eines Radarbildes (JRC-Radar auf der Reykjanes) vom 22.08.2018. ....	12
Abb. 2.3	Distance-Funktionen der Radartypen „JRC“ und „Visionmaster FT“ (left truncation: 200 m) sowie „Furuno“ (left truncation 500 m) mit den Daten von Juli 2018 bis Mai 2019. ....	16
Abb. 2.4	Schematisiertes Radarbild.....	17
Abb. 3.1	Mittlere Zugraten (MTR $\pm$ SE) und Anzahl Erfassungstunden je Nacht (nächtlicher Vogelzug) im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2018 - 2020.....	35
Abb. 3.2	Mittlere Zugraten (MTR $\pm$ SE) und Erfassungstunden am Tage im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2018 - 2020. ....	39
Abb. 3.3	Tageszeitliche Verteilung der Zugraten (in % MTR) in den verschiedenen Monaten für die Erfassungsjahre 2018/2019 und 2019/2020 (oben/mittig: Herbst, unten: Frühjahr). ....	44
Abb. 3.4	Mittlere monatliche Zugraten (MTR $\pm$ SE) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2018/2019 (Juli 2018 bis Mai 2019).....	46
Abb. 3.5	Mittlere monatliche Zugraten (MTR $\pm$ SE) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2019/2020 (Juli 2019 bis Mai 2020).....	47
Abb. 3.6	Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) in der Nacht in den Erfassungsjahren 2018/2019 (Jahr 1) und 2019/2020 (Jahr 2) mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene. ....	50
Abb. 3.7	Mittlere monatliche Zugraten (MTR $\pm$ SE) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2018/2019 (Juli 2018 bis Mai 2019).....	51
Abb. 3.8	Mittlere monatliche Zugraten (MTR $\pm$ SE) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2019/2020 (Juli 2019 bis Mai 2020).....	52
Abb. 3.9	Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) am Tag in den Erfassungsjahren 2018/2019 (Jahr 1) und 2019/2020 (Jahr 2) mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene. ....	55
Abb. 3.10	Höhenverteilung der Zugraten (MTR) in Nächten/Tagen mit stärksten Zugraten (2018/2019: oben; 2019/2020: unten).....	56
Abb. 3.11	Höhenverteilung der Zugraten (oben: Zugraten in MTR, unten: prozentuale Zugraten) im Vergleich von Frühjahr und Herbst der Erfassungsjahre 2018/2019 (Jahr 1) und 2019/2020 (Jahr 2) für den nächtlichen Vogelzug (zwei Abbildungen links) und den Vogelzug am Tage (zwei Abbildungen rechts).....	57
Abb. 3.12	Prozentuale Artenzusammensetzung der im Erfassungszeitraum 2018 bis 2020 während der Sichtbeobachtungen für die Fläche N-7.2 beobachteten Vögel .....	59
Abb. 3.13	Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2. ....	69

Abb. 3.14	Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2.....	70
Abb. 3.15	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2018 für die Fläche N-7.2.....	71
Abb. 3.16	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-7.2.....	72
Abb. 3.17	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-7.2.....	72
Abb. 3.18	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-7.2.....	73
Abb. 3.19	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2018 für die Fläche N-7.2. ...	74
Abb. 3.20	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-7.2.	74
Abb. 3.21	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-7.2. ...	75
Abb. 3.22	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-7.2.	75
Abb. 3.23	Prozentuale Artenzusammensetzung der 2018/2019 sowie 2019/2020 nach Ruferfassungen für die Fläche N-7.2 registrierten Rufe.....	77
Abb. 3.24	Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Ruferfassungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2.....	85
Abb. 3.25	Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Ruferfassungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2.....	86
Abb. 5.1	Anzahl Individuen und deren prozentuale Anteile in Bezug zur Rotorebene (unterhalb, in Rotorhöhe, oberhalb) im Herbst 2018 (links) und Frühjahr 2019 (rechts) im Vergleich der Modellwindparkparameter (untere und obere Spannbreite) basierend auf Sichtbeobachtungen.....	101
Abb. 5.2	Prozentuale Anteile der Echos innerhalb der Rotorebene in den Erfassungsjahren 2018/2019 (oben) und 2019/2020 (unten) im Vergleich der unteren und oberen Spannbreite der Rotorgrößen für den nächtlichen Vogelzug (NACHT) und den Vogelzug am Tag (TAG).....	104

**Anhang**

Abb. A. 1	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2018 für die Fläche N-7.2.....	151
Abb. A. 2	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2018 für die Fläche N-7.2.....	151
Abb. A. 3	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2018 für die Fläche N-7.2.....	152
Abb. A. 4	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2018 für die Fläche N-7.2.....	152

Abb. A. 5	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2018 für die Fläche N-7.2. ....	153
Abb. A. 6	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-7.2. ....	153
Abb. A. 7	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-7.2. ....	154
Abb. A. 8	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-7.2. ....	154
Abb. A. 9	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-7.2. ....	155
Abb. A. 10	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-7.2. ....	155
Abb. A. 11	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-7.2. ....	156
Abb. A. 12	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-7.2. ....	156
Abb. A. 13	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-7.2. ....	157
Abb. A. 14	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-7.2. ....	157
Abb. A. 15	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-7.2. ....	158
Abb. A. 16	Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-7.2. ....	158
Abb. A. 17	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Juli 2018 für die Fläche N-7.2. ....	159
Abb. A. 18	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im August 2018 für die Fläche N-7.2. ....	159
Abb. A. 19	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im September 2018 für die Fläche N-7.2. ....	160
Abb. A. 20	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2018 für die Fläche N-7.2. ....	160
Abb. A. 21	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im November 2018 für die Fläche N-7.2. ....	161
Abb. A. 22	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-7.2. ....	161
Abb. A. 23	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-7.2. ....	162
Abb. A. 24	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-7.2. ....	162
Abb. A. 25	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-7.2. ....	163
Abb. A. 26	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-7.2. ....	163

Abb. A. 27	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-7.2. .....	164
Abb. A. 28	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-7.2. .....	164
Abb. A. 29	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-7.2. .....	165
Abb. A. 30	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-7.2.....	165
Abb. A. 31	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-7.2. ....	166
Abb. A. 32	Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-7.2.....	166



## TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 2.1	Ankerpositionen an der Fläche N-7.2 im Herbst 2018 und 2019 sowie Frühjahr 2019 und 2020 (Dezimalgrad).....	4
Tab. 2.2	Terminierung der Ausfahrten sowie Erfassungsschiffe und verwendetes Vertikalradarmodell je Ausfahrt im Erfassungszeitraum Juli 2018 bis Mai 2020; .....	6
Tab. 2.3	Anzahl auswertbarer bzw. nicht auswertbarer Stunden je Monat sowie Anzahl Nächte/Tage mit Radarerfassung für den Zeitraum von Juli 2018 bis Mai 2020. ....	9
Tab. 2.4	Auswahl methodischer Vorgaben zur Erfassung des Vogelzuges mittels Radargeräten gemäß StUK4 (BSH 2013), Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) und Untersuchungsrahmen (BSH 2019). ....	10
Tab. 2.5	Technische Eigenschaften der verwendeten Radargeräte.....	12
Tab. 2.6	Terminierung der Ausfahrten von Juli 2018 bis Mai 2020 mit dem jeweiligen Beobachtungsaufwand .....	20
Tab. 2.7	Auswahl methodischer Vorgaben zur Erfassung des Vogelzuges mittels Sichtbeobachtungen gemäß StUK4 (BSH 2013), Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) und Untersuchungsrahmen (BSH 2019). ....	22
Tab. 2.8	Bewertungskriterien für die Zugvögel nach dem Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020a). 26	
Tab. 3.1	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2018/2019 und 2019/2020.....	37
Tab. 3.2	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020. ...	38
Tab. 3.3	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2018/2019 und 2019/2020. ....	41
Tab. 3.4	Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020. ....	42
Tab. 3.5	Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2018/2019 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2018) und Heimzuges (Frühjahr 2019).....	48
Tab. 3.6	Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019/2020 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2019) und Heimzuges (Frühjahr 2020).....	49
Tab. 3.7	Prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2018/2019 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2018) und Heimzuges (Frühjahr 2019).....	53
Tab. 3.8	Prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019/2020 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2019) und Heimzuges (Frühjahr 2020).....	54

Tab. 3.9	Liste der nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2 beobachteten Vogelarten mit Angabe der Individuenzahlen pro Monat.....	60
Tab. 3.10	Liste der nach Sichtbeobachtungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2 beobachteten Vogelarten mit Angabe der Individuenzahlen pro Monat.....	62
Tab. 3.11	Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2. ....	66
Tab. 3.12	Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2. ....	67
Tab. 3.13	Liste der nach Ruferfassungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.....	78
Tab. 3.14	Liste der nach Ruferfassungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.....	80
Tab. 3.15	Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2. ....	82
Tab. 3.16	Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2. ....	83
Tab. 5.1	Potenzielle Wirkfaktoren unter Berücksichtigung der Windparkparameter (Tab. A. 1) auf das Schutzgut Zugvögel, aus dem Umweltbericht zum FEP der Nordsee 2020.....	96
Tab. 5.2	Wirkfaktoren mit Angaben zu relevanten Modellwindparkparametern (nach Tab. A. 1) für die untere und obere Bandbreite der Rotordimensionierung. ....	97

**Anhang**

Tab. A. 1	Modellwindparkparameter aus dem Umweltbericht zum FEP 2020 (Tabelle 2; BSH 2020a) die für die Identifizierung der Wirkfaktoren (Kap. 5) herangezogen wird. ....	122
Tab. A. 2	Eckkoordinaten der Fläche N-7.2 im Rahmen der Flächenvoruntersuchung N-7.2 .....	123
Tab. A. 3	Technische Daten der verwendeten Erfassungsschiffe.....	123
Tab. A. 4	Erfassungszeiten und -bedingungen (Wetter) einzelner Erfassungstage sowie Angabe zur Vollständigkeit von 24-Stunden-Zyklen.....	124
Tab. A. 5	Kennwerte des Vogelzuges in einzelnen Erfassungsnächten (Vogelzug in der Nacht, Radarerfassung) von Juli 2018 bis Mai 2020. ....	128
Tab. A. 6	Kennwerte des Vogelzuges an einzelnen Erfassungstagen (Vogelzug am Tag, Radarerfassung) von Juli 2018 bis Mai 2020.....	131
Tab. A. 7	Erfassungsparameter (berechnet mittels DISTANCE 6.0) für die verwendeten Radarmodelle für verschiedene Erfassungsphasen.....	134

---

Tab. A. 8	Schutzstatus im Gebiet N-7.2 von Juli 2018 bis Mai 2020 gesichteter und gehörter Arten nach AEWA, SPEC, der EU-VSchRL, der Berner und Bonner Konvention (Quellen und Erläuterungen unterhalb der Tabelle) mit Angabe der Anzahl erfasster Individuen während der Sichtbeobachtungen (Sicht) und Anzahl erfasster Rufe.....	135
Tab. A. 9	Relative Flugrichtungsverteilungen [%] sowie mittlere Flugrichtungen aller Arten [°] nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	143
Tab. A. 10	Relative Flugrichtungsverteilungen [%] sowie mittlere Flugrichtungen aller Arten [°] nach Sichtbeobachtungen 2019/20 für die Fläche N-7.2 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	145
Tab. A. 11	Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2 (alle fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	147
Tab. A. 12	Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2019/20 für die Fläche N-7.2 (alle fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).....	149

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

µs	Mikrosekunde, 1 µs = 1/1.000.000 Sekunde
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
bft	Beaufort
BNetzA	Bundesnetzagentur
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
EEG 2017	Erneuerbare-Energien-Gesetz
feet	Längeneinheit, Fuß (1 m = 3,28084 Fuß)
FEP	Flächenentwicklungsplan
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	Standardabweichung: Maß für die Streubreite der Werte eines Merkmals
SE	Standardfehler: Streuungsmaß als "Standardabweichung/(Wurzel (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 gelegenen Flächen für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen 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 (EEG 2017, geändert 2019) 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 Nr.1 WindSeeG die auf der Fläche erforderlichen 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-7.2.

Der Bericht wird gemäß § 10 Abs. 2 S.2 WindSeeG zudem bei der im Rahmen der Eignungsprüfung der Fläche N-7.2 durchzuführenden Strategischen Umweltprüfung (SUP) berücksichtigt.

## 1.2 Datenlage für die voruntersuchte Fläche

Die aus mehreren Teilflächen bestehende Fläche N-7.2 (Tab. A. 2) liegt in Gebiet N-7 und befindet sich < 1 km südlich der Projektfläche des Offshore-Windparks (OWP) „EnBW He Dreih“ (siehe Abb. 1.1). Weiter nördlich schließen sich die bereits entwickelten OWPs „Global Tech I“, „EnBW Hohe See“ und „Albatros“ im Gebiet N-8 in etwa 8 km Entfernung zur Fläche N-7.2 an. Westlich der Projektfläche N-7.2 in etwa 6,5 km Entfernung liegt das Gebiet N-6 mit den OWPs „BARD Offshore 1“, „Veja Mate“ und „Deutsche Bucht“. Aufgrund der räumlichen Nähe sind die für die genannten Flächen verfassten Fachgutachten und Verträglichkeitsstudien als relevant für eine Eignungsprüfung der Fläche N-7.2 anzusehen. Da diese nicht frei verfügbar sind, können sie im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht als Grundlage für eine vergleichende Bewertung der naturräumlichen Ausstattung der Fläche N-7.2 herangezogen werden, werden jedoch vom BSH bei der Eignungsprüfung bedacht. Dagegen sind die Genehmigungsbescheide der genannten OWPs veröffentlicht (BSH 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2010, 2011, 2015), in die die betreffenden Basisgutachten und darauf

aufbauenden Umweltverträglichkeitsstudien eingeflossen sind 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 (BSH 2020a) eine Auflistung von Ergebnissen aus Umweltverträglichkeitsprüfungen, die als Referenzdaten zur Bewertung des Zuggeschehens in den vorliegenden Erfassungen herangezogen werden können. Zusätzlich sind für eine Einordnung des Zugvogelvorkommens im Gebiet N-7 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.

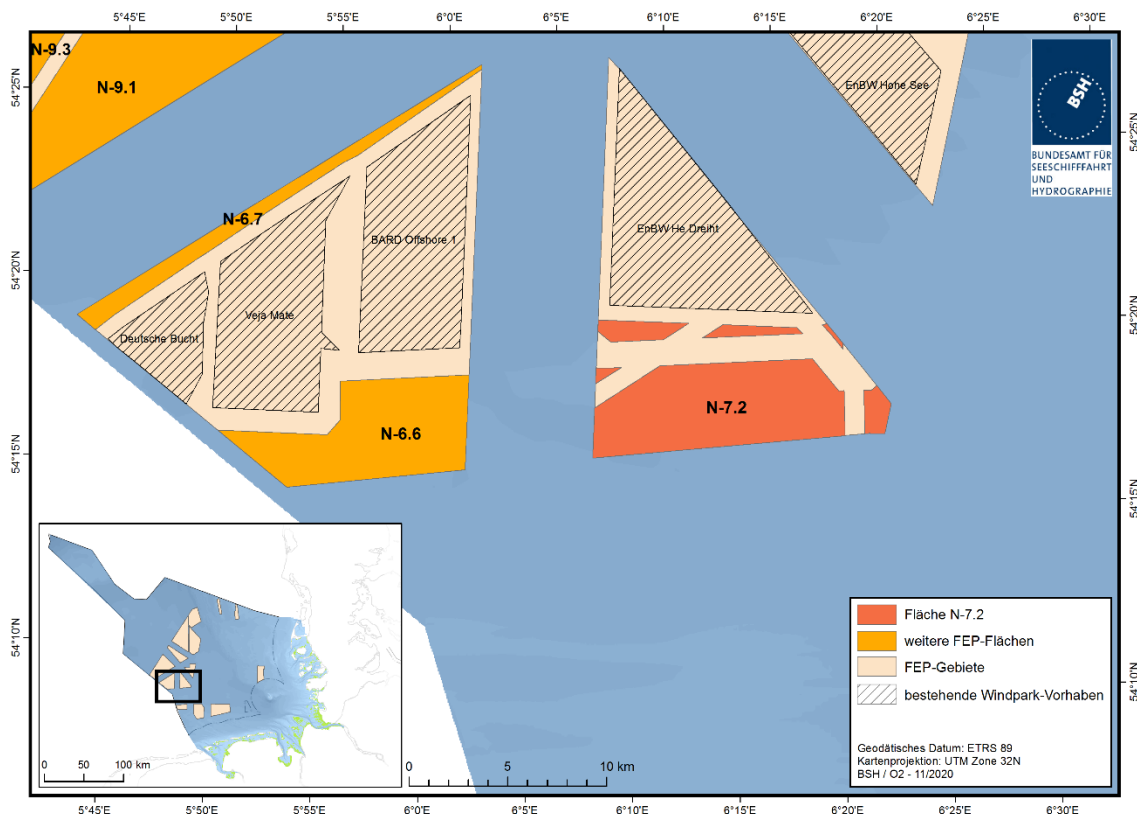


Abb. 1.1 Übersicht der Lage der Fläche N-7.2 (ETRS 89, UTM 32N) in der deutschen AWZ der Nordsee (Quelle: BSH 2019, verändert nach FEP, 2020b).

### 1.3 Zielsetzung und Fragestellung

Für die Untersuchung der Meeresumwelt im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen für Offshore-Windparks hat die Genehmigungsbehörde, das BSH, in 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 deren natürliche Ausstattung dieser Voruntersuchungsflächen zu erfassen.

Das vorliegende Fachgutachten dient dazu, das Vorkommen von Zugvögeln im Bereich der Fläche N-7.2 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-7.2 für das Schutzgut Zugvögel besitzt. Darüber hinaus sollen auf Grundlage von Modellwindparkparametern (s. Tab. A. 1) die voraussichtlichen Umweltauswirkungen auf Zugvögel beschrieben sowie die Bedeutung dieser Umweltauswirkungen bewertet werden.

Um diese Fragestellungen beantworten zu können, stützt sich dieser Bericht auf die zwischen dem 15.07.2018 und dem 31.05.2020 erhobenen Daten. Die Erfassungen verliefen nach dem auf dem 1. Auftraggeber/Auftragnehmer-Projekttreffen am 05.07.2018 festgelegten Untersuchungsrahmen (vgl. hierzu auch Kap. 2.2 und Kap. 2.3). Für die Durchführung der Untersuchungen wurden die methodischen Vorgaben des StUK4 (BSH 2013) sowie der Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) zu Grunde gelegt. Der finale Untersuchungsrahmen (BSH 2019) wurde am 30. August 2019 veröffentlicht, nachdem bereits ein Jahr Daten im Untersuchungsgebiet N-7.2 erfasst wurden, die neben den Daten eines weiteren Untersuchungsjahres in die Ergebnisse dieses Abschlussberichts einfließen. Eine Gegenüberstellung der verschiedenen Vorgaben sowie eventuelle Abweichungen mit Angabe von Gründen und einer Einschätzung der Konsequenzen für Qualität und Vollständigkeit der Daten erfolgt in Kapitel 2.2.1 (Radarerfassung), Kapitel 2.2.2 (Sichtbeobachtungen) und Kapitel 2.2.3 (Zugruferfassung).

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-7.2 auf das Schutzgut zu erwarten sind.

Im vorliegenden Bericht werden folgende Aufgabenstellungen bearbeitet:

- Beschreibung und Bewertung des Vorkommens von Zugvögeln auf der voruntersuchten Fläche N-7.2 und ihrer Umgebung,
- Bedeutung der voruntersuchten Fläche N-7.2 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-7.2 liegt in direkter Nachbarschaft zu den OWPs „Global Tech I“, „EnBW Hohe See“ und „Albatros“ im Gebiet N-8 (Entfernung ca. 8 km) und den OWPs „BARD Offshore 1“, „Veja Mate“ und „Deutsche Bucht“ im Windparkgebiet N-6 (Entfernung ca. 6,5 km) sowie gemeinsam mit dem genehmigten OWP „EnBW He Dreih“ (Entfernung < 1 km) im Gebiet N-7. Südlich an die Fläche N-7.2 schließt sich ein Verkehrstrennungsgebiet in etwa 7,9 km Entfernung an. Östlich befinden sich Vorranggebiete für militärische Nutzung. Die Koordinaten der Fläche N-7.2 sind in Tab. A. 2 im Anhang aufgelistet.

Die ausgewiesene Fläche N-7.2 liegt in der naturräumlichen Einheit der „Nordwestlichen Deutschen Bucht (küstenferne ostfriesische AWZ)“ mit Wassertiefen zwischen 30 und 40 Metern. Das Bodensubstrat besteht weitestgehend aus schlickigem Feinsand (BSH 2020a). Im Bereich des Gebietes N-7 wurde das Geo-Cluster „Nordwestliche Deutsche Bucht I“ identifiziert.

Für das Schutzgut Zugvögel wurden gemäß Untersuchungsrahmen (BSH 2019) während des Herbstzugs 2018 und 2019 (jeweils Mitte Juli bis November) und des Frühjahrszugs 2019 und 2020 (jeweils März bis Mai) folgende standardisierte schiffsbasierte Erfassungen durchgeführt:

- Vertikalradarerfassungen,
- Sichtbeobachtungen,
- nächtliche Flugruferfassungen.

Die Voruntersuchungen wurden im gesamten Untersuchungszeitraum vom ankernden Schiff aus durchgeführt, wobei die Ankerplätze nach den Vorgaben des StUK4 saisonal so gewählt wurden, dass die aus der jeweiligen hauptsächlichen Herkunftsrichtung kommenden Vögel erfasst werden (siehe Abb. 2.1). Im Herbst 2018 und 2019 lag der Ankerplatz am südöstlichen, im Frühjahr 2019 und 2020 am südwestlichen Rand der Fläche N-7.2. 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-7.2 im Herbst 2018 und 2019 sowie Frühjahr 2019 und 2020 (Dezimalgrad).

	Ankerposition Herbst 2018, 2019	Ankerposition Frühjahr 2019, 2020
Nördlicher Breitengrad	54,274479	54,259384
Östlicher Längengrad	6,320564	6,124854



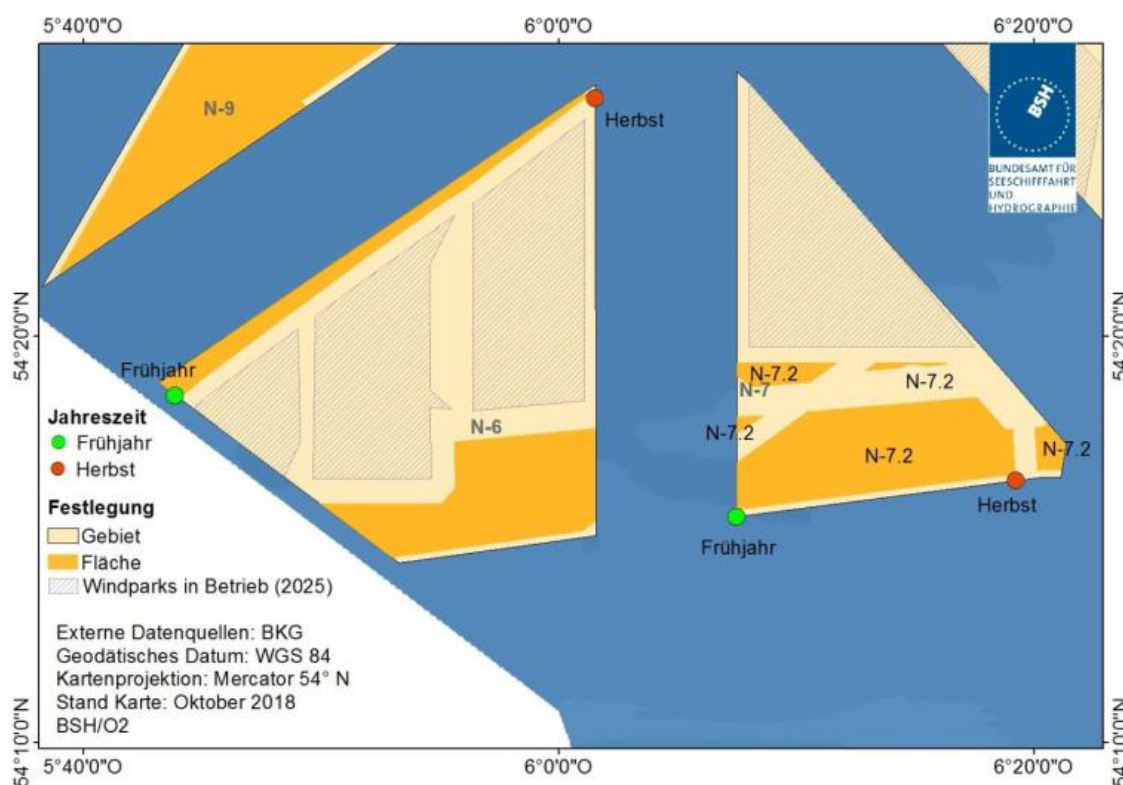


Abb. 2.1 Ankerplätze für Zugplanbeobachtungen und Radarerfassungen vom Schiff aus für die Gebiete N-7 und N-6. Für diesen Bericht gelten die in der Abbildung gekennzeichneten Ankerplätze an der Fläche N-7.2 (Quelle: BSH 2019).

## 2.2 Durchführung der Erfassungen

Zur Erfassung des Vogelzuges wurden die Schiffe „Reykjanes“, „Skoven“ und „Arne Tiselius“ eingesetzt. Die technischen Daten der Schiffe sind in der 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 2019) geforderte Anzahl von jeweils 52 Erfassungstagen wurde in beiden Erfassungsjahren erreicht (Vorgaben des StUK4: mindestens 50 Tage, BSH 2013).

Im ersten Erfassungsjahr von Juli 2018 bis Mai 2019 gab es bezüglich der Ist-Tage eine wetterbedingte Abweichung. Im Oktober 2018 wurden statt der geforderten sieben Erfassungstage nur vier Tage erbracht, da eine geplante Ausfahrt mit drei Erfassungstagen aufgrund schlechter Witterungsbedingungen in der zweiten Oktoberhälfte nicht durchgeführt werden konnte. Daher wurden diese drei Tage ab dem 01.11.2018 nachgeholt. Somit wurden zehn Tage im November 2018 erfasst. Da sich diese Tage direkt an den Oktober anschließen, werden die Auswirkungen auf Datenqualität und Vollständigkeit als gering beurteilt. Im zweiten Erfassungsjahr von Juli 2019 bis Mai 2020 entsprachen in jedem Monat die Erfassungstage (Ist-Tage) in jedem Monat den geforderten Erfassungstagen (Soll-Tage). Die Vorgaben der Leistungsbeschreibung von sieben Untersuchungstagen pro Monat (voller Monat, nicht im Block, 3 Tage im halben Kalendermonat Juli, BSH 2017a) werden

somit in beiden Jahren bei Berücksichtigung einer Ausnahme im Oktober 2018 (und Kompensation Anfang November 2018) erfüllt.

Tab. 2.2 Terminierung der Ausfahrten sowie Erfassungsschiffe und verwendetes Vertikalradarmodell je Ausfahrt im Erfassungszeitraum Juli 2018 bis Mai 2020; Radartypen VR: JRC = „JRC NKE-2254-7“; Furuno = „Furuno FAR-1528“; VM = Visionmaster FT.

Monat	Anzahl (Soll)	Anzahl (Ist)	Start Datum	Start UTC	Ende Datum	Ende UTC	Ausfahrt -Nr.	Schiff	Radar-gerät
Juli 2018	3	3	20.07.	05:00	23.07.	05:00	18_01	Reykjanes	JRC
August 2018	7	3	04.08.	20:00	07.08.	19:00	18_02	Reykjanes	JRC
		4	19.08.	22:00	23.08.	22:00	18_03	Reykjanes	JRC
September 2018	7	3	05.09.	21:00	08.09.	21:00	18_04	Reykjanes	JRC
		3	17.09.	06:30	20.09.	06:30	18_05	Reykjanes	JRC
		1	30.09.	07:30	01.10.	07:30	18_06	Reykjanes	JRC
Oktober 2018	7	2	04.10.	05:00	06.10.	05:00	18_07	Reykjanes	JRC
		2	07.10.	05:00	09.10.	05:00			
November 2018	7	4	01.11.	06:00	05.11.	04:00	18_09	Reykjanes	JRC
		2	11.11.	07:30	13.11.	14:50	18_10	Skoven	Furuno
		2	15.11.	16:30	17.11.	17:00	18_11	Skoven	Furuno
		2	25.11.	09:00	27.11.	09:00	18_12	Skoven	Furuno
März 2019	7	2	19.03.	18:30	21.03.	19:00	19_04	Reykjanes	JRC
		1	23.03.	18:30	24.03.	19:00			
		4	26.03.	05:00	30.03.	05:00			
April 2019	7	4	05.04.	04:30	07.04.	05:00	19_05	Reykjanes	JRC
			07.04.	19:00	09.04.	19:00			
		3	20.04.	03:30	23.04.	04:00	19_06	Reykjanes	JRC
Mai 2019	7	4	06.05.	03:00	10.05.	03:00	19_07	Reykjanes	JRC
		3	21.05.	02:30	24.05.	03:00	19_08	Reykjanes	JRC
<b>Gesamt, 1. Jahr</b>	<b>52</b>	<b>52</b>							
Juli 2019	3	3	20.07.	23:00	23.07.	23:00	19_10	Reykjanes	JRC
August 2019	7	4	03.08.	20:30	07.08.	21:00	19_11	Reykjanes	JRC
		3	22.08.	13:00	25.08.	13:00	19_12	Reykjanes	JRC
September 2019	7	2	02.09.	19:00	04.09.	19:00	19_13	Reykjanes	JRC
		2	06.09.	04:30	08.09.	05:00			
		3	18.09.	18:30	21.09.	19:00	19_14	Reykjanes	JRC
Oktober 2019	7	4	05.10.	19:00	09.10.	19:00	19_15	Reykjanes	JRC
		3	20.10.	05:30	23.10.	06:00	19_16	Reykjanes	JRC
November 2019	7	2	01.11.	09:00	03.11.	09:00	19_17	Reykjanes	JRC
		2	06.11.	18:00	08.11.	18:00			
		1	18.11.	06:30	19.11.	02:00	19_18	Skoven	VM
		2	19.11.	15:00	21.11.	21:00			
März 2020	7	1	10.03.	21:00	11.03.	21:00	20_03	Reykjanes	JRC
		3	13.03.	18:00	16.03.	18:00			

Monat	Anzahl (Soll)	Anzahl (Ist)	Start Datum	Start UTC	Ende Datum	Ende UTC	Ausfahrt -Nr.	Schiff	Radar-gerät
		3	22.03.	07:00	25.03.	07:00	20_04	Reykjanes	JRC
April 2020	7	3	04.04.	04:30	07.04.	05:00	20_05	Reykjanes	JRC
		4	08.04.	19:00	12.04.	19:00			
Mai 2020	7	1	02.05.	03:00	03.05.	03:00	20_07	Reykjanes	VM
		3	04.05.	20:00	07.05.	20:00			
		3	25.05.	02:30	28.05.	03:00	20_09	Arne Tiselius	VM
<b>Gesamt, 2. Jahr</b>	<b>52</b>	<b>52</b>							

In der Anhangstabelle Tab. A. 4 werden die einzelnen Erfassungstage mit den Wetterbedingungen sowie die Anzahl vollständiger 24-Stunden-Zyklen aufgeführt. Abweichungen von den geforderten kompletten 24-Stunden-Zyklen traten in drei Fällen auf:

- Am 07.08.2018 (Fahrt 18\_02) wurde der letzte Zyklus eine Stunde vorher beendet (nach 23 Stunden), um die Erfassungen im angrenzenden Projektgebiet der Flächenvoruntersuchungen rechtzeitig zu Beginn der Abenddämmerung beginnen zu können.
- Die zweite Abweichung trat am 05.11.2018 auf (Fahrt 18\_09; Abbruch nach 22 Stunden), um die Durchführung einer Transektfahrt für das gleiche Projekt innerhalb der Hellphase zu gewährleisten.
- Die dritte Abweichung trat am 19.11.2019 in Form eines Fahrtabbruchs nach 19,5 Stunden auf, da zuvor über mehrere Stunden nicht StUK-konforme Bedingungen herrschten. Die fehlenden Stunden (bzw. die nicht StUK-konformen Stunden, die nicht in die Auswertung eingingen) wurden, nach einer Periode von 13 Stunden des Abwetterns, durch zusätzliche sechs Erfassungsstunden am 21.11.2019 kompensiert.

Abbrüche von Fahrten aufgrund von ungünstigen Wettervorhersagen (01.10.2018) oder technischer Probleme (13.11.2018) führten nicht zu reduzierten 24-Stunden-Zyklen, da diese Tage komplett kompensiert wurden. Die geringfügigen Abweichungen von der Vorgabe der Durchführung voller und ununterbrochener 24-Stunden-Zyklen (gemäß Vorgabe aus der Leistungsbeschreibung, BSH 2017a) waren somit im Jahr 2018 durch die Gewährleistung interner Projektziele bedingt, im Jahr 2019 durch wetterbedingten Ausfall. Der Umfang der Abweichung wird als gering eingestuft. Die Konsequenzen für die Datenqualität und die Vollständigkeit der Daten werden ebenfalls als sehr gering eingeschätzt.

Einen Datenausfall aufgrund von starken Winden (> 7 bft) oder hohen Wellen (> 2,5 m) gab es nicht (nur StUK4-konforme Bedingungen bzw. einige nicht StUK4-konforme Stunden, die kompensiert wurden), womit die im StUK4 und in der Leistungsbeschreibung vorgegebenen Wettergrenzen für Erfassungen eingehalten wurden.

## 2.2.1 Radarerfassung

### 2.2.1.1 Erfassungsmethodik

Zur Untersuchung der Zugintensität und der Höhenverteilung wurden vertikal rotierende Schiffsradare verwendet. Auf dem eingesetzten Forschungsschiff „Reykjanes“ wurde ein Radargerät der Marke „JRC NKE-2254-7“ betrieben, auf der „Skoven“ ein „Furuno FAR-1528“ bzw. ab Herbst 2019 ein „Visionmaster FT“. Im Mai 2020 wurde die „Reykjanes“ mit einem Radargerät der Marke „Visionmaster FT“ ausgestattet. Ein Radargerät dieser Marke war ebenfalls auf der „Arne Tiselius“ installiert (Zuordnung zu einzelnen Fahrten: s. Tab. 2.2 in Kapitel 2.1).

Im Erfassungsjahr 2018/2019 wurden von den möglichen 1.248 Erfassungsstunden (52 Tage x 24 Stunden) insgesamt 1.114 auswertbare Stunden geleistet (Tab. 2.3). Ausfälle gab es durch Regen bzw. nicht auswertbare Bilder aufgrund von Interferenzen/Störungen (139 Stunden). Es fanden keine Erfassungen unter nicht-StUK4-konformen Bedingungen statt. Anzumerken ist, dass die letzte September-Fahrt in den Monat Oktober hinein dauerte, so dass es im September 2018 sieben Minus-Stunden (161 von möglichen 168 Stunden) und im Oktober 2018 sieben Plus-Stunden (103 von möglichen 96 Stunden) gab. Im November 2018 wurde eine Fahrt mit einem 22-Stunden-Zyklus beendet (s. Tab. A. 4 im Anhang; minus 2 Stunden bezogen auf 24-Stunden-Zyklus) und ein Erfassungstag nach sieben Stunden (eines 24-Stunden-Zyklus) aufgrund von stürmischem Wetter abgebrochen (plus 7 Stunden eines abgebrochenen 24-Stunden-Zyklus). Die innerhalb des abgebrochenen 24-Stunden-Zyklus aufgenommenen Radarbilder (7 Stunden) wurden ausgewertet und flossen in die statistische Auswertung mit ein, sofern die Kriterien an die erforderliche Stundenzahl zur Wertung eines Tages oder einer Nacht erfüllt wurden (s. Kapitel 2.2.1.3). Somit wurden fünf zusätzliche Erfassungsstunden geleistet (7 zusätzliche Stunden minus 2 nicht erfasste Stunden eines 24-Stunden-Zyklus). Insgesamt erfolgten demnach 1.253 Stunden statt möglichen 1.248 Stunden (vgl. Tab. 2.3).

Im Erfassungsjahr 2019/2020 wurden von den möglichen 1.248 Erfassungsstunden (52 Tage x 24 Stunden) insgesamt 1.080 auswertbare Stunden geleistet (Tab. 2.3). Ausfälle gab es durch Regen bzw. nicht auswertbare Bilder aufgrund von Interferenzen/Störungen (176 Stunden). Die 179 nicht gewerteten Stunden beinhalten 4 Stunden aus einer Ausfahrt im November 2019, während der vor dem Abbruch der Fahrt unter nicht StUK-konformen Bedingungen erfasst wurde. Sofern bei Ankunft im Untersuchungsgebiet ein Start der Erfassungen zur halben Stunde erfolgte (XX:30), wurde diese Stunde mit gewertet, sofern zehn auswertbare Aufnahmen entstanden. Dadurch ist die Anzahl geleisteter Stunden mit 1.256 Stunden um acht Stunden höher als die rechnerisch möglichen Stunden (52 Tage x 24 Stunden = 1.248 Stunden).

Gemäß StUK4 (BSH 2013) müssen 75 % der Erfassungsstunden auswertbar sein (900 von möglichen 1.200 Stunden bei 50 Erfassungstagen pro Jahr, gemäß Leistungsbeschreibung 900 Stunden in 52 Untersuchungstagen, BSH 2017a). Diese Bedingung wurde in beiden Jahren erfüllt. Im Erfassungsjahr 2018/2019 lagen 89 % auswertbare Stunden vor (1.114 von 1.248 Stunden und 52 Erfassungstagen) und im Erfassungsjahr 2019/2020 87 % (1.080 von möglichen 1.248 Stunden).

Tab. 2.3 Anzahl auswertbarer bzw. nicht auswertbarer Stunden je Monat sowie Anzahl Nächte/Tage mit Radarerfassung für den Zeitraum von Juli 2018 bis Mai 2020. \*1) ab Mitte Juli, \*2) Nicht auswertbar (Regen, Interferenzen, Störungen, nicht StUK-konforme Bedingungen), \*3) letzte Septembererfassung ging 7 Stunden in den Oktober hinein, daher im September 7 Stunden weniger als mögliche Stunden und im Oktober 7 Stunden mehr als mögliche Stunden, \*4) 5 zusätzliche Stunden (+7 Stunden nach Abbruch eines 24-Stunden-Zyklus und -2 Stunden durch nicht vollständigen 24-Stunden-Zyklus; Erläuterungen: s. Text), \*5) zusätzliche Erfassungsstunde gewertet bei Start der Erfassungen zur halben Stunde (xx:30)

Monat	Radartage (je 24-Stunden-Zyklus)	mögliche Stunden	Nicht auswertbare Stunden *2)	Auswertbare Stunden	Insgesamt geleistete Stunden
Juli 2018 *1)	3	72	0	72	72
August 2018	7	168	6	161	167
September 2018	7	168	34	127	161 *3)
Oktober 2018	4	96	6	97	103 *3)
November 2018	10	240	53	192	245 *4)
März 2019	7	168	8	160	168
April 2019	7	168	7	161	168
Mai 2019	7	168	24	144	168
<b>Gesamt, 1. Jahr 2018/2019</b>	<b>52</b>	<b>1.248</b>	<b>139</b>	<b>1.114</b>	<b>1.253</b>
Juli 2019 *1)	3	72	17	55	72
August 2019	7	168	13	156	169 *5)
September 2019	7	168	39	131	170 *5)
Oktober 2019	7	168	33	135	168
November 2019	7	168	56	114	170 *5)
März 2020	7	168	11	158	169 *5)
April 2020	7	168	5	164	169 *5)
Mai 2020	7	168	2	167	169 *5)
<b>Gesamt, 2. Jahr 2019/2020</b>	<b>52</b>	<b>1.248</b>	<b>176</b>	<b>1.080</b>	<b>1.256</b>

Für die Durchführung der Untersuchungen wurden die methodischen Vorgaben des StUK4 (2013) und/oder der Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) angewendet. Der Untersuchungsrahmen (BSH 2019) wurde am 30.08.2019 veröffentlicht, also nach dem ersten Untersuchungsjahr 2018/2019.

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 oben genannten Vorgaben 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 2017a) und Untersuchungsrahmen (BSH 2019). Es sind nur Parameter aufgeführt, bei denen es Unterschiede in den Vorgaben gibt (mit blauer Schrift markiert; durchgeführte Methodik grau hinterlegt). \*) Abweichung: Aufnahmeabstand 3 Minuten, Tracks werden gewertet (s. Text Kapitel 2.2.1.2), \*\*) Anpassung der Angabe aus der Leistungsbeschreibung nach Absprache mit dem BSH.

Vorgabe-Nr.	StUK4	Leistungsbeschreibung	Untersuchungsrahmen
1	Die Ausrichtung der Rotations-ebene der Antenne soll <b>vorzugsweise</b> senkrecht zur angenommenen Zugrichtung erfolgen.	Die Ausrichtung der Rotations-ebene der Antenne <b>hat senkrecht zur angenommenen Zugrichtung zu erfolgen.</b>	k. A.
2	k. A.	k. A.	Digitales Bild in 5-minütigem Abstand aus letzten 10 Umdrehungen der Radarantenne; Echos ohne Folgetrack werden von der Analyse ausgeschlossen, da sie keine Informationen zur Zugrichtung enthalten. *)
3	Range 1,5 km (0,81 nm)	Range 1,5 km (0,81 nm)	0,75 nautische Meilen (1,389 km)
4	<b>Höchstmöglicher gain ohne Störungen im Radarbild.</b> Einstellungen sind während des Untersuchungszeitraumes beizubehalten	<b>gain-Filter ist individuell in Absprache mit Auftraggeber für jedes Radargerät zu bestimmen.</b> Alle Filtereinstellungen sind während der gesamten zwei Untersuchungsjahre beizubehalten.	k. A.
5	Quantifizierung der Flugintensität in 100 m Höhenstufen bis 1.000 m Höhe korrigiert	Quantifizierung der Flugintensität in 100 m Höhenstufen bis 1.000 m Höhe korrigiert <b>**) </b>	k. A.

Das StUK4 und die Leistungsbeschreibung geben einen Erfassungsradius von 1,5 km vor. Bei dem zumeist eingesetzten JRC-Radargerät war eine Einstellung des Radiuses von 1,5 km nicht möglich, so dass die nächstliegende Einstellmöglichkeit von 1,6 km verwendet wurde. Die Konsequenzen dieser Abweichung von der Vorgabe 3 aus Tab. 2.4 wird aufgrund des geringen Distanzunterschiedes von 100 m als gering eingeschätzt. Bei höheren Radien (z. B. 3 km) werden größere Bereiche abgedeckt und die Echos einzelner Vögel werden schwächer – dieser Effekt ist bei einer Abweichung von nur 100 m jedoch nicht zu erwarten. Das Furuno- und die Visionmaster-Radargeräte wurden mit einem Radius von 1,5 km betrieben (Vorgabe 3 aus Tab. 2.4 erfüllt). Die Angabe eines Radiuses von 0,75 nautischen Meilen (entsprechend 1.389 m) im Untersuchungsrahmen weicht von den Vorgaben des StUK4 und der Leistungsbeschreibung ab. Die Erfassung wurde gemäß StUK4 und der Leistungsbeschreibung durchgeführt.

Die Nachleuchtdauer der Echosignale betrug 30 Sekunden bei den JRC- und Furuno-Radargeräten und 45 Sekunden bei dem Visionmaster-Radargerät (eine identische Einstellung war aus technischen Gründen nicht möglich, die verschiedenen Nachleuchtdauern wurden bei der Auswertung berücksichtigt).

Die Echodarstellung wird neben anderen Parametern von der Pulslänge beeinflusst. Hier wurden Einstellungen zwischen kurzen und mittleren Längen verwendet. Da sowohl das JRC- als auch das Furuno-Gerät erstmals im Einsatz waren und die optimalen Einstellungen noch ermittelt werden mussten, variierten diese während der ersten Ausfahrten zwischen den Einstellungen S2 (Short2) und M1 (Medium1 für Radargeräte JRC und Furuno Radargeräten) bzw. MP (Medium Pulse bei Visionmaster Radargeräten). Für das JRC-Radar wurde als Standard Medium Pulse 1 (M1) ermittelt (Short Pulse 1 auf Ausfahrten 18\_01 bis 18\_03). Das Furuno-Radargerät wurde mit Short Pulse 2 betrieben (Medium 1 auf Fahrt 18\_11). Das Visionmaster-Radargerät, welches bereits in anderen Projekten eingesetzt wurde, wurde mit der Einstellung MP (Medium Pulse) betrieben.

Die Filter für Seaclutter und Regen waren immer auf Null gesetzt. Die optimale Einstellung des gains (d. h. die Echoverstärkung) musste zu Beginn der Untersuchungen auf den ersten Fahrten ermittelt werden. Dies geschah während der Fahrten bzw. im Nachgang durch eine Diskussion der Aufnahmen zwischen den für die Erfassungen verantwortlichen Gutachtern. Für das JRC-Radargerät wurde ab der Fahrt 18\_03 ein gain von 50 % festgelegt (und für das weitere Erfassungsjahr 2018/2019 sowie 2019/2020 beibehalten), auf der ersten und zweiten Fahrt wurde mit den Einstellungen 70 % (18\_01) und 60 % (18\_02) erfasst. Das Furuno-Radargerät wurde auf drei Ausfahrten eingesetzt, auf denen ein gain von 70 % als optimal ermittelt wurde. Die ersten beiden Fahrten wurden mit 60 % bzw. mit 80 % durchgeführt. Die ermittelten gain-Einstellungen wurden für die weitere dritte Fahrt beibehalten. Das Visionmaster-Radargerät kam auf einer Fahrt im November 2019 (Fahrt 19\_18) sowie bei den beiden letzten Ausfahrten im Mai 2020 zum Einsatz. Die ermittelten optimalen gain-Einstellungen waren 60 % auf der Fahrt 20\_07 (Schiff: Reykjanes) und 70 % auf der Fahrt 19\_18 (Schiff: Skoven) und Fahrt 20\_09 (Schiff: Arne Tiselius). Innerhalb der Fahrten wurde die gain-Einstellung nicht verändert.

Somit wurde die Vorgabe 4 aus Tab. 2.4 erfüllt, auch wenn sich die Bestimmung des optimalen gains bei einigen Radargeräten über mehrere Fahrten hinzog.

Das Vertikalradar wurde halbstündlich entsprechend des aktuellen Headings des Schiffes so ausgerichtet, dass die Rotationsebene der Antenne senkrecht zur angenommenen Zugrichtung ausgerichtet war (angenommene Zugrichtungen: Frühjahr Nordost, Herbst Südwest). Damit folgte die Ausrichtung des Radargerätes den strengeren Vorgaben der Leistungsbeschreibung (StUK4: vorzugsweise senkrechte Ausrichtung; s. Vorgabe 1 aus Tab. 2.4).

Die technischen Eigenschaften der Radargeräte (Tab. 2.5) waren, wie größtenteils durch das StUK4 (BSH 2013) vorgeschrieben, in den wesentlichen Punkten identisch und entsprachen damit ebenfalls den Vorgaben der Leistungsbeschreibung sowie dem Untersuchungsrahmen. Unterschiede der Modelle bezüglich ihrer Erfassungscharakteristik wurden durch die Anwendung einer geräteabhängigen Distanzkorrektur ausgeglichen.

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	Wert
Frequenz-Band	X-Band
Sendefrequenz	9.410 MHz ( $\pm$ 30 MHz)
Sendeleistung	25 kW
Pulslänge	0,05 $\mu$ s (1.800 Hz) bis 0,75 $\mu$ s (785 Hz)
horizontaler Strahlwinkel	1,0°
vertikaler Strahlwinkel	20°
Antennenrotations-Geschwindigkeit	28 rpm
Antennenbreite	8 feet

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

Zur Übertragung der Radarbilder des Vertikalradars wurde eine „Grabber-Box“ verwendet (Marke: „Epiphan DVI2USB Grabber“), die über einen USB-Anschluss an einen Laptop angeschlossen war. Die Radarbilder wurden über eine DVI-Verbindung verlustfrei und in hoher Qualität über den Grabber auf den Laptop übertragen (wie in StUK4 und Leistungsbeschreibung gefordert).

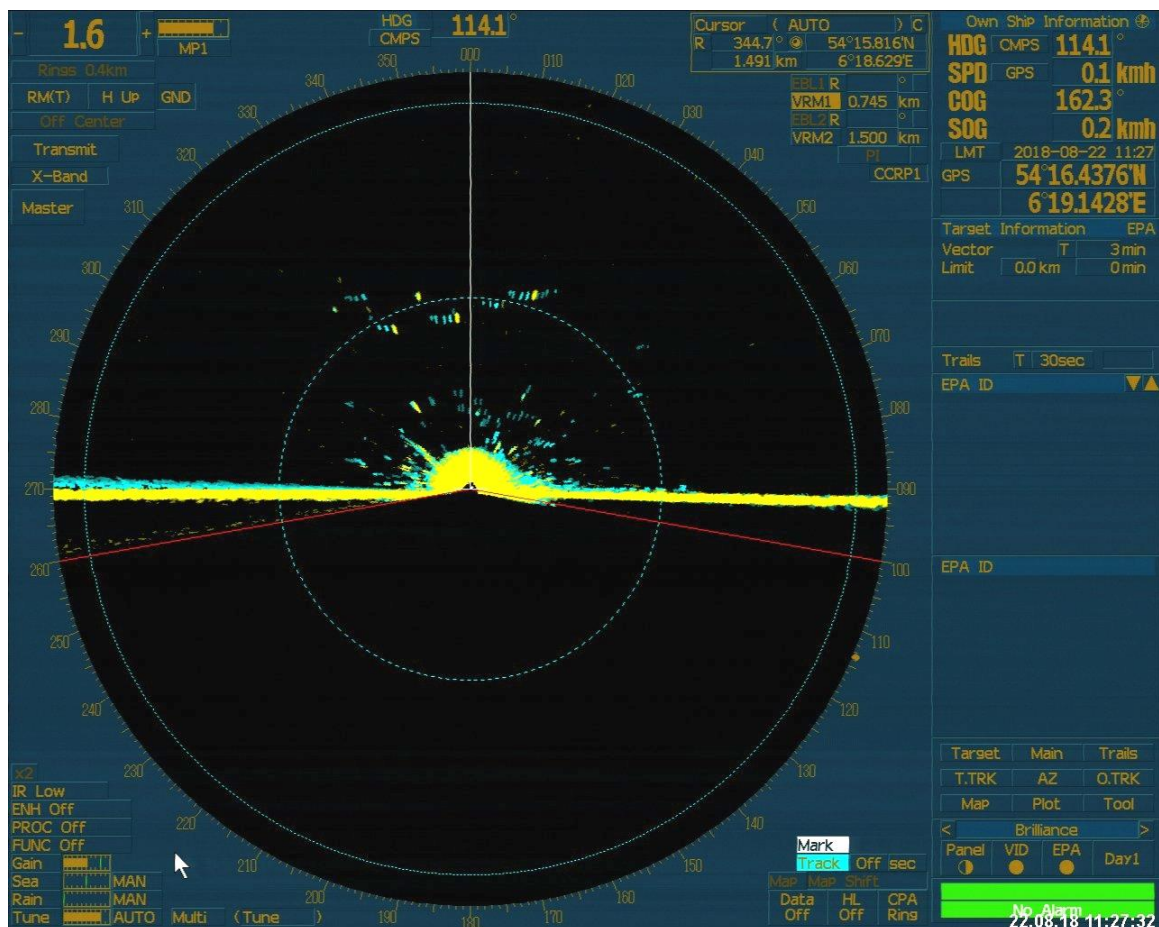


Abb. 2.2 Beispielaufnahme eines Radarbildes (JRC-Radar auf der Reykjanes) vom 22.08.2018.



Der Grabber war so eingestellt, dass Aufnahmen in einem Abstand von 3 Minuten erfolgten (d. h. 20 Bilder pro Stunde). Jedes Bild erhielt einen aktuellen Zeitstempel mit Datum und Uhrzeit in koordinierter Weltzeit (UTC). Eine zeitliche Vorgabe des Aufnahmeabstandes erfolgt im StUK4 und in der Leistungsbeschreibung nicht, im Untersuchungsrahmen ist ein 5-minütiger Aufnahmeabstand angegeben (s. Vorgabe 2 in Tab. 2.4, entsprechend 12 Bilder pro Stunde). Die höhere Bildfrequenz von 20 Bildern je Stunde erlaubt eine bessere Beurteilung des Zugverlaufs sowie eine gewisse „Ausfallquote“ durch Regenereignisse und ist somit einem 5-minütigen Abstand vorzuziehen.

### 2.2.1.2 Methodik Datenprozessierung

Die Bilder wurden mit Hilfe des Programms „RadarEdit“ der Firma „overspeed GmbH & Co.KG“ ausgewertet. Dieses Programm, welches speziell für die Vogelzugerfassung mittels Radars erstellt wurde (Beschreibung: [https://www.overspeed.de/fileadmin/user\\_upload/media/de/Infoblatt\\_RadarCam-RadarEdit\\_Overspeed.2016-07-25.pdf](https://www.overspeed.de/fileadmin/user_upload/media/de/Infoblatt_RadarCam-RadarEdit_Overspeed.2016-07-25.pdf)), ist ein auf die Auswertung von Vogelzugaufnahmen spezialisierter Bildeditor mit datenbanktauglicher Tabellengenerierung. Aufgezeichnet werden die Anzahl der Echos, Positionen, Richtungsverlauf des Echos sowie weitere Parameter und Bildkoordinaten. Die Daten werden im \*.csv-Format und \*.dat-Format abgespeichert und können in Excel geladen und weiterverarbeitet werden.

Es wurden alle als Vogeleos angesprochenen Echos markiert, also sowohl Einzeleos als auch Echos mit Folgetrack. Dies gilt sowohl für aktuelle Echos (die sich noch im Radarstrahl befinden und als gelber Punkt erscheinen, 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 beim Aufnahmezeitpunkt nicht mehr im Radarstrahl befanden, jedoch innerhalb der Zeitspanne der Nachleuchtdauer. Da der Zeitbezug von 30 bzw. 45 Sekunden gilt, werden diese Echos ebenfalls mit erfasst.

Im Untersuchungsrahmen ist aufgeführt, dass Echos ohne Folgetrack ausgeschlossen werden sollen (keine Angaben dazu im StUK4 und in der Leistungsbeschreibung, s. Vorgabe 2 in Tab. 2.4). Dieser Vorgabe wird nicht gefolgt, da auch Echos ohne Folgetrack für die Berechnung von Intensitäten und Höhenverteilungen berücksichtigt werden müssen. Zugrichtungen können anhand von Vertikalradardaten nicht sicher bestimmt werden. Ein Track entsteht, wenn sich die Entfernung des Echos zum Radar ändert (der Vogel also die Radarkeule kreuzt). Dabei kann jedoch nicht unterschieden werden, in welcher Richtung der Vogel kreuzt, so dass das gleiche Echo von Vögeln erzeugt wird, die eine Radarkeule z. B. in Richtung Nordost oder Südost durchfliegen. Daher eignen sich Daten eines Vertikalradars nicht oder nur mit großen Einschränkungen zur Abschätzung von Zugrichtungen.

Mit Hilfe von Radargeräten sind konkrete Messungen von Flughöhen möglich. Entsprechend der Vorgaben des StUK4 und der Leistungsbeschreibung werden als Basisdarstellung 100 m-Intervalle verwendet. Der Bereich der unteren und oberen Bandbreite der Rotordimensionierung wird 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 werden im Verlauf der Datenprozessierung den entsprechenden Höhenintervallen zugeordnet.

Eine Stunde wird gewertet, wenn mindestens 10 auswertbare Bilder vorliegen. 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) wird die betreffende Stunde der Phase zugeordnet, aus der am meisten Aufnahmen vorliegen. Bei genau identischer Anzahl von Bildern für Tag und Nacht wird 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 2018/2019 49 auswertbare Nächte und 50 auswertbare Tage und im Erfassungsjahr 2019/2020 47 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. 4, Tab. A. 5 und Tab. A. 6 mit Angabe der Erfassungsstunden aufgeführt.

Aufgrund der abnehmenden Erfassungswahrscheinlichkeit von Vögeln mit zunehmender Distanz zum Radargerät wird 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.stand.ac.uk/distance/>) unter Verwendung der Daten aus dem Höhenbereich zwischen 50 und 150 m (grün schraffierter Bereich in Abb. 2.4) Korrekturfaktoren ermittelt (Hüppop et al. 2002). Da die Erfassung im Nahbereich des Radars eingeschränkt ist, wurden für das JRC- und die Visionmaster-Radargeräte die Echos in einer Distanz bis 200 m nicht verwendet (left truncation: 200 m). Für das Furuno-Radargerät wurde der Bereich der left truncation nach Datenexploration im Programm Distance aufgrund der Echoverteilung auf 500 m festgelegt (bedingt durch einen Störbereich um das Radargerät bei höherem Wellengang). Ein Visionmaster-Radargerät wurde in diesem Projekt erstmals im Mai 2020 eingesetzt. Da die Datenbasis für eine Berechnung projektbezogener Korrekturwerte mit 241 Datensätzen (Echos aus diesem Zeitraum im Höhenintervall von 50 bis 150 m) zu gering ist, wird auf Bestandsdaten dieses Radartyps aus anderen Projekten zurückgegriffen. Mit über 38.000 Datensätzen (s. Anhangstabelle Tab. A. 7) erfolgt eine gute Beschreibung der Detektionscharakteristik dieses Radartyps. Auch die Datengrundlage von über 12.000 Datensätzen des JRC-Radargerätes aus dem Erfassungsjahr 2018/2019 wird als ausreichend gewertet und somit auch für das Erfassungsjahr 2019/2020 verwendet.

Die Kennwerte der Funktionen sind in Anhangstabelle Tab. A. 7 aufgeführt. Die Distance-Funktionen der drei Radargeräte mit den Daten sind in Abb. 2.3 dargestellt. Das JRC-Radargerät zeichnete sich durch einen Erfassungsschwerpunkt im Distanzbereich von ca. 400 bis 600 m aus, während das Furuno-Radargerät bei ca. 700 bis 800 m die höchsten Detektionswerte aufwies. Das Visionmaster-Radargerät zeichnet sich durch einen Erfassungsschwerpunkt in geringerer Entfernung aus (zwischen 300 und 500 m).

Da die Daten des Erfassungszeitraums Herbst 2018 bereits Anfang Februar 2019 an den Auftraggeber ausgeliefert wurden, erfolgte zu diesem Zeitpunkt eine erste Berechnung der

Distanzkorrekturwerte für diesen Datensatz. Nach Ende des Erfassungszeitraums Frühjahr 2019 wurden die Distanzkorrekturwerte mit dem gesamten Datensatz aktualisiert. In Tab. A. 7 werden somit für das JRC- und Furuno-Radargerät Distanzkorrekturwerte aus zwei Zeiträumen angegeben. Für das Visionmaster-Gerät wurden auch Daten aus anderen Projekten verwendet, in denen die gleichen Radargerättypen eingesetzt wurden.

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.

Der mittlere Korrekturwert zum Ausgleich der gerätespezifischen Detektionscharakteristika lag im ersten Erfassungsjahr von Juli 2018 bis Mai 2019 bei  $1,4 \pm 0,5$  (Median = 2,1; maximaler Korrekturwert: 3,9; n = 45.569 Echos im Auswertebereich von 1.000 m beidseitig vom Radar und 1.000 m Höhe) und im zweiten Erfassungsjahr von Juli 2019 bis Mai 2020 bei  $1,3 \pm 0,4$  (Median = 1,2; maximaler Korrekturwert: 4,7; n = 44.583 Echos).

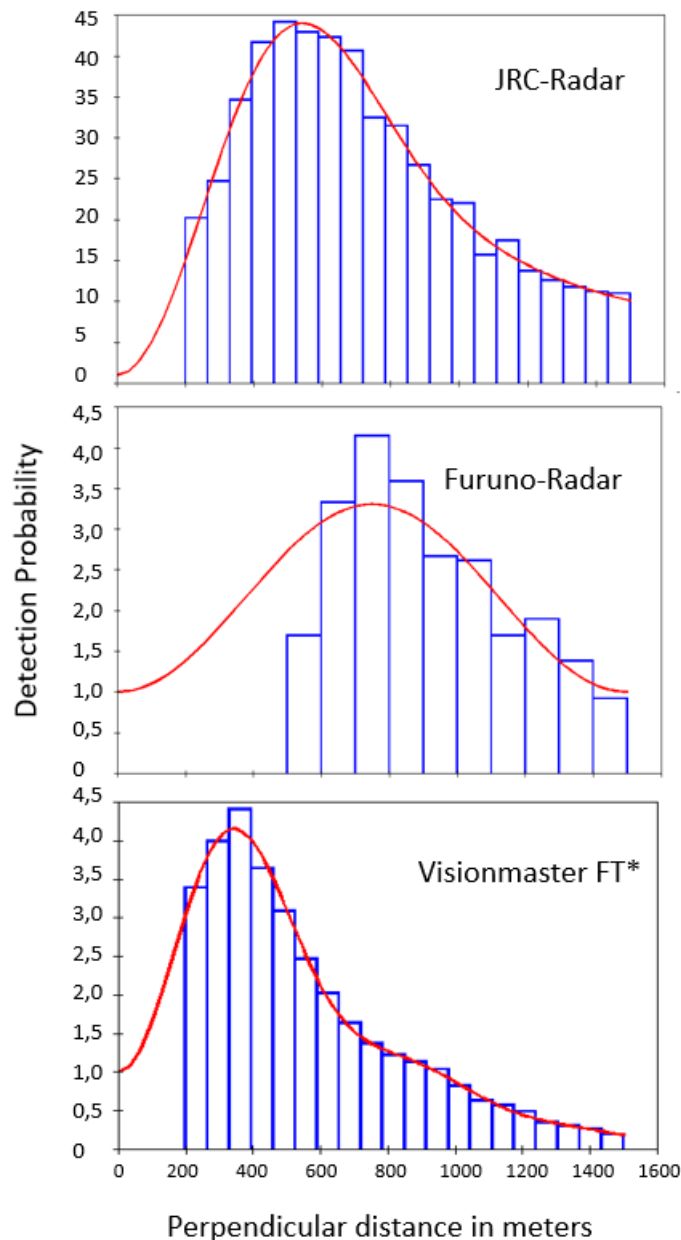


Abb. 2.3 Distance-Funktionen der Radartypen „JRC“ und „Visionmaster FT“ (left truncation: 200 m) sowie „Furuno“ (left truncation 500 m) mit den Daten von Juli 2018 bis Mai 2019. \*Verwendung von Bestandsdaten.

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. Die Angabe im Untersuchungsrahmen zur Berechnung des Zeitbezuges aus den letzten 10 Umdrehungen der Radarantenne (s. Vorgabe 2 in Tab. 2.4) ist eine andere Herangehensweise, die bei 28 Drehungen pro Minute (s. Tab. 2.5) über eine Zeitspanne von ca. 21 Sekunden integrieren würde (also eine kürzere Zeitspanne als über die Verwendung der Nachleuchtdauer). Die Nutzung der Funktion der Nachleuchtdauer als einfache integrierende Methode liefert einen verlässlichen Zeitbezug. Aufgrund der längeren Integrationszeit (30 bzw. 45 gegenüber 21 Sekunden) ist die Nutzung der Nachleuchtdauer als Zeitbezug

der Integration von Einzelbildern vorzuziehen. Das StUK4 und die Leistungsbeschreibung schreiben keine derart detaillierte Vorgehensweise vor.

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. 2.4). Die Quantifizierung des Vogelzuges geschieht innerhalb dieser Detektionsfläche bis in einer Höhe von 1.000 m für jedes 100 m-Höhenband (Vorgabe 5 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 (schriftliche Anfrage vom 22.08.2019), 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 zum Radargerät (JRC und Visionmaster) bzw. 500 m (Furuno) ausselektiert und die Echozahlen für die betreffenden Höhenschichten extrapoliert, also die Anzahl der Echos entsprechend der detektierten Bereiche je Höhenschicht auf die Gesamtfläche der Höhenschicht hochgerechnet (z. B. JRC-Radargerät im Höhenintervall von 0 – 100 m: ca. 20 % der Fläche nicht erfasst; Furuno-Radargerät im Höhenintervall von 0 – 100 m: ca. 50 % der Fläche nicht erfasst).

Entsprechende Flächenanteile wurden auch für die Höhenintervalle der Rotorebene für die untere und obere Bandbreite der Rotordimensionierung berechnet.

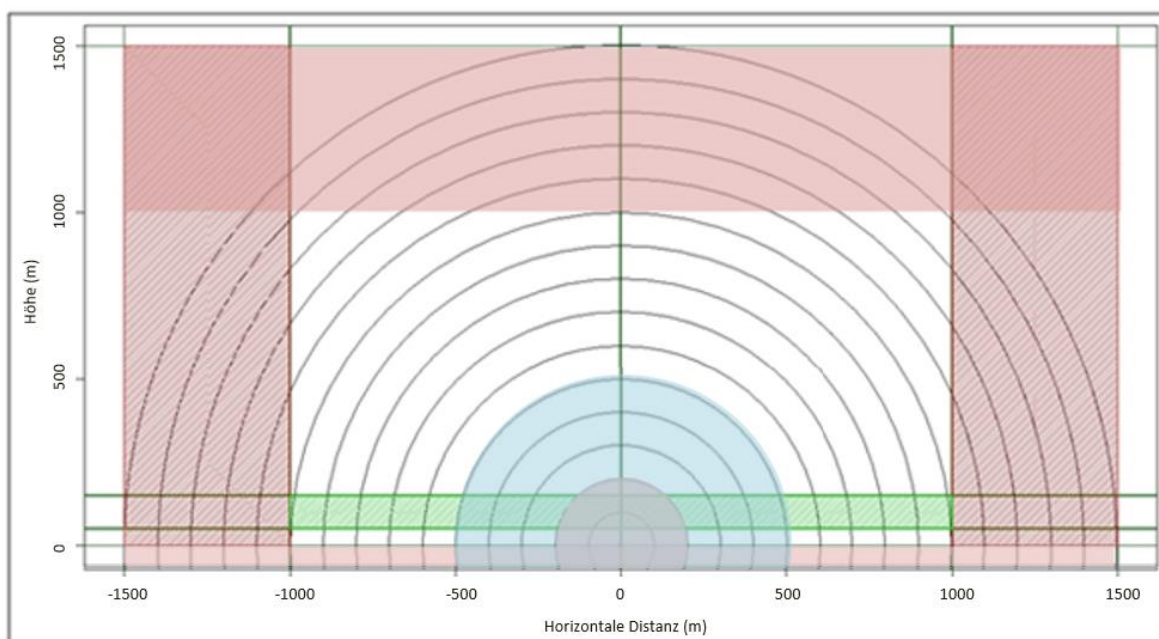


Abb. 2.4 Schematisiertes Radarbild. Rote Bereiche  $> 1.000$  m und  $< -1.000$  m horizontale Distanz und  $> 1.000$  m Höhe wurden für die Auswertung nicht berücksichtigt (rote Distanzringe bis 200 m: left truncation des JRC- und Visionmaster-Radargerätes, bläuliche Distanzringe bis 500 m: left truncation des Furuno-Radargerätes); grüner Bereich kennzeichnet Datenauswahl für Distanzkorrektur.

### 2.2.1.3 Auswertungsmethodik

Die Ergebnisdarstellung erfolgt als Zugrate in der Einheit „Echos pro Stunde und Kilometer“ (Echos/(h\*km)).

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

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 Auswertungen wurden mit den Statistikprogrammen SPSS Version 18.0.0 (Norusis & SPSS Inc. 2010) und R (R Core Team 2018) durchgeführt.

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 Auswertung der Radarbilder und das Erkennen von Vogeleos erfordert eine hohe Erfahrung und wird von geschulten Personen durchgeführt. Da die eingesetzten vertikal rotierenden Schiffsradargeräte Echos produzieren, die keine eindeutigen vogelspezifischen Merkmale zeigen (wie z. B. Flügelschlagmuster oder -frequenzen, die bei speziell für die Erfassung von Vogelzug gefertigten Radargeräten vorliegen) unterliegt die Interpretation der Echosignale einer gewissen Unsicherheit und Subjektivität. Insbesondere das Auftreten von Störechos, Interferenzen oder auch Insektenechos kann bei der Detektion von Vogeleos zu individuellen Unterschieden in der Auswertung führen. Insektenechos können Vogeleos sehr ähnlich sein. Eine sichere Methode zur Erkennung von Insekten mit den eingesetzten Radargeräten gibt es nicht, jedoch gibt es Hinweise und Kriterien, die auf ein mögliches Insektenzug-Ereignis hinweisen.

Zur Qualitätssicherung der Datenauswertung (Echoerkennung auf den Radaraufnahmen) wurden für den Erfassungszeitraum von Juli 2018 bis Mai 2020 ca. 10 % der Erfassungszeit von einer zweiten Person ausgewertet und die Echosummen je Stunde verglichen. Die Daten wurden dargestellt, begutachtet und Phasen mit größeren Unterschieden identifiziert. Diese Phasen wurden dann von einer dritten Person beurteilt und dann erneut ausgewertet, wenn im Ergebnis eine vermutlich hohe Abweichung beim Hauptauswerter lag (dessen Daten für die Auswertung verwendet werden).

Im Gesamtergebnis des Qualitätssicherungsverfahrens ist festzustellen, dass sich die Schwankungen in den jeweils ermittelten Echozahlen in einem Bereich befanden, der der Qualität der Aufnahmen bezüglich der Ausprägung der Echosignaturen und der Interpretationsmöglichkeiten entspricht.

## 2.2.2 Zugbeobachtung

### 2.2.2.1 Erfassungsmethodik

In Tab. 2.6 ist die Terminierung der Ausfahrten und die Anzahl der jeweiligen 15-minütigen Beobachtungseinheiten für Zugbeobachtung und 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 (Sicht- oder Ruferfassung) richtete sich nach der bürgerlichen Dämmerung. Es wurden in beiden Untersuchungsjahren die jeweils geforderten 52 Erfassungstage durchgeführt.

Insgesamt sind in einem Erfassungsjahr mit 52 Erfassungstagen und je zwei Beobachtungseinheiten pro Stunde 2.496 Beobachtungseinheiten zu erwarten ( $52 \text{ Tage} * 24 \text{ Stunden} * 2 \text{ Beobachtungseinheiten}$ ). Die leicht erhöhte Gesamtzahl 2018/2019 (2.505 Beobachtungseinheiten) und 2019/2020 (2.497 Beobachtungseinheiten) 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 werden (s. Kapitel 2.2.2.1). Zusammen mit den Ruferfassungen ergeben sich 2.445 bzw. 2.467 auswertbare Beobachtungseinheiten von jeweils 15 Minuten für die Erfassungsjahre 2018/2019 bzw. 2019/2020. Die Anforderungen nach mindestens 900 auswertbaren Stunden ( $900 \text{ Stunden} * 2 \text{ Beobachtungseinheiten} = 1.800 \text{ Beobachtungseinheiten}$ ) pro Erfassungsjahr gemäß StUK4 sind erfüllt.

Insgesamt wurden im Erfassungsjahr 2018/2019 bei den Zugbeobachtungen in der Hellphase 1.438 auswertbare Beobachtungseinheiten geleistet. Im Erfassungsjahr 2019/2020 wurden an 52 Erfassungstagen 1.462 auswertbare Beobachtungseinheiten durchgeführt. Es gingen 80 Beobachtungseinheiten (60 Einheiten 2018/2019; 20 Einheiten 2019/2020) nicht in die Auswertung ein.

Tab. 2.6 *Terminierung der Ausfahrten von Juli 2018 bis Mai 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	Beobachtungseinheiten	
Juli 2018	3	20.07. - 23.07.	108	35	143	144
Aug. 2018	3	04.08. - 07.08.	98	41	139	142
	4	19.08. - 23.08.	124	66	190	192
Sep. 2018	3	05.09. - 08.09.	86	57	143	144
	3	17.09. - 20.09.	81	60	141	144
	1	30.09. - 01.10.	25	22	47	48
Okt. 2018	2	04.10. - 06.10.	50	59	109	109
	2	07.10. - 09.10.	49	34	83	83
Nov. 2018	4	01.11. - 05.11.	82	104	186	188



Monat	Anzahl Erfassungstage	Zeitraum Erfassungen	auswertbare Beobachtungseinheiten [15 Minuten]			Beobachtungseinheiten, gesamt
			Zugbeobachtung	Zugruffassung	Beobachtungseinheiten	
	2	11.11. - 13.11.	55	56	111	111
	2	15.11. - 17.11.	38	59	97	97
	2	25.11. - 27.11.	36	58	94	96
März 2019	2	19.03. - 21.03.	42	42	84	96
	1	23.03. - 24.03.	27	21	48	48
	4	26.03. - 30.03.	111	80	191	192
Apr. 2019	4	05.04. - 07.04.	43	38	81	96
		07.04. - 09.04.	60	36	96	96
	3	20.04. - 23.04.	96	48	144	144
Mai 2019	4	06.05. - 10.05.	134	55	189	191
	3	21.05. - 24.05.	93	36	129	144
<b>Gesamt 1. Jahr 2018/2019</b>	<b>52</b>		<b>1.438</b>	<b>1.007</b>	<b>2.445</b>	<b>2.505</b>
Juli 2019	3	20.07. - 23.07.	108	36	144	144
Aug. 2019	4	03.08. - 07.08.	137	56	193	193
	3	22.08. - 25.08.	93	51	144	144
Sep. 2019	2	02.09. - 04.09.	108	36	144	95
	2	06.09. - 08.09.	134	56	190	96
	3	18.09. - 21.09.	93	51	144	145
Okt. 2019	4	05.10. - 09.10.	59	36	95	192
	3	20.10. - 23.10.	57	38	95	144
Nov. 2019	2	01.11. - 03.11.	81	63	144	94
	2	06.11. - 08.11.	98	94	192	95
	1	18.11. - 19.11.	66	75	141	39
	2	19.11. - 21.11.	41	42	83	108
März 2020	1	10.03. - 11.03.	42	53	95	48
	3	13.03. - 16.03.	19	20	39	144
	3	22.03. - 25.03.	40	68	108	143
Apr. 2020	3	04.04. - 07.04.	25	23	48	144
	4	08.04. - 12.04.	76	67	143	192
Mai 2020	1	02.05. - 03.05.	79	62	141	48
	3	04.05. - 07.05.	86	57	143	144
	3	25.05. - 28.05.	118	72	190	145
<b>Gesamt 2. Jahr 2019/2020</b>			<b>1.462</b>	<b>1.005</b>	<b>2.467</b>	<b>2.497</b>

Sofern sich unterschiedliche methodische Vorgaben aus dem StUK4 (BSH 2013), der Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) und dem Untersuchungsrahmen (BSH 2019) ergeben, sind sie in Tab. 2.7 aufgeführt.

Tab. 2.7 Auswahl methodischer Vorgaben zur Erfassung des Vogelzuges mittels Sichtbeobachtungen gemäß StUK4 (BSH 2013), Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) und Untersuchungsrahmen (BSH 2019). 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, <b>Beobachtungen &gt; 1,5 km Entfernung in Extraklasse notieren</b>	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	Erfassungen bis zu einer Entfernung von 1,5 km
2	Parameter Flughöhe, Vergesellschaftung und wenn möglich Alter, Geschlecht und Kleid werden aufgenommen	Dokumentiert werden müssen die Entfernung des Vogels zum Beobachter, die Flugrichtung, Flughöhe und die Vergesellschaftung sowie, soweit möglich, Alter, Geschlecht und Kleid.	k. A.
3	<b>Entsprechende Aufarbeitung von „Seawatching“-Beobachtungen getrennt für die häufigsten Arten/Artgruppen</b>	<b>Aufarbeitung von Seawatching-Daten entfällt *)</b>	k. A.

In den Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020 wurde in jedem Beobachtungsblock ein Vollkreis von 360° um den Beobachtungspunkt erfasst. Um eine räumlich lückenlose Beobachtung zu gewährleisten, beobachteten immer zwei Erfasser gleichzeitig mit einem Fernglas jeweils einen Halbkreis von 180° pro Beobachtungseinheit (ein Erfasser steuerbord, ein Erfasser backbord). 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. 2.4: in der Leistungsbeschreibung und dem Untersuchungsrahmen ist eine Begrenzung bis 1,5 km vorgesehen).

Doppelsichtungen wurden vermieden, indem auf beiden Erfassungsseiten gesichtete Individuen nur einmalig notiert wurden. Die Erfassungen erfolgten je Zeitstunde in zwei 15-Minuten-Blöcken, zumeist mit einem halbstündig versetzten Startzeitpunkt. Aus logistischen oder wetterbedingten Gründen wurde gelegentlich von dieser Routine abgewichen, jedoch hatten die jeweiligen 15-minütigen Beobachtungsböcke einen Abstand von mindestens fünf Minuten. In der Anhangstabelle Tab. A. 4 werden die einzelnen Erfassungstage mit den Wetterbedingungen sowie der Anzahl vollständiger 24-Stunden-Zyklen aufgeführt. Abweichungen von den geforderten 24-Stunden-Zyklen traten in zwei Fällen auf (siehe Kapitel 2.1). Die fehlenden Stunden wurden vollständig kompensiert. Der Umfang der Abweichung wird als gering eingestuft. Die Konsequenzen für die Datenqualität und die Vollständigkeit der Daten werden ebenfalls als gering eingeschätzt.

Die Gesamtbilanzierung des nach StUK4 geforderten Untersuchungsumfanges erfolgt zusammen mit der Ruferfassung in Kapitel 2.2.3.1.

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 (Vorgabe 2 aus der Leistungsbeschreibung in Tab. 2.4). Das Verhalten der Vögel (fliegend, schwimmend) wurde notiert und Assoziationen mit dem eigenen oder anderen Schiffen vermerkt.

Die Erfassung und Aufarbeitung von Seawatching-Daten entfallen nach entsprechender Anfrage an das BSH vom 14.08.2019 (Vorgabe 3 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.

Die Qualität der Erfassungsdaten wurde durch erfahrene Beobachter/Ornithologen gesichert, die aufgrund ihrer teilweise 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 Juli 2018 bis Mai 2020 zu entnehmen.

Die geschätzten Angaben zur Flughöhe der Vögel erfolgten gemäß StUK4 in Relation zu bekannten Maßen wie Decks- oder Masthöhe der Schiffe.

### **2.2.2.2 Methodik Datenprozessierung**

Die handgeschriebenen Erfassungsbögen wurden eingescannt, auf Fehler geprüft (s. u.), in die Datenbank überführt und aus der Datenbank ins BSH-Tabellenformat transferiert. Bei der Eingabe der Daten in die Datenbank wurde die Plausibilität der Angaben manuell geprüft. Zusätzlich bestehen in der Datenbank bei bestimmten Parameter-Konstellationen Restriktionen (so ist z. B. die Eingabe eines schwimmenden Vogels, der die ESAS-Codierung „hoch kreisend“ aufweist, nicht möglich), die es ermöglichen, weitere Fehler zu bereinigen. Der fehlerbereinigte, integrale Datensatz ist Grundlage der Auswertungen für diesen Bericht.

### **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 in dem vorliegenden Bericht zur Fläche N-7.2 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 assoziierten Vögel und

- Beobachtungen bei Sichtweiten unter 2,0 km.

Dieses betraf insgesamt 60 Beobachtungseinheiten im Erfassungsjahr 2018/2019 und 20 Beobachtungseinheiten im Erfassungsjahr 2019/2020, welche sich jeweils über mehrere Fahrten verteilen.

Pro Stundenintervall 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 zwei 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:

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. 2.6 (Kapitel 2.2.2.1 Erfassungsmethodik Zugbeobachtung, Seite 20) ist die Terminierung 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 52 Erfassungstage durchgeführt.

Zusammen mit den Zugbeobachtungen ergeben sich 2.445 bzw. 2.467 auswertbare Beobachtungseinheiten von jeweils 15 Minuten für die Erfassungsjahre 2018/2019 bzw. 2019/2020. Die Anforderungen nach mindestens 900 auswertbaren Stunden (900 Stunden \* 2 Beobachtungseinheiten = 1.800 Beobachtungseinheiten) pro Erfassungsjahr gemäß StUK4 sind erfüllt (vgl. auch Ausführungen in Kapitel 2.2.2.1).

Im Zeitraum von Juli 2018 bis Mai 2019 wurden 1.007 Zugruferfassungseinheiten von jeweils 15 Minuten geleistet, von Juli 2019 bis Mai 2020 waren es 1.005 Zugruferfassungseinheiten (s. Übersicht in Tab. 2.6 in Kapitel 2.2.2.1 Erfassungsmethodik Zugbeobachtungen), die in die Auswertung eingingen. Es gingen 10 Beobachtungseinheiten aus dem Erfassungsjahr 2019/2020 nicht in die Auswertung ein.

Die nächtlichen Ruferfassungen erfolgen je Zeitstunde in zwei 15-Minuten-Blöcken. Die Beobachtungen starteten in der Regel zu Beginn einer Stunde und eine halbe Stunde später. Aus logistischen oder wetterbedingten Gründen wurde gelegentlich von diesen Zeiten abgewichen, jedoch hatten die jeweiligen 15-minütigen Beobachtungsböcke mindestens einen Abstand von fünf Minuten.

Die Anzahl der Rufe pro Art wurde auf einem Erfassungsbogen notiert. Bei Erfassung des nächtlichen Zugeschehens wird aufgrund der subjektiven Bewertung auf eine Schätzung der Individuenzahl verzichtet. Auch Vögel, die ggf. nahe am Schiff mit Hilfe der Schiffsbeleuchtung gesichtet wurden, wurden nicht in die Daten aufgenommen, wenn sie nicht riefen. Der Datensatz des Nachtzugverhörs beschränkt sich somit ausschließlich auf die Anzahl und den Zeitpunkt der pro Art gehörten Rufe.

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

### 2.2.3.2 Methodik Datenprozessierung

Die handgeschriebenen Erfassungsbögen wurden eingescannt, auf Fehler geprüft (s. u.), in die Datenbank überführt und aus der Datenbank ins BSH-Tabellenformat transferiert. Der fehlerbereinigte Datensatz ist Grundlage der Auswertungen für diesen Bericht.

### 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. Dies weicht vom Untersuchungsrahmen (BSH 2019) ab, wonach ein Minutenmaximum verwendet werden soll, um Mehrfachzählungen zu vermeiden. Die Abweichung ist dadurch begründet, dass in der Datenaufnahme die Rufe je Erfassungseinheit (15-Minutenblock) und nicht minütlich notiert wurden. Zudem könnten auch in einem 1-Minutenintervall Individuen mehrfach rufen. Bei durchziehenden Vögeln kommt es besonders häufig vor, dass zeitlich nah beieinander liegende Rufe vom selben Individuum stammen. Somit kann durch die Methode des Minutenmaximums auch kein effektiver Ausschluss von Mehrfachzählungen gewährleistet werden.

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

Von den Auswertungen ausgeschlossen wurden Erfassungsblöcke mit Windstärke > 7 bft. Dieses betraf 10 Beobachtungseinheiten im Erfassungsjahr 2019/2020 (Erfassungsnacht vom 02./03. November 2019).

## 2.3 Bestandsbewertung

Die Bestandsbewertung der Flächenvoruntersuchung N-7.2 folgt den im Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020a) zu Grunde gelegten Bewertungskriterien (Tab. 2.8).

Tab. 2.8 Bewertungskriterien für die Zugvögel nach dem Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020a).

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-7.2 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 der Zug dann, wenn Leitlinien und Konzentrationen fehlen und der Zug (im Vergleich mit dem durchschnittlichen Breitfrontenzug über die Nordsee) nur geringe Intensitäten erreicht.

Für die „**Bewertung des Vorkommens**“ wird das Kriterium „Zugeschehen und dessen Intensität“ herangezogen und die Erfassungen zur Voruntersuchung der Fläche N-7.2 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 biogeographischen Population wird das 1 %-Kriterium verwendet. Hierbei ist einschränkend zu beachten, dass die Beurteilung des Vogelzuges im Bereich der Fläche N-7.2 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) und häufige 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 (2020) 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 Anzahl der bei den Sichtbeobachtungen an zwei Beobachtungspunkten im Frühjahr und im Herbst registrierten Vögel. Die Gesamtanzahl der durch die Fläche N-7.2 ziehenden Vögel ist sicherlich um ein Vielfaches höher, da die Vögel tagsüber aus einer Stichprobe entstammen, die nicht hochrechenbar ist (vgl. Kapitel 2.4) 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 eingestuften Arten in den betreffenden Zugmonaten regelmäßig ein für die biogeographische Population bedeutsamer Anteil im Bereich der Fläche N-7.2 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 eingestuften Arten auftreten.

Der Aspekt der „**Vorbelastung**“ der Fläche N-7.2 wird anhand von Gefährdungen durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderungen beurteilt.

Für die Ermittlung der anthropogenen Vorbelastung in Bezug auf die Fläche N-7.2 müssen zunächst die in räumlicher Nähe befindlichen OWPs berücksichtigt werden. Dies sind im Norden die OWPs des Gebietes N-8 („Global Tech I“, „Albatros“ und „EnBW Hohe See“, Entfernung ca. 8 km), im Westen die OWPs des Gebietes N-6 („BARD Offshore 1“, „Veja Mate“ und „Deutsche Bucht“, Entfernung ca. 6,5 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-7.2 ist zu berücksichtigen, hier sind insbesondere der durch die Wartung der angrenzenden OWPs auftretende Schiffsverkehr sowie Fischereifahrzeuge zu nennen. Zur Einschätzung sowohl gebietsspezifischer Vorbelastungen als auch nordseeweiter Vorbelastungen (Beifang, Schadstoffe etc.) wurden neben dem Umweltbericht zum FEP für die Nordsee (BSH 2020a) und dem FEP selbst (BSH 2020b) auch die Genehmigungsbescheide für die umliegenden OWPs herangezogen (BSH 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2010, 2011, 2015).

Die Bewertung aller vier Aspekte für die Fläche N-7.2 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-7.2 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.
- Das Radar liefert keine Informationen über das beteiligte Artenspektrum.
- 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 Vogelechos 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 Höhenschicht 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 m (JRC- und Visionmaster-Radargeräte) bzw. 500 m (Furuno-Radargerät) ist eine Extrapolation der Daten für Höhenschichten bis 200 m bzw. 500 m erforderlich. Diese Extrapolation setzt voraus, dass die Vögel im Erfassungsbereich der jeweiligen Höhenschicht 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 den 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-7.2 queren. Dieser Anteil lässt sich aus mehreren Gründen nicht auf das ganze Jahr bzw. die Fläche N-7.2 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 Durchzug herrschen. Umgekehrt können aufgrund der stichprobenhaften Erfassung (sieben Tage pro Monat) und der Terminierung der Ausfahrten Starkzugeignisse verpasst werden. Zum anderen werden gemäß StUK4 pro Stunde jeweils 30 Minuten erfasst, so dass in der Hälfte der Zeit keine Beobachtungen stattfinden. Weiterhin werden Vögel nur in einem Umkreis von 1,5 km um das Schiff registriert, während die Fläche N-7.2 größer ist. Auch im Erfassungsradius werden nicht alle Vögel registriert, da besonders kleine Vögel nur in geringer Entfernung sichtbar sind und hoch fliegende Vögel nicht erfasst werden können. Darüber hinaus können Vögel zumindest theoretisch zwei Mal 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 Zugeschehens 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 Flächenvoruntersuchungen zum Schutzgut Zugvögel im Bereich der Fläche N-7.2 wurden sowohl die methodischen Vorgaben als auch der geforderte Untersuchungsumfang eingehalten. Es wurden pro Erfassungsjahr 52 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 Juli 2018 bis Juni 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 52 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-7.2 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 Herbst 2018 bis Frühjahr 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. In beiden Herbstperioden 2018 und 2019 traten die höchsten Zugraten in der zweiten Augushälfte auf. Mit einer mittleren Zugrate von 1.620 Echos/(h\*km) in der Nacht vom 24. auf den 25. August 2019 lag die höchste nächtliche Zugrate im Jahr 2019/2020 höher als im Jahr 2018/2019 (890 Echos/(h\*km) in der Nacht 21./22.08.2018). Diese Nächte zeichneten sich bei den Zugruferfassungen nicht durch eine erhöhte Rufaktivität aus (s. Tab. 3.15 und Tab. 3.16 in Kapitel 3.3.2).

Im Herbst waren die Schwankungen zwischen einzelnen Erfassungsnächten relativ hoch, während im Frühjahr in den einzelnen Erfassungsphasen oft vergleichbar hohe Zugraten herrschten, die v.a. im Frühjahr 2019 häufig im Bereich von ca. 300 bis 500 Echos/(h\*km) lagen. Im Frühjahr 2020 lagen die mittleren nächtlichen Zugraten im März und April oft etwas höher als im Frühjahr 2019, wobei im Mai 2020 nur sehr geringe Zugaktivitäten festgestellt wurden. Im Frühjahr 2019 fand im Mai Vogelzug in ähnlicher Größenordnung wie in den Monaten März und April statt.

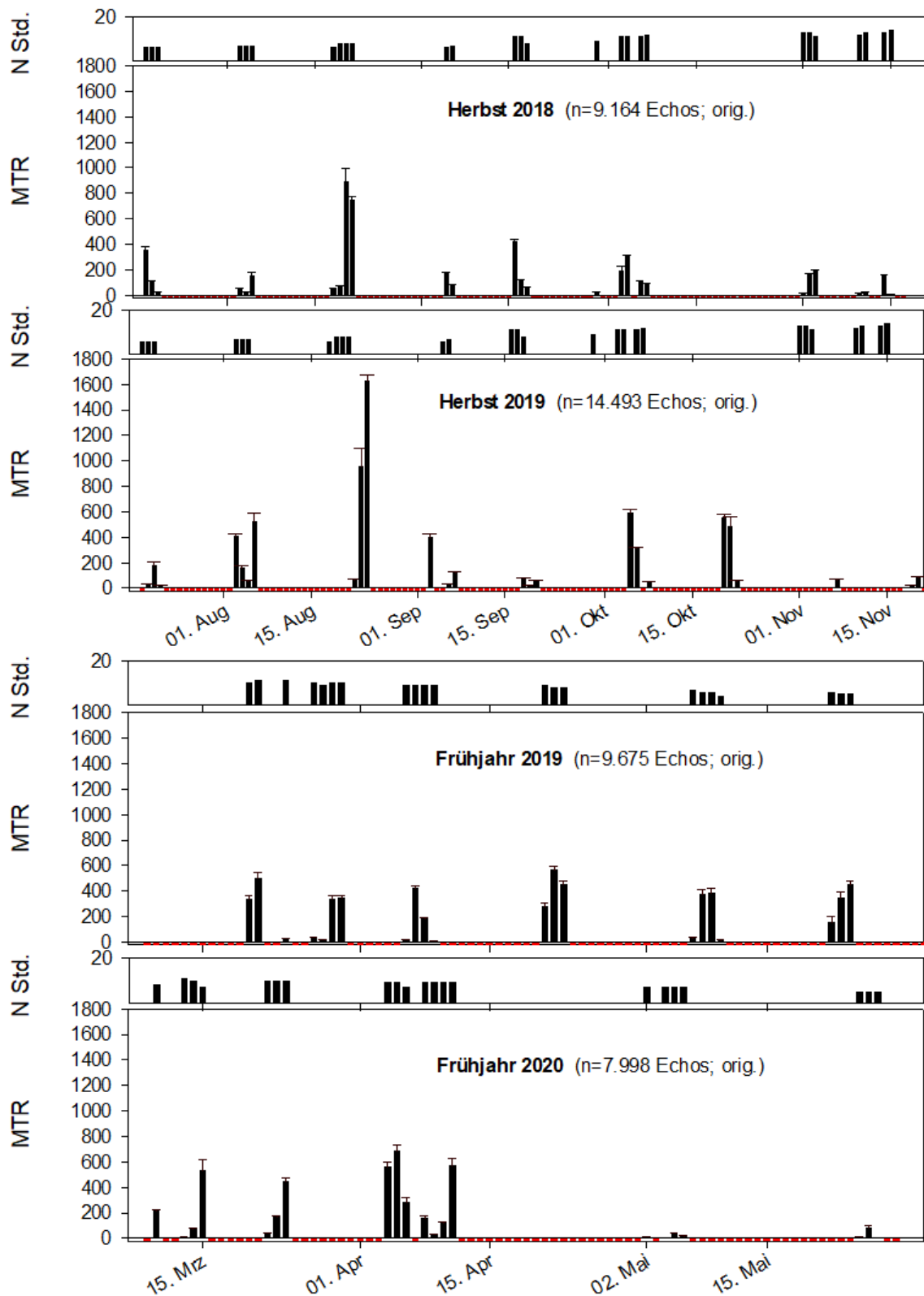


Abb. 3.1 Mittlere Zugraten ( $MTR \pm SE$ ) und Anzahl Erfassungsstunden je Nacht (nächtlicher Vogelzug) im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2018 - 2020.  $MTR = Migration\ Traffic\ Rate = Echos/(h \cdot km)$ ; rote Balken: keine Messungen bzw. keine Wertung der Nacht.

Die mittleren nächtlichen Zugraten lagen in beiden Jahren in einer vergleichbaren Größenordnung (Tab. 3.1), wobei im Jahr 2019/2020 mit 234 Echos/(h\*km) eine etwas höhere Intensität registriert wurde als im Jahr 2018/2019 mit 203 Echos/(h\*km). Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant<sup>1</sup>. Die höhere Streuung der Werte und der geringere Medianwert im Jahr 2019/2020 im Vergleich zum Jahr 2018/2019 verdeutlichen, dass die hohe mittlere Zugrate im Jahr 2019/2020 vornehmlich auf einzelne Nächte mit hohen Zugraten zurückzuführen ist.

Innerhalb der Erfassungsjahre schwankten die mittleren monatlichen Zugraten zwischen 80 Echos/(h\*km) im November 2018 und 285 Echos/(h\*km) im August 2018 im Erfassungsjahr 2018/2019 bzw. zwischen 24 Echos/(h\*km) im Mai 2020 und 542 Echos/(h\*km) im August 2019 im Erfassungsjahr 2019/2020. Der zweitstärkste Zugmonat war in beiden Jahren der Monat April. Zugraten in einzelnen Erfassungsstunden überstiegen im Jahr 2018/2019 einen Wert von 2.000 Echos/(h\*km), während im Jahr 2019/2020 der maximale Stundenwert bei 3.452 Echos/(h\*km) lag.

Die Zahlenwerte für alle mittleren Zugraten sowie weitere Kennwerte des Zuges für die einzelnen Nächte sind in Tab. A. 5 im Anhang zu finden.

---

<sup>1</sup> Vergleich nächtlicher Zugraten in den Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020: Mann-Whitney-U-Test; U = 1.129, p = 0,869, n = 96 Nächte



Tab. 3.1 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2018/2019 und 2019/2020; SD = Standardabweichung.

Monat	MTR, Mittelwert	Median	SD	N Echos orig.	N Echos korr.	Max. MTR/ Nacht	Max. MTR/ Std.	N Std.	N Nächte
<b>1. Erfassungsjahr: Juli 2018 bis Mai 2019</b>									
Juli 18	162	110	173	569	862	356	570	18	3
Aug. 18	285	73	368	3.533	4.796	890	2.080	51	7
Sep. 18	145	96	145	1.657	2.548	423	774	52	6
Okt. 18	171	149	102	1.611	2.404	306	1.196	45	4
Nov. 18	80	47	76	1.794	2.276	191	438	98	8
März 19	229	336	197	3.796	5.174	501	2.080	71	7
Apr. 19	276	279	217	3.438	5.091	567	857	61	7
Mai 19	251	344	180	2.441	3.122	455	739	39	7
<b>Gesamt, 2018/2019</b>	<b>203</b>	<b>151</b>	<b>205</b>	<b>18.839</b>	<b>26.273</b>	<b>890</b>	<b>2.080</b>	<b>435</b>	<b>49</b>
<b>2. Erfassungsjahr: Juli 2019 bis Mai 2020</b>									
Juli 19	78	34	88	300	361	179	374	13	3
Aug. 19	542	412	571	7.400	9.400	1.620	3.452	51	7
Sep. 19	118	69	141	1.534	1.959	398	743	58	6
Okt. 19	341	399	242	4.773	6.088	586	1.076	57	6
Nov. 19	43	44	38	486	862	83	439	45	4
März 20	211	167	203	2.998	4.084	531	1.621	66	7
Apr. 20	345	286	261	4.755	6.831	690	1.424	61	7
Mai 20	24	15	29	245	473	82	198	43	7
<b>Gesamt, 2019/2020</b>	<b>234</b>	<b>82</b>	<b>311</b>	<b>22.491</b>	<b>30.058</b>	<b>1.620</b>	<b>3.452</b>	<b>394</b>	<b>47</b>

In beiden Jahren gab es keinen signifikanten Unterschied in den Zugraten zwischen Frühjahr und Herbst<sup>2</sup> (Tab. 3.2). Die mittleren saisonalen Zugraten unterschieden sich jedoch zwischen den Jahren in der Hinsicht, dass im Jahr 2018/2019 höhere Zugraten im Frühjahr (252 Echos/(h\*km)) als im Herbst (167 Echos/(h\*km)) vorlagen, während im Jahr 2019/2020 die mittleren Zugraten im Herbst höher waren als im Frühjahr (268 bzw. 194 Echos/(h\*km)). Die Jahresunterschiede waren sowohl im Herbst als auch im Frühjahr nicht signifikant<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Vergleich nächtlicher Zugraten von Frühjahr und Herbst, Jahr 2018/2019: Mann-Whitney-U-Test; U = 367, p = 0,140, n = 49 Nächte, zweites Jahr: U = 237, p = 0,441, n = 47 Nächte

<sup>3</sup> Vergleich nächtlicher Zugraten zwischen den Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020, Herbst: Mann-Whitney-U-Test; U = 396, p = 0,580, n = 54 Nächte, Frühjahr: U = 180, p = 0,308, n = 42 Nächte

Tab. 3.2 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges in der Nacht im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020. 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
<b>1. Erfassungsjahr: Juli 2018 bis Mai 2019</b>									
Herbst 2018	167	93	212	11	890	2.080	28	ns	Herbst: ns
Frühjahr 2019	252	336	189	8	567	1.464	21		Frühjahr: ns
<b>Gesamt, 2018/2019</b>	<b>203</b>	<b>151</b>	<b>205</b>	<b>8</b>	<b>890</b>	<b>2.080</b>	<b>49</b>		Gesamt: ns
<b>2. Erfassungsjahr: Juli 2019 bis Mai 2020</b>									
Herbst 2019	268	79	367	1	1.620	3.452	26	ns	
Frühjahr 2020	194	82	226	2	690	1.621	21		
<b>Gesamt, 2019/2020</b>	<b>234</b>	<b>82</b>	<b>311</b>	<b>1</b>	<b>1.620</b>	<b>3.452</b>	<b>47</b>		

### 3.1.1.2 Vogelzug am Tag (Hellphase)

Der Vogelzug am Tag zeigte im Verlauf der Erfassungsperiode 2018 – 2020 über zwei Jahre starke Schwankungen (Abb. 3.2). In beiden Herbst-Zugperioden traten die höchsten Zugraten in der zweiten Augushälfte auf. In beiden Jahren lagen die höchsten mittleren Zugraten am Tag mit 912 Echos/(h\*km) am 22.08.2018 bzw. 1.009 Echos/(h\*km) am 24.08.2019 in einer vergleichbaren Größenordnung. Die Sichtbeobachtungen an diesen beiden Tagen zeichneten sich nicht durch eine erhöhte Zugaktivität aus (s. Tab. 3.11 für 2018/2019 und Tab. 3.12 für 2019/2020 in Kapitel 3.2.2).

Insgesamt traten im Herbst 2018 häufiger höhere Zugraten auf als im Herbst 2019. Die Zugraten im Frühjahr waren in beiden Jahren im Monat März gering. Auch im Mai 2020 traten nur geringe Zugraten auf, während im Vorjahr an einzelnen Tagen im Mai Zugraten von mehr als 200 Echos/(h\*km) verzeichnet wurden. Am 22.08.2018 verzeichnete die Radarerfassung die höchsten Zugraten in einem Höhenbereich von 400 bis 700 m (ca. 120 bis 170 Echos/(h\*km)), unterhalb von 200 m waren die Zugraten dagegen deutlich geringer (< 50 Echos/(h\*km)). Am 24.08.2019 lagen die höchsten Zugraten in einem Höhenbereich von 300 bis 600 m (ca. 130 Echos/(h\*km)) und die Zugraten unterhalb von 100 m lagen mit Werten von weniger als 50 Echos/(h\*km) in einem deutlich niedrigerem Bereich. An beiden Tagen fanden die starken Zugsbewegungen also in Höhenbereichen statt, die nur unzureichend mittels Sichtbeobachtung abgedeckt werden.

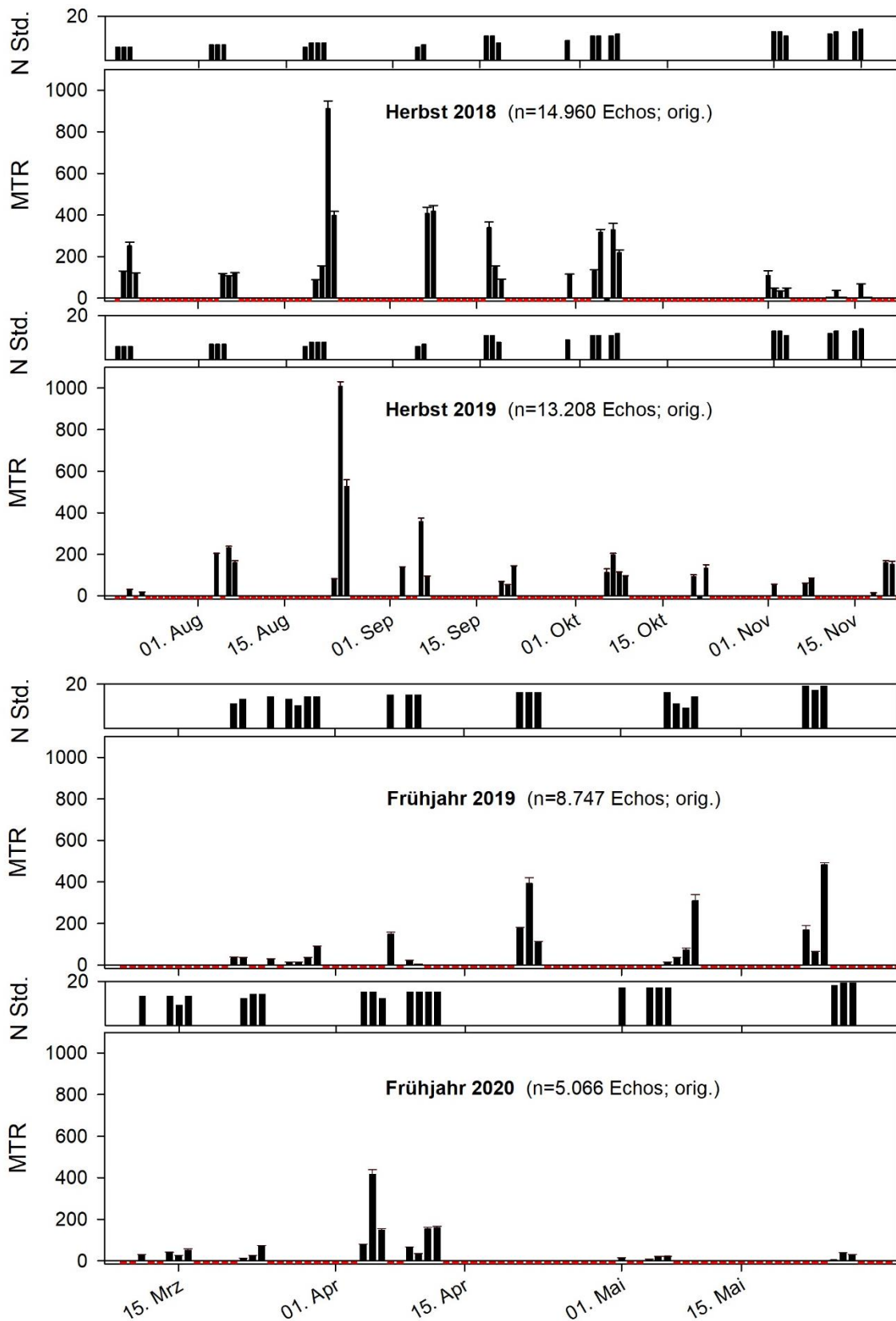


Abb. 3.2 Mittlere Zugraten ( $MTR \pm SE$ ) und Erfassungstendenzen am Tage im Herbst (obere Abbildungen) und Frühjahr (untere Abbildungen) der beiden Untersuchungsjahre 2018 - 2020.  $MTR = \text{Migration Traffic Rate} = \text{Echos}/(h \cdot km)$ ;  $SE = \text{Standardfehler}$ ; rote Balken: keine Messungen, bzw. keine Wertung des Tages.

Die mittleren Zugraten am Tage lagen in beiden Jahren in einer vergleichbaren Größenordnung (Tab. 3.3), wobei im Jahr 2018/2019 mit 151 Echos/(h\*km) eine etwas höhere Intensität registriert wurde als im Jahr 2019/2020 (123 Echos/(h\*km)). Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant<sup>4</sup>. Der beschriebene Unterschied in den mittleren Zugraten spiegelt sich auch in den Medianwerten wider (2018/2019: 106 Echos/(h\*km), 2019/2020 Jahr: 77 Echos/(h\*km)).

Innerhalb der Erfassungsjahre schwankten die mittleren monatlichen Zugraten zwischen 35 Echos/(h\*km) im März 2019 und 269 Echos/(h\*km) im August 2018 im Jahr 2018/2019 bzw. zwischen 20 Echos/(h\*km) im Mai 2020 und 367 Echos/(h\*km) im August 2019 im Jahr 2019/2020. Die maximale Zugrate in einzelnen Erfassungsstunden überstieg im Jahr 2018/2019 einen Wert von 2.000 Echos/(h\*km), während im Jahr 2019/2020 der maximale Stundenwert mit 1.768 Echos/(h\*km) etwas niedriger lag.

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

---

<sup>4</sup> Vergleich Zugraten am Tag in den Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020: Mann-Whitney-U-Test; U = 1.061, p = 0,411, n = 97 Tage

Tab. 3.3 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2018/2019 und 2019/2020. SD = Standardabweichung.

Monat	MTR, Mittelwert	Median	SD	N Echos orig.	N Echos korr.	Max. MTR/Tag	Max. MTR/Std.	N Std.	N Tage
<b>1. Erfassungsjahr: Juli 2018 bis Mai 2019</b>									
Juli 18	164	124	76	1.810	2.668	252	1.145	52	3
Aug. 18	269	117	303	6.514	8.911	912	2.004	109	7
Sep. 18	252	243	153	3.391	5.464	418	1.259	70	6
Okt. 18	248	268	94	2.522	3.840	328	1.407	46	4
Nov. 18	42	37	36	723	1.008	108	578	84	10
März 19	35	34	24	723	999	85	238	89	7
Apr. 19	142	129	140	3.372	4.245	391	1.775	93	6
Mai 19	163	71	173	4.652	5.839	481	1.812	105	7
<b>Gesamt, 2018/2019</b>	<b>151</b>	<b>106</b>	<b>170</b>	<b>23.707</b>	<b>32.974</b>	<b>912</b>	<b>2.004</b>	<b>648</b>	<b>50</b>
<b>2. Erfassungsjahr: Juli 2019 bis Mai 2020</b>									
Juli 19	24	24	9	200	266	31	76	36	2
Aug. 19	367	215	349	8.009	9.959	1.009	1.768	89	6
Sep. 19	139	111	113	2.027	2.685	357	514	64	6
Okt. 19	123	111	38	2.108	2.743	196	749	72	6
Nov. 19	85	69	58	864	1.581	159	330	43	6
März 20	35	28	20	709	984	70	355	88	7
Apr. 20	150	148	127	3.793	4.862	416	976	102	7
Mai 20	20	21	12	564	1.069	39	164	124	7
<b>Gesamt, 2019/2020</b>	<b>123</b>	<b>77</b>	<b>169</b>	<b>18.274</b>	<b>24.149</b>	<b>1.009</b>	<b>1.768</b>	<b>618</b>	<b>47</b>

Die Zugraten am Tage lagen im Herbst 2018 mit mittleren Werten von 177 Echos/(h\*km) höher als im Frühjahr 2019 (112 Echos/(h\*km)). Der Unterschied erwies sich jedoch als nicht signifikant<sup>5</sup> (Tab. 3.4).

Während es im Erfassungsjahr 2018/2019 keinen signifikanten Unterschied in den Zugraten zwischen Frühjahr und Herbst gab, lagen die Zugraten im Jahr 2019/2020 im Herbst mit 167 Echos/(h\*km) signifikant höher als im Frühjahr<sup>6</sup> (68 Echos/(h\*km), Tab. 3.4). Im Jahr 2018/2019 war der Unterschied zwar nicht signifikant, es zeichnete sich jedoch als Tendenz ab, dass im Herbst ebenfalls höhere Zugraten erreicht wurden als im Frühjahr (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p=0,089$ <sup>5</sup>, sowohl bezüglich der mittleren Zugraten als auch bezogen auf den Medianwert).

<sup>5</sup> Vergleich der Zugraten am Tag im Frühjahr und Herbst, Jahr 2018/2019: Mann-Whitney-U-Test;  $U = 214$ ,  $p = 0,089$ ,  $n = 50$  Tage

<sup>6</sup> Vergleich der Zugraten am Tag im Frühjahr und Herbst, Jahr 2019/2020: Mann-Whitney-U-Test;  $U = 123$ ,  $p = 0,001$ ,  $n = 47$  Tage

Tab. 3.4 Mittlere Zugraten (MTR) sowie weitere Kennwerte des Vogelzuges am Tag im Vergleich von Herbst- und Frühjahrszug in den beiden Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020. 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<0,001.

Saison	MTR, Mittelwert	Median	SD	Min./Nacht	Max./Tag	Max./Std.	N Tage	p, Saison	p, Jahresvergleich
<b>1. Erfassungsjahr: Juli 2018 bis Mai 2019</b>									
Herbst 2018	177	116	187	5	912	2.004	30	ns	Herbst: ns
Frühjahr 2019	112	49	135	3	481	1.812	20		Frühjahr: ns
<b>Gesamt, 2018/2019</b>	<b>151</b>	<b>106</b>	<b>170</b>	<b>3</b>	<b>912</b>	<b>2.004</b>	<b>50</b>		Gesamt: ns
<b>2. Erfassungsjahr: Juli 2019 bis Mai 2020</b>									
Herbst 2019	167	111	204	4	1.009	1.768	26	***	
Frühjahr 2020	68	34	93	14	416	976	21		
<b>Gesamt, 2019/2020</b>	<b>123</b>	<b>77</b>	<b>169</b>	<b>4</b>	<b>1.009</b>	<b>1.768</b>	<b>47</b>		

Im Vergleich des Zugeschehens 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 (2018/2019: 252 Echos/(h\*km) nachts und 112 Echos/(h\*km) am Tag; 2019/2020: 194 Echos/(h\*km) nachts und 68 Echos/(h\*km) am Tag).

Die Zugraten im Herbst unterschieden sich im Jahr 2018/2019 dagegen im Vergleich von Nacht und Tag nur wenig (Nacht: 167 Echos/(h\*km); Tag: 177 Echos/(h\*km)), während im Jahr 2019/2020 die nächtlichen Zugraten mit 268 Echos/(h\*km) deutlich höher lagen als am Tage (167 Echos/(h\*km)).

Bezogen auf den gesamten Erfassungszeitraum 2018 - 2020 ergab sich kein signifikanter Unterschied in den Zugraten im Vergleich von Nacht und Tag<sup>7</sup>. Auch im Frühjahr und im Herbst waren die Unterschiede zwischen dem nächtlichen Vogelzug und dem Vogelzug am Tage nicht signifikant<sup>8</sup>.

### 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.

In den Monaten Juli und August wurden die höchsten Zugraten kurz nach oder vor dem Sonnenaufgang erreicht. Im Juli 2018 lag der Zugpeak kurz nach Sonnenaufgang, während im Juli 2019 die höchsten Zugraten in den beiden Stunden vor Sonnenaufgang registriert wurden. Im August 2018

<sup>7</sup> Vergleich von Nacht und Tag, Erfassungsjahre 2018/2019 und 2019/2020: Mann-Whitney-U-Test: U = 4.342, p = 0,423, n = 193 Nächte/Tage

<sup>8</sup> Frühjahr 2019 und 2020: Vergleich von Tag und Nacht: Mann-Whitney-U-Test; U = 700, p = 0,143, n = 83 Nächte/Tage; Herbst 2018 und 2019: Vergleich von Tag und Nacht: Mann-Whitney-U-Test; U = 1.569, p = 0,715, n = 110 Nächte/Tage

zeigten sich die höchsten Zugraten in der zweiten Nachthälfte, allerdings wurden auch am frühen Nachmittag nahezu vergleichbar hohe Zugraten ermittelt. Der Verlauf im August 2019 war dem Vorjahr insofern ähnlich, dass die höchsten Zugraten am Ende der Nacht vorlagen. Der Anstieg der nächtlichen Zugrate im August 2019 war im Gegensatz zum Vorjahr jedoch kontinuierlich, außerdem wurden 2019 keine erhöhten Zugraten am frühen Nachmittag festgestellt.

Im September 2018 zeigte sich ein Zugpeak in der zweiten Nachthälfte, der im September 2019 später in der Nacht bzw. um Sonnenaufgang lag. Die Verteilung der Zugraten in den übrigen Tagesstunden unterschied sich nur gering. Die tageszeitliche Phänologie im Monat Oktober unterschied sich zwischen den Jahren in der Hinsicht, dass 2018 ein Zugpeak kurz vor Sonnenaufgang auftrat, während 2019 ein kontinuierlicher Anstieg der Zugraten nach Eintritt der Dunkelheit zu verzeichnen war und die höchsten Zugraten deutlich vor Sonnenaufgang erreicht wurden. Im November zeigte sich in den Jahren 2018 und 2019 ein uneinheitliches Bild der Echoverteilung im Tagesverlauf und oft waren hohe Echoanteile auf einzelne Stunden verteilt. In beiden Erfassungsjahren waren die Zugraten im November insgesamt sehr gering (vgl. Tab. 3.1), so dass die registrierte Flugaktivität vermutlich nicht primär den Vogelzug widerspiegelt.

Die Frühjahrsmonate März und April waren im Vergleich der beiden Erfassungsjahre sehr ähnlich. Im März zeigte sich ein starker Zugpeak kurz nach Mitternacht (starker Anstieg der Zugraten ca. 5 bis 6 Stunden nach Sonnenuntergang). Im März 2020 war der Verlauf des Zuges etwa um eine Stunde nach hinten verschoben. In beiden Jahren sank das Zugeschehen zum Beginn des Tages wieder stark ab. Der Anteil des Zugaufkommens am Tage war in beiden Jahren ähnlich und sehr gering.

Im April lagen in beiden Erfassungsjahren vergleichsweise hohe Anteile des Zugeschehens in den frühen Nachmittagsstunden, die im Jahr 2019 in der Größenordnung etwa den stärksten Zugstunden in der Nacht entsprachen. Im Jahr 2020 nahmen die Zugraten am frühen Vormittag etwa die Hälfte des maximalen nächtlichen Wertes ein. Der nächtliche Vogelzug im April erreichte bereits ca. 3 - 4 Stunden nach Sonnenuntergang die höchsten Werte (zeitgleich in beiden Jahren) und blieb in beiden Jahren im Verlaufe der Nacht bis zum Sonnenaufgang auf einem relativ hohen Niveau, wobei im Jahr 2020 gegen Ende der Nacht höhere Echoanteile als im Jahr 2019 vorlagen. Im Mai wurden die höchsten Zugraten gegen Ende der Nacht erreicht. Während im Mai 2019 mit Eintritt der Nacht ein Anstieg der Zugraten erfolgte, wurden im Mai 2020 in der ersten Nachthälfte nur sehr geringe anteilige Zugraten registriert. In beiden Jahren waren die Zugraten in diesem Monat am Tag im Vergleich zur Nacht relativ hoch.

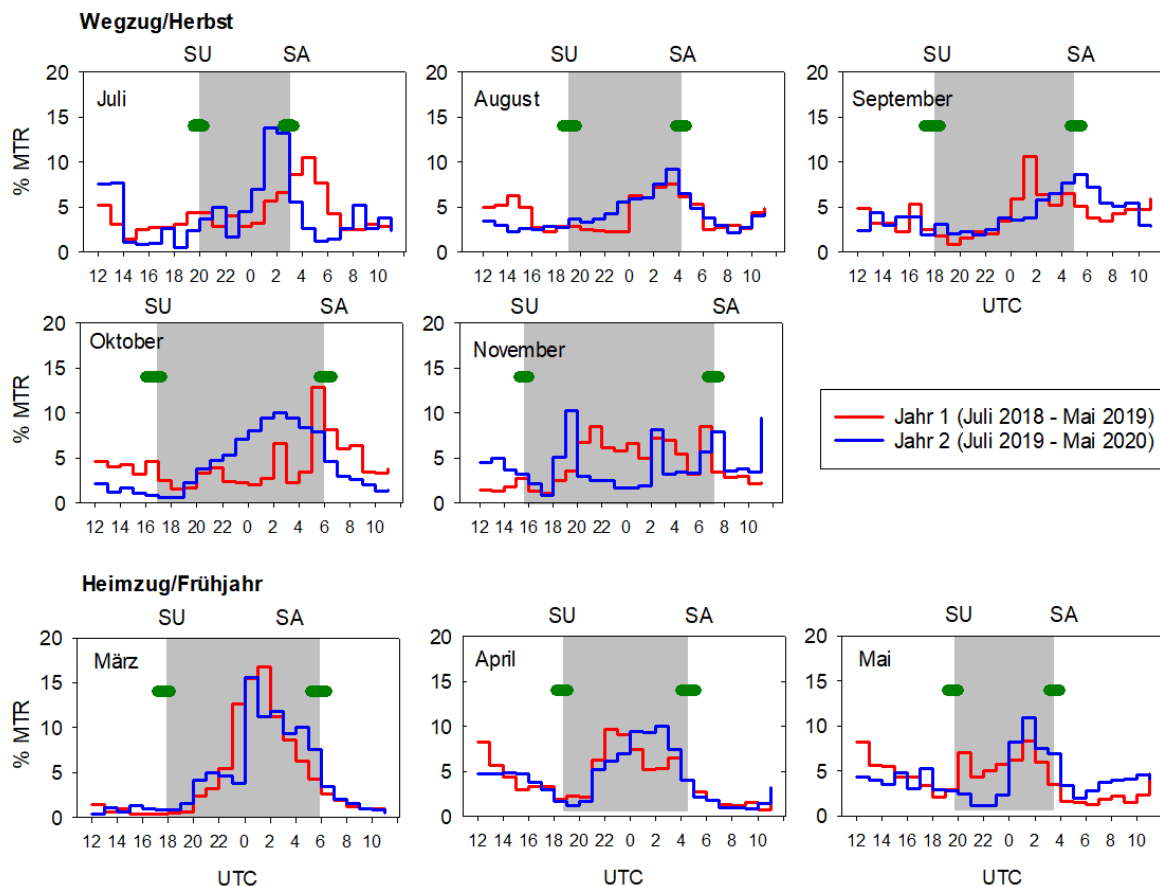


Abb. 3.3 Tageszeitliche Verteilung der Zugraten (in % MTR) in den verschiedenen Monaten für die Erfassungsjahre 2018/2019 und 2019/2020 (oben/mittig: Herbst, unten: Frühjahr). SA = Sonnenaufgang; SU = Sonnenuntergang; Zeitspanne des SA und SU für einen Monat als grüner Balken dargestellt; graue Schattierung: 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 2018/2019 und 2019/2020 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 (2018/2019) und Tab. 3.6 (2019/2020) 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 einheitlichen 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 Verteilung in den jeweiligen Tabellen wider.

In Abb. 3.4 wird die hohe Variation der Höhenverteilung des nächtlichen Vogelzuges im ersten Erfassungsjahr deutlich. In einigen Monaten lag der Schwerpunkt des Vogelzuges in den unteren Höhenschichten (März und Mai 2019), während in anderen Monaten die Zugraten in größeren Höhen stärker ausgeprägt waren (September und Oktober 2018 sowie April 2019). Demgegenüber wurde in den Monaten Juli, August und November 2018 eine Bevorzugung bestimmter mittlerer Zughöhen verzeichnet.

Im Erfassungsjahr 2019/2020 zeigten sich ebenfalls deutliche Unterschiede in den Höhenverteilungen zwischen den Monaten (Abb. 3.5). Während im Oktober und November 2019 die höchsten Anteile unterhalb von 200 m registriert wurden, lag in anderen Monaten eine nahezu gleichmäßige Verteilung des Zugaufkommens auf alle Höhenschichten vor (April 2020 und Mai 2020) bzw. zeigte sich eine Bevorzugung mittlerer Flughöhen (August und September 2019).

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, 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 daher gering sein. So unterschieden sich im Juli und November 2019 die Zugraten zwischen den Bandbreiten nur geringfügig (Abb. 3.5). In diesen Fällen wogen 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) auf.

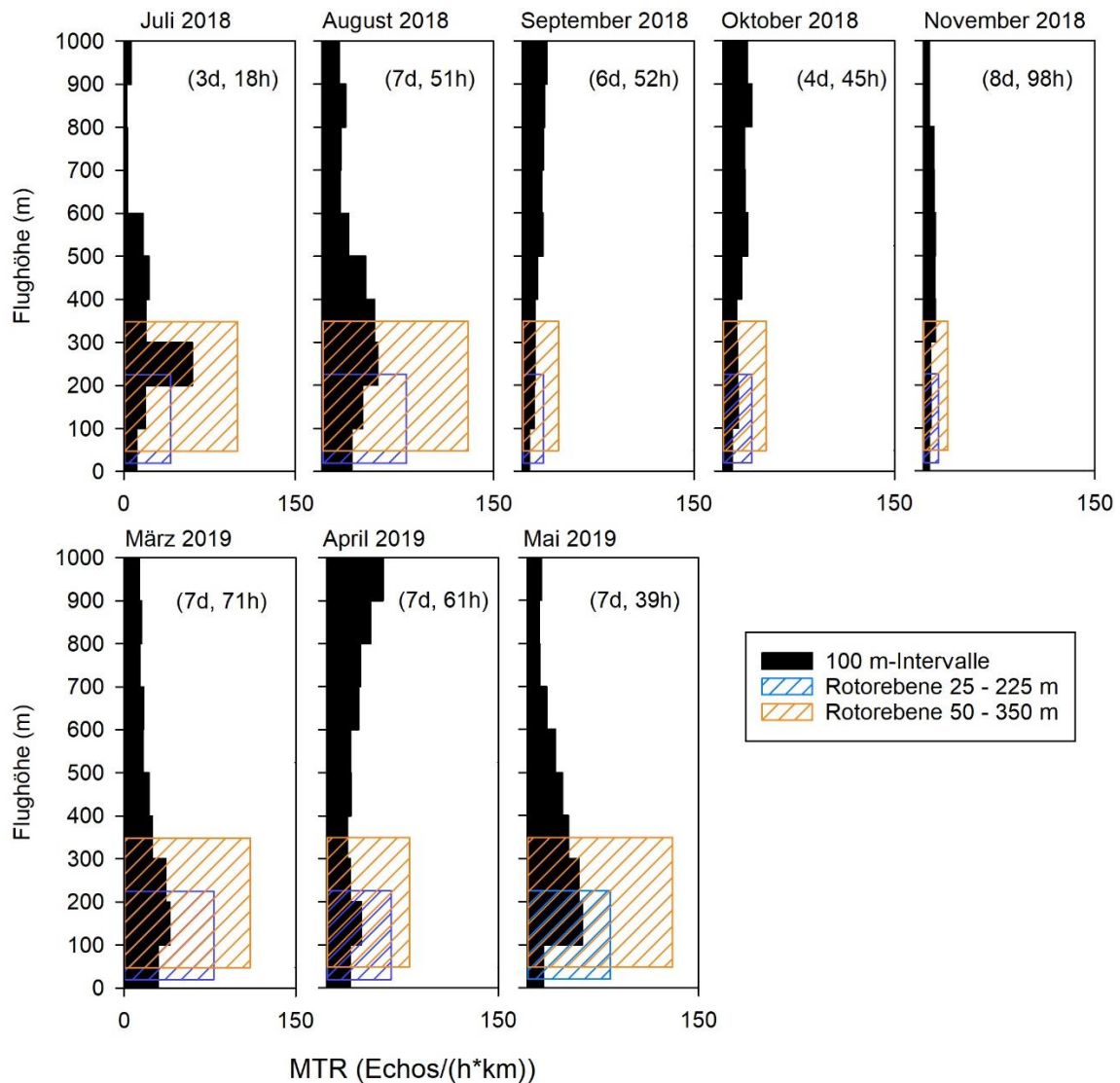


Abb. 3.4 Mittlere monatliche Zugraten ( $MTR \pm SE$ ) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2018/2019 (Juli 2018 bis Mai 2019).  $MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h \cdot km)$ ;  $SE = Standardfehler$ ;  $d = Erfassungsnächte$ ;  $h = Erfassungsstunden$ ; 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.

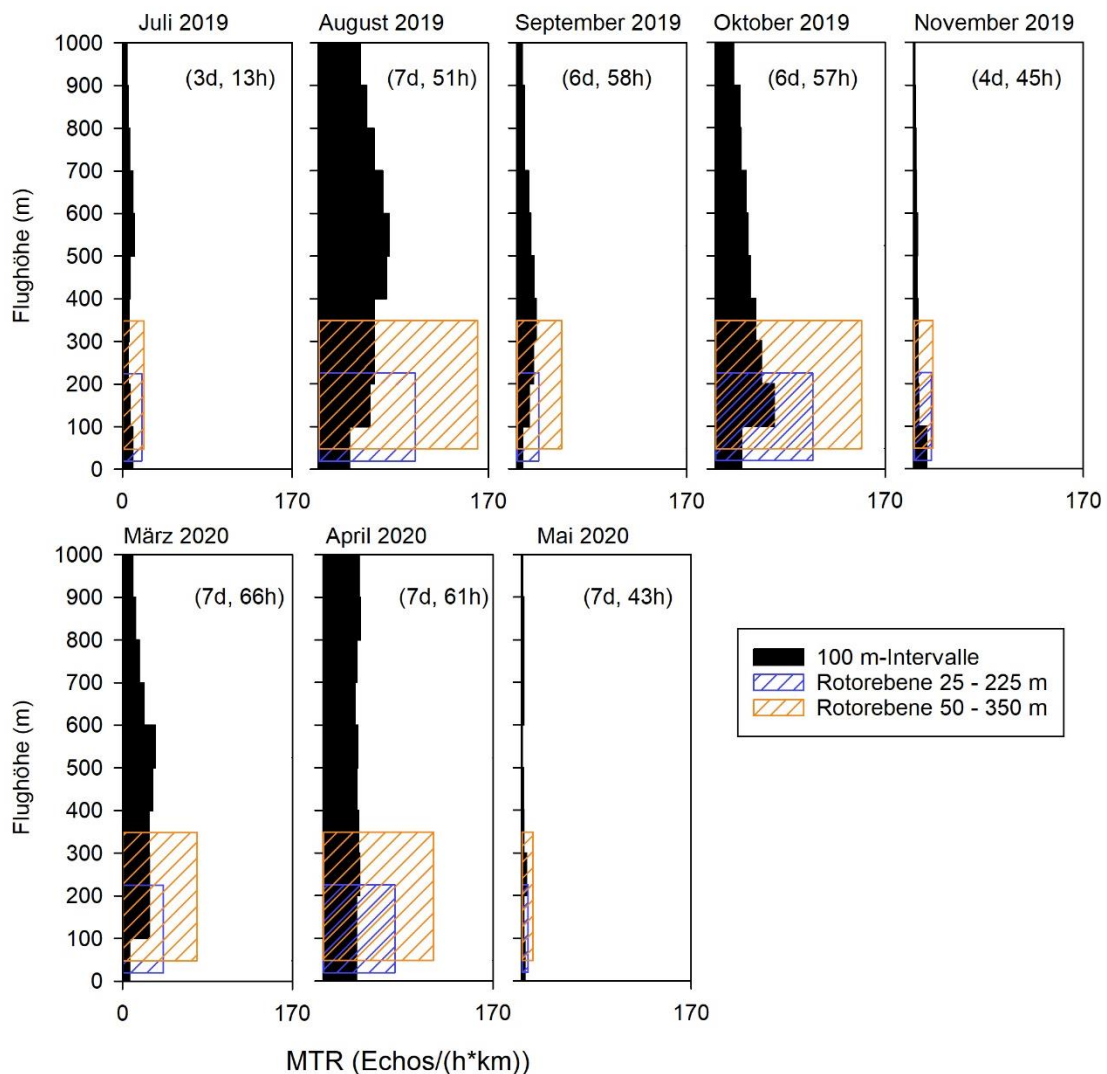


Abb. 3.5 Mittlere monatliche Zugraten ( $MTR \pm SE$ ) des nächtlichen Vogelzuges in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2019/2020 (Juli 2019 bis Mai 2020).  $MTR = \text{Migration Traffic Rate} = \text{Echos}/(h \cdot \text{km})$ ;  $SE = \text{Standardfehler}$ ;  $d = \text{Erfassungsnächte}$ ;  $h = \text{Erfassungsstunden}$ ; 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.

Die prozentuale Darstellung der nächtlichen Zugraten im Erfassungsjahr 2018/2019 (Tab. 3.5) zeigt, dass der Anteil unterhalb von 300 m fliegender Vögel zwischen 18 % (September 2018) und 55 % (Juli 2018) schwankte. Insgesamt befanden sich 35 % der Echos unterhalb von 300 m (32 % im Herbst und 39 % im Frühjahr).

Die Anteile innerhalb der Rotorebenen schwankten bei Anlagen der unteren Bandbreite zwischen 13 % (September 2018) und 34 % (März 2019), bei Anlagen der oberen Bandbreite lagen die Anteile des Vogelzuges in der Rotorebene zwischen 22 % (September und Oktober 2018) und 59 % (Juli 2018). Die mittleren saisonalen Werte lagen bei der unteren Bandbreite bei 21 % bzw. 27 % (Herbst bzw. Frühjahr) und bei der oberen Bandbreite bei 36 % bzw. 41 % (Herbst/Frühjahr).

Tab. 3.5 *Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmomente im Erfassungsjahr 2018/2019 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2018) und Heimzuges (Frühjahr 2019). \* Zugraten in unterster Höhenschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tieffliegender Vögel; \*\* Höhenstufe der Rotorebene der unteren Bandbreite; \*\*\* Höhenstufe der Rotorebene der oberen Bandbreite.*

Höhenklasse (m)	Juli 2018	Aug. 2018	Sep. 2018	Okt. 2018	Nov. 2018	März 2019	Apr. 2019	Mai 2019	Mittel Herbst 2018	Mittel Frühjahr 2019
0 - 100 *	7	9	4	5	7	13	7	6	7	9
100 - 200	11	12	7	8	9	17	11	19	10	16
200 - 300	37	17	7	8	8	16	7	18	15	14
300 - 400	12	16	7	7	14	11	7	14	12	10
400 - 500	14	13	9	10	13	10	8	12	12	10
500 - 600	10	8	12	13	13	7	8	10	11	8
600 - 700	2	6	12	12	12	7	10	7	8	8
700 - 800	2	6	13	11	12	6	11	4	8	7
800 - 900	2	7	14	15	7	7	14	4	9	8
900 - 1.000	4	5	15	13	7	6	18	5	8	10
% < 300 m	55	38	18	21	24	46	25	43	32	39
% 25–225 m**	25	26	13	15	17	34	20	29	21	27
% 50–350 m***	59	45	22	22	27	49	26	51	36	41
Echos Orig.	569	3.533	1.657	1.611	1.794	3.796	3.438	2.441	9.164	9.675
Echos korr.	862	4.796	2.548	2.404	2.276	5.174	5.091	3.122	12.886	13.387
Mittlere MTR	162	285	145	171	80	229	276	251	167	252
n Stunden	18	51	52	45	98	71	61	39	264	171

Im Erfassungsjahr 2019/2020 (Tab. 3.6) zeigte sich eine ähnliche Schwankungsbreite der Echoanteile unterhalb von 300 m wie im Jahr 2018/2019: der Anteil unterhalb von 300 m fliegender Vögel lag zwischen 25 % (August 2019) und 54 % (November 2018). Insgesamt befanden sich 30 % der Echos unterhalb von 300 m mit nahezu gleichen Anteilen im Herbst und Frühjahr.

Die Anteile innerhalb der Rotorebene schwankten bei der unteren Bandbreite zwischen 18 % (August 2019) und 42 % (November 2019), bei der oberen Bandbreite lagen die Anteile des Vogelzuges in der Rotorebene zwischen 28 % (Juli 2019) und 47 % (Mai 2020). Die mittleren saisonalen Werte lagen bei der unteren Bandbreite bei 22 % bzw. 21 % (Herbst bzw. Frühjahr), bei der oberen Bandbreite bei 35 % bzw. 34 % (Herbst/Frühjahr).

Tab. 3.6 *Prozentuale Verteilung der nächtlichen Zugraten auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmonate im Erfassungsjahr 2019/2020 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2019) und Heimzuges (Frühjahr 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)	Juli 2019	Aug. 2019	Sep. 2019	Okt. 2019	Nov. 2019	März 2020	Apr. 2020	Mai 2020	Mittel Herbst 2019	Mittel Frühjahr 2020
0 - 100 *	13	6	5	8	31	3	10	13	7	7
100 - 200	10	9	11	17	12	13	10	11	11	12
200 - 300	7	10	14	14	11	13	11	21	12	12
300 - 400	9	10	16	12	10	13	10	10	11	11
400 - 500	10	13	14	10	8	14	10	7	11	12
500 - 600	16	13	12	10	9	16	10	3	12	12
600 - 700	13	12	10	9	7	10	9	10	10	11
700 - 800	9	10	6	8	5	8	10	10	9	9
800 - 900	7	9	6	7	4	6	11	10	9	8
900 - 1.000	6	8	5	5	3	5	10	5	8	7
% < 300 m	30	25	30	39	54	29	31	45	30	31
% 25 - 225 m**	25	18	19	29	42	19	21	27	22	21
% 50 - 350 m***	28	29	38	43	46	35	32	47	35	34
Echos Orig.	300	7.400	1.534	4.773	486	2.998	4.755	245	14.493	7.998
Echos korr.	361	9.400	1.959	6.088	862	4.084	6.831	473	18.671	11.388
Mittlere MTR	78	542	118	341	43	211	345	24	268	194
n Stunden	13	51	58	57	45	66	61	43	224	170

Eine Übersicht über die Echoanteile in Rotorhöhe 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 wurden im Erfassungsjahr 2018/2019 sowohl bei der unteren Bandbreite (25 bis 225 m) als auch bei der oberen Bandbreite (Rotorebene 50 bis 350 m) im Herbst weniger Echos registriert als im Frühjahr. Im Erfassungsjahr 2019/2020 bestand dieser Unterschied nicht, und die Anteile in der Rotorebene waren im Vergleich der Jahreszeiten sehr ähnlich.

Bezogen auf Anlagen mit Rotorabmessungen der unteren Bandbreite befanden sich Echoanteile von 20,5 % im Frühjahr 2020 bzw. Herbst 2018 und bis 27,5 % im Frühjahr 2019 im Höhenbereich der Rotorstufe. Im Herbst 2019 war der Anteil an Echos in Rotorhöhe mit 21,9 % sehr ähnlich dem des Vorjahres (2018: 20,5 %), während sich im Frühjahr 2020 (20,5 %) größere Unterschiede zum Vorjahr zeigten (2019: 27,5 %). Entsprechend der größeren Ausdehnung der Rotoren im oberen Bereich der Bandbreite waren die Echoanteile in Rotorhöhe größer und lagen zwischen 33,8 % im Frühjahr 2020 und 41,1 % im Frühjahr 2019. Im Herbst lagen die Anteile in beiden Jahren bei ca. 35 %. Auch bei dieser Darstellung zeigten sich im Frühjahr stärkere Jahresunterschiede als im Herbst.

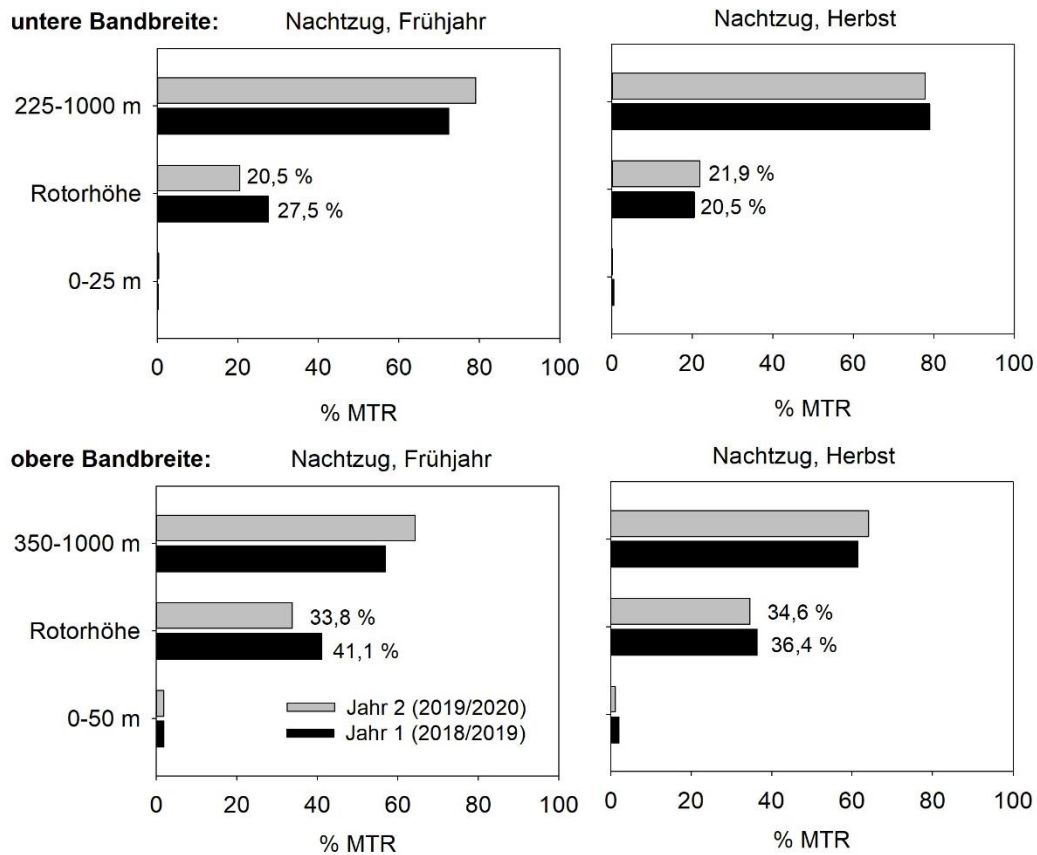


Abb. 3.6 Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) in der Nacht in den Erfassungsjahren 2018/2019 (Jahr 1) und 2019/2020 (Jahr 2) mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene. Die Darstellung ist separiert nach Saison (linke Abbildungen: Frühjahr, rechte Abbildungen: Herbst) und den beiden Spannweiten der Rotorabmessungen (oben: untere Spannweite von 25 bis 225 m, unten; obere Spannweite von 50 bis 350 m).

### 3.1.2.2 Tag

Die Höhenverteilung des Vogelzuges am Tage war im Vergleich der Monate des Erfassungsjahres 2018/2019 sehr variabel (Abb. 3.7). Einige Monate zeichneten sich durch eine Bevorzugung der unteren Höhengschichten bis 100 m aus (Juli, August und November 2018, März 2019), während in anderen Monaten der Schwerpunkt des Vogelzuges in den oberen Höhengschichten lag (September und Oktober 2018, April und Mai 2019).

Die Zugraten in der Höhengschicht der Rotorebene sind für die untere und obere Bandbreite der Rotordurchmesser ebenfalls in Abb. 3.7 dargestellt. Vergleichbar mit der Beschreibung der Verhältnisse in der Nacht waren die Zugraten bei der oberen Bandbreite entsprechend der größeren Abmessungen der Rotoren höher als bei der unteren Bandbreite. Bei einem hohen der Anteil sehr tief fliegender Vögel (unterhalb von 100 m) war der Unterschied zwischen unterer und oberer Bandbreite jedoch oft gering (z. B. Juli und November 2018, März 2019).

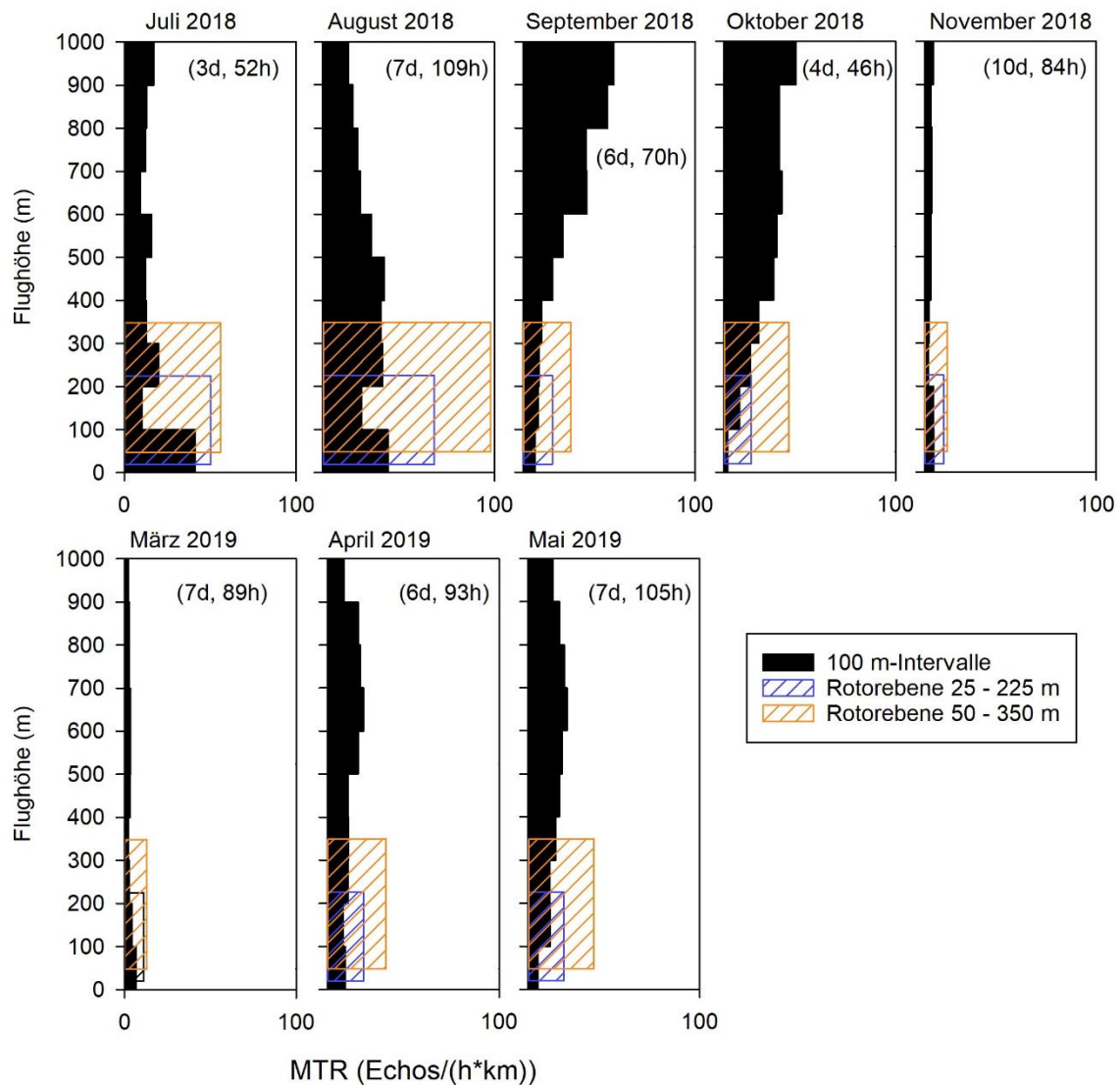


Abb. 3.7 Mittlere monatliche Zugraten ( $MTR \pm SE$ ) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2018/2019 (Juli 2018 bis Mai 2019).  $MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h \cdot km)$ ;  $SE = Standardfehler$ ;  $d = Erfassungsnächte$ ;  $h = Erfassungsstunden$ ; blaue 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.

Die Höhenverteilung des Vogelzuges am Tage im Vergleich der Monate des Erfassungsjahres 2019/2020 ist in Abb. 3.8 als Zugraten (MTR) dargestellt. Auch in diesem Jahr zeigten sich Unterschiede zwischen den Monaten mit einer Bevorzugung tiefer Luftschichten im Juli und November 2019 sowie im Mai 2020 (bei geringen Zugraten im Juli 2019 und Mai 2020, vgl. Tab. 3.8), einer nahezu gleichmäßigen Verteilung der Echos auf alle Höhengschichten (August 2019, März und April 2020) oder ansteigendem Zugaufkommen bis in Höhen von ca. 400 - 500 m mit darauf folgend gleichbleibend hohen Zugraten (September und Oktober 2019).

Die Bevorzugung sehr tiefer Luftschichten in den Monaten Juli und November 2019 sowie Mai 2020 bewirkte, dass die Zugraten in der Höhengschicht der unteren Bandbreite identisch oder sogar höher waren als in der Höhengschicht der oberen Bandbreite (vgl. Tab. 3.8: höhere prozentuale Anteile in

der Höhengschicht von 25 bis 225 m als in der Höhengschicht von 50 bis 350 m in den Monaten Juli 2019 und Mai 2020 und nahezu gleiche Anteile im November 2019). Wie bereits für den nächtlichen Vogelzug beschrieben, gleichen hierbei hohe Zugaktivitäten in der Höhe von 25 bis 50 m die geringen Zugaktivitäten in der Höhe von 225 bis 350 m aus.

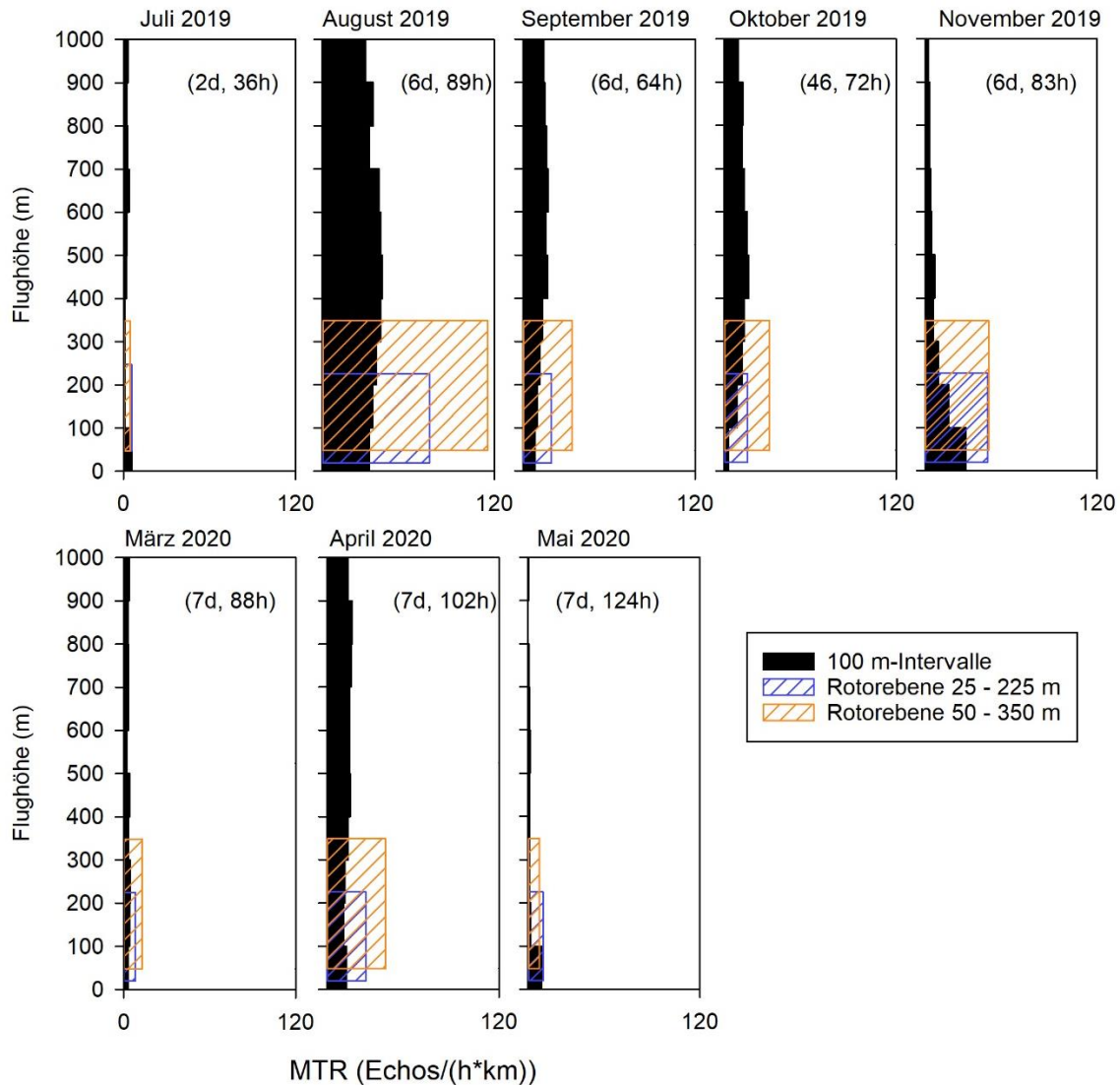


Abb. 3.8 Mittlere monatliche Zugraten ( $MTR \pm SE$ ) des Vogelzuges am Tag in verschiedenen Höhengschichten im Erfassungsjahr 2019/2020 (Juli 2019 bis Mai 2020).  $MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h \cdot km)$ ;  $SE = Standardfehler$ ;  $d = Erfassungsnächte$ ;  $h = Erfassungsstunden$ ; blaue 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.

Die prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage für einzelne Monate und als Mittel für den Herbst 2018 und das Frühjahr 2019 ist in Tab. 3.7 aufgeführt. Die Anteile der Zugraten unterhalb von 300 m schwankten zwischen 10 % (September 2018) und 43 % (Juli 2018). Insgesamt befanden sich am Tage ca. 23 % der Echos unterhalb von 300 m (gleiche Anteile im Herbst und Frühjahr).



Die Anteile innerhalb der Rotorebene lagen für die Höhenstufe 25 bis 225 m (untere Bandbreite) im Bereich von 6 % (Oktober 2018) bis 32 % (März 2018). Die Anteile in dem Höhenintervall von 50 bis 350 m (obere Bandbreite) lagen in den verschiedenen Monaten zwischen 11 % (September 2018) und 38 % (März 2019). Am Tag wurden im Herbst 2018 ca. 17 % der Echos im Höhenbereich der unteren Bandbreite registriert, im Frühjahr war dieser Wert mit 16 % sehr ähnlich. Die entsprechenden Anteile des Zugaufkommens für die obere Bandbreite betragen jeweils 25 % (Herbst 2018 und Frühjahr 2019).

Tab. 3.7 *Prozentuale Verteilung der Zugraten am Tage auf Höhenstufen für die einzelnen Erfassungsmomente im Erfassungsjahr 2018/2019 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2018) und Heimzuges (Frühjahr 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)	Juli 2018	Aug. 2018	Sep. 2018	Okt. 2018	Nov. 2018	März 2019	Apr. 2019	Mai 2019	Mittel Herbst 2018	Mittel Frühjahr 2019
0 - 100 *	25	14	3	1	13	19	7	4	7	9
100 - 200	6	8	3	4	13	13	6	8	8	6
200 - 300	12	13	4	6	6	9	8	8	8	8
300 - 400	8	13	4	8	7	7	9	10	9	8
400 - 500	8	13	7	12	9	9	8	11	10	10
500 - 600	10	11	9	13	10	10	13	12	12	10
600 - 700	6	8	15	14	10	10	15	14	14	11
800 - 900	7	8	15	13	10	8	14	13	13	11
800 - 900	8	7	20	13	9	9	13	11	11	12
900 - 1.000	10	6	21	17	13	6	7	9	8	13
% <300 m	43	35	10	11	32	41	21	20	23	23
% 25 - 225 m**	31	24	7	6	27	32	15	13	17	16
% 50 - 350 m***	34	36	11	15	32	38	24	24	25	25
Echos Orig.	1.810	6.514	3.391	2.522	723	723	3.372	4.652	14.960	8.747
Echos korr.	2.668	8.911	5.464	3.840	1.008	999	4.245	5.839	21.889	11.083
Mittlere MTR	164	269	252	248	42	35	142	163	112	177
n Stunden	52	109	70	46	84	89	93	105	361	287

Im Erfassungsjahr 2019/2020 schwankten die Anteile Echos unterhalb von 300 m zwischen 21 % (September und Oktober 2020) und 65 % im Mai 2020 (Tab. 3.8). Insgesamt befanden sich am Tage ca. 30 % der Echos unterhalb von 300 m (mit fast gleichen Anteilen im Herbst und Frühjahr).

Die Anteile innerhalb der Rotorebene lagen für die Höhenstufe 25 bis 225 m (untere Bandbreite) zwischen 13 % (Oktober 2019) und 56 % (Mai 2020). Die Anteile in dem Höhenintervall von 50 bis 350 m (obere Bandbreite) lagen in den verschiedenen Monaten zwischen 19 % (Juli 2019) und 53 % (November 2019). Am Tag wurden im Herbst 2019 22 % der Echos und im Frühjahr 2020 23 % der Echos im Höhenbereich des Rotors für den unteren Bereich der Bandbreite registriert und 32 % (Herbst) bzw. 33 % (Frühjahr) im oberen Bereich der Bandbreite. In den Monaten Juli 2019 und Mai

2020 war der Anteil des Vogelzugaufkommens im Bereich der unteren Bandbreite höher als im Bereich der oberen Bandbreite. Im November waren die Anteile nahezu identisch. Alle drei 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 2019/2020 sowie für die Phasen des Wegzuges (Herbst 2019) und Heimzuges (Frühjahr 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)	Juli 2019	Aug. 2019	Sep. 2019	Okt. 2019	Nov. 2019	März 2020	Apr. 2020	Mai 2020	Mittel Herbst 2019	Mittel Frühjahr 2020
0 - 100 *	23	9	6	3	34	9	9	48	10	13
100 - 200	3	10	7	7	19	11	8	11	10	9
200 - 300	3	10	8	10	11	12	8	7	10	9
300 - 400	3	11	10	12	7	10	10	7	10	10
400 - 500	8	11	12	14	8	12	11	5	12	10
500 - 600	9	11	11	13	6	7	11	8	11	10
600 - 700	16	11	13	11	5	10	11	6	11	10
800 - 900	12	9	12	10	4	10	11	4	9	10
800 - 900	10	10	11	11	4	9	12	2	9	10
900 - 1.000	13	8	10	8	3	10	10	3	8	9
% <300 m	29	29	21	20	64	32	25	66	30	31
% 25 - 225 m**	24	20	14	13	52	23	18	56	22	23
% 50 - 350 m***	19	31	25	26	53	37	27	42	32	30
Echos Orig.	200	8.009	2.027	2.108	864	709	3.793	564	13.208	5.066
Echos korr.	266	9.959	2.685	2.743	1.581	984	4.862	1.069	17.233	6.915
Mittlere MTR	24	367	139	123	86	35	150	20	167	68
n Stunden	36	89	64	72	43	88	102	124	304	314

Die Echoanteile des Vogelzuges am Tage in Rotorhöhe der unteren und oberen Spannweite sind in Abb. 3.9 für das Frühjahr und den Herbst der beiden Erfassungsjahre zusammengestellt. Bezogen die untere Spannweite der Rotorabmessungen befanden sich Echoanteile von 15,8 % im Frühjahr 2019 bis 22,5 % im Frühjahr 2020 im Höhenbereich der Rotorstufe. Im Herbst lagen die Anteile der Echos bei 16,7 % (2018) bzw. 21,7 % (2019). Im Höhenbereich der oberen Spannweite der Rotorabmessungen lagen die Echoanteile bei 24,6 % im Herbst 2018 und 31,5 % im Herbst 2019. Im Frühjahr wurden hier Anteile von 25,4 % (2019) und 30,4 % (2020) ermittelt.

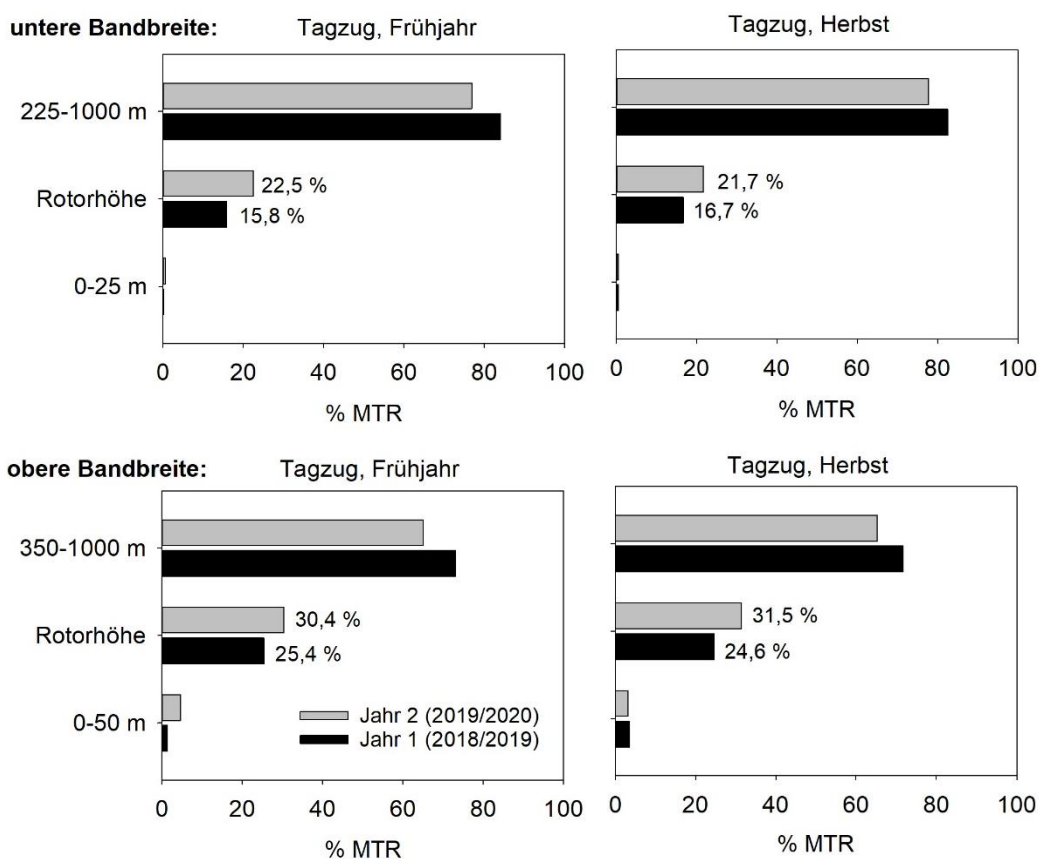


Abb. 3.9 Höhenverteilung des Vogelzuges (in % MTR) am Tag in den Erfassungsjahren 2018/2019 (Jahr 1) und 2019/2020 (Jahr 2) mit Angabe des Echoanteils in der Rotorebene. Die Darstellung ist separiert nach Saison (linke Abbildungen: Frühjahr, rechte Abbildungen: Herbst) und den beiden Spannweiten der Rotorabmessungen (oben: untere Spannweite von 25 bis 225 m, unten; obere Spannweite 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 2018/2019 und 2019/2020 dargestellt.

In der Gesamtübersicht dieser Nächte bzw. Tage lässt sich eine sehr hohe Variation der Höhenverteilung erkennen, die von nahezu gleichen Anteilen in den Höhenschichten (21./22.08.2018, 25.08.2020) über eine Bevorzugung bestimmter mittlerer Höhenintervalle (22./23.08.2018; 22.08.2018, 24.08.2020) bis zu einer Präferenz für obere Höhenschichten reicht (21./22.04.2019, 08.09.2018). Ansteigende Zugraten bis in Höhen von ca. 400 bis 500 m und darauf folgend nahezu gleichbleibend hohe Zugraten bis 1.000 m waren ein weiteres Muster in starken Zugnächten (z. B. 24./25.08.2019, 05./06.04.2020, 05.04.2020). Eine Bevorzugung tiefer Luftschichten unterhalb von 200 m zeichnete sich nur in einer starken Zugnacht ab (23./24.08.2019). In allen starken Zugnächten bzw. Zugtagen war das Echoaufkommen im Höhenbereich der oberen Bandbreite des Rotordurchmessers höher als in der unteren Bandbreite des Rotordurchmessers. Dies resultiert daraus, dass die Nutzung der untersten 100 m während der starken Zugphasen anteilig eher gering ausgeprägt war, während im Bereich 100 - 400 m häufig konstante bis zunehmende Anteile an Echos auftraten.

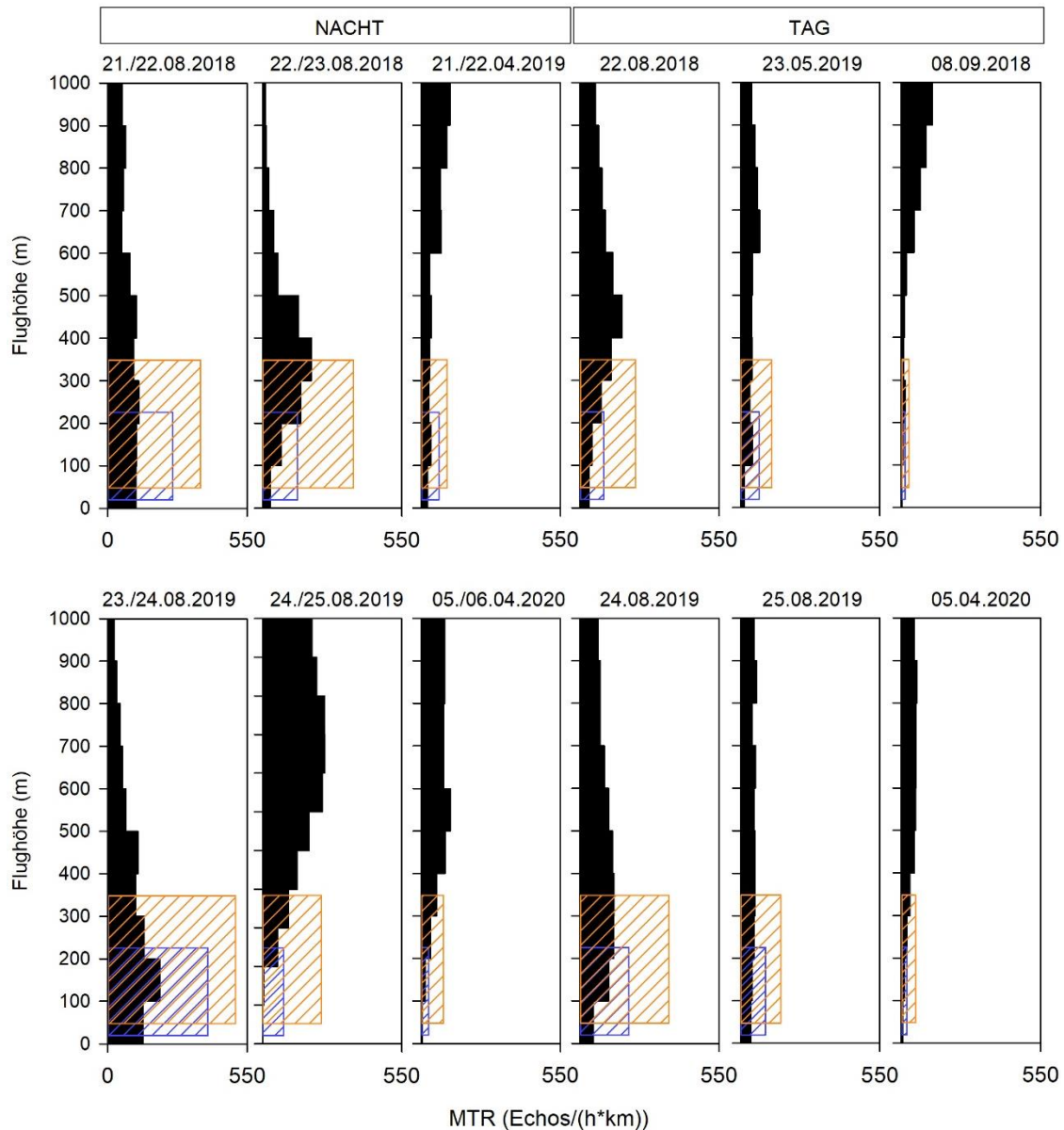


Abb. 3.10 Höhenverteilung der Zugraten (MTR) in Nächten/Tagen mit stärksten Zugraten (2018/2019: oben; 2019/2020: unten). MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h\*km); blaue Balken = Höhengschicht der Rotorebene der unteren Bandbreite (25 - 225 m); orange Balken = Höhengschicht der Rotorebene der oberen Bandbreite (50 - 350 m); Zugraten in unterster Höhengschicht unterschätzt, da unvollständige Erfassung tief fliegender Vögel. Daten (n Stunden, Echos) zu Zugnächten/Tagen sind den Anhangstabellen Tab. A. 5 und Tab. A. 6 zu entnehmen.

Als zusammenfassende Darstellung der saisonalen Höhenverteilungen sind in Abb. 3.11 die Zugraten als MTR (Echos/(h\*km)) und deren prozentuale Anteile je Höhengschicht im Vergleich von Frühjahrs- und Herbstzug gegenübergestellt (basierend auf 100 m-Intervallen).

Der saisonale Unterschied in den Zugraten des nächtlichen Vogelzuges der Erfassungsjahre 2018/2019 und 2019/2020 (vgl. Tab. 3.2 in Kapitel 3.1.1.1) war in allen Höhenstufen erkennbar. Während im Jahr 2018/2019 die Zugraten im Frühjahr in allen Höhenstufen höher lagen als im Herbst, war die Situation im Jahr 2019/2020 entgegengesetzt (höhere Zugraten im Herbst in allen

Höhenstufen). In der prozentualen Darstellung glichen sich die Unterschiede zwischen den Jahren etwas an. Im unteren Höhenbereich bis 200 m ergaben sich jedoch im Jahr 2018/2019 höhere Anteile im Frühjahr als im Herbst. Im Jahr 2019/2020 waren die prozentualen Anteile des Zugaufkommens in allen Höhenstufen sehr ähnlich.

Für den Vogelzug am Tag lagen die Zugraten im Herbst in allen Höhenstufen höher als im Frühjahr. Diese Verhältnisse waren in beiden Erfassungsjahren gleich. Die prozentuale Verteilung der Echos war in beiden Jahren im Vergleich von Frühjahr und Herbst sehr ähnlich und zeichnete sich durch eine relativ gleichmäßige Verteilung auf alle Höhenstufen aus. Im ersten Jahr war tendenziell ein leichter Anstieg der Zugraten mit der Flughöhe zu verzeichnen.

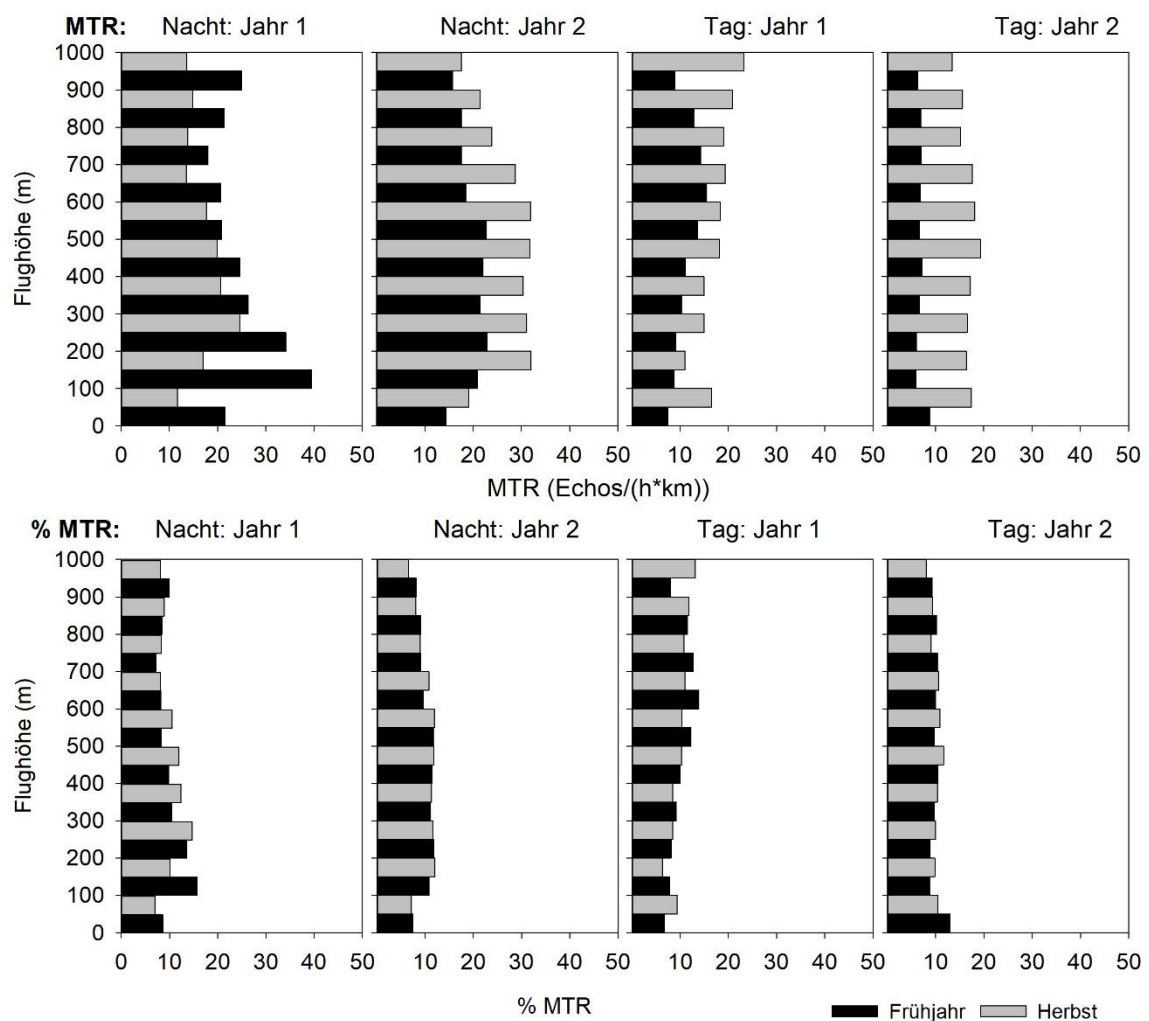


Abb. 3.11 Höhenverteilung der Zugraten (oben: Zugraten in MTR, unten: prozentuale Zugraten) im Vergleich von Frühjahr und Herbst der Erfassungsjahre 2018/2019 (Jahr 1) und 2019/2020 (Jahr 2) für den nächtlichen Vogelzug (zwei Abbildungen links) und den Vogelzug am Tage (zwei Abbildungen rechts). MTR = Migration Traffic Rate = Echos/(h\*km); d = Anzahl Nächte/Tage; h = Erfassungsstunden; 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 Herbst 2018 bis Frühjahr 2020 dargestellt.

### 3.2.1 Artenspektrum und Dominanz

Im Untersuchungsjahr 2018/2019 wurden bis in eine Entfernung von 1.500 m insgesamt 11.386 Individuen beobachtet. Hiervon gingen 10.554 Vögel in die weiteren Auswertungen ein. Im zweiten Jahr 2019/2020 war die Anzahl mit insgesamt 7.545 Vögeln deutlich geringer (Tab. 3.9). In die Auswertung gingen 6.799 Beobachtungen ein. Dabei wurden im Untersuchungsjahr 2018/2019 im Herbst und im Frühjahr ungefähr gleich viele Individuen registriert (Herbst 2018: 5.403 Individuen und Frühjahr 2019: 5.151 Individuen). Auch im Jahr 2019/2020 war die Verteilung zu beiden Jahreszeiten sehr ähnlich (Herbst 2019: 3.232 Individuen und Frühjahr 2020: 3.567 Individuen, Abb. 3.12).

Die individuenreichste Artengruppe war in allen Zugperioden die Gruppe der Möwen (Abb. 3.12, insgesamt 7.278 Ind.), wobei sie im Frühjahr 2019 mit 32 % (1.673 Individuen) bzw. im Frühjahr 2020 mit 39 % (1.393 Individuen) aller registrierten Vögel weniger häufig vertreten war als im Herbst 2018 mit 46 % (2.499 Individuen) bzw. im Herbst 2019 mit 53 % (1.713 Individuen). Die nächsthäufigsten Taxa waren Tölpel (insgesamt 2.479 Individuen), Seeschwalben (2.501 Individuen) und Alken (1.707 Individuen). Deren Häufigkeit schwankte zwischen den einzelnen Untersuchungsperioden. So lag der Anteil der Tölpel an allen registrierten Vögeln zwischen 10 % (Herbst 2018) und 17 % (Frühjahr und Herbst 2019). Der Anteil der Seeschwalben variierte zwischen 7 % (Herbst 2019) und 19 % (Herbst 2018) und der Anteil der Alken lag zwischen 7 % (Herbst 2019) und 14 % (Frühjahr 2020).

Mit insgesamt mehr als 200 registrierten Individuen wurden in absteigender Reihenfolge außerdem Singvögel, Enten, Watvögel, Röhrennasen und Gänse beobachtet. Unter dem Sammelbegriff „Sons-tige“ sind Sichtungen aus den Taxa zusammengefasst, die je Untersuchungsperiode weniger als 1 % aller beobachteten Vögel ausmachten. Dies sind in der Regel Raubmöwen, Kormorane, Schwäne, Greifvögel, Tauben, Schreitvögel und Segler.

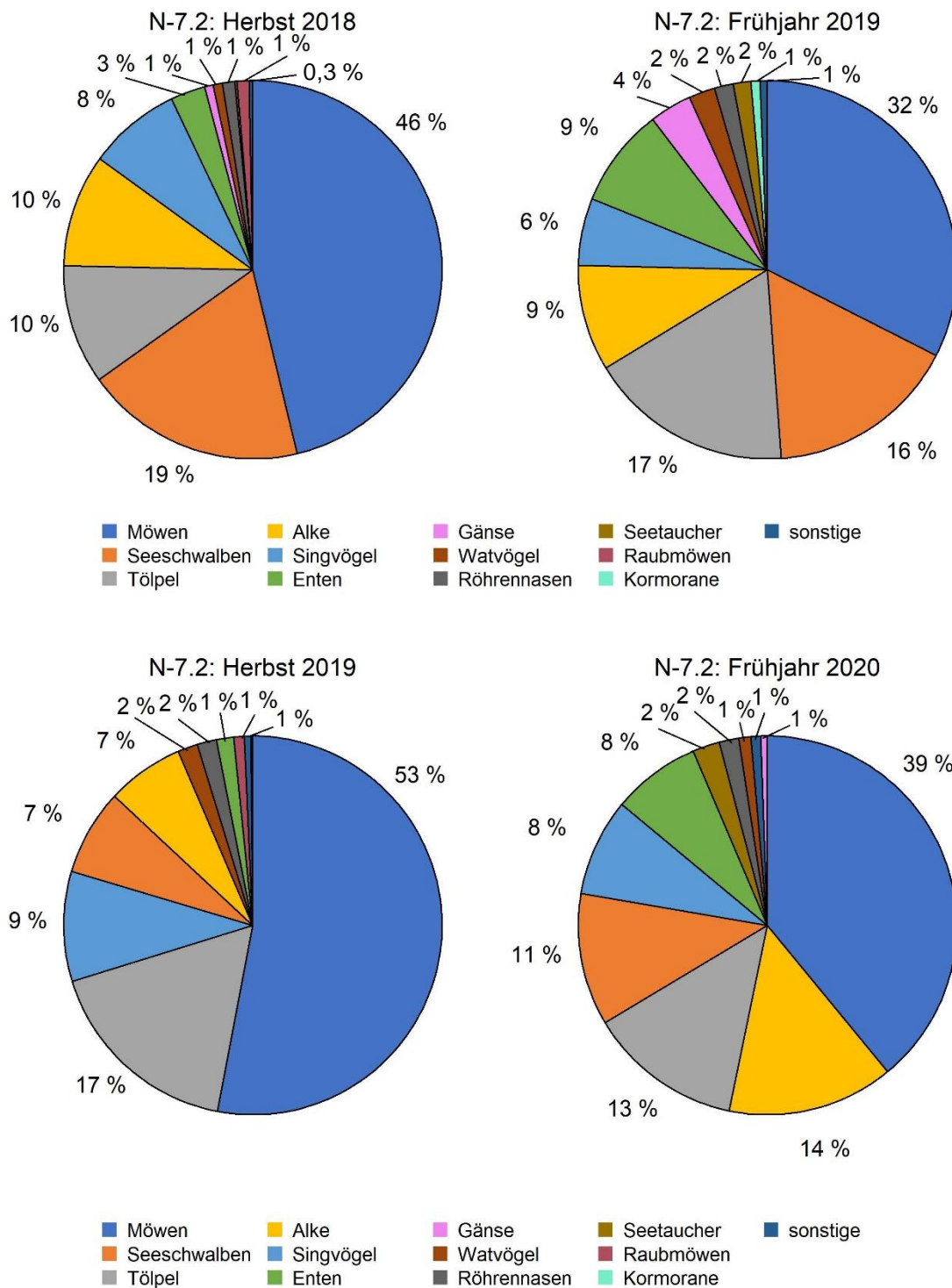


Abb. 3.12 Prozentuale Artenzusammensetzung der im Erfassungszeitraum 2018 bis 2020 während der Sichtbeobachtungen für die Fläche N-7.2 beobachteten Vögel (alle fliegenden Vögel unter StUK-konformen Wetterbedingungen, ohne mit Schiffen assoziierte Vögel, Sichtweite mind. 2 km; Herbst 2018, n = 5.403 Ind., Frühjahr 2019, n = 5.151 Ind., Herbst 2019, n = 3.232 Ind., Frühjahr 2020, n = 3.567 Ind.).

Insgesamt wurden im gesamten Erfassungszeitraum 98 Vogelarten gesichtet, davon 79 Vogelarten 2018/2019 (Tab. 3.9) und 73 Vogelarten 2019/2020 (Tab. 3.10). Dabei sind unbestimmte Vögel und Sammeltaxa nicht berücksichtigt.

Tab. 3.9 Liste der nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2 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 = 10.554).

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2018	August 2018	September 2018	Oktober 2018	November 2018	März 2019	April 2019	Mai 2019	Summe
20	Sterntaucher				1	4	14	30	3	52
30	Prachtaucher							8	6	14
59	Seetaucher unbestimmt					4	3	13	1	21
220	Eissturmvogel	1	7	18	28	3	6	2	75	140
550	Wellenläufer				1					1
710	Basstölpel	106	337	44	28	38	155	359	386	1.453
720	Kormoran		7	5	1	2	15	16	8	54
1220	Graureiher		1							1
1520	Höckerschwan								5	5
1569	Gans unbestimmt						1	11		12
1580	Kurzschnabelgans					2				2
1590	Blässgans					3				3
1610	Graugans					13	4	6	1	24
1670	Nonnengans					21			8	29
1680	Ringelgans								155	155
1820	Schnatterente					1		3		4
1840	Krickente					1	32	194		227
1860	Stockente						1			1
1890	Spießente							4		4
1910	Knäente							11		11
1940	Löffelente							15		15
2060	Eiderente						4			4
2130	Trauerente	41	63	22	7	17	34	27		211
2150	Samtente					1				1
2180	Schellente					2				2
2210	Mittelsäger						1	3	1	5
2230	Gänsesäger						3	4		7
2269	Ente unbestimmt				1	4	27	71	3	106
3040	Turmfalke							3	1	4
4500	Austernfischer		2							2
4850	Goldregenpfeifer		9	1				1		11
4960	Knutt		4							4
5129	Strandläufer unbestimmt		3							3



Euringcode	Art/Taxon	Juli 2018	August 2018	September 2018	Oktober 2018	November 2018	März 2019	April 2019	Mai 2019	Summe
5190	Bekassine			1						1
5380	Regenbrachvogel		2					22	6	30
5410	Großer Brachvogel		1					81	3	85
5460	Rotschenkel	4	1							5
5610	Steinwähler		1							1
5659	Limikolen unbestimmt		14					3		17
5660	Spatelraubmöwe		5	3					2	10
5670	Schmarotzerraubmöwe		6	11	3		1	7	2	30
5680	Falkenraubmöwe							2		2
5690	Skua	3	4	3	7	1	2		2	22
5698	Schmarotzer-/Spatelraubmöwe			4		1			1	6
5709	Raubmöwe unbestimmt		1	4				4		9
5780	Zwergmöwe			3	10	16	5	610	1	645
5820	Lachmöwe	2		4		11	5	12		34
5900	Sturmmöwe	5	4	21	4	112	32	31	12	221
5909	Kleinsmöwe unbestimmt					12				12
5910	Heringsmöwe	301	575	79	42	13	132	301	189	1.632
5920	Silbermöwe			1	1	205		1		208
5926	Mittelmeermöwe		1							1
5927	Steppensmöwe					7				7
6000	Mantelsmöwe		10	24	10	120	16	18	6	204
6005	Großmöwe unbestimmt	3		4	3	22	1	4	1	38
6008	Herings-/Mantelsmöwe				1		1	1	3	6
6020	Dreizehensmöwe	36	97	92	15	621	140	46	95	1.142
6049	Möwe unbestimmt		3			9	7	3		22
6110	Brandseeschwalbe		23					9	7	39
6150	Flussseeschwalbe	2	253	48				109	55	467
6160	Küstenseeschwalbe	11	9	7				84	47	158
6169	Fluss-/Küstenseeschwalbe	129	490	20				348	121	1.108
6270	Trauerseeschwalbe								1	1
6319	Seeschwalbe unbestimmt	1	23	3				45	17	89
6340	Trottellumme	1		3	7	128	106	86	9	340
6345	Tordalk/Trottellumme	1		10	6	193	96	87	3	396
6360	Tordalk				1	144	49	29	1	224
6549	Alk unbestimmt					27				27
6700	Ringeltaube								1	1
7950	Mauersegler	1								1
9760	Feldlerche					9	2	1		12
9920	Rauchschwalbe							2	24	26
10010	Mehlschwalbe								1	1

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2018	August 2018	September 2018	Oktober 2018	November 2018	März 2019	April 2019	Mai 2019	Summe
10090	Baumpieper			1					1	2
10110	Wiesenpieper		66	2	22	1	4	79	3	177
10142	Strandpieper						1			1
10159	Pieper unbestimmt						2	9	3	14
10170	Schafstelze (flava)			1	3			3		7
10190	Gebirgsstelze						2	1		3
10200	Bachstelze		1		2		3	3		9
10990	Rotkehlchen							2		2
11220	Gartenrotschwanz				1					1
11870	Amsel				1	45				46
11980	Wacholderdrossel				1	8		3		12
12000	Singdrossel					5		1		6
12010	Rotdrossel				1	29		3		33
12069	Drossel unbestimmt				1	2				3
12770	Mönchsgrasmücke			1						1
13110	Zilpzalp						1	2		3
13120	Fitis				1					1
13140	Wintergoldhähnchen						1			1
15820	Star				1	171	23	2		197
16360	Buchfink				1	4	1			6
16380	Bergfink							1		1
16389	unbestimmter Fringilla-Fink							1		1
16400	Girlitz							1		1
16600	Bluthänfling				2					2
19999	Singvogel unbestimmt		6	1	37	2	58	44	8	156
<b>Summe</b>	<b>79 Arten</b>	<b>648</b>	<b>2.029</b>	<b>441</b>	<b>251</b>	<b>2.034</b>	<b>991</b>	<b>2.882</b>	<b>1.278</b>	<b>10.554</b>

Tab. 3.10 Liste der nach Sichtbeobachtungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2 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 = 6.799).

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	März 2020	April 2020	Mai 2020	Summe
20	Sterntaucher				1	1	6	52	3	63
30	Prachtaucher					2		3	1	6
59	Seetaucher unbestimmt			1			2	14	1	18

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	März 2020	April 2020	Mai 2020	Summe
220	Eissturmvogel	4	7	28	1	14	1	9	50	114
710	Basstöpel	186	245	38	41	47	78	106	285	1.026
720	Kormoran				5		6	7	2	20
1610	Graugans				4		2	2		8
1680	Ringelgans				7		4	8		19
1681	Dunkelbäuchige Ringelgans							4		4
1790	Pfeifente				5					5
1820	Schnatterente							2		2
1840	Krickente							62		62
1890	Spießente							13		13
1940	Löffelente							2		2
2060	Eiderente				2					2
2130	Trauerente	10			4	19	16	129	8	186
2269	Ente unbestimmt			1		6	7	31		45
2690	Sperber			1						1
3090	Merlin							1		1
3100	Baumfalke								1	1
4850	Goldregenpfeifer		37				10			47
5190	Bekassine							2		2
5340	Pfuhlschnepfe						1			1
5380	Regenbrachvogel		4						4	8
5410	Großer Brachvogel		1							1
5560	Flussuferläufer			1						1
5610	Steinwälzer		4							4
5659	Limikolen unbestimmt		8				20			28
5660	Spatelraubmöwe								1	1
5670	Schmarotzerraubmöwe								2	2
5680	Falkenraubmöwe				1					1
5690	Skua	3	12	13	1				2	31
5698	Schmarotzer-/Spatelraubmöwe								1	1
5709	Raubmöwe unbestimmt							1		1
5750	Schwarzkopfmöwe		1							1
5780	Zwergmöwe			4	6	9	10	58	9	96
5790	Schwalbenmöwe			1						1
5820	Lachmöwe	9	32		9	1	43	30	18	142
5900	Sturmmöwe	2	9	6	55	78	86	28	3	267
5910	Heringsmöwe	169	323	470	24	3	116	229	529	1.863
5920	Silbermöwe				26	81	3	2		112
5926	Mittelmeermöwe								1	1
5927	Steppenmöwe					1				1
6000	Mantelmöwe	2	3	26	29	40	13	10	6	129

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	März 2020	April 2020	Mai 2020	Summe
6005	Großmöwe unbestimmt			71	6		5	7		89
6008	Herings-/Mantelmöwe			2	1		3	2	1	9
6020	Dreizehenmöwe	23	28	39	13	111	63	58	47	382
6049	Möwe unbestimmt						2	4	7	13
6110	Brandseeschwalbe		2				1	4	4	11
6150	Flusseeeschwalbe	24	25	10				16	48	123
6160	Küstenseeschwalbe	14	26	11					119	170
6169	Fluss-/Küstenseeschwalbe	8	91	14	1			10	167	291
6319	Seeschwalbe unbestimmt		11						33	44
6340	Trottellumme	1			27	70	55	137	23	313
6345	Tordalk/Trottellumme			2	9	27	28	119	6	191
6360	Tordalk			2	24	51	3	129	7	216
6700	Ringeltaube						1	4		5
6840	Türkentaube							1		1
7680	Sumpfohreule				1					1
9760	Feldlerche				1		1			2
9920	Rauchschwalbe								4	4
10110	Wiesenpieper			44	7	1		9		61
10143	Felsenpieper						2	1		3
10159	Pieper unbestimmt						1			1
10190	Gebirgsstelze						1			1
10200	Bachstelze			2	1		1	1		5
10660	Zaunkönig				6					6
10990	Rotkehlchen				1			1		2
11210	Hausrotschwanz		1							1
11370	Braunkehlchen								1	1
11460	Steinschmätzer		2	1						3
11860	Ringdrossel							1		1
11870	Amsel				4	1				5
11980	Wacholderdrossel					2			1	3
12000	Singdrossel				9	2		1		12
12010	Rotdrossel				4	4				8
12069	Drossel unbestimmt					1				1
12760	Gartengrasmücke								1	1
13110	Zilpzalp				10			1		11
13120	Fitis		1							1
13129	Laubsänger unbestimmt							1		1
13140	Wintergoldhähnchen				1					1
13350	Grauschnäpper								1	1
15671	Rabenkrähe							1		1
15820	Star				18	106	257			381

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	März 2020	April 2020	Mai 2020	Summe
16360	Buchfink				3		1			4
16380	Bergfink				3					3
16540	Erlenzeisig				9					9
19999	Singvogel unbestimmt		12	27	19		6	1	1	66
<b>Summe</b>	<b>73 Arten</b>	<b>455</b>	<b>885</b>	<b>815</b>	<b>399</b>	<b>678</b>	<b>855</b>	<b>1.314</b>	<b>1.398</b>	<b>6.799</b>

### 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 2018/2019 und Tab. 3.12 für das Erfassungsjahr 2019/2020. Neben der Zugrate für jeden Beobachtungstag werden Mittelwerte für die jeweiligen Monate und beide Zugperioden dargestellt.

Die Zugintensität lag im Mittel über beide Jahre bei 22,9 Vögeln/Stunde. Dabei war die Zugrate im Erfassungsjahr 2018/2019 mit 27,6 Vögeln/Stunde höher als im Erfassungsjahr 2019/2020 mit 18,2 Vögeln/Stunde. Das Zugaufkommen war zu beiden Jahreszeiten relativ ähnlich mit etwas höheren Zugraten im Frühjahr. Sie lag 2018/2019 bei 25,6 Vögeln/Stunde im Herbst und 31,0 Vögeln/Stunde im Frühjahr; im Erfassungsjahr 2019/2020 betrug die Zugrate im Herbst 15,6 Vögel/Stunde und 22,2 Vögel/Stunde im Frühjahr. Während des Herbstzuges 2018 unterschieden sich die mittleren Zugraten zwischen den Monaten stark. So wurden im September und Oktober 2018 im Mittel 8,9 bzw. 11,2 Vögel/Stunde gesichtet, wohingegen im Juli eine Zugrate von 20,7 Vögeln/Stunde ermittelt wurde. Der August und November 2018 waren die Herbstmonate mit den höchsten Zugraten mit durchschnittlich 36,5 bzw. 38,0 Vögeln/Stunde. Im Herbst 2019 war das monatliche Zugeschehen gleichmäßiger verteilt mit durchschnittlich zwischen 15,7 Vögeln/Stunde (August) und 18,6 Vögeln (November), lediglich im Oktober wurden deutlich geringere Werte festgestellt (9,9 Vögel/Stunde).

Während des Frühjahrszuges 2019 wurden im März im Mittel 18,9 Vögel/Stunde und im Mai 21,8 Vögel/Stunde registriert. Der April wies mit 54,01 Vögeln/Stunde die höchste mittlere Zugintensität auf. Diese begründet sich vor allem durch die hohen Zugaufkommen vom 20. bis 22. April 2019. An diesen Tagen zogen insbesondere Möwen (hauptsächlich Zwergmöwen) und Seeschwalben durch das Gebiet. Auch Basstölpel und einige Limikolen wurden gesichtet, der Singvogelzug hatte einen geringen Anteil am Zugaufkommen. Der Frühjahrszug 2020 verlief ziemlich gleichmäßig verteilt, so dass die mittleren Zugraten zwischen 19,9 Vögeln/Stunde im März und 25,7 Vögeln/Stunde im April lagen.

Betrachtet man die täglichen Zugintensitäten, so sind hier an den einzelnen Erfassungstagen starke Schwankungen festzustellen. Die geringste Zugintensität beider Erfassungsjahre wurde am 05.10.2018 mit 4,2 Vögeln/Stunde registriert. Die höchste Zugintensität wurde am 20.04.2019 mit 106,1 Vögeln/Stunde beobachtet.

Tab. 3.11 Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2.

Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]	Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]
<b>Herbst 2018</b>	<b>25,6</b>	<b>Frühjahr 2019</b>	<b>31,0</b>
<b>Juli</b>	<b>20,7</b>	<b>März</b>	<b>18,9</b>
20.07.2018	22,5	20.03.2019	25,6
21.07.2018	25,4	21.03.2019	5,6
22.07.2018	26,1	24.03.2019	36,4
23.07.2018	8,8	26.03.2019	19,3
<b>August</b>	<b>36,5</b>	27.03.2019	10,4
05.08.2018	61,1	28.03.2019	25,3
06.08.2018	29,1	29.03.2019	24,7
07.08.2018	44,0	30.03.2019	4,0
20.08.2018	39,9	<b>April</b>	<b>54,0</b>
21.08.2018	46,8	05.04.2019	32,7
22.08.2018	23,6	06.04.2019	19,1
23.08.2018	111,1	08.04.2019	30,4
<b>September</b>	<b>8,9</b>	09.04.2019	29,2
06.09.2018	13,2	20.04.2019	102,8
07.09.2018	11,0	21.04.2019	86,3
08.09.2018	11,9	22.04.2019	77,4
17.09.2018	8,2	<b>Mai</b>	<b>21,8</b>
18.09.2018	7,0	06.05.2019	26,1
19.09.2018	5,5	07.05.2019	20,9
20.09.2018	5,3	08.05.2019	22,8
30.09.2018	9,0	09.05.2019	24,5
<b>Oktober</b>	<b>11,2</b>	21.05.2019	7,3
01.10.2018	19,2	22.05.2019	34,9
04.10.2018	11,8	23.05.2019	16,2
05.10.2018	2,9		
07.10.2018	14,1		
08.10.2018	7,8		
<b>November</b>	<b>38,0</b>		
01.11.2018	49,5		
02.11.2018	54,0		
03.11.2018	38,1		
04.11.2018	17,8		

Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]		Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]
11.11.2018	33,6			
12.11.2018	24,8			
13.11.2018	83,8			
16.11.2018	49,3			
17.11.2018	41,5			
25.11.2018	18,6			
26.11.2018	12,2			
27.11.2018	33,0			
<b>Gesamt 2018/2019</b>			<b>27,6 Vögel/Stunde</b>	

Tab. 3.12 Durchschnittliche Zugintensitäten aller Arten je Tag nach Sichtbeobachtungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2.

Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]		Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]
<b>Herbst 2019</b>	<b>15,6</b>		<b>Frühjahr 2020</b>	<b>22,2</b>
<b>Juli</b>	<b>17,1</b>		<b>März</b>	<b>19,9</b>
21.07.2019	19,3		11.03.2020	13,4
22.07.2019	22,5		14.03.2020	18,2
23.07.2019	9,6		15.03.2020	18,1
<b>August</b>	<b>15,7</b>		16.03.2020	12,8
04.08.2019	25,4		22.03.2020	9,2
05.08.2019	16,7		23.03.2020	23,4
06.08.2019	17,4		24.03.2020	34,9
07.08.2019	8,8		25.03.2020	29,0
22.08.2019	13,8		<b>April</b>	<b>25,7</b>
23.08.2019	15,2		04.04.2020	21,4
24.08.2019	11,4		05.04.2020	39,3
25.08.2019	17,1		06.04.2020	23,0
<b>September</b>	<b>16,4</b>		09.04.2020	15,2
03.09.2019	25,1		10.04.2020	23,7
04.09.2019	22,3		11.04.2020	31,9
06.09.2019	16,8		12.04.2020	25,6
07.09.2019	21,4		<b>Mai</b>	<b>21,4</b>
19.09.2019	7,4		02.05.2020	13,8
20.09.2019	8,3		05.05.2020	26,2
21.09.2019	13,8		06.05.2020	16,5

Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]		Datum	Zugrate [Vögel/Stunde]
<b>Oktober</b>	<b>9,9</b>		07.05.2020	24,5
06.10.2019	8,5		25.05.2020	28,6
07.10.2019	4,6		26.05.2020	31,7
08.10.2019	8,8		27.05.2020	21,9
09.10.2019	6,7		28.05.2020	8,0
20.10.2019	16,0			
21.10.2019	16,0			
22.10.2019	8,7			
<b>November</b>	<b>18,6</b>			
01.11.2019	20,5			
02.11.2019	10,0			
03.11.2019	13,6			
07.11.2019	35,8			
08.11.2019	32,2			
18.11.2019	9,3			
19.11.2019	18,0			
20.11.2019	16,2			
21.11.2019	11,8			
<b>Gesamt 2019/2020</b>			<b>18,2 Vögel/Stunde</b>	

### 3.2.3 Tageszeitliche Varianz

Die tageszeitliche Verteilung der Zugintensitäten pro Monat nach Sichtbeobachtungen ist in Abb. 3.13 für das Erfassungsjahr 2018/2019 und in Abb. 3.14 für das Erfassungsjahr 2019/2020 dargestellt. Vogelbewegungen fanden während der gesamten Hellphase statt. In den meisten Monaten war ein verstärkter Vogelzug in den Morgenstunden zu erkennen. In der Mittagszeit und am frühen Nachmittag wurden meist weniger Vögel registriert, während die Flugbewegungen am frühen Abend in manchen Monaten wieder zunahmten. Dieses Muster lässt sich besonders gut im August 2018 und im April 2019 erkennen. Weniger deutlich ist das Morgen- und Abendmaximum im Juli und Mai 2019 ausgeprägt. Im November 2018 und März 2019 ist zwar das Maximum am Morgen vorhanden, ein Anstieg der Zugraten am Abend blieb jedoch weitgehend aus. Im September und Oktober 2018 waren die Zugraten insgesamt recht gering und verteilten sich gleichmäßiger über den Tag, so dass auch das Maximum am Morgen nicht deutlich zu erkennen ist.

Das tageszeitliche Muster ist in Grundzügen auch im Erfassungsjahr 2019/2020 erkennbar, jedoch verlief das Zuggeschehen insgesamt gleichmäßiger über den Tag verteilt. Der leichte Anstieg der Zugraten am Abend blieb in den meisten Monaten aus. Das morgendliche Aktivitätsmaximum ist in den Monaten August und September 2019 sowie März und April 2020 zu erkennen. In den anderen



Monaten war das Zuggeschehen relativ konstant über den Tag verteilt. Im November 2019 wurden leicht geringere Zugraten am Morgen und Abend registriert.

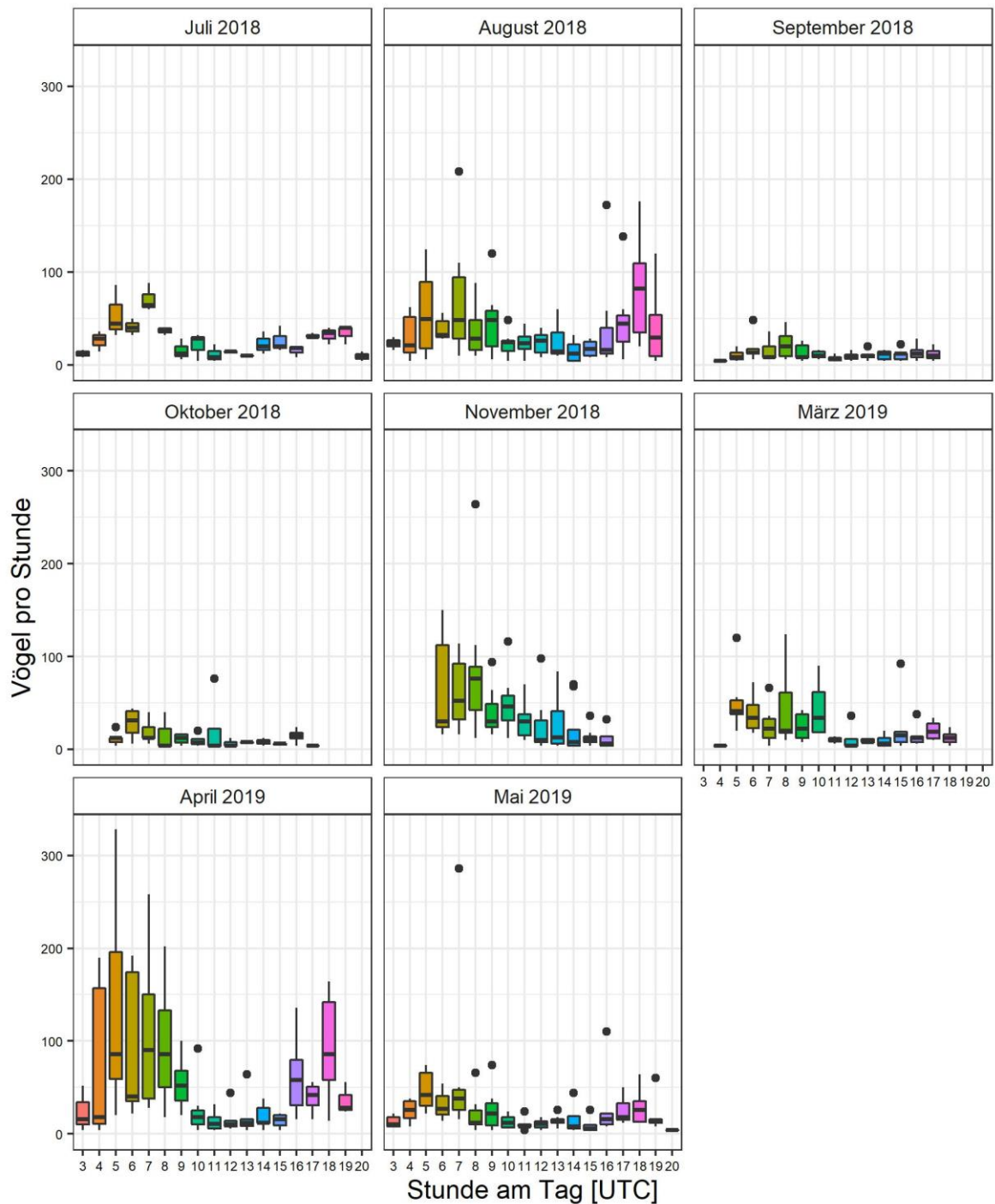


Abb. 3.13 Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2. Darstellung als Box-Whisker-Plots: schwarze waagrechte Linie in der Mitte der Boxen = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten bis zur 1,5-fachen Größe des 1. Quartils, Punkte stellen Ausreißer dar. Farben dienen der besseren Lesbarkeit.

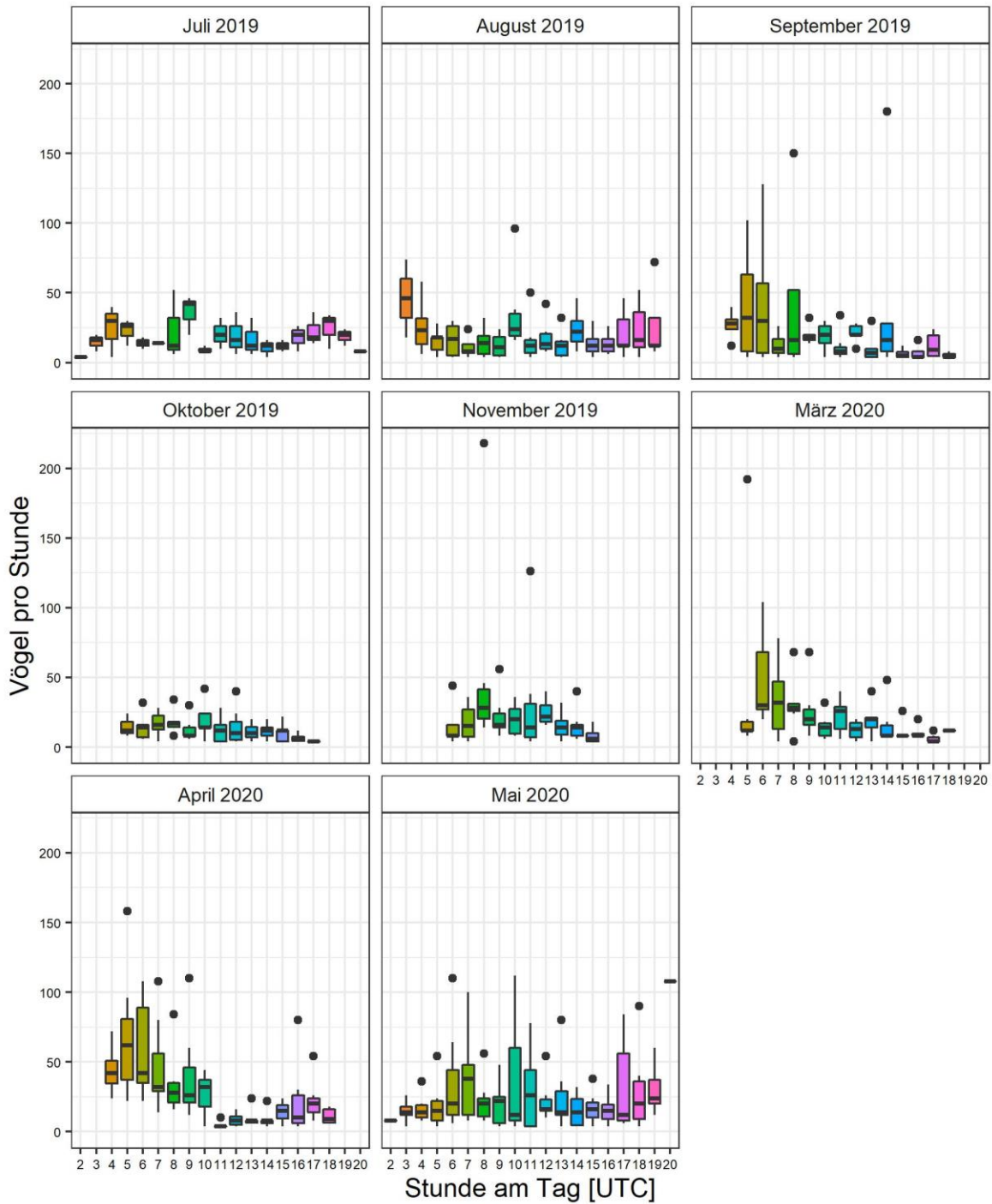


Abb. 3.14 Anzahl an gesichteten Vögeln aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Sichtbeobachtungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2. Darstellung als Box-Whisker-Plot: schwarze Linie = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten bis zur 1,5-fachen Größe des 1. Quartils, Punkte stellen Ausreißer dar. Farben dienen der besseren Lesbarkeit.

### 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 77 % im Herbst 2019 und 89 % im Frühjahr 2019.

Dabei war der Anteil sehr tief fliegender Vögel ( $\leq 5$  m) im Frühjahr 2019 mit 51 % (Abb. 3.16) bzw. im Frühjahr 2020 mit 52 % (Abb. 3.18) größer als im Herbst 2018 und 2019 mit jeweils 38 % (Abb. 3.15, Abb. 3.17). Im Herbst wurden prozentual alle Höhenschichten bis 200 m stärker genutzt als im Frühjahr. Tageszeitlich wurden abends prozentual weniger Vögel tief fliegend beobachtet als zu den anderen Tageszeiten. So lag der Anteil abends sehr tief fliegender Vögel im Herbst bei 28 % (2018) bzw. 34 % (2019), im Frühjahr bei 46 % (2019) bzw. 38 % (2020).

In den Anhangsabbildungen Abb. A. 1 bis Abb. A. 16 wird die Verteilung der aus den Sichterfassungen ermittelten Flughöhen pro Monat graphisch dargestellt. Hierbei schwanken die Höhenverteilungen etwas zwischen den Monaten, es ergeben sich jedoch keine systematischen Unterschiede zu der saisonalen Betrachtung. In allen Monaten außer Juli und August 2018 wurden für den überwiegenden Anteil der Individuen Flughöhen von  $\leq 5$  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 2019 sowie Oktober 2018 und 2019 und auch hier nur zu sehr geringen Anteilen vorkamen.

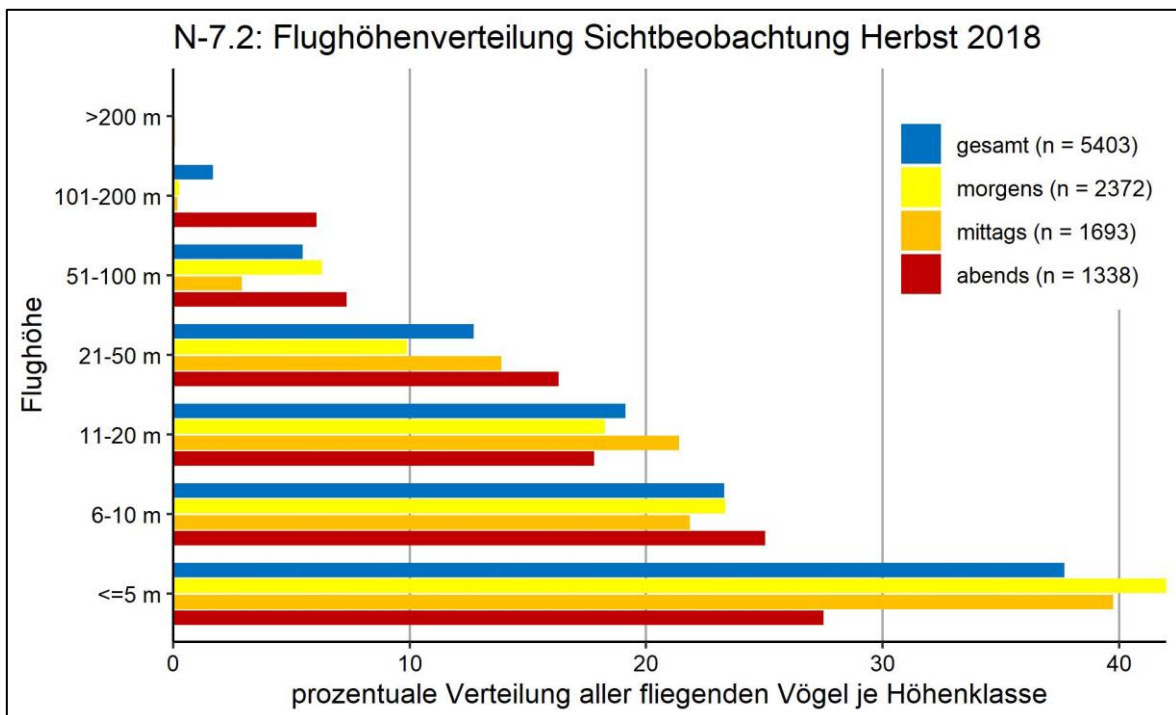


Abb. 3.15 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2018 für die Fläche N-7.2.

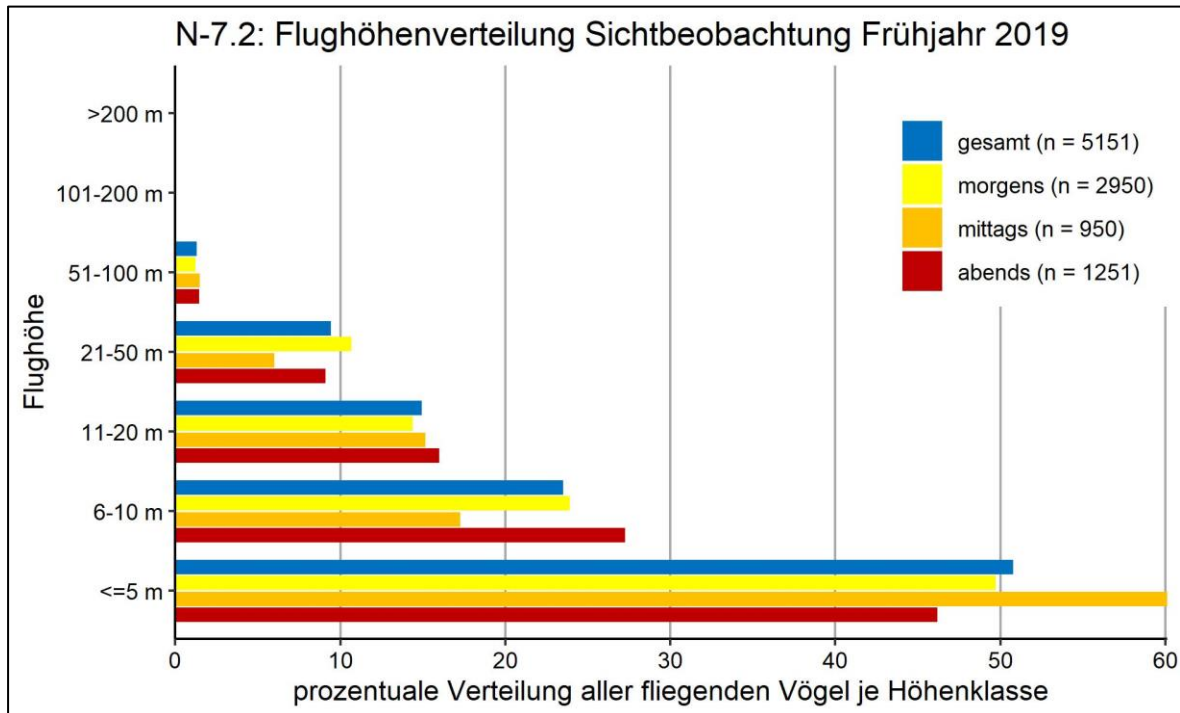


Abb. 3.16 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-7.2.

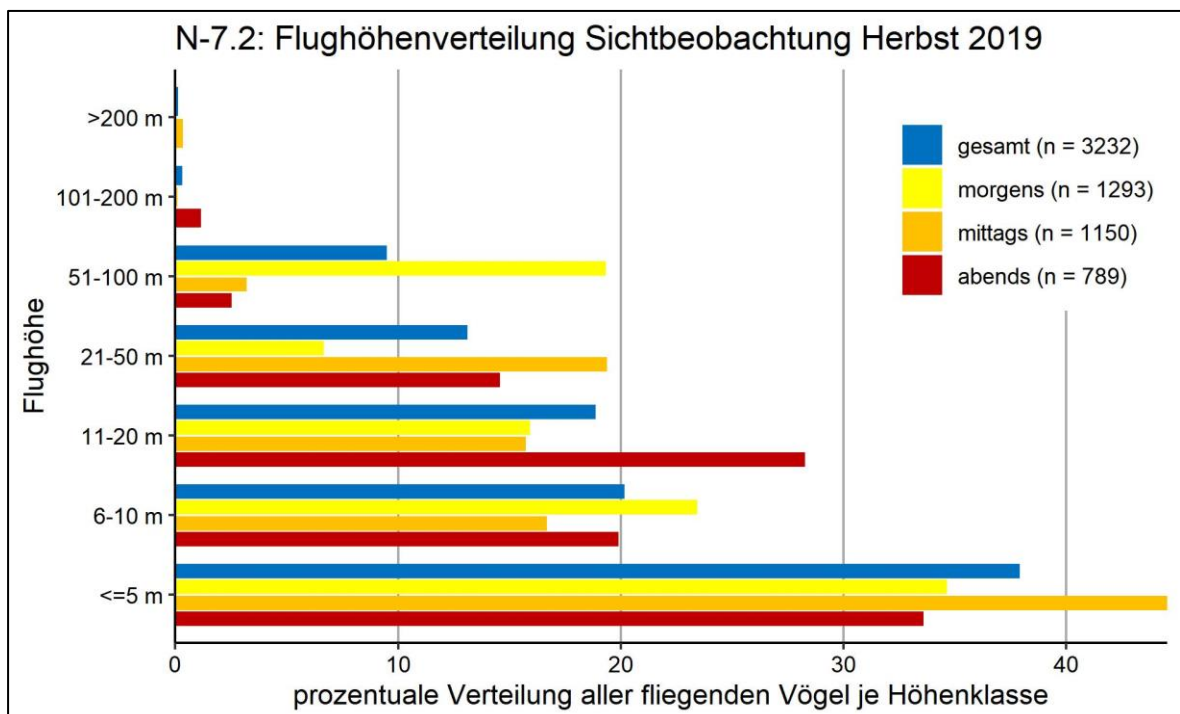


Abb. 3.17 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-7.2.

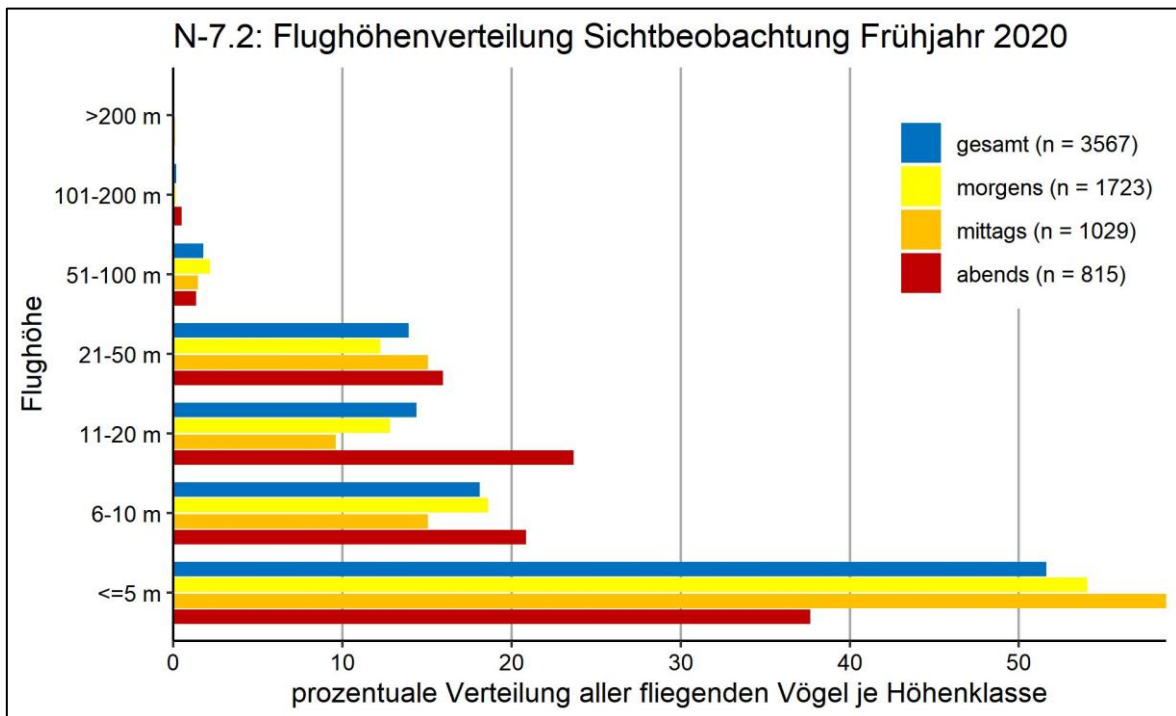


Abb. 3.18 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-7.2.

### 3.2.5 Flugrichtung

Die Flugrichtungsverteilungen in den Erfassungsjahren 2018/2019 und 2019/2020 ähnelten sich stark (Abb. 3.19 bis Abb. 3.22). In beiden Jahren dominierten im Frühjahr vorwiegend nordöstliche und östliche Flugrichtungen (Abb. 3.20, Abb. 3.22), im Herbst südwestliche Zugrichtungen (Abb. 3.19, Abb. 3.21). Die tageszeitliche Verteilung der Flugrichtungen variierte sowohl im Herbst als auch im Frühjahr nur geringfügig, lediglich das Zugaufkommen nahm im Tagesverlauf ab.

In den Anhangsabbildungen Abb. A. 17 bis Abb. A. 32 wird die Verteilung der aus den Sichterfassungen 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.

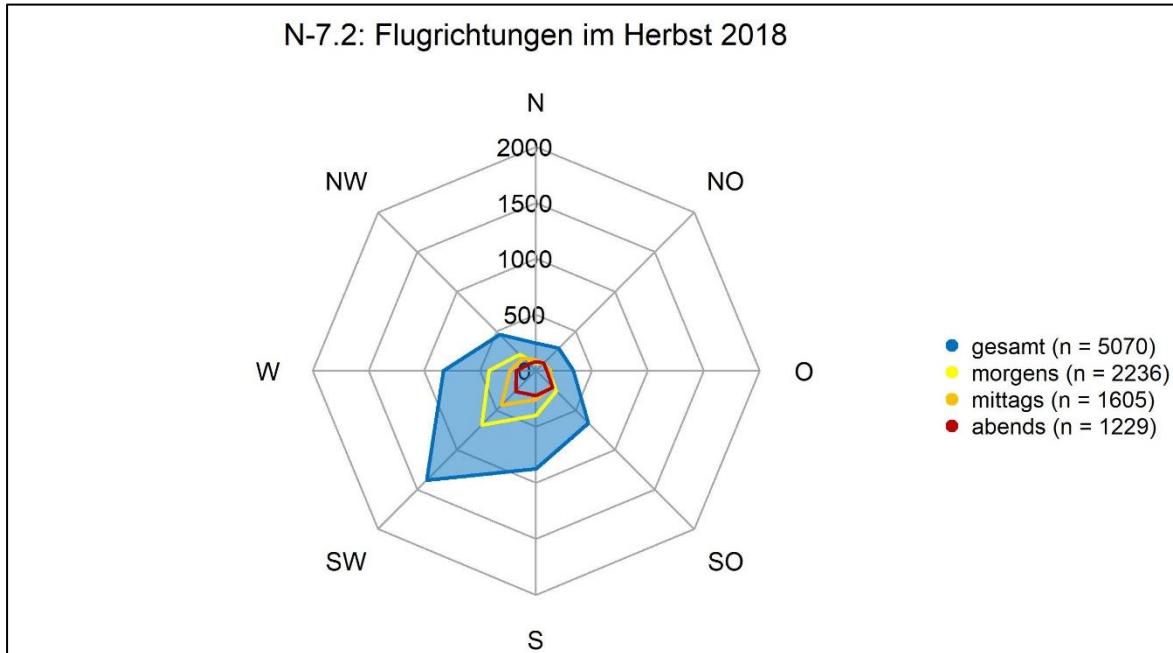


Abb. 3.19 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2018 für die Fläche N-7.2.

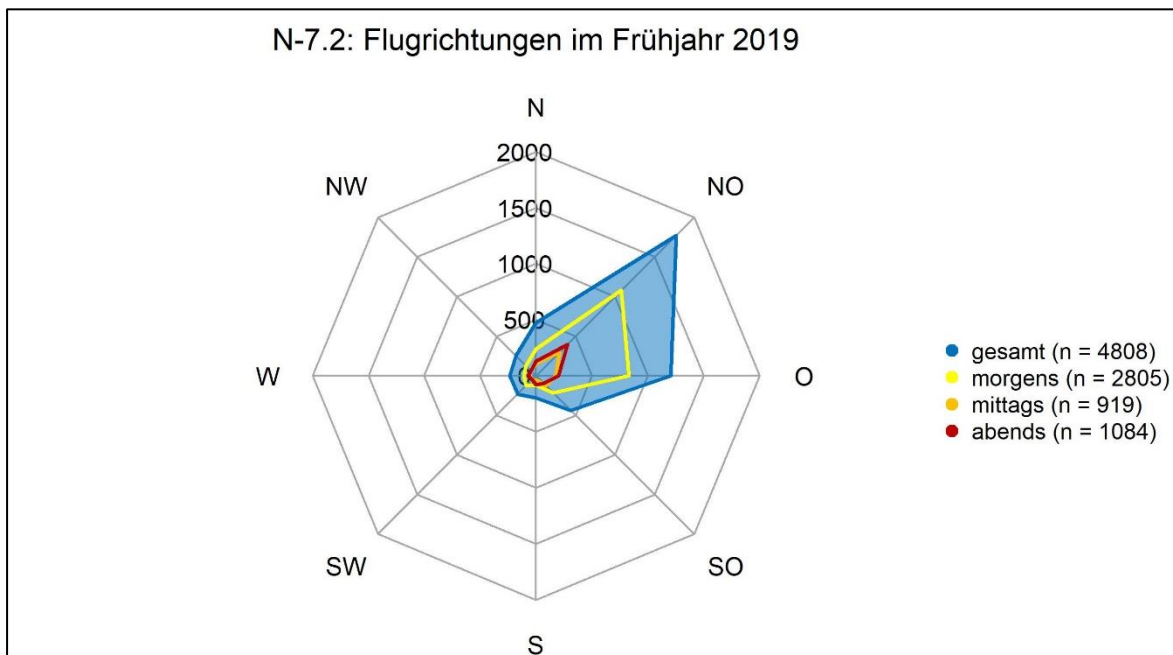


Abb. 3.20 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2019 für die Fläche N-7.2.

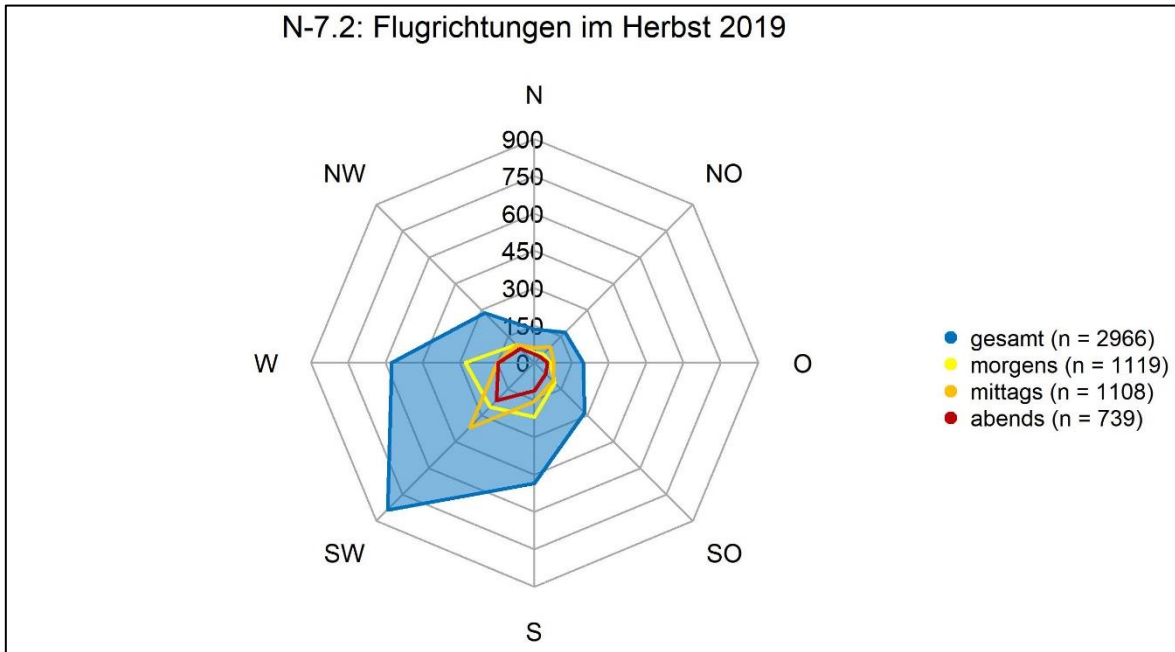


Abb. 3.21 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Herbst 2019 für die Fläche N-7.2.

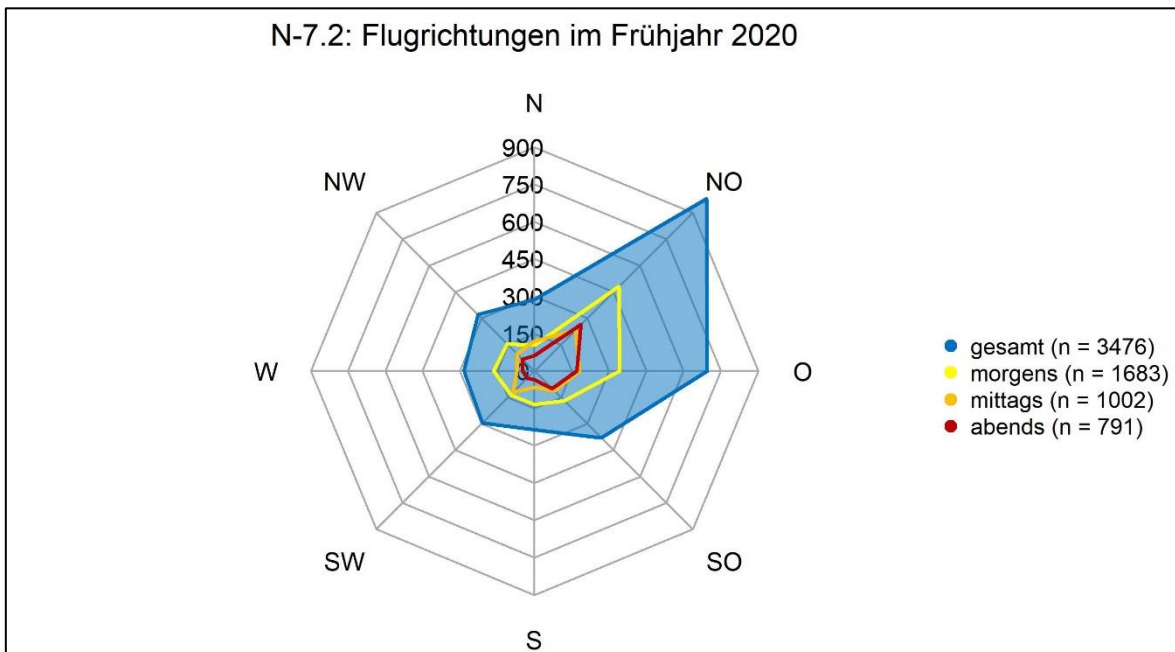


Abb. 3.22 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr 2020 für die Fläche N-7.2.

### 3.3 Zugruferfassung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der nächtlichen Zugruferfassung für den Erfassungszeitraum vom Herbst 2018 bis Frühjahr 2020 dargestellt.

#### 3.3.1 Artenspektrum und Dominanz

Im ersten Untersuchungsjahr von Juli 2018 bis Mai 2019 wurden für die Fläche von N-7.2 insgesamt 12.282 Rufe registriert (Tab. 3.13). Im zweiten Untersuchungsjahr waren es im gleichen Zeitraum mit 3.474 Rufen (Tab. 3.14) deutlich weniger als im ersten Untersuchungsjahr. Dabei wurden Zugrufe fast ausschließlich in den Herbstmonaten mit Anteilen von 98 % (Herbst 2018) bzw. 97 % (Herbst 2019) festgestellt (Herbst 2018: 12.043 Rufe und Herbst 2019: 3.383; Frühjahr 2019: 239 Rufe und Frühjahr 2020: 91 Rufe).

Die Singvögel stellen die Artengruppe mit dem meisten registrierten Rufen dar (Abb. 3.23). Ihr Anteil war im Herbst (2018: 98 % und 2019: 96 %) höher als im Frühjahr (2019: 79 % und 2020: 70 %). Insgesamt wurden im Herbst 2018 11.835 bzw. im Herbst 2019 3.254 Singvogelrufe gegenüber 190 Rufen im Frühjahr 2019 bzw. 64 Rufen im Frühjahr 2020 registriert.

Die Watvögel und die Möwen stellen die Artengruppen dar, die mit 208 bzw. 115 Rufen am zweit- und dritthäufigsten gehört wurden. Dabei waren im Untersuchungsjahr 2018/2019 die Möwen geringfügig häufiger als Watvögel (103 Rufe bzw. 83 Rufe). Im zweiten Untersuchungsjahr wurden mehr Watvogelrufe registriert als Möwenrufe (125 Rufe bzw. 12 Rufe). Obwohl Möwen ebenso wie auch Watvögel im Herbst häufiger gehört wurden als im Frühjahr, lag deren relativer Anteil im Frühjahr höher als im Herbst. Dies liegt daran, dass die Anzahl im Frühjahr registrierter Rufe insgesamt deutlich geringer war.

Seeschwalben wurden sowohl im Herbst 2018 als auch im Herbst 2019 mit Anteilen von 0,5 % im Untersuchungsgebiet festgestellt.

Unter dem Sammelbegriff „Sonstige“ sind Rufe aus den Taxa zusammengefasst, die je Untersuchungsperiode weniger als 0,5 % aller registrierten Rufe ausmachten. Dies waren in der Regel Schreitvögel, Enten und Eulen.



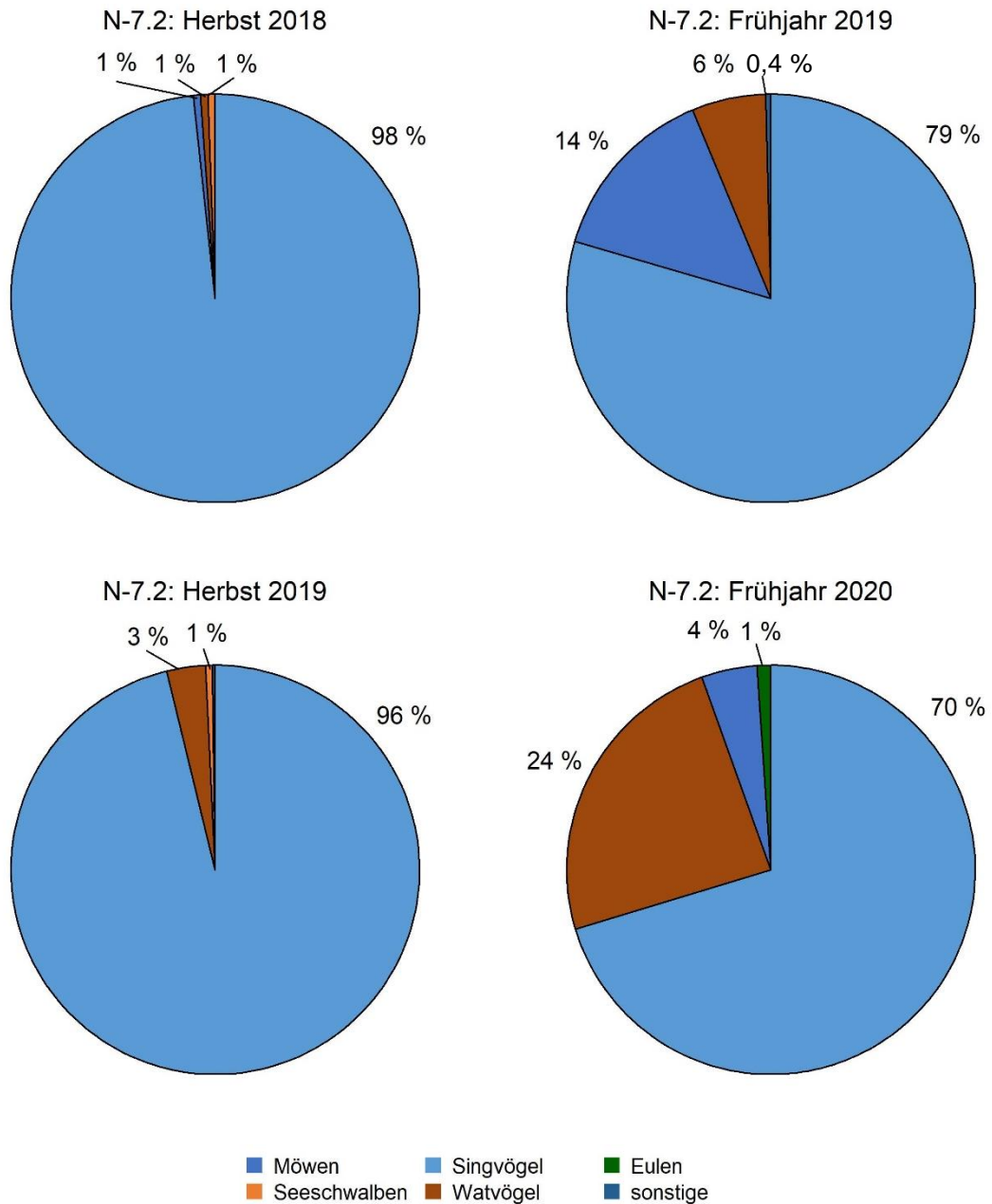


Abb. 3.23 Prozentuale Artenzusammensetzung der 2018/2019 sowie 2019/2020 nach Ruferfassungen für die Fläche N-7.2 registrierten Rufe (Herbst 2018, n = 12.043 Rufe; Frühjahr 2019, n = 239 Rufe; Herbst 2019, n = 3.383; Frühjahr 2020, n = 91 Rufe).

Insgesamt wurden im Erfassungszeitraum Rufe von 36 Vogelarten registriert (Tab. 3.13 und Tab. 3.14), davon 34 Vogelarten 2018/2019 und 21 Vogelarten 2019/2020. Hierbei sind unbestimmte Vögel und Sammeltaxa nicht berücksichtigt.

Tab. 3.13 Liste der nach Ruferfassungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2018	August 2018	September 2018	Oktober 2018	November 2018	März 2019	April 2019	Mai 2019	Summe
1220	Graureiher	0	0	3	0	0	0	0	0	3
2130	Trauerente	0	0	0	0	0	1	0	0	1
4500	Austernfischer	0	0	0	0	9	0	0	0	9
4700	Sandregenpfeifer	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4960	Knutt	0	0	0	0	3	0	0	0	3
5120	Alpenstrandläufer	0	3	3	5	0	0	0	0	11
5190	Bekassine	0	0	4	0	9	0	0	0	13
5380	Regenbrachvogel	0	1	0	0	0	0	0	3	4
5450	Dunkler Wasserläufer	0	0	10	0	0	0	0	0	10
5460	Rotschenkel	0	0	1	0	0	3	0	0	4
5480	Grünschenkel	0	0	3	0	0	0	0	6	9
5530	Waldwasserläufer	0	0	7	0	0	0	0	0	7
5560	Flussuferläufer	0	5	4	0	0	0	1	1	11
5820	Lachmöwe	0	0	0	0	60	20	0	0	80
5900	Sturmmöwe	0	0	0	0	0	7	0	0	7
5910	Heringsmöwe	0	4	0	5	0	3	0	0	12
6005	Großmöwe unbestimmt	0	0	0	0	0	2	0	0	2
6020	Dreizehenmöwe	0	0	0	0	0	2	0	0	2
6150	Flusseeschwalbe	0	4	58	0	0	0	0	0	62
6160	Küstenseeschwalbe	0	4	0	0	0	0	0	0	4
7680	Sumpfohreule	0	0	0	0	1	0	0	0	1
9760	Feldlerche	0	0	0	0	108	2	0	0	110
9780	Ohrenlerche	0	0	0	0	0	1	0	0	1
10110	Wiesenpieper	0	0	5	0	0	0	0	0	5
10660	Zaunkönig	0	0	0	0	2	0	0	0	2
10990	Rotkehlchen	0	0	0	21	180	1	26	0	228
11870	Amsel	0	0	0	15	2.037	45	0	0	2.097
11980	Wacholderdrossel	0	0	0	5	526	2	0	0	533
12000	Singdrossel	0	0	0	51	453	8	3	0	515
12010	Rotdrossel	0	0	0	169	8.212	73	2	0	8.456
12020	Misteldrossel	0	0	0	3	4	0	0	0	7

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2018	August 2018	September 2018	Oktober 2018	November 2018	März 2019	April 2019	Mai 2019	Summe
12069	Drossel unbestimmt	0	0	0	0	1	0	0	0	1
13140	Wintergoldhähnchen	0	0	0	0	0	0	17	0	17
15820	Star	0	0	0	0	43	0	0	0	43
16360	Buchfink	0	0	0	0	0	1	0	0	1
18500	Schneeammer	0	0	0	0	0	8	0	0	8
19999	Singvogel unbestimmt	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>Summe</b>	<b>34 Arten</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>98</b>	<b>274</b>	<b>11.650</b>	<b>180</b>	<b>49</b>	<b>40</b>	<b>12.282</b>

Tab. 3.14 Liste der nach Ruferfassungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2 registrierten Vogelarten mit Angabe der Rufanzahl pro Monat.

Euringcode	Art/Taxon	Juli 2019	August 2019	September 2019	Oktober 2019	November 2019	März 2020	April 2020	Mai 2020	Summe
4700	Sandregenpfeifer	0	0	0	0	0	0	4	0	4
4850	Goldregenpfeifer	0	4	0	0	0	3	0	0	7
4960	Knutt	0	6	0	0	0	0	0	0	6
5120	Alpenstrandläufer	0	1	0	31	0	0	2	0	34
5190	Bekassine	0	0	0	13	0	0	0	0	13
5380	Regenbrachvogel	0	0	0	0	0	0	8	0	8
5410	Großer Brachvogel	0	0	0	37	0	0	0	0	37
5530	Waldwasserläufer	0	0	8	3	0	0	0	0	11
5560	Flussuferläufer	0	0	0	0	0	0	0	5	5
5820	Lachmöwe	0	0	0	8	0	3	0	0	11
5900	Sturmmöwe	0	0	0	0	0	0	1	0	1
6150	Flusseeschwalbe	0	0	0	4	0	0	0	0	4
6160	Küstenseeschwalbe	0	2	0	0	0	0	0	0	2
6169	Fluss-/Küstenseeschwalbe	0	0	12	0	0	0	0	0	12
7675	Wald-/Sumpfohreule	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9760	Feldlerche	0	0	0	1	0	0	0	0	1
10110	Wiesenpieper	0	0	0	1	0	0	0	0	1
10990	Rotkehlchen	0	0	3	228	0	0	0	0	231
11870	Amsel	0	0	0	67	33	1	0	0	101
11980	Wacholderdrossel	0	0	0	50	24	0	7	0	81
12000	Singdrossel	0	0	0	1.236	8	0	0	0	1.244
12010	Rotdrossel	0	0	0	1.330	271	27	29	0	1.657
12020	Misteldrossel	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<b>Summe</b>	<b>21 Arten</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>3.011</b>	<b>336</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>6</b>	<b>3.474</b>

### 3.3.2 Rufintensität

Eine Übersicht über die durchschnittlichen Rufintensitäten (Rufe/Stunde) in den einzelnen Erfassungsnächten für das Untersuchungsgebiet N-7.2 geben Tab. 3.15 für das Erfassungsjahr 2018/2019 und Tab. 3.16 für das Erfassungsjahr 2019/2020. Neben der Rufrate für jede Beobachtungsnacht werden auch Mittelwerte für jeden Monat und beide Zugperioden berechnet.

Die Rufintensität während der Dunkelphase lag im Mittel über beide Jahre bei 21,5 Rufen/Stunde. Dabei war die Rufrate im Erfassungsjahr 2018/2019 mit 32,6 Rufen/Stunde höher als im Erfassungsjahr 2019/2020 mit 10,4 Rufen/Stunde. In beiden Jahren wurden im Herbst im Mittel deutlich mehr Rufe registriert als im Frühjahr: Der Mittelwert lag im Herbst 2018 bei 50,7 Rufen/Stunde und im Herbst 2019 bei 16,1 Rufen/Stunde, während er im Frühjahr 2019 2,3 Rufe/Stunde und im Frühjahr 2020 lediglich 0,9 Rufe/Stunde betrug.

Während im November 2018 mit 151,4 Rufen/Stunde der höchste monatliche Mittelwert des Untersuchungszeitraumes festgestellt wurde, lag der Wert im November 2019 bei 5,8 Rufen/Stunde. Der zweithöchste Wert wurde mit 66,7 Rufen/Stunde im Oktober 2019 erreicht, gefolgt von 15,4 Rufen/Stunde im Oktober 2018. Die monatlichen Mittelwerte in den Frühjahren 2018 und 2019 lagen zwischen 0,3 und 5,0 Rufen/Stunde.

Auch zwischen den einzelnen Erfassungsnächten wurden starke Schwankungen der Zugintensitäten festgestellt. So wurde z. B. die höchste Rufintensität im Herbst 2018 mit 1.635 Rufen/Stunde in der Nacht vom 15./16.11.2018 registriert (die Ergebnisse der Vertikalradarerfassung dieser Nacht spiegeln die hohen Rufraten jedoch nicht wider, vgl. Kapitel 3.1.1.1). In dieser Nacht wurden überwiegend Drosselrufe, insbesondere von Rotdrossel und Amsel, festgestellt. Der zweithöchste Wert lag mit 33,5 Rufen/Stunde in der Nacht vom 07./08.10.2018 nur geringfügig über dem Mittelwert des ersten Erfassungsjahres (32,6 Rufe/Stunde) und verdeutlicht, wie stark die hohe Rufrate in der Massenzugnacht im November 2018 den Mittelwert über alle Nächte der Saison bzw. des Erfassungsjahres 2018/2019 beeinflusst. Die höchste Rufrate im Herbst 2019 lag am 05./06. Oktober bei 240,4 Rufen/Stunde. In dieser Nacht wurden besonders häufig Rufe der Singdrossel registriert. Hingegen wurde in 13 Nächten im Herbst 2018 und 17 Nächten im Herbst 2019 keine Rufe registriert.

Im Frühjahr 2019 wurde die höchste Rufintensität mit 18,1 Rufen/Stunde in der Nacht vom 19./20.03.2019 registriert. In dieser Nacht wurde ein breites Artenspektrum mit zwölf Arten festgestellt, die häufigsten Arten waren Rotdrossel und Amsel. Im Frühjahr 2020 lag die höchste Rufaktivität am 06./07. April bei 4,8 Rufen/Stunde. In dieser Nacht wurden Rot- und Wacholderdrosseln registriert. In acht Nächten im Frühjahr 2019 und elf Nächten im Frühjahr 2020 wurde keine Rufe erfasst.

Tab. 3.15 Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2.

Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]	Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]
<b>Herbst 2018</b>	<b>50,7</b>	<b>Frühjahr 2019</b>	<b>2,3</b>
<b>Juli</b>	<b>0</b>	<b>März</b>	<b>5,0</b>
20./21.07.2018	0	19./20.03.2019	18,1
21./22.07.2018	0	20./21.03.2019	5,0
22./23.07.2018	0	23./24.03.2019	1,7
<b>August</b>	<b>0,9</b>	26./27.03.2019	0,4
04./05.08.2018	1,5	27./28.03.2019	0,2
05./06.08.2018	0	28./29.03.2019	6,6
06./07.08.2018	0	29./30.03.2019	2,8
19./20.08.2018	0	<b>April</b>	<b>1,5</b>
20./21.08.2018	0,3	05./06.04.2019	4,8
21./22.08.2018	1,9	06./07.04.2019	2,9
22./23.08.2018	0,7	07./08.04.2019	0
23./24.08.2018	3,2	08./09.04.2019	0
<b>September</b>	<b>3,2</b>	20./21.04.2019	1,8
05./06.09.2018	23,7	21./22.04.2019	0
06./07.09.2018	1,3	22./23.04.2019	1,3
07./08.09.2018	0,6	<b>Mai</b>	<b>0,4</b>
08./09.09.2018	0	06./07.05.2019	0,3
17./18.09.2018	0	07./08.05.2019	2,6
18./19.09.2018	0	08./09.05.2019	0
19./20.09.2018	0	09./10.05.2019	0
30.09./01.10.2018	0	21./22.05.2019	0
<b>Oktober</b>	<b>15,4</b>	22./23.05.2019	0
04./05.10.2018	1,2	23./24.05.2019	0
05./06.10.2018	14,6		
06./07.10.2018	27,4		
07./08.10.2018	33,5		
08./09.10.2018	0,3		
<b>November</b>	<b>151,4</b>		
01./02.11.2018	2,7		
02./03.11.2018	0,7		
03./04.11.2018	1,9		
04./05.11.2018	9,4		



Datum	Rufrate [Rufe/Stunde]	Datum	Rufrate [Rufe/Stunde]
11./12.11.2018	1,4		
12./13.11.2018	0		
15./16.11.2018	1.635,1		
16./17.11.2018	11,6		
17./18.11.2018	0		
25./26.11.2018	1,5		
26./27.11.2018	1,2		
<b>Gesamt 2018/2019</b>		<b>32,6 Rufe/Stunde</b>	

Tab. 3.16 Durchschnittliche Rufintensitäten aller Arten je Nacht nach Ruferfassungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2.

Datum	Rufrate [Rufe/Stunde]	Datum	Rufrate [Rufe/Stunde]
<b>Herbst 2019</b>	<b>16,1</b>	<b>Frühjahr 2020</b>	<b>0,9</b>
<b>Juli</b>	<b>0,0</b>	<b>März</b>	<b>1,0</b>
20./21.07.2019	0	10./11.03.2020	0,5
21./22.07.2019	0	11./12.03.2020	0
22./23.07.2019	0	13./14.03.2020	0
23./24.07.2019	0	14./15.03.2020	0,7
<b>August</b>	<b>0,4</b>	15./16.03.2020	4,5
03./04.08.2019	0,3	22./23.03.2020	0
04./05.08.2019	1,8	23./24.03.2020	0,6
05./06.08.2019	0	24./25.03.2020	0
06./07.08.2019	0	<b>April</b>	<b>1,6</b>
07./08.08.2019	0	04./05.04.2020	0
22./23.08.2019	0	05./06.04.2020	0,2
23./24.08.2019	0,5	06./07.04.2020	4,8
24./25.08.2019	0,9	08./09.04.2020	0,9
<b>September</b>	<b>0,6</b>	09./10.04.2020	0
02./03.09.2019	0,4	10./11.04.2020	0,4
03./04.09.2019	2,7	11./12.04.2020	4,7
06./07.09.2019	0	<b>Mai</b>	<b>0,3</b>
07./08.09.2019	1,7	02./03.05.2020	0,3
18./19.09.2019	0	04./05.05.2020	0
19./20.09.2019	0	05./06.05.2020	0
20./21.09.2019	0,2	06./07.05.2020	0

Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]		Datum	Ruftrate [Rufe/Stunde]
21./22.09.2019	0		25./26.05.2020	0
<b>Oktober</b>	<b>66,7</b>		26./27.05.2020	1,7
05./06.10.2019	240,4		27./28.05.2020	0
06./07.10.2019	27,1			
07./08.10.2019	34,5			
08./09.10.2019	0			
09./10.10.2019	0			
20./21.10.2019	109,0			
21./22.10.2019	122,4			
22./23.10.2019	0			
<b>November</b>	<b>5,8</b>			
01./02.11.2019	5,1			
02./03.11.2019	0			
06./07.11.2019	9,3			
07./08.11.2019	12,9			
08./09.11.2019	0			
18./19.11.2019	0			
19./20.11.2019	3,2			
20./21.11.2019	18,3			
21./22.11.2019	3,2			
<b>Gesamt 2019/2020</b>			<b>10,4 Rufe/Stunde</b>	

### 3.3.3 Tageszeitliche Varianz

Die Verteilung der Rufe im Nachtverlauf der einzelnen Erfassungsmonate ist in Abb. 3.24 für das Erfassungsjahr 2018/2019 und in Abb. 3.25 für das Erfassungsjahr 2019/2020 dargestellt. Rufe wurden während der gesamten Dunkelphase erfasst, wobei eine erhöhte Rufaktivität besonders in der zweiten Nachthälfte vorlag. Im Einzelfall konnten hohe Rufaktivitäten jedoch auch früher einsetzen, so dass am 15.11.2018 (Nacht mit der höchsten Ruftrate im Erfassungsjahr 2018/2019) bereits um 21 Uhr 1.105 Rufe/Stunde registriert wurden. Auch im Oktober 2019, in dem mehrere Zugnächte mit über 100 Rufen/Stunde vorlagen, zeigte sich bereits in der ersten Nachthälfte eine hohe Rufaktivität.



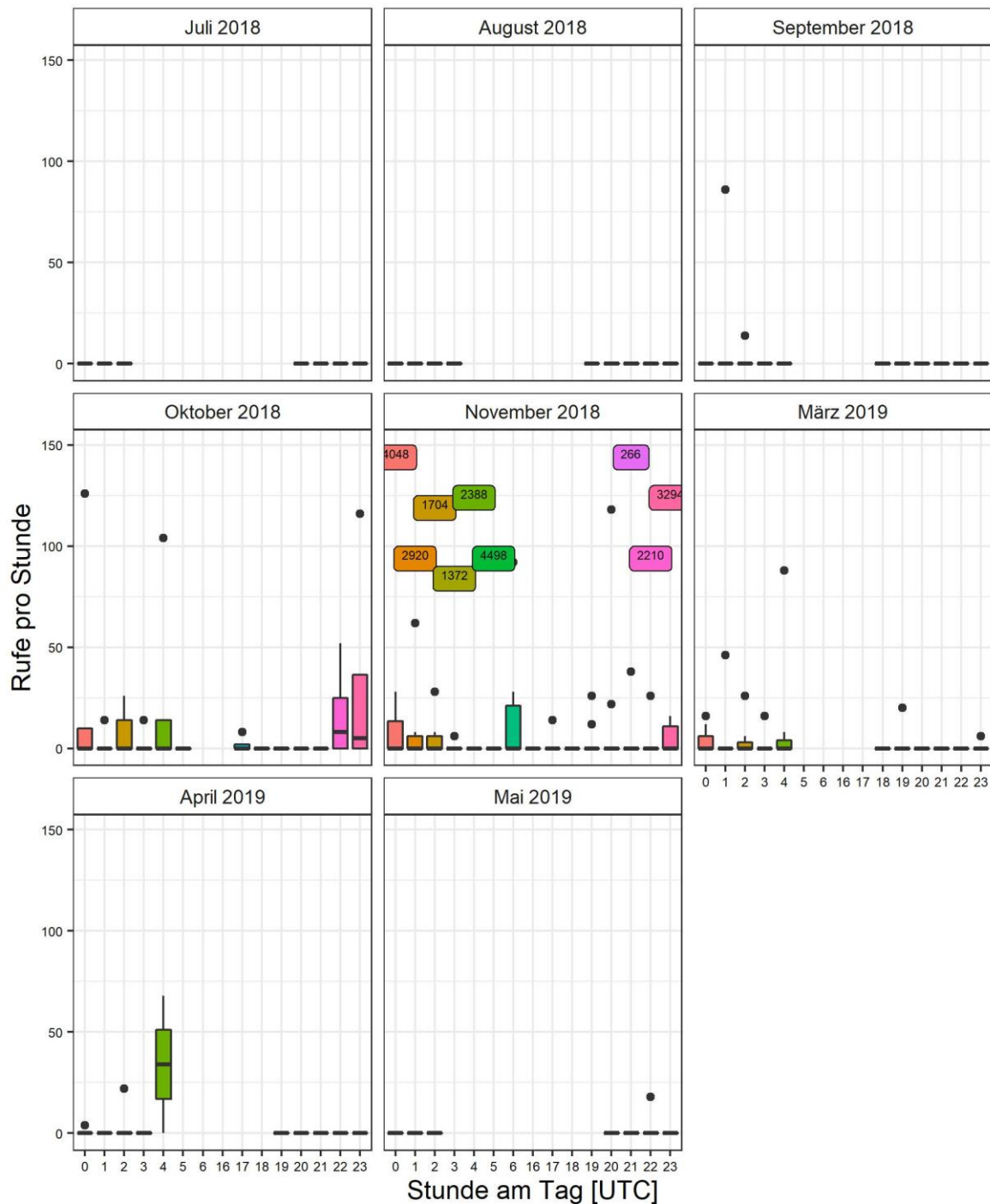


Abb. 3.24 Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Rufe-erfassungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2. Darstellung als Box-Whisker-Plot: schwarze waag- rechte Linie = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten 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 außer- halb des y-Achsenbereiches liegen.

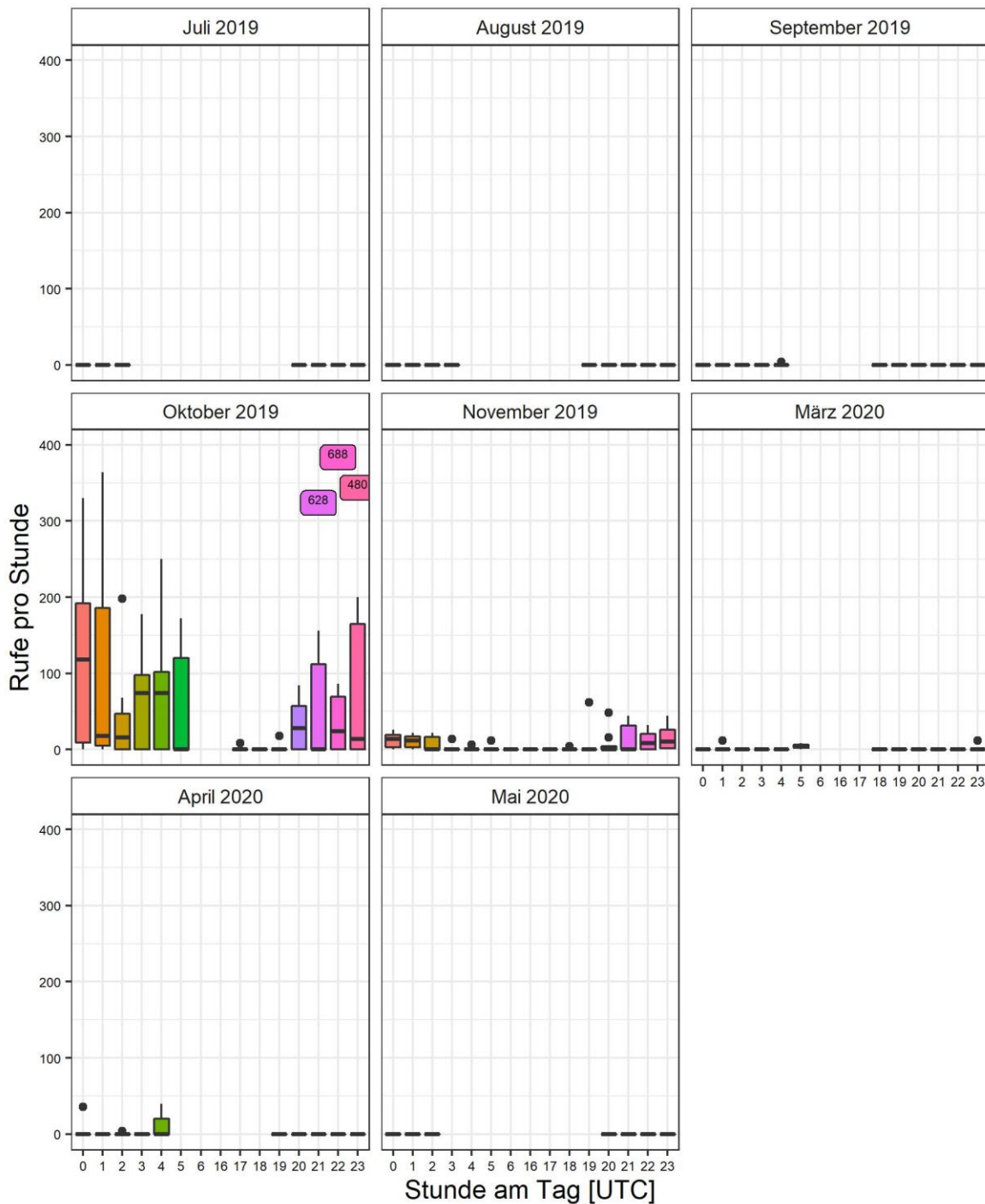


Abb. 3.25 Durchschnittliche nächtliche Rufintensitäten aller Arten pro Tagesstunde und Monat nach Ruf-erfassungen 2019/2020 für die Fläche N-7.2. Darstellung als Box-Whisker-Plot: schwarze waag-rechte Linie = Median, Box beinhaltet das untere und obere erste Quartil der Daten, Whisker beinhalten Daten 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, 3.2 und 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-7.2 basieren.

Zu beachten ist, dass das mittels Vertikalradar ermittelte Zuggeschehen zur Charakterisierung des Bestandes der Zugvögel sich 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 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 2018/2019 zwischen 80 Echos/(h\*km) im November 2018 und 285 Echos/(h\*km) im August 2018 und im zweiten Erfassungsjahr 2019/2020 zwischen 24 Echos/(h\*km) im Mai 2020 und 542 Echos/(h\*km) im August 2019. Die Zugraten am Tage waren niedriger und schwankten zwischen 42 Echos/(h\*km) im November 2018 und 269 Echos/(h\*km) im August 2018 (erstes Erfassungsjahr 2018/2019) bzw. 20 Echos/(h\*km) im Mai 2020 und 367 Echos/(h\*km) im August 2019 (zweites Erfassungsjahr 2019/2020). Die Unterschiede der Zugraten im Vergleich der Erfassungsjahre waren nicht signifikant. Die ermittelten Flughöhen waren in einzelnen starken Zugnächten bzw. Zugtagen sehr variabel. Tendenziell kamen im Frühjahr des ersten Untersuchungsjahres 2018/2019 in der Nacht größere Anteile in Höhen unterhalb von 200 m vor als im Herbst. Im zweiten Jahr und am Tage waren die Unterschiede dagegen gering. 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 um Sonnenaufgang zu erkennen.

Bei den Zugbeobachtungen wurden im Untersuchungsjahr 2018/2019 10.554 Vögel gesichtet (79 auf Artniveau bestimmte Taxa), 2019/2020 waren es 6.799 Vögel (73 auf Artniveau bestimmte Taxa). Am häufigsten war in beiden Untersuchungsjahren die Artengruppe der Möwen vertreten (insbesondere die Heringsmöwe), gefolgt von Tölpeln (nur Basstölpel), Seeschwalben, Alken und Singvögeln. Basstölpel, Dreizehenmöwen sowie Fluss-/Küstenseeschwalben (unbestimmt) waren im Untersuchungsjahr 2018/2019 neben der Heringsmöwe weitere häufige Arten/Artgruppen mit insgesamt mehr als 1.000 Individuen. Im Untersuchungsjahr 2019/2020 überschritt neben der Heringsmöwe nur der Basstölpel die Summe von 1.000 Individuen. Die Zugrate lag entsprechend der höheren Individuensumme 2018/2019 mit 27,6 Vögeln/Stunde höher als im Erfassungsjahr 2019/2020 mit 18,2 Vögeln/Stunde. Die Zugraten waren im Herbst mit 25,6 Vögeln/Stunde (2018/2019) bzw. 15,6 Vögeln/Stunde (2019/2020) etwas niedriger als im Frühjahr mit 31,0 Vögeln/Stunde (2018/2019) bzw. 22,2 Vögeln/Stunde (2019/2020). In den meisten Monaten mit verstärktem Vogelzug war eine erhöhte Zugaktivität in den Morgenstunden zu erkennen. In beiden Untersuchungsjahren wurden für den überwiegenden Anteil der Individuen Flughöhen von  $\leq 5$  m registriert. Die Zugrichtungen entsprachen, mit einiger Variation zwischen den Monaten und Tageszeiten, den erwarteten saisonalen Werten.

Bei den nächtlichen Zugruferfassungen wurden insgesamt 36 Vogelarten bestimmt (34 im Untersuchungsjahr 2018/2019, 21 im Untersuchungsjahr 2019/2020), wobei die Artengruppe der Singvögel

(v. a. Rotdrossel und Amsel) am häufigsten vertreten war. So stammten im Herbst 98 % (2018) bzw. 96 % (2019) der Rufe von Singvögeln, im Frühjahr waren es 80 % (2019) bzw. 71 % (2020) der Rufe.

Im Herbst wurden von allen Arten insgesamt 15.426 Rufe erfasst (mit 12.043 Rufen im Herbst 2018 und 3.383 Rufen im Herbst 2019) und damit deutlich mehr als im Frühjahr mit 330 Rufen (239 Rufe im Frühjahr 2019 und 91 Rufe im Frühjahr 2020). Die sehr hohe Zahl an Rufen im Herbst 2018 beruht vornehmlich auf einer einzelnen Nacht mit sehr starkem Vogelzug am 15./16.11.2018. Die mittleren Rufintensitäten waren im Herbst mit 50,7 Rufen/Stunde (2018) und 16,1 Rufen/Stunde (2019) jeweils deutlich höher als im Frühjahr mit 2,3 Rufen/Stunde (2018) und 0,9 Rufen/Stunde (2019).

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 Zugaison 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 ankernenden Schiff aus) und die Beurteilung des gesamten Zugvolumens wird über den zeitlichen Faktor definiert. Bezogen auf die räumliche Ausbreitung des Vogelzuges liegen zwar punktuelle Erfassungen vor, aufgrund der Annahme eines Breitfrontenzuges kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die ermittelten 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 2020a) dargestellt, ein.

## 4. SCHUTZGUTBEZOGENE BEWERTUNG DES BESTANDES

### 4.1 Großräumige Bedeutung des Vogelzuges

Für den Aspekt der großräumigen Bedeutung der Fläche N-7.2 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 Meeresengen sein (ostfriesische Inselkette, Falsterbo, Kurische Nehrung, Gibraltar), aber auch Flüsse oder Bergrücken (und -täler). Aufgrund der großen Entfernung zum Land (ca. 100 km nördlich Borkum, 145 km westlich von Pellworm) kann für den Bereich der Fläche N-7.2 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).

Sofern keine Leitlinien zur visuellen Orientierung genutzt werden, kann von einem Breitfrontenzug 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 Breitfrontenzuges 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).

Fehlende spezielle Zugkorridore im Bereich der AWZ der Nordsee westlich der ost- und nordfriesischen Inseln sowie einen nicht näher abgrenzbaren Breitfrontenzug über der Nordsee waren ebenfalls grundsätzliche Annahmen zur Beschreibung der großräumigen Bedeutung der Vorhabensgebiete in den Genehmigungsbescheiden nahe gelegener Windparks (Global Tech I, BSH 2006a, Hohe See, BSH 2006b, BARD Offshore 1, BSH 2007a, Deutsche Bucht, BSH 2010, Albatros, BSH 2011, 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 2020a). 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 Breitfrontenzug mit geringen Intensitäten (vgl. Kapitel 4.2) ausgegangen wird, kommt der Fläche N-7.2 in einem großräumigen Maßstab eine **geringe** Bedeutung zu.

## 4.2 Bewertung des Vorkommens

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

Der Offshore-Bereich der Nordsee hat eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung für den Vogelzug, da dieser Bereich in großer Anzahl von Zugvögeln überquert wird (BSH 2017b). 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). 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 Austergrund“ (2016) und 146 Echos/(h\*km) im Bereich des Gebietes N-6 auf (BSH 2020a). Größere Unterschiede gab es dagegen in den maximalen Zugraten, die jedoch stark von der Diskontinuität der schiffsbasierten Untersuchungen beeinflusst werden. Die in der vorliegenden Untersuchung festgestellten mittleren nächtlichen Zugrate von 203 Echos/(h\*km) im Erfassungsjahr 2018/2019 und 234 Echos/(h\*km) im Erfassungsjahr 2019/2020 liegen damit im Größenbereich der anderen Gebiete. Die maximale Zugrate von 890 Echos/(h\*km) Erfassungsjahr 2018/2019 liegt allerdings unterhalb der Maximalwerte in anderen Projekten (> 1.000 Echos/(h\*km), Cluster „Nördlich Helgoland“ bis 3.311 Echos/(h\*km); BSH 2020a), wobei Maximalwerte Einzelereignisse widerspiegeln, die stark von der Terminierung der Ausfahrten sowie den Wetterbedingungen bestimmt werden. Im Erfassungsjahr 2019/2020 lag die maximale Zugrate mit 1.620 Echos/(h\*km) dagegen deutlich höher.

Die ermittelten maximalen Zugraten in der vorliegenden Untersuchung erreichten mit 1.620 Echos/(h\*km) nur im Erfassungsjahr 2019/2020 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).

Aufgrund der Küstenferne der Fläche N-7.2 und abnehmender Zugintensitäten mit der Distanz zur Küste (Welcker 2019) ist im Bereich der Fläche N-7.2 im Vergleich zum allgemeinen Breitfrontenzug über der Nordsee nur vergleichsweise geringer Vogelzug zu erwarten.

Obwohl die ermittelten Zugraten in der küstenfernen Fläche N-7.2 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-7.2 geschlossen werden, dass die Zugintensitäten als gering einstuftbar sind. Aufgrund des zeitweise möglichen Auftretens starker Zugereignissen, auch in großer Entfernung zur Küste, wird der Intensität des Vogelzuges im Bereich der Fläche N-7.2 dennoch eine **mittlere Bedeutung** zugeordnet.

### 4.3 Seltenheit/Gefährdung

Insgesamt wurden in den Untersuchungen zur Fläche N-7.2 in beiden Untersuchungsjahren zusammen 106 Vogelarten bei der Sichtbeobachtung oder Ruferfassung registriert (Kapitel 3.2 und 3.3).

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 44 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 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.

56 der erfassten Arten sind im **Abkommen über afrikanisch-eurasisch wandernde Wasservögel** (UNEP/AEWA Sekretariat 2019) gelistet. Aus der höchsten hier festgestellten Schutzkategorie A 1b wurden die Dreizehenmöwe und die Samtente im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Bei Arten, die ebenfalls in der Kategorie A eingestuft sind, handelt es sich um den Mittelsäger und den Dunklen Wasserläufer (A 3c), die Eiderente, den Austernfischer, den Knutt, die Pfuhschnepfe, den Großen Brachvogel und den Tordalk (A 4). 16 weitere Arten und eine Unterart (Dunkelbäuchige Ringelgans) 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. Erklärung in Tab. A. 8).

Es wurden 43 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 dem Wellenläufer, der Eiderente, der Samtente, dem Austernfischer, dem Knutt, der Pfuhschnepfe, dem Großen Brachvogel, dem Tordalk, dem Wiesenpieper und der Rotdrossel zehn Arten nachgewiesen. Auf die Gefährdungskategorie SPEC 2 entfielen acht Arten (Rotschenkel, Silbermöwe, Mehlschwalbe, Braunkehlchen, Wintergoldhähnchen, Grauschnäpper, Girlitz, Bluthänfling).

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 der biogeographischen Gesamtpopulation ermittelt. Dabei 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).

Von den nachgewiesenen Arten sind 14 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 Wellenläufer, Stern- und Prachtttaucher, Nonnengans, Merlin, Goldregenpfeifer, Pfuhlschnepfe, Brand-, Fluss-, Küsten- und Trauerseeschwalbe sowie Schwarzkopfmöwe, Zwergmöwe und Sumpfohreule.

Die Arten Merlin, Wellenläufer, Pfuhlschnepfe, Schwarzkopfmöwe, Trauerseeschwalbe und Sumpfohreule wurden lediglich mit einem Individuum 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 Prachtttaucher, Nonnengans, Goldregenpfeifer und Brandseeschwalbe wurden je Untersuchungsjahr weniger als 50 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 2020), während bei den anderen genannten Arten der Anteil noch geringer ist.

Vom Sterntaucher wurden in einem Untersuchungsjahr maximal 62 Individuen (2019/2020) beobachtet. Bei einem Bestand von 150.000-450.000 Individuen (Wetlands International 2020) entspricht dies einem Anteil an der biogeographischen Population von 0,01 - 0,04 %.

Von der Zwergmöwe wurden in einem Untersuchungsjahr maximal 645 Individuen (2018/2019) gesichtet. Bei einem Gesamtbestand von 72.000 bis 174.000 Individuen (BirdLife International 2017) entspricht dies somit einem Anteil von 0,37 – 0,90 % der biogeographischen Population.

Im Jahr 2018/2019 wurde die höchste Anzahl von Seeschwalben festgestellt. Es wurden 467 Flussseeschwalben und 158 Küstenseeschwalben beobachtet, was einem Verhältnis von 3:1 entspricht. Weiterhin wurden 1.108 unbestimmte Fluss-/Küstenseeschwalben beobachtet. Geht man davon aus, dass diese auch im Verhältnis 3:1 den beiden Arten zuzurechnen sind, so ergibt sich eine Gesamtsumme von 1.298 Flussseeschwalben und 435 Küstenseeschwalben. Daraus resultiert bei der Küstenseeschwalbe ein Anteil von < 0,04 % der biogeographischen Population mit ca. 1.000.000 Individuen (Wetlands International 2020). Bei der Flussseeschwalbe ist mit dem Auftreten sowohl der süd- und westeuropäischen Population als auch der nord- und osteuropäischen Population zu rechnen, die zusammen 800.000 bis 1.7000.000 Individuen umfasst (Wetlands International 2020). Somit wurden 0,07 – 0,16 % der biogeographischen Population im Gebiet registriert.

Auch die meisten Vogelarten, die in mindestens einem Untersuchungsjahr mit > 100 Individuen bei den Sichtbeobachtungen registriert wurden, wurden nur in geringen Anteilen mit zum Teil deutlich < 0,1 % der biogeographischen Population festgestellt (Eissturmvogel, Krickente, Trauerente, Ringelgans, Sturmmöwe, Silbermöwe, Mantelmöwe, Dreizehenmöwe, Trottellumme, Tordalk, Wiesenpieper, Star). Beim Basstölpel wurde mit 1.461 registrierten Individuen (Maximum 2018/2019) ein Anteil von 0,19 % an der Population ermittelt (780.000 Individuen, Mendel et al. 2008).



Der größte Anteil an der biogeographischen Population wurde bei der Heringsmöwe beobachtet. Die 5.226 im Erfassungsjahr 2019/2020 registrierten Vögel machen bei einer biogeographischen Population von 325.000 – 440.000 Individuen (Wetlands International 2020) einen Anteil von 1,2 bis 1,6 % aus. Im Gegensatz zu vielen anderen Zugvögeln nutzt die Heringsmöwe das Untersuchungsgebiet jedoch auch zur Nahrungssuche, so dass einzelne Individuen mehrfach gezählt worden sein könnten.

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 Anzahl der verschiedenen Arten liegt vermutlich in den meisten Fällen deutlich höher. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Erfassungen nicht kontinuierlich, sondern stichprobenartig durchgeführt werden. So liegt der Erfassungsaufwand pro Stunde bei 30 Minuten und bei durchschnittlich 7 Tagen pro Monat. 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 unbedeutenden Anteil (unter 1 %). Lediglich die Heringsmöwe wurde im Untersuchungsjahr 2019/2020 mit einem Anteil von 1,2 bis 1,6 % der biogeographischen Population beobachtet. Diese Art gilt nach den meisten Schutzkategorien als nicht gefährdet, lediglich in AEWA erhält sie den geringsten Gefährdungsstatus (C1).

Insgesamt wird der Fläche N-7.2 hinsichtlich des Kriteriums „Seltenheit/Gefährdung“ eine **mittlere Bedeutung** zugeordnet.

#### 4.4 Vorbelastung

Der Vogelzug im Bereich der Fläche N-7.2 hat sich im Laufe von Jahrhunderten zu der jetzt vorliegenden Form entwickelt. Vorbelastungen und potenzielle Gefährdungen bestehen durch anthropogene Einflüsse. Auch Klimaänderungen können die Natürlichkeit eines Gebietes beeinflussen und Zugvögel beeinträchtigen. Zu erwähnen wäre in dem Zusammenhang, dass der Heimzug vieler Singvogelarten früher geschieht (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).

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 (z. B. Aumüller et al. 2011). Die Fläche N-7.2 befindet sich im Gebiet N-7 und in der Nähe des westlich gelegenen Gebietes N-6 (mit den OWPs „BARD Offshore 1“, „Veja Mate“ und „Deutsche Bucht“) sowie in der Nähe des nordnordöstlich gelegenen Gebietes N-8 (mit den OWPs „Global Tech I“, „EnBW Hohe See“ und „Albatros“). Die Gebiete N-6, N-7 und N-8 liegen bezogen auf das Zugeschehen in einer räumlichen Ausrichtung, die der bevorzugten Zugrichtung v. a. nachts ziehender Singvögel entspricht (SW-NO), so dass die entsprechenden Windparks (in Bau

und Betrieb) als Vorbelastung gewertet werden können. Als Erweiterung der als gebietspezifisch anzusehenden Vorbelastungen sind weitere Offshore-Windparks zu nennen, die im angenommenen Zugkorridor liegen (SW-NO-Ausrichtung des Zugeschehens). Nordöstlich liegen die Windparks „DanTysk“ und „Sandbank“ im relevanten Bereich der Zugroute, wogegen südwestlich die niederländischen „Gemini“-Windparks von den Zugvögeln passiert werden.

Die Vorbelastung besteht in Form von möglichen Kollisionen mit den Anlagen und Bauwerken (hiermit ist vornehmlich bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zu rechnen) sowie in Form einer Meidung des Gebietes und damit verbunden einer Verlängerung der Zugstrecke.

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. 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.

Neben weiteren generellen Einflüssen auf ziehende Vögel wie beispielsweise Jagd oder den Verlust von Rastplätzen ist in Bezug auf die Fläche N-7.2 außerdem der Schiffsverkehr als Faktor zu nennen. Dieser, aber auch Leuchtzeichen von den Schiffen und Bauwerken 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-7.2 durch anthropogene Einflüsse vornehmlich basierend auf die Anwesenheit und den Betrieb von Offshore-Windparks (aber auch aufgrund von Faktoren wie Klimawandel, Fischerei und Schiffsverkehr) als **mittel** 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 **mittel** eingestuft.

Anhand der Vorgaben zur Methodik der Bestandsbewertung (s. Kapitel 2.3) ergibt sich insgesamt eine **mittlere** Bedeutung der Fläche N-7.2 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-7.2 für das Schutzgut Zugvögel ergeben, folgen dem Umweltbericht zum FEP 2020 (BSH 2020a) und sind in Tab. 5.1 dargestellt.

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

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

Durch den Bau 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 der geplanten Windparks mit Anlagen unterschiedlicher Rotordimensionierung (Bau/Rückbau, Anlage, Betrieb) 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 anlagen- 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 wird (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 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 negativem Einfluss auf Zugvögel kommt.

Da die Flughöhen und die Anteile der erfassten Zugvögel im Gefährdungsbereich 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 Spannweite der Rotordimensionierung gegenüber gestellt. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Anzahl beteiligter Schiffe beim Bau und Rückbau nicht zwischen den Modellwindparkparametern unterscheidet (hier angegeben als mindestens vier Schiffe: Errichtungsschiff, Guard vessels, 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
		Überstrichene Fläche des Rotors [m <sup>2</sup> ]	31.416	70.686
		Gesamthöhe [m]	225	350
Lichtemissionen	Bau-/Rückbau, betriebsbedingt	Nabenhöhe [m]	125	200
		Anzahl Schiffe	mind. 4	mind. 4
Nachlaufströmung	betriebsbedingt	Rotordurchmesser [m]	200	300
		Überstrichene Fläche des Rotors [m <sup>2</sup> ]	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 Spannweite für die möglichen zu installierenden Anlagen beziehen. Zwischen dieser unteren und oberen Spannweite besteht ein Kontinuum möglicher Anlagengrößen, wodurch die Auswirkungen ebenfalls zwischen den Auswirkungen für kleine (untere Spannweite) und große Anlagen (obere Spannweite) liegen werden.

## 5.1 Bau-/Rückbaubedingte Wirkfaktoren

Offshore-Baustellen können durch **Lichtemissionen** Störungen hervorrufen, die artspezifisch unterschiedlich ausgeprägte Scheuch- und Barriereeffekte haben, bei ungünstigen Witterungsbedingungen aber auch einen Anlockeffekt 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 entsteht eine Barriere Wirkung, die Vögel dazu veranlassen kann, den Störungsbereich zu umfliegen. Da die Baustellen lokal begrenzt sind (bzw. in Abhängigkeit vom Errichtungsstatus des gesamten Windparks auch großräumiger sein können), 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 (Scheueffekt). Allerdings fliegen Vögel vor allem nachts bei schlechter Sicht und Nebel gezielt beleuchtete Objekte an. Auch bei Schiffen ist bekannt, dass es unter bestimmten Wetterbedingungen nachts zu massenhaftem Auftreten von Singvögeln kommen kann (Grimm 2015). Somit kann die Lichtimmission sowohl einen Barriereeffekt bewirken 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 Lichtimmissionen wirken über den Baustellenbereich hinaus, so dass die Ausdehnung als klein- bis mittlräumig 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 Spannbreite 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 Spannbreite 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 aus den logistischen Herausforderungen, die an Untersuchungen zu diesem Thema auf offener See gestellt werden. 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 spezielle Radargeräte und Kamerasysteme (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 scheint. 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 Vogelzug von Singvögeln deuten Richtungsanpassungen am OWP „DanTysk“ auf ein Umfliegen des Windparks hin (Avitec Research 2019).

Der erhöhte Energieverbrauch könnte sich auf die Fitness des Vogels 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-7.2 würde vermutlich zu einer Erhöhung der Flugstrecke aufgrund des Umfliegens des Windparks von einigen Kilometern führen, eine Annäherung an eine kritische Distanzzunahme von

110 km ist jedoch 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 Spannweiten der Rotordimensionierung als anlagebedingte Wirkfaktoren diskutiert. Die in Tab. 5.2 beschriebenen Spannweiten der Rotorgrößen (s. auch Tab. A. 1) unterscheiden sich durch verschiedene Abmessungen der einzelnen Anlagen (s. auch BSH 2020a).

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/überstrichene Fläche des Rotors: Entsprechend der ermittelten Höhenverteilung kann geschätzt werden, welcher Anteil des Zugeschehens sich im Gefahrenbereich des Rotors befindet (Sichtbeobachtungen eingeschränkt bis 200 m Höhe). Es kann von der Annahme ausgegangen werden, dass sich in einer größeren überstrichenen Fläche des Rotors auch mehr Vögel aufhalten können und somit mehr Vögel einer Kollisionsgefahr ausgesetzt sind. Dabei wird von einer Gleichverteilung der Vögel im Bereich des Rotors ausgegangen. Im oberen Bereich der Bandbreite der Rotorgrößen 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 der Wert der überstrichenen Fläche des Rotors der oberen Bandbreite um den Faktor 2,25 höher liegt als bei Rotoren der unteren Bandbreite (obere Bandbreite: 70.686 m<sup>2</sup>/ untere Bandbreite: 31.416 m<sup>2</sup>).

Bei den Tagzugbeobachtungen im Bereich der Fläche N-7.2 bedingt die praktische Einschränkung bei der Erfassung der Tiere, dass nahezu alle Beobachtungen in einem Höhenbereich zwischen 0 und 200 m lagen (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 Herbstzuges 2018 befanden sich nach Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung 20 % der gesichteten Vögel innerhalb der Höhenschicht der Rotoren von 25 bis 225 m (untere Bandbreite), bei einer WEA mit einer Rotorhöhe von 50 bis 350 m (obere Bandbreite) waren es dagegen lediglich 12 % (Abb. 5.1). Im Frühjahr 2019 lagen diese Werte mit 11 % (25 bis 225 m) und 3 % (50



bis 350 m) niedriger als im Herbst 2018. Entsprechend der prozentualen Darstellung waren die Anteile unterhalb der Rotorebene (also unterhalb des Gefährdungsbereichs des Rotors) bei einer größeren WEA im Herbst 2018 mit 88 % höher als bei der kleineren WEA mit 80 %. Die Anteile im Frühjahr 2019 betragen 97 % bei einer großen WEA gegenüber 89 % bei einer kleinen WEA.

Im Herbst 2019 und im Frühjahr 2020 wurden mit 23 % bzw. 16 % höhere Anteile an Vögeln (Erhöhung um 3 % bzw. 5 %) innerhalb der Rotorebene 25 bis 225 m (untere Bandbreite) als im Erfassungsjahr 2018/2019 festgestellt (Abb. 5.1). Innerhalb einer Rotorhöhe von 50 bis 350 m (obere Bandbreite) lagen die Anteile mit 13 % im Herbst 2019 bzw. 4 % im Frühjahr 2020 ebenfalls höher (um 1 %) als im Erfassungsjahr 2018/2019.

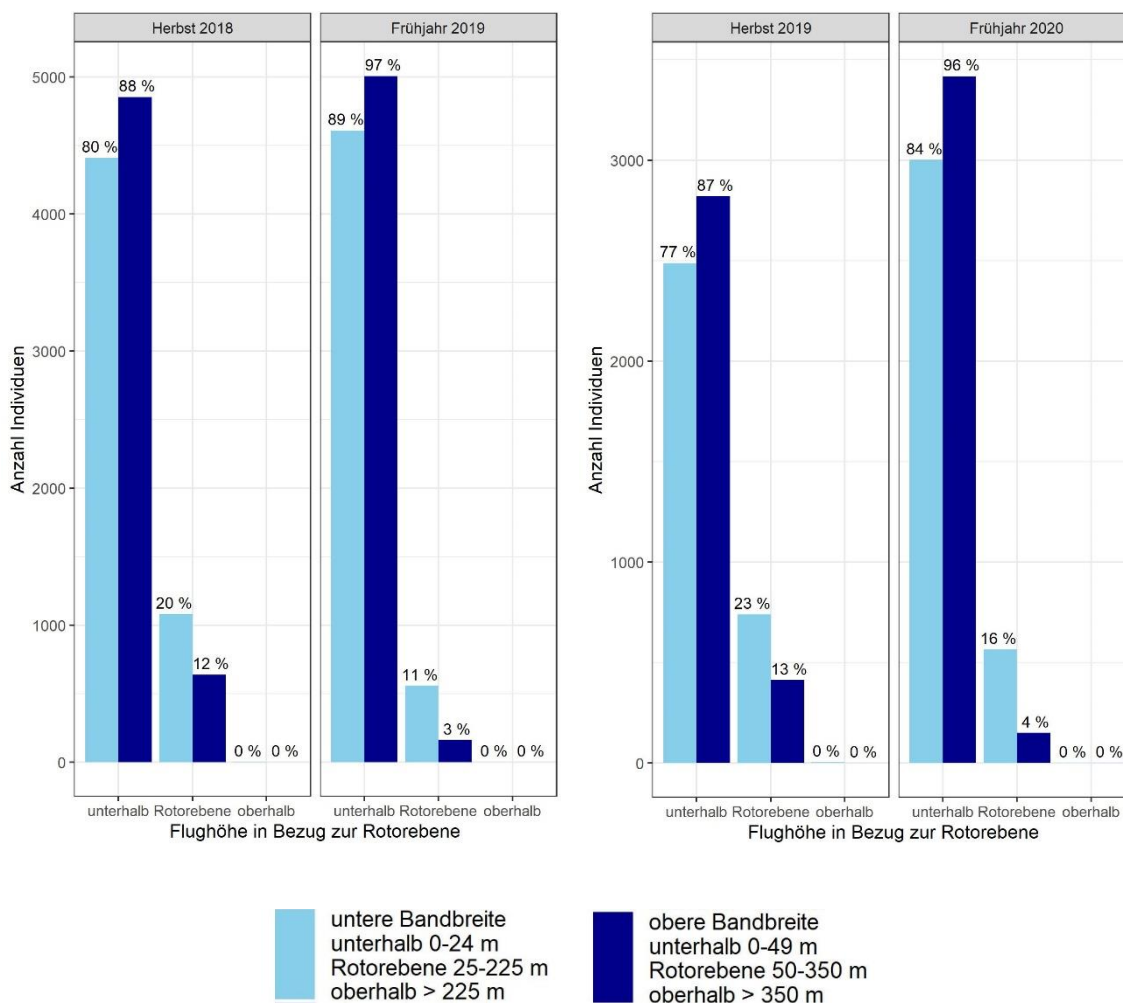


Abb. 5.1 Anzahl Individuen und deren prozentuale Anteile in Bezug zur Rotorebene (unterhalb, in Rotorhöhe, oberhalb) im Herbst 2018 (links) und Frühjahr 2019 (rechts) im Vergleich der Modellwindparkparameter (untere und obere Spannweite) basierend auf Sichtbeobachtungen.

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 Höhengschicht für diese Gruppen (Krüger & Garthe 2001, Garthe & Hüppop 2004, Cook et al. 2012, Furness et al. 2013). In der vorliegenden Untersuchung flogen zwischen 77 % (Herbst 2019) und 89 % (Frühjahr 2019) aller erfassten Individuen unterhalb von 25 m (Abb. 5.1).

Mit den größeren Anlagen der oberen Spannweite und der Zunahme der minimalen Höhe der Rotoren von 25 m auf 50 m über der Wasseroberfläche vermindert sich die Überschneidung der Rotoren mit dem Höhenbereich für das Zuggeschehen 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 gesamten Rotorbereich der kleineren Anlagen aufhalten als im Rotorbereich der oberen Spannweite (z. B. beim Vogelzug am Tag in den Monaten Juli 2019 und Mai 2020; s. Tab. 3.8 zur Radarerfassungen in Kapitel 3.1.2.2).

Die Mindesthöhe am oberen Rand der 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). 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 Basstöpel 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 Basstöpel zutreffen. So wurden in einer GPS-gestützten Studie über Basstöpel 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 - 150 m würde es bei Anlagen im Bereich der unteren Spannweite (Rotorhöhe 25 bis 225 m) zu einer stärkeren Überschneidung von Flughöhe und Rotorhöhe kommen (Überschneidung von 30 bis 150 m) als bei Anlagen im oberen Bereich der Spannweite (Rotorhöhe 50 bis 350 m; Überschneidung von 50 bis 150 m). Dadurch würde bei Anlagen in der unteren Spannweite vermutlich ein höherer Anteil des Zuggeschehens im Höhenbereich der Rotoren stattfinden als bei Anlagen in der oberen Spannweite. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch die deutlich größere überstrichene Fläche des Rotors bei den großen Anlagen (ca. 2,25-fach größer als bei Anlagen der unteren Spannweite, s. Tab. 5.2 in Kapitel 5). 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-7.2 nicht oder selten vorkamen.

Für tagsüber ziehende Vögel ist also von artspezifischen Unterschieden zwischen Anlagen der unteren und oberen Spannweite der Rotordimensionierung bezüglich der Kollisionsgefährdung auszugehen. Insbesondere für tief fliegende Arten wären große Anlagen mit einem hohen Minimalabstand zu Wasseroberflächen vorteilhaft.

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.

Im ersten Erfassungsjahr 2018/2019 erhöhte sich für den nächtlichen Vogelzug im Herbst der Anteil der Echos innerhalb der Rotorebene der unteren Spannweite (21 %) um den Faktor 1,8 auf 36 % bei Anlagen im Bereich der oberen Spannweite. Im Frühjahr lagen die Anteile für den nächtlichen

Vogelzug innerhalb der Rotorebene höher als im Herbst, und die Zunahme der Echoanteile betrug 13 % (untere Bandbreite: 28 %, obere Bandbreite: 41 %; Faktor der Zunahme: 1,5). In der Hellphase waren die Echoanteile innerhalb der Rotorebene geringer als in der Nacht. Die Zunahme der Echoanteile von unterer zu oberer Bandbreite der Rotorgrößen lag bei einem Faktor von 1,5 (Herbst 2018) bzw. 1,6 (Frühjahr 2019).

Im Erfassungsjahr 2019/2020 waren die Verhältnisse dem ersten Jahr sehr ähnlich. Die Anteile der Echos innerhalb der Rotorebene lagen bei Anlagen der oberen Bandbreite um Faktoren von 1,3 (Frühjahr/Tag) bis 1,6 (Herbst 2019, Nacht und Frühjahr 2020, Nacht) höher als die Anteile bei Anlagen mit Rotoren im Bereich der unteren Bandbreite.

Insgesamt ist festzustellen, dass sich bei Anlagen im Bereich der oberen Spannbreite mehr Vögel im Bereich der Rotorebene aufhielten und sich damit im Gefahrenbereich für mögliche Kollisionen befanden als bei kleineren Anlagen der unteren Bandbreite.

Die Erhöhung der Anteile der Echos in der Rotorebene ausgedrückt als Faktor (obere Bandbreite/untere Bandbreite) lag mit 1,3 bis 1,8 in der Größenordnung der Zunahme des Rotordurchmessers (Faktor 1,5 von 200 auf 300 m) und unterhalb der Zunahme der überstrichenen Fläche des Rotors (Faktor 2,25). Die Erhöhung der Echozahlen bei den größeren Anlagen war also in ihrer Größenordnung proportional zur Größenzunahme der Anlagen in ihrer vertikalen Ausdehnung (also Zunahme des Durchmessers des Rotors).

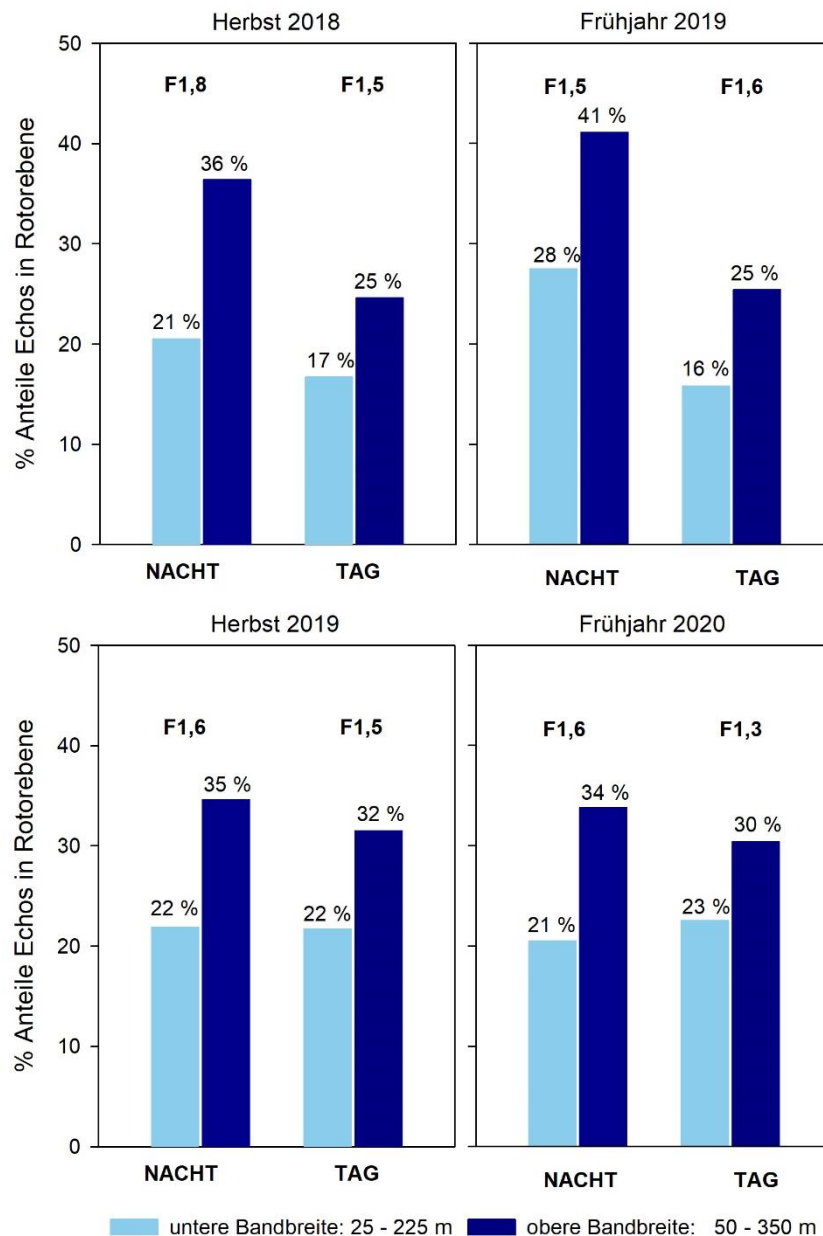


Abb. 5.2 Prozentuale Anteile der Echos innerhalb der Rotorebene in den Erfassungsjahren 2018/2019 (oben) und 2019/2020 (unten) im Vergleich der unteren und oberen Spannweite der Rotorgrößen für den nächtlichen Vogelzug (NACHT) und den Vogelzug am Tag (TAG). Angegeben ist weiterhin der Faktor, um den sich der Anteil Echos bei der oberen Spannweite gegenüber der unteren Spannweite erhöht ( $F = \% \text{ obere Spannweite} / \% \text{ untere Spannweite}$ ).

Bezüglich der Barrierewirkung ist davon auszugehen, dass die größeren Anlagen im oberen Bereich der Spannweite (Gesamthöhe 350 m) aus größerer Entfernung wahrgenommen werden als die Anlagen im Bereich der unteren Spannweite (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. Da die Auswirkungen des Barriereeffektes insgesamt als gering angesehen werden, wird auch dem Größenunterschied

der Anlagen bei der Betrachtung der oberen und unteren Spannweite in Bezug zur Barrierewirkung eine geringe Bedeutung zukommen.

### 5.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Grundsätzlich kann angenommen werden, dass die beschriebenen anlagebedingten Wirkfaktoren in Kapitel 5.2 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) werden im Folgenden die möglichen Wirkfaktoren im Vergleich von im Betrieb befindlichen Windparks innerhalb der Spannweite der betrachteten Rotordimensionierung diskutiert.

Bei Windparks mit Anlagen im oberen Bereich der Spannweite werden aufgrund der höheren Leistung weniger Einzelanlagen installiert als bei Windparks mit Anlagen im unteren Bereich der Spannweite. Bei der Frage, ob ein im Betrieb befindlicher Windpark mit weniger 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 oberen Bereich der Spannweite je nach Saison und Tageszeit (Nacht/Tag) etwa 1,3 bis 1,8-fach mehr Vögel im Bereich der Rotorebene aufhalten würden als bei Anlagen im unteren Bereich der Spannweite. Daraus kann gefolgert werden, dass bei den größeren Anlagen mehr Vögel einem potenziellen Kollisionsrisiko ausgesetzt sind als bei den kleineren Anlagen.

Neben der reinen Anzahl potenziell gefährdeter Vögel ist auch die variierende Kollisionswahrscheinlichkeit mit den Anlagengrößen zu betrachten. Im Vergleich von kleinen und großen Anlagen ist zu berücksichtigen, dass sich bei großen Anlagen 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 geringe 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 Spannweite 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, 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 oberen Bereich der Spannweite bis zu einer höheren Anzahl von Anlagen im unteren Bereich der Spannweite wären projektspezifische Kollisionsmodellierungen erforderlich, die sowohl die technischen Variationen des Windparks (bzw. der abiotischen Verhältnisse) als auch die standortspezifischen Charakteristika des Vogelzuges berücksichtigen (Artenspektrum, Zugraten, Höhenverteilungen ...).

Im Rahmen einer projektbezogenen Untersuchung von verschiedenen 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 die 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.

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, Meerestenten, Kormorane und Tauben). In der vorliegenden Studie zum Gebiet N-7.2 dominierten Möwen, gefolgt von Tölpeln und Seeschwalben. Gänse und Singvögel spielten eine untergeordnete 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).

Insgesamt scheinen somit in einem Windpark mit wenigen großen Anlagen im Bereich der oberen Spannweite 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 Ostseestudie auf die Nordsee besteht für viele tieffliegende Arten am Tage ein Vorteil einer größeren Mindesthöhe der hier betrachteten Anlagen (50 m anstatt 25 m).

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 Windpark 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).

**Lichtimmissionen** durch beleuchtete Bauwerke im Offshore-Bereich können auf nachts ziehende Vögel eine anziehende Wirkung ausüben (Hüppop et al. 2006, Poot et al. 2008, z. B. 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 Spannweite der Anlagendimensionierung) nicht unterscheiden. Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift für die Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV [http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund\\_24042020\\_LF15.htm](http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_24042020_LF15.htm)) gibt eine identische Beleuchtung für Bauwerke ab 150 m vor, die für beide Varianten erreicht wird.

Der Hauptunterschied in der Wirkung der Beleuchtung wird vermutlich in der Höhe der Beleuchtung auf der Gondel zur Sicherung des Flugverkehrs zu sehen sein. Der Einsatz und die fachgerechte Umsetzung einer bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung werden entsprechend § 9 Abs 8 des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG) umgesetzt. Die Nabenhöhe der beiden Varianten unterscheidet sich um 75 m (Nabenhöhe untere Spannweite: 125 m; obere Spannweite: 200 m), so dass die Beleuchtung von Anlagen im Bereich der oberen Spannweite vermutlich aus weiterer Entfernung erkennbar sein wird. Ob dieser höhere Standort letztlich auch zu einem größeren Wirkungsradius des Lichts und zu einer höheren Anziehungswirkung führt, ist derzeit jedoch spekulativ und entsprechende Referenzdaten und -untersuchungen gibt es nicht.

Durch drehende Rotoren verursachte **Nachlaufströmungen** und Luftverwirbelungen können im Nahbereich das Flugverhalten von Zugvögeln beeinflussen und die 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 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 oberen Bereich der Spannweite stärker zum Tragen käme als bei Anlagen im Bereich der unteren Spannweite.

## 5.4 Zusammenfassung der vorhabenbedingten Wirkfaktoren

### Bau- und rückbaubedingte Wirkfaktoren

Bau- und rückbaubedingte Wirkfaktoren sind primär in Zusammenhang mit der Lichtimmission 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 unteren und oberen Bereich der Spannweite 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 Spannweite) auszugehen. Mit den größeren Anlagen im Bereich der oberen Spannweite und der Zunahme der minimalen Höhe der Rotoren von 25 m auf 50 m über der Wasseroberfläche vermindert sich die Überschneidung der Rotoren 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 oberen Bereich der Spannweite weniger häufig vorkommen als bei Rotoren im unteren Bereich der Spannweite. Für Arten, die bevorzugt in größeren Höhen fliegen (z. B. Großmöwen, Gänse, Kormorane), kommt es bei Rotoren der oberen Spannweite 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 vorkommen.

Bezogen auf den nächtlichen Vogelzug (ermittelt mittels Vertikalradargerät) führt die Zunahme des Rotordurchmessers und der vom Rotor überstrichenen Fläche von der unteren zur oberen Spannweite zu einer Zunahme des Anteils von Vögeln, die sich im Rotorbereich einzelner Anlagen befinden. Die Erhöhung der Anteile von Echos in der Rotorebene ausgedrückt als Faktor ( $\% \text{ Echos obere Spannweite} / \% \text{ Echos untere Spannweite}$ ) lag mit 1,3 bis 1,8 in der Größenordnung der Zunahme des Rotordurchmessers (Faktor 1,5).

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 geräumigeres Umfliegen des Windparks erfolgt als bei kleineren Anlagen im Bereich der unteren Spannweite. Die Auswirkungen des Barriereeffektes werden insgesamt als gering angesehen, und daher wird auch dem Größenunterschied der Anlagen im Bereich beider Spannweiten in Bezug zur Barrierewirkung eine geringe Bedeutung zukommen.



### **Betriebsbedingte Wirkfaktoren**

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

Bezüglich Kollisionen (Hindernis im Luftraum) sind bei im Betrieb befindlichen Windparks neben der Dimensionierung der Einzelanlagen ist auch das Windpark-Layout zu berücksichtigen, also die unterschiedliche Anzahl der Anlagen verschiedener Größe 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. Kollisionsmodellierung 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 während des Betriebes von Windparks mit wenigen großen Anlagen es zu weniger Kollisionen von Zugvögeln kommen wird als bei Windparks mit einer größeren Anzahl kleiner Anlagen.

Die Unterschiede in der Beleuchtung im Vergleich der Anlagengrößen bestehen in der Höhe der Flugsicherungsbeleuchtung, die bei Anlagen der oberen Spannweite möglicherweise Vögel in einem größeren Einzugsbereich erreicht. Effekte der Nachlaufströmung sind vermutlich bei den größeren Anlagen der oberen Spannweite stärker als bei Anlagen der unteren Spannweite. 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-7.2 für den Zeitraum von Juli 2018 bis Juni 2020 (zwei Erfassungsjahre). Die Untersuchungen folgten den Anforderungen des StUK4 (BSH 2013) sowie den projektspezifischen Angaben aus der Leistungsbeschreibung (BSH 2017a) und dem Untersuchungsrahmen (BSH 2019). Die Erfassungen wurden von ankernden Schiffen aus durchgeführt und die geforderten 52 Untersuchungstage pro Jahr wurden in beiden Jahren erreicht. Die Ankerplätze waren saisonal so gelegen, dass die aus der jeweiligen hauptsächlichen Herkunftsrichtung kommenden Vögel erfasst wurden. Im Rahmen des vorliegenden Berichtes erfolgt ebenfalls eine schutzgutbezogene Bewertung des Bestandes sowie eine Beschreibung der Wirkfaktoren mit Bezug auf zwei vorgegebene Szenarien mit unterschiedlich dimensionierten Windenergieanlagen. 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 2020a) für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone der Nordsee, wobei Werte für eine untere und eine obere Spannbreite der Rotordimensionierung angegeben werden.

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; die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Ebenfalls traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zugraten im Frühjahr und Herbst auf.

Die Flughöhe der Zugvögel war insbesondere im Vergleich starker Zugnächte bzw. Zugtage sehr variabel. Tendenziell kamen nachts im Frühjahr des Erfassungsjahres 2018/2019 höhere Anteile in tieferen Schichten vor (unterhalb von 200 m) als im Herbst, im Erfassungsjahr 2019/2020 bestand dieser Unterschied nicht. Insgesamt war die Höhenverteilung im Vergleich der Jahre und Jahreszeiten sehr ähnlich. Diese Aussage gilt auch für den Vogelzug am Tage.

In der Rotorebene wurden im Erfassungsjahr 2018/2019 sowohl bei Anlagen der unteren Bandbreite (25 bis 225 m) als auch bei Anlagen der oberen Bandbreite (Rotorebene 50 bis 350 m) im Herbst weniger Echos während des nächtlichen Vogelzuges registriert als im Frühjahr. Im Erfassungsjahr 2019/2020 bestand dieser Unterschied nicht, und die Anteile in der Rotorebene waren im Vergleich der Jahreszeiten sehr ähnlich. Am Tag waren die saisonalen Unterschiede in den Echoanteilen in der Rotorebene weniger ausgeprägt als in der Nacht. Die Echoanteile waren bei der Betrachtung beider Bandbreiten am Tage niedriger als in der Nacht, wobei im Erfassungsjahr 2019/2020 dieser Unterschied geringer war als im ersten Jahr bzw. für die Werte der unteren Bandbreite nicht bestand (sehr ähnliche Werte im Vergleich von Tag und Nacht).

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 um Sonnenaufgang zu erkennen.

Bei den Zugbeobachtungen war die Artengruppe der Möwen am häufigsten vertreten, gefolgt von Seeschwalben, Tölpeln, Alken und Singvögeln. Die häufigste auf Artniveau bestimmte Vogelart war die Heringsmöwe, gefolgt von Basstölpel, Dreizehenmöwe sowie Fluss-/Küstenseeschwalbe. Die durchschnittlichen Zugraten (Anzahl Individuen/Stunde) unterschieden sich entsprechend der sehr ähnlichen Individuensummen für beide Jahreszeiten nur wenig und waren in beiden Erfassungsjahren im Herbst etwas niedriger als im Frühjahr. In den meisten Monaten war ein verstärkter Vogelzug in den Morgenstunden zu erkennen. In allen Monaten außer im Juli und im August 2018 wurden für den überwiegenden Anteil der Individuen Flughöhen von  $\leq 5$  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 2019 sowie Oktober 2018 und 2019 und auch nur zu sehr geringen Anteilen registriert wurden. Die Zugrichtungen entsprachen, mit einiger Variation zwischen Monaten und Tageszeiten, den erwarteten saisonalen Werten.

Bei den Zugruferfassungen in der Nacht war die Artengruppe der Singvögel (hier insbesondere Rotdrosseln und Amseln) am häufigsten vertreten. In geringeren Anteilen wurden Möwen, Watvögel und Seeschwalben registriert. Im Herbst wurden deutlich mehr Rufereignisse erfasst als im Frühjahr, wobei dieser Unterschied vornehmlich auf wenigen Nächten mit sehr starkem Vogelzug beruhte. Entsprechend waren auch die mittleren Rufintensitäten im Herbst deutlich höher als im Frühjahr.

Die anhand der Aspekte „Großräumige Bedeutung des Vogelzuges“ (Kriterium: Leitlinien und Konzentrationsbereiche), „Bewertung des Bestandes“ (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-7.2 für den Vogelzug. Der Bereich der Fläche N-7.2 weist keine Leitlinien oder Konzentrationsbereiche auf, sondern ist durch einen Breitfrontenzug 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 mittlerer Bedeutung eingestuft, da in der näheren Umgebung der Fläche N-7.2 im Betrieb befindliche Windparks vorhanden sind. 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-7.2 entsprechend der vorgegebenen Spannweiten der Rotordimensionierung kommen die Wirkfaktoren „Hindernis im Luftraum“, „Lichtemission“ und „Nachlaufströmung“ zum Tragen.

Die Anlagen im Bereich der oberen Spannweite sind mit einer Gesamthöhe von 350 m und einem Rotordurchmesser von 300 m deutlich größer dimensioniert als Anlagen im unteren Bereich der Spannweite (Gesamthöhe: 225 m Rotordurchmesser: 200 m). Als potenzielle Auswirkungen, die durch die Umsetzung der geplanten Windparkszenarien (Bau/Rückbau, Anlage, Betrieb) 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 Bereich der Spannbreiten 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 Spannweite auszugehen. Bei vornehmlich tief fliegenden Vögeln (z. B. Seeschwalben, Seetaucher, Enten, Alken, Kleinmöwen, Basstölpel) würden sich bei den Anlagen im oberen Bereich der Spannweite vermutlich weniger Individuen im kollisionsgefährdeten Bereich aufhalten als bei kleineren Anlagen (untere Spannweite), da die minimale Höhe der Rotoren größer ist (50 m im oberen Bereich bzw. 25 m im unteren Bereich der Spannweite). Vornehmlich höher fliegende Vogelarten (z. B. Großmöwen, Gänse, Kormorane) würden bei den größeren Rotoren in der oberen Spannweite mit höheren Anteilen im Rotorbereich fliegen als bei den kleineren Anlagen.

Bezogen auf den nächtlichen Vogelzug (ermittelt mittels Vertikalradargerät), führt die Zunahme des Rotordurchmessers, und der vom Rotor von der unteren zur oberen Spannweite überstrichenen Fläche, von der unteren zur oberen Spannweite zu einer ca. 1,3 bis 1,8-fachen Zunahme des Anteils von Vögeln, die sich im Rotorbereich befinden würden. Entsprechend wäre bei der Betrachtung einzelner Anlagen der oberen Spannweite auch eine höhere Anzahl von Individuen einer potenziellen Kollisionsgefahr ausgesetzt. 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 Spannweite) 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 und 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 Spannweite unterscheidet sich um 75 m (untere Spannweite: 125 m; obere Spannweite: 200 m), so dass die Beleuchtung von größeren Anlagen vermutlich aus weiterer Entfernung erkennbar sein wird als die Beleuchtung der kleineren Anlagen. Ob dieser höhere Standort 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 oberen Bereich der Spannweite stärker zum Tragen käme als bei Anlagen der unteren Spannweite.

## 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-7.2 from July 2018 to June 2020 (two years under survey). The surveys followed the requirements specified in StUK4 (BSH 2013), as well as the specific requirements for this project detailed within the service description (BSH 2017a) and the scope of work (BSH 2019). Monitoring was conducted from anchored vessels and the required 52 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 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 possible scenarios of differently sized wind 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 (Tabelle 2; BSH 2020a) 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, although the difference was not significant. There were also no significant differences between the migration rates in spring and autumn.

The flight altitude of migratory birds regarding strong migratory nights or days was highly variable. In the survey year 2018/2019 birds at lower altitude (below 200 m) tends to be higher in spring than in autumn. In the 2019/2020 survey year this difference did not occur. Overall, the height distribution was very similar when comparing years and seasons. This statement also applies to bird migration during the day.

In the 2018/2019 survey year, fewer echoes were recorded at rotor level during night migration in autumn than in spring for both lower range turbines (25 to 225 m) and upper range turbines (rotor level 50 to 350 m). This difference did not exist in the 2019/2020 survey year and the proportions at rotor level were very similar between the seasons. During the day the seasonal differences in the echoes at rotor level were less distinctive than at night. Both lower range turbines and upper range turbines show lesser echoes by day than by night, whereas the difference had been smaller in the

2019/2020 reference year than in the first year or rather, the difference in values did not exist for the lower range turbines (which show very similar values in the comparison of day and night).

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 there was a high level of migration around sunrise.

During the visual surveys the most common species group had been gulls, followed by terns, gannets, auks and songbirds. The most common species - identified at species level - was the lesser black-backed gull, followed by the northern gannet, black-legged kittiwake and common/arctic tern. As a consequence of the similar sums of individual totals, the average migration rate (number of individuals per hour) differed little between the seasons but were slightly lower in autumn than in spring during both survey years. In most months, the highest activity levels were recorded in the morning hours. Except for July and August 2018, most individuals were detected at flight heights of  $\leq 5$  m in all months. Due to limitations in the methods, the detectability of birds is reduced with increasing height, so there was a very low proportion of birds detected at heights of more than 200 m; and this only in May 2019 and October 2018 and 2019. 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 (especially redwings and blackbirds) were most frequently recorded. In lower numbers gulls, waders and terns were registered. In autumn the number of calls recorded was markedly higher than during spring, although this difference was mostly based on a single night of very high migration activity. Consequently, the mean call rate was also much higher in autumn than in spring.

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 "pre-existing disturbance" (criteria: hazards and climate change). The overall assessment resulted in an average importance of the site N-7.2 for bird migration. The site N-7.2 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 "naturalness" was rated as "average", as there is a pre-existing disturbance caused by wind farms in operation in the vicinity of the site N-7.2. 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-7.2 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). The potential impacts which the implementation of the planned wind farm scenarios (construction/reconstruction, installation, operation) may have on migratory birds 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 and the area swept by the rotor from the lower to the upper range leads to an increase of about 1.3 to 1.8 times the proportion of birds that would be in the rotor area. Accordingly, when considering installations in the upper range, a higher number of individuals would also be exposed to a potential risk of collision. 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

- 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. 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.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2017. *European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities*. Cambridge.
- 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. 2006a. Genehmigungsbescheid für den Windpark 'Global Tech I'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2006b. Genehmigungsbescheid für den Windpark 'Hohe See'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- 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. 2011. Genehmigungsbescheid für den Windpark 'Albatros'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2013. Standard - Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg & Rostock.
- BSH. 2015. Plangenehmigung 'Veja Mate'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.

- BSH. 2017a. 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). Hamburg.
- BSH. 2017b. Bundesfachplan Offshore für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone der Nordsee 2016/2017 und Umweltbericht. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2019. Untersuchungsrahmen für die Voruntersuchung und Strategische Umweltprüfung der Fläche N-7.2. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg.
- BSH. 2020a. Umweltbericht zum Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nordsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2020b. 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.
- BUREAU WAARDENBURG BV. 1999. Falls of migrant birds. 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.
- 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*.
- 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. 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. *Ecological research on offshore wind farms: international exchange of experiences*. Bonn.
- EEG. 2019. Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) 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).

- 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, 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. 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.
- 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.
- 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. 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. 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. 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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). 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. 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.

- 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. 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing.
- 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*.
- 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.
- 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.
- WELCKER, J. 2019. Patterns of nocturnal bird migration in the German North and Baltic Seas. Technical report. 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. 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. BioConsult SH, Husum.
- WETLANDS INTERNATIONAL. 2020. Waterbird Population Estimates. Retrieved from [wpe.wetlands.org](http://wpe.wetlands.org).
- WINKELMAN, J. E. 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers. 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 2020a) die für die Identifizierung der Wirkfaktoren (Kap. 5) herangezogen wird. \*\* 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
Überstrichene Fläche des Rotors **	31.416	70.686
Durchmesser Gründung [m]*	10	15
Durchmesser Kolksschutz [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-7.2 im Rahmen der Flächenvoruntersuchung N-7.2 (Grad, Minuten, Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Lfd. Nr.	Längengrad	Breitengrad	Teilgebiet	Lfd.Nr.	Längengrad	Breitengrad	Teilgebiet
1	6,124926	54,322353	a	20	6,311508	54,319216	d
2	6,195470	54,322459	a	21	6,313268	54,317916	d
3	6,176229	54,314476	a	22	6,316238	54,315891	d
4	6,135288	54,312445	a	23	6,316576	54,313258	d
5	6,124818	54,317048	a	24	6,305418	54,320637	d
6	6,124828	54,293187	b	25	6,333670	54,296005	e
7	6,124835	54,300445	b	26	6,339161	54,296214	e
8	6,133257	54,300621	b	27	6,342776	54,298134	e
9	6,144724	54,301191	b	28	6,355885	54,289279	e
10	6,214025	54,319101	c	29	6,352695	54,278541	e
11	6,222035	54,322445	c	30	6,338042	54,278339	e
12	6,274082	54,322456	c	31	6,335384	54,278165	e
13	6,274517	54,322034	c	32	6,124783	54,262169	f
14	6,255743	54,321089	c	33	6,124833	54,281770	f
15	6,250087	54,321733	c	34	6,174179	54,302653	f
16	6,244478	54,321460	c	35	6,292954	54,308473	f
17	6,239076	54,320276	c	36	6,313160	54,295217	f
18	6,299283	54,324102	d	37	6,318420	54,295418	f
19	6,303113	54,324713	d	38	6,320310	54,277012	f

Tab. A. 3 Technische Daten der verwendeten Erfassungsschiffe.

	„Reykjanes“	„Skoven“	„Arne Tiselius“
BRG (t)	442	344	237
Länge (m)	40,16	41,86	31
Breite (m)	8,2	8,4	7,1
Tiefgang (m)	4,26	4,0	3,4
Höhe Brückendeck (m) über Wasserlinie	3,98	5,9	5,0
Höhe Beobachtungspunkt (m) über Wasserlinie: Zugvogelerfassung (Sicht/Zugruferfassung) (Vertikalradar)	3,5 8,7	1,5 7,5	1,0 7,4
Reisegeschwindigkeit (kn)	11	12	10

## A.2.1 Radarerfassung

Tab. A. 4 Erfassungszeiten und -bedingungen (Wetter) einzelner Erfassungstage sowie Angabe zur Vollständigkeit von 24-Stunden-Zyklen. \*1) eine fehlende Stunde, die zum Wechsel des Ankerpunktes zur Fläche N-6.7 genutzt wurde, um dort rechtzeitig zum Beginn der Abenddämmerung beginnen zu können, \*2) Fahrabbruch wg. stürmischen Wetters, \*3) am 05.11.2018 nur 22 Stunden Erfassung zu Gunsten des rechtzeitigen Beginns der Transektfahrt, die sonst in der Hellphase nicht durchzuführen gewesen wäre, \*4) Abbruch der Radaruntersuchungen und der Ausfahrt wegen Hardwaredefekt des Vertikalradars am 13.11.2018, \*5) zusätzliche Stunden an dem Tag nach Fahrabbruch wg. stürmischen Wetters.

Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seastate (Peter- sen)	Wellen- höhe (m)	24-Stun- den-Zyk- len
18_01	20.07.2018	05:00	23:59	nein	1-4	2-4	NO	1-3	0,1-0,6	4
18_01	21.07.2018	00:00	23:59	nein	2-8	2-4	N-NO	2-3	0,1-0,6	
18_01	22.07.2018	00:00	23:59	nein	2-7	1-3	W-N	1-3	0,1-0,7	
18_01	23.07.2018	00:00	05:00	nein	2-4	2-3	W, SO	2	0,2	
18_02	04.08.2018	20:00	23:59	nein	2	5	N	2	1,5	3, 1x23 Stunden *1)
18_02	05.08.2018	00:00	23:59	nein	3-7	2-5	N, W, SW	3-4	0,6-1,4	
18_02	06.08.2018	00:00	23:59	nein	1-5	0-5	S, SW, SO	0-4	0,1-1,1	
18_02	07.08.2018	00:00	19:00	nein	1-5	1-3	SO-NO	1-3	0,1-1,1	
18_03	19.08.2018	22:00	23:59	nein	8	5-6	SW	5-6	1,7-2,2	4
18_03	20.08.2018	00:00	23:59	ja	4-8	0-5	W, NW, SW	0-5	0,1-1,7	
18_03	21.08.2018	00:00	23:59	nein	1-8	0-5	S-SO	0-4	0-0,7	
18_03	22.08.2018	00:00	23:59	nein	0-8	2-5	S, SW, W	2-4	0,1-1,2	
18_03	23.08.2018	00:00	22:00	ja	2-8	4-6	SW, W	4-5	0,6-1,6	3
18_04	05.09.2018	21:00	23:59	ja	8	3	O	2	0,4-0,6	
18_04	06.09.2018	00:00	23:59	ja	6-8	1-4	O, N- NW	0-3	0,1-0,8	
18_04	07.09.2018	00:00	23:59	ja	2-8	2-6	W-NW	2-5	0,3-2,0	
18_04	07.09.2018	00:00	21:00	ja	4-8	4-6	W-SW	4-5	1,3-2,5	3
18_05	17.09.2018	06:30	23:59	nein	0-8	3-5	W-SW	3-4	0,8-1,3	
18_05	18.09.2018	00:00	23:59	nein	0-8	4-7	S, SW	4-6	1,0-2,5	
18_05	19.09.2018	00:00	23:59	nein	2-7	5-7	SW	5-6	2,0-2,5	
18_05	20.09.2018	00:00	06:30	ja	4-8	5-7	SW	5-6	2,0-2,5	1 *2)
18_06	30.09.2018	07:30	23:59	ja	4-8	5-5	W	4-5	1,5-2,3	
18_06	01.10.2018	00:00	07:30	ja	4-8	5-5	W	4-5	1,5-2,3	
18_07	04.10.2018	05:00	23:59	ja	4-8	4-5	W	4-5	1,0-1,7	
18_07	05.10.2018	00:00	23:59	nein	4-8	1-6	SW, W	0-5	0,1-2,0	
18_07	06.10.2018	00:00	05:00	nein	4-8	1-2	W, SW	0-2	0,1	
18_07	07.10.2018	05:00	23:59	nein	2-8	2-6	N, SO	2-5	0,4-2,0	
18_07	08.10.2018	00:00	23:59	nein	3-8	5-7	SW	4-6	0,9-2,4	
18_07	09.10.2018	00:00	05:00	nein	4-8	5	SW	4	1,3	
18_09	01.11.2018	06:00	23:59	ja	7-8	4-7	W-SW	3-6	1,0-1,7	
18_09	02.11.2018	00:00	23:59	ja	1-8	3-7	W-SW	2-6	0,8-2,5	



Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seestate (Peter- sen)	Wellen- höhe (m)	24-Stun- den-Zyk- len
18_09	03.11.2018	00:00	23:59	nein	1-8	3-6	SW-S	3-5	0,8-1,8	3, 1x22 Stunden *3)
18_09	04.11.2018	00:00	23:59	nein	0-8	3-6	SW-S	3-6	0,8-2,0	
18_09	05.11.2018	00:00	04:00	nein	1-8	4-5	S-SO	3-4	0,6-0,7	
18_10	11.11.2018	07:30	23:59	ja	0-8	5-6	SW	4-5	1,5-2,2	2, 1x7,3 Stunden *4)
18_10	12.11.2018	00:00	23:59	ja	0-8	4-6	S-SW	4-5	0,5-2,0	
18_10	13.11.2018	00:00	14:50	ja	4-8	6	S-SW	5-6	1,5-2,5	
18_11	15.11.2018	16:30	23:59	nein	0-8	4	SO	3	0,5-0,7	2
18_11	16.11.2018	00:00	23:59	nein	0-8	2-5	SO	3	0,5-0,7	
18_11	17.11.2018	00:00	17:00	nein	0-5	5-6	SO	4-5	0,9-1,5	
18_12	25.11.2018	09:00	23:59	ja	7	4-6	NO-O	5	1,2-1,9	2
18_12	26.11.2018	00:00	23:59	ja	6-8	4-6	O	4-5	0,8-2,0	
18_12	27.11.2018	00:00	09:00	ja	8	3-5	O	3-4	0,3-0,8	
19_04	19.03.2019	18:30	23:59	nein	1-8	3-4	SW	2-3	0,8-1,2	7
19_04	20.03.2019	00:00	23:59	nein	2-8	4-5	SW	3-4	0,7-1,0	
19_04	21.03.2019	00:00	19:00	nein	1-8	4-5	SW	3-4	1,0-1,3	
19_04	23.03.2019	18:30	23:59	nein	1-8	4-5	SW	3-4	1,0-1,3	
19_04	24.03.2019	00:00	19:00	nein	0-8	1-6	NW	1-5	0,6-2,0	
19_04	26.03.2019	05:00	23:59	nein	6-8	3-6	NW-W	3-5	1,0-2,0	
19_04	27.03.2019	00:00	23:59	ja	5-8	2-3	W	1-3	0,5-1,0	
19_04	28.03.2019	00:00	23:59	nein	7-8	1-3	W, NW	1-2	0,2-0,5	
19_04	29.03.2019	00:00	23:59	ja	0-8	3-5	SW, O	2-4	0,3-1,0	
19_04	30.03.2019	00:00	05:00	nein	0	2-3	SW	2	0,4-0,6	
19_05	05.04.2019	04:30	23:59	ja	8	1-4	N, NW	1-4	0,5-1,0	4
19_05	06.04.2019	00:00	23:59	nein	0-8	1-4	NW, W, O, NO	1-4	0,3-0,7	
19_05	07.04.2019	00:00	05:00	nein	1-6	2-3	O	2	0,3-0,7	
19_05	07.04.2019	19:00	23:59	nein	0	3-4	NO, O	2-3	0,4-0,5	
19_05	08.04.2019	00:00	23:59	nein	0-4	2-6	NO, O	2-5	0,3-1,8	
19_05	09.04.2019	00:00	19:00	nein	0-2	5-6	NO, O	4-5	1,6-1,9	
19_06	20.04.2019	03:30	23:59	nein	0	2-4	O	2-3	0,3-0,5	3
19_06	21.04.2019	00:00	23:59	nein	0	2-4	O, NO	1-3	0,1-0,6	
19_06	22.04.2019	00:00	23:59	nein	0	4-6	O	3-5	0,6-1,8	
19_06	23.04.2019	00:00	04:00	nein	0	5-7	O	5-6	1,8-2,0	4
19_07	06.05.2019	03:00	23:59	ja	1-3	4-6	N, NW	4-5	1,9-2,5	
19_07	07.05.2019	00:00	23:59	ja	0-8	1-4	NW, NO, O	1-4	0,6-1,8	
19_07	08.05.2019	00:00	23:59	ja	3-8	2-5	SW, SO	2-5	0,4-1,3	
19_07	09.05.2019	00:00	23:59	ja	2-8	4-5	S, SW	4	0,7-1,2	
19_07	10.05.2019	00:00	03:00	ja	8	4	W	4	1,0-1,2	3
19_08	21.05.2019	02:30	23:59	nein	7-8	4-6	N, NW	3-5	0,5-2,0	
19_08	22.05.2019	00:00	23:59	nein	0-8	3-6	N, NW, SW	3-5	0,9-2,0	
19_08	23.05.2019	00:00	23:59	nein	0-6	3-5	SW	2-5	0,4-1,2	
19_08	24.05.2019	00:00	03:00	nein	0-1	4	SW	3	0,4-0,6	

Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seastate (Peter- sen)	Wellen- höhe (m)	24-Stun- den-Zyk- len
19_10	20.07.2019	23:00	23:59	nein	0-3	5	S	4	0,6-0,7	3
19_10	21.07.2019	00:00	23:59	nein	0-8	2-6	SW	2-5	0,3-1,6	
19_10	22.07.2019	00:00	23:59	ja	0-8	2-6	S	2-5	0,3-1,4	
19_10	23.07.2019	00:00	23:00	nein	0	1-3	SW	1-2	0,1-0,5	
19_11	03.08.2019	13:00	23:59	ja	8	3	NW	2-3	0,6-0,7	4
19_11	04.08.2019	00:00	23:59	nein	1-8	1-4	W, NW	1-4	0,1-0,8	
19_11	05.08.2019	00:00	23:59	ja	3-8	3-5	SO	2-4	0,3-0,8	
19_11	06.08.2019	00:00	23:59	nein	1-8	3-6	W, SW	3-5	0,5-1,3	
19_11	07.08.2019	00:00	13:00	ja	0-8	5-6	SW	4-5	1,0-1,5	3
19_12	22.08.2019	13:00	23:59	nein	1-3	4-5	SW	4-5	1,1-1,5	
19_12	23.08.2019	00:00	23:59	nein	0-8	1-5	SW	1-4	0,2-1,2	
19_12	24.08.2019	00:00	23:59	nein	0-1	3-4	O	2-4	0,2-0,5	
19_12	25.08.2019	00:00	13:00	nein	0-1	3-4	O, SO	2-3	0,3-0,5	2
19_13	02.09.2019	19:00	23:59	ja	8	5-7	SW	4-6	1,4-1,9	
19_13	03.09.2019	00:00	23:59	ja	3-8	4-7	SW, W	3-6	1,6-2,5	
19_13	04.09.2019	00:00	19:00	ja	0-8	4-8	SW	4-6	1,3-2,4	2
19_13	06.09.2019	04:30	23:59	ja	1-8	5-7	SW	4-6	1,9-2,5	
19_13	07.09.2019	00:00	23:59	ja	0-8	3-6	W	3-5	0,6-2,0	3
19_13	08.09.2019	00:00	05:00	nein	1-6	4-5	N	4	1,8-1,9	
19_14	18.09.2019	18:30	23:59	nein	1-6	6	NW	5	2,0-2,5	
19_14	19.09.2019	00:00	23:59	nein	1-6	2-6	NW	2-5	0,3-2,0	3
19_14	20.09.2019	00:00	23:59	ja	0-8	1-4	W	1-3	0,1-0,5	
19_14	21.09.2019	00:00	19:00	nein	0-8	1-5	SO	0-4	0,1-1,0	
19_15	05.10.2019	19:00	23:59	nein	6-8	5-6	O	4-5	1,2-1,4	4
19_15	06.10.2019	00:00	23:59	nein	1-8	6-7	SO	5	1,3-1,7	
19_15	07.10.2019	00:00	23:59	ja	1-8	4-6	SO	4-5	0,7-1,6	
19_15	08.10.2019	00:00	23:59	ja	3-8	5-7	W, SW	4-6	1,2-1,7	
19_15	09.10.2019	00:00	19:00	ja	1-8	5-6	W, SW	5	1,7-2,4	3
19_16	20.10.2019	05:30	23:59	nein	3-8	1-5	W, SW	1-4	0,2-1,0	
19_16	21.10.2019	00:00	23:59	ja	6-8	2-5	NO	2-4	0,3-1,2	
19_16	22.10.2019	00:00	23:59	ja	3-8	3-6	W, SW	3-5	0,4-1,1	
19_16	23.10.2019	00:00	06:00	ja	6-8	4-5	SW	4	1,0-1,1	2
19_17	01.11.2019	09:00	23:59	ja	8	5-6	S	4-5	1,0-1,2	
19_17	02.11.2019	00:00	23:59	ja	3-8	5-8	S	4-7	1,1-2,3	
19_17	03.11.2019	00:00	09:00	ja	6-8	5-8	S	5-7	1,6-2,3	2
19_17	06.11.2019	18:00	23:59	ja	1-6	0-5	SO	0-1	0,1	
19_17	07.11.2019	00:00	23:59	ja	3-8	1-7	SO	1-6	0,1-0,6	
19_17	08.11.2019	00:00	18:00	nein	0-8	4-6	SW	3-5	0,9-1,5	
19_18	18.11.2019	06:30	23:59	ja	8	6-7	N	5-6	1,7-2,5	19,5 Stun- den *2)
19_18	19.11.2019	00:00	02:00	ja	3-8	2-8	NW	2-6	1,4-2,6	
19_18	19.11.2019	15:00	23:59	nein	3-8	2-8	NW	2-6	1,4-2,6	
19_18	20.11.2019	00:00	23:59	nein	0-6	1-4	SO	1-3	0,4-1,3	

Fahrt-Nr.	Start Datum	Start UTC	Ende UTC	Regen	Bewölkung (Achtel)	Windstärke (bft)	Windrichtung	Seestate (Peter- sen)	Wellen- höhe (m)	24-Stun- den-Zyk- len
19_18	21.11.2019	00:00	21:00	ja	1-8	2-5	S, O	1-5	0,4-0,9	1, 1x6 Stunden *5)
20_03	10.03.2020	21:00	23:59	nein	1	7	W	6-7	2,4-2,5	1
20_03	11.03.2020	00:00	21:00	nein	0-6	5-7	W	5-6	1,8-2,5	
20_03	13.03.2020	18:00	23:59	nein	1-6	2-6	NW	2-5	1,5-2,4	3
20_03	14.03.2020	00:00	23:59	nein	1-8	2-7	SO	2-5	1,0-1,8	
20_03	15.03.2020	00:00	23:59	ja	6-8	5-7	S	5-6	1,8-2,4	
20_03	16.03.2020	00:00	18:00	ja	0-8	2-5	W	2-4	0,3-2,0	
20_04	22.03.2020	07:00	23:59	nein	0-1	6	SO	5	1,2-1,7	3
20_04	23.03.2020	00:00	23:59	nein	0-3	4-7	SO	5-6	1,3-1,9	
20_04	24.03.2020	00:00	23:59	nein	0-3	4-6	SO	4-5	0,8-1,9	
20_04	25.03.2020	00:00	07:00	nein	0	5-6	S, SO	5	1,2-1,5	
20_05	04.04.2020	04:30	23:59	nein	0-6	2-5	SW	1-4	0,6-1,7	3
20_05	05.04.2020	00:00	23:59	nein	0-3	4-5	SO	3-5	0,6-0,9	
20_05	06.04.2020	00:00	23:59	ja	0-8	3-6	SO, S	2-5	0,4-1,4	
20_05	07.04.2020	00:00	05:00	nein	1	3	W	0	0,3-0,4	
20_05	08.04.2020	19:00	23:59	nein	1	1-2	W, NW	0-1	0,1	4
20_05	09.04.2020	00:00	23:59	nein	0-8	1-4	N	0-3	0,1-0,7	
20_05	10.04.2020	00:00	23:59	nein	1-6	1-4	NO	0-3	0,2-0,6	
20_05	11.04.2020	00:00	23:59	nein	1-8	2-5	S	2-4	0,2-0,6	
20_05	12.04.2020	00:00	19:00	ja	1-6	1-4	SW, W	1-4	0,1-0,5	
20_07	02.05.2020	03:00	23:59	ja	1-8	2-4	W	2-4	0,5-1,0	1
20_07	03.05.2020	00:00	03:00	nein	1-3	2	W	2	0,2-0,6	
20_07	04.05.2020	20:00	23:59	nein	3	5	N	2	1,0-1,3	3
20_07	05.05.2020	00:00	23:59	nein	0-3	3-5	N	3-4	0,8-1,3	
20_07	06.05.2020	00:00	23:59	nein	0-3	2-4	NW, N	2-4	0,4-0,9	
20_07	07.05.2020	00:00	20:00	nein	0-6	2-4	NW	2-4	0,4-1,1	
20_09	25.05.2020	02:30	23:59	nein	1-8	3-5	NW	2-4	0,7-1,8	3
20_09	26.05.2020	00:00	23:59	nein	1-8	1-4	SO	0-3	0,1-0,6	
20_09	27.05.2020	00:00	23:59	nein	1-8	1-5	N	1-4	0,1-1,0	
20_09	28.05.2020	00:00	03:00	nein	1	3-4	N	3	0,5-0,6	

Tab. A. 5 Kennwerte des Vogelzuges in einzelnen Erfassungsnächten (Vogelzug in der Nacht, Radarerfassung) von Juli 2018 bis Mai 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
<b>1. Erfassungsjahr: Juli 2018 bis Mai 2019</b>									
1	20./21.7.18	18_01	413	629	113	356	570	141	6
2	21./22.7.18	18_01	132	200	113	110	136	31	6
3	22./23.7.18	18_01	24	33	113	21	67	24	6
4	04./05.8.18	18_02	58	98	134	49	109	36	7
5	05./06.8.18	18_02	27	52	135	24	50	14	7
6	06./07.8.18	18_02	211	347	136	155	534	197	7
7	19./20.8.18	18_03	60	108	114	59	67	8	6
8	20./21.8.18	18_03	112	180	153	73	94	22	8
9	21./22.8.18	18_03	1.472	2.110	155	890	2.080	849	8
10	22./23.8.18	18_03	1.593	1.901	156	744	1.221	216	8
11	06./07.9.18	18_04	240	327	119	171	242	46	6
12	07./08.9.18	18_04	121	173	138	77	147	40	7
13	17./18.9.18	18_05	910	1.478	201	423	774	218	11
14	18./19.9.18	18_05	246	355	196	114	251	78	11
15	19./20.9.18	18_05	93	154	147	62	145	60	8
16	30.9./1.10.18	18_06	47	61	180	20	50	16	9
17	04./05.10.18	18_07	465	698	220	193	1.196	348	11
18	05./06.10.18	18_07	756	1.086	220	306	572	120	11
19	07./08.10.18	18_07	232	383	220	105	229	88	11
20	08./09.10.18	18_07	158	237	228	81	488	136	12
21	02./03.11.18	18_09	49	75	259	18	78	25	13
22	03./04.11.18	18_09	529	705	260	164	353	94	13
23	04./05.11.18	18_09	488	686	219	191	438	135	11
24	11./12.11.18	18_10	42	50	227	15	59	17	12
25	12./13.11.18	18_10	93	101	251	28	60	17	13
26	15./16.11.18	18_11	428	483	237	151	344	110	13
27	16./17.11.18	18_11	28	31	275	8	29	10	14
28	26./27.11.18	18_12	137	145	179	67	125	42	9
29	19./20.3.19	19_04	813	1.064	191	336	722	239	10
30	20./21.3.19	19_04	1.289	1.782	211	501	1.464	523	11
31	23./24.3.19	19_04	73	98	206	30	118	44	11
32	26./27.3.19	19_04	83	109	195	35	93	37	10
33	27./28.3.19	19_04	35	45	174	17	50	15	9

Nacht - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden
34	28./29.3.19	19_04	739	1.006	193	340	809	289	10
35	29./30.3.19	19_04	764	1.071	192	343	742	239	10
36	05./06.4.19	19_05	34	55	180	20	59	17	9
37	06./07.4.19	19_05	897	1.211	180	425	670	149	9
38	07./08.4.19	19_05	353	521	179	181	422	130	9
39	08./09.4.19	19_05	23	33	179	11	30	11	9
40	20./21.4.19	19_06	532	761	163	279	605	227	9
41	21./22.4.19	19_06	904	1.376	152	567	857	248	8
42	22./23.4.19	19_06	695	1.135	151	448	852	267	8
43	06./07.5.19	19_07	55	69	138	32	63	19	7
44	07./08.5.19	19_07	489	708	116	373	589	240	6
45	08./09.5.19	19_07	584	738	117	381	739	269	6
46	09./10.5.19	19_07	13	19	75	15	21	7	4
47	21./22.5.19	19_08	249	306	110	156	630	258	6
48	22./23.5.19	19_08	458	562	100	344	691	259	5
49	23./24.5.19	19_08	593	719	100	455	623	125	5
<b>2. Erfassungsjahr: Juli 2019 bis Mai 2020</b>									
1	20./21.7.19	19_10	34	43	72	34	44	14	4
2	21./22.7.19	19_10	255	303	113	179	374	158	6
3	22./23.7.19	19_10	11	16	53	20	26	7	3
4	03./04.8.19	19_11	431	533	80	412	482	75	4
5	04./05.8.19	19_11	269	354	135	163	336	119	7
6	05./06.8.19	19_11	107	124	135	57	76	20	7
7	06./07.8.19	19_11	1.009	1.201	136	527	1.360	435	7
8	22./23.8.19	19_12	125	147	153	63	232	74	8
9	23./24.8.19	19_12	1.975	2.483	165	954	3.452	1.334	9
10	24./25.8.19	19_12	3.484	4.559	168	1.620	2.339	441	9
11	03./04.9.19	19_13	857	1.042	160	398	743	200	8
12	06./07.9.19	19_13	82	97	178	33	64	24	9
13	07./08.9.19	19_13	259	313	160	118	215	63	8
14	18./19.9.19	19_14	180	239	204	76	251	74	11
15	19./20.9.19	19_14	44	65	207	20	39	12	11
16	20./21.9.19	19_14	112	203	208	62	166	45	11
17	05./06.10.19	19_15	1.390	1.734	180	586	881	262	9
18	06./07.10.19	19_15	933	1.114	221	309	597	181	11
19	08./09.10.19	19_15	118	141	160	54	92	26	8
20	20./21.10.19	19_16	1.400	1.922	218	554	1.003	332	11
21	21./22.10.19	19_16	777	990	134	489	1.076	475	7

Nacht - Nr.	Zugnacht	Ausfahrt-Nr.	N Original-Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	Zugrate/MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden
22	22./23.10.19	19_16	155	186	214	56	229	65	11
23	07./08.11.19	19_17	148	195	180	67	101	22	9
24	18./19.11.19	19_18	2	5	125	2	9	3	7
25	19./20.11.19	19_18	74	122	267	21	74	22	14
26	20./21.11.19	19_18	262	540	288	83	439	113	15
27	10./11.3.20	20_03	418	543	160	211	284	87	8
28	13./14.3.20	20_03	29	39	215	11	32	9	11
29	14./15.3.20	20_03	176	240	193	75	163	53	10
30	15./16.3.20	20_03	908	1.194	140	531	1.621	594	7
31	22./23.3.20	20_04	83	125	197	39	114	27	10
32	23./24.3.20	20_04	377	537	196	167	288	84	10
33	24./25.3.20	20_04	1.007	1.405	196	445	1.102	334	10
34	04./05.4.20	20_05	1.103	1.667	180	562	871	299	9
35	05./06.4.20	20_05	1.411	2.060	179	690	1.108	345	9
36	06./07.4.20	20_05	456	631	140	286	624	218	7
37	08./09.4.20	20_05	302	424	177	157	403	139	9
38	09./10.4.20	20_05	56	90	177	31	93	35	9
39	10./11.4.20	20_05	240	329	176	116	298	89	9
40	11./12.4.20	20_05	1.187	1.630	175	574	1.424	444	9
41	02./03.5.20	20_07	16	30	140	9	28	9	7
42	04./05.5.20	20_07	1	3	139	1	8	3	7
43	05./06.5.20	20_07	44	136	138	40	86	29	7
44	06./07.5.20	20_07	29	60	137	18	46	17	7
45	25./26.5.20	20_09	14	36	101	15	27	12	5
46	26./27.5.20	20_09	137	200	100	82	198	99	5
47	27./28.5.20	20_09	4	9	100	4	16	7	5

Tab. A. 6 Kennwerte des Vogelzuges an einzelnen Erfassungstagen (Vogelzug am Tag, Radarerfassung) von Juli 2018 bis Mai 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.	Datum	Ausfahrt-Nr.	N Original Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden
<b>1. Erfassungsjahr: Juli 2018 bis Mai 2019</b>									
1	20.07.2018	18_01	381	588	316	124	387	101	16
2	21.07.2018	18_01	1.012	1.448	354	252	1.145	325	18
3	22.07.2018	18_01	417	631	352	115	445	102	18
4	05.08.2018	18_02	374	562	333	116	200	50	17
5	06.08.2018	18_02	344	545	333	104	270	54	17
6	07.08.2018	18_02	350	555	315	117	336	84	16
7	20.08.2018	18_03	288	396	313	85	183	49	16
8	21.08.2018	18_03	427	690	310	150	298	78	16
9	22.08.2018	18_03	3.610	4.737	311	912	2.004	592	16
10	23.08.2018	18_03	1.121	1.425	219	397	864	222	11
11	07.09.2018	18_04	800	1.306	193	408	1.163	297	10
12	08.09.2018	18_04	830	1.489	213	418	942	313	11
13	17.09.2018	18_05	909	1.310	231	338	1.259	336	12
14	18.09.2018	18_05	353	612	249	148	316	90	13
15	19.09.2018	18_05	231	369	255	87	192	52	13
16	30.09.2018	18_06	268	378	206	111	206	44	11
17	04.10.2018	18_07	250	385	174	129	217	59	9
18	05.10.2018	18_07	979	1.324	249	318	595	174	13
19	07.10.2018	18_07	744	1.282	230	328	1.407	385	12
20	08.10.2018	18_07	549	849	235	218	613	176	12
21	01.11.2018	18_09	168	286	160	108	578	192	8
22	02.11.2018	18_09	65	102	153	42	146	43	8
23	03.11.2018	18_09	68	113	211	32	69	18	11
24	04.11.2018	18_09	88	144	207	42	220	73	11
25	11.11.2018	18_10	6	7	140	4	7	3	7
26	12.11.2018	18_10	42	44	91	32	64	24	5
27	13.11.2018	18_10	5	7	131	3	15	6	7
28	16.11.2018	18_11	115	130	180	65	114	25	9
29	17.11.2018	18_11	11	13	190	4	15	5	10
30	26.11.2018	18_12	155	163	159	88	164	55	8
31	20.03.2019	19_04	86	114	219	34	201	57	11
32	21.03.2019	19_04	104	146	259	34	216	57	13
33	24.03.2019	19_04	83	118	272	28	95	24	14

Tag - Nr.	Datum	Ausfahrt-Nr.	N Original Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden
34	26.03.2019	19_04	42	55	253	13	57	18	13
35	27.03.2019	19_04	31	39	194	13	33	10	10
36	28.03.2019	19_04	109	154	275	35	89	28	14
37	29.03.2019	19_04	268	373	275	85	238	72	14
38	06.04.2019	19_05	552	716	294	149	413	144	15
39	08.04.2019	19_05	65	99	296	21	76	24	15
40	09.04.2019	19_05	19	26	296	5	19	7	15
41	20.04.2019	19_06	637	813	306	175	410	116	16
42	21.04.2019	19_06	1.695	2.030	310	391	1.775	465	16
43	22.04.2019	19_06	404	562	310	108	376	103	16
44	06.05.2019	19_07	50	74	320	14	83	21	16
45	07.05.2019	19_07	87	118	218	34	84	22	11
46	08.05.2019	19_07	146	208	180	71	265	101	9
47	09.05.2019	19_07	1.175	1.433	280	309	1.354	419	14
48	21.05.2019	19_08	679	809	362	169	1.812	403	19
49	22.05.2019	19_08	251	332	333	63	156	56	17
50	23.05.2019	19_08	2.264	2.865	365	481	869	224	19
<b>2. Erfassungsjahr: Juli 2019 bis Mai 2020</b>									
1	21.07.2019	19_10	133	170	350	31	76	19	18
2	23.07.2019	19_10	67	96	353	18	70	19	18
3	04.08.2019	19_11	826	1.055	337	199	417	89	17
4	06.08.2019	19_11	1.048	1.282	337	231	585	140	17
5	07.08.2019	19_11	641	805	316	160	528	155	16
6	23.08.2019	19_12	283	354	299	79	264	60	15
7	24.08.2019	19_12	4.017	4.922	300	1.009	1.768	335	15
8	25.08.2019	19_12	1.194	1.540	180	526	1.152	297	9
9	03.09.2019	19_13	358	484	219	134	325	72	11
10	06.09.2019	19_13	689	919	150	357	514	132	8
11	07.09.2019	19_13	244	300	210	89	218	70	11
12	19.09.2019	19_14	200	281	259	67	144	34	13
13	20.09.2019	19_14	84	116	159	48	130	43	8
14	21.09.2019	19_14	452	584	260	140	258	66	13
15	06.10.2019	19_15	343	437	247	113	749	219	13
16	07.10.2019	19_15	644	794	248	196	517	115	13
17	08.10.2019	19_15	344	441	246	109	287	73	13
18	09.10.2019	19_15	232	296	194	94	139	33	10
19	20.10.2019	19_16	207	303	226	93	326	101	12
20	22.10.2019	19_16	338	471	220	132	662	194	11



Tag - Nr.	Datum	Ausfahrt-Nr.	N Original Echos	N Korrigierte Echos	Anzahl Fotos	MTR	Max. MTR	SD MTR	N Stunden
21	02.11.2019	19_17	76	95	113	50	112	37	6
22	07.11.2019	19_17	82	101	117	55	109	42	6
23	08.11.2019	19_17	181	257	196	83	167	36	10
24	18.11.2019	19_18	30	35	99	14	22	7	5
25	20.11.2019	19_18	282	632	180	159	287	95	9
26	21.11.2019	19_18	213	459	140	152	330	102	7
27	11.03.2020	20_03	74	103	253	28	134	34	13
28	14.03.2020	20_03	102	151	255	39	136	35	13
29	15.03.2020	20_03	46	67	180	23	57	20	9
30	16.03.2020	20_03	138	188	256	51	355	95	13
31	22.03.2020	20_04	37	46	230	12	21	6	12
32	23.03.2020	20_04	75	112	272	25	83	23	14
33	24.03.2020	20_04	237	316	273	70	146	39	14
34	04.04.2020	20_05	257	343	290	77	225	69	15
35	05.04.2020	20_05	1.685	2.051	294	416	976	339	15
36	06.04.2020	20_05	440	551	232	148	312	93	12
37	09.04.2020	20_05	192	293	297	63	205	71	15
38	10.04.2020	20_05	109	151	298	34	81	20	15
39	11.04.2020	20_05	560	734	299	154	402	117	15
40	12.04.2020	20_05	550	739	299	158	393	122	15
41	02.05.2020	20_07	48	98	335	14	48	12	17
42	05.05.2020	20_07	30	63	339	8	26	7	17
43	06.05.2020	20_07	76	153	340	21	61	15	17
44	07.05.2020	20_07	90	165	340	22	64	14	17
45	25.05.2020	20_09	19	36	345	4	18	5	18
46	26.05.2020	20_09	182	330	368	39	81	24	19
47	27.05.2020	20_09	119	225	370	29	164	39	19

Tab. A. 7 Erfassungsparameter (berechnet mittels DISTANCE 6.0) für die verwendeten Radarmodelle für verschiedene Erfassungsphasen. Angabe der Datenbasis für die Berechnung der Distanzkorrektur; \* für das Visionmaster-Radargerät wurden vorhandene Basisdaten verwendet, da nur Daten von zwei Ausfahrten vorlagen.

Parameter	Radartyp: JRC		Radartyp: Furuno		Visionmaster FT
	Daten bis Nov. 2018	Daten bis Mai 2019	Daten bis Nov. 2018	Daten bis Mai 2019	*
model, key function	half normal	hazard rate	half normal	half normal	half normal
model, adjustment terms	cosine	cosine	cosine	cosine	cosine
key function a1	1.281 ± 69,90	667.500 ± 9.083	485.300 ± 462.700	593.300 ± 37.060	614.2 ± 4,0
series expansion b1	-0,5509 ± 0,034	-0,6528 ± 0,0174	-0,535 ± 0,066	-0,1987 ± 0,057	-0.08962 ± 0,01
series expansion b2	-0,3360 ± 0,029	-0,3477 ± 0,0186	-	0,3605 ± 0,071	-0.2353 ± 0,01
series expansion b3	-0,0779 ± 0,025	-0,0983 ± 0,0157	-	0,2258 ± 0,073	-0.2132 ± 0,01
series expansion b4	-	-	-	-	-0.1598 ± 0,01
N Echos	8.003	12.121	467	728	38.226

## A.2.2 Zugbeobachtung

Tab. A. 8 Schutzstatus im Gebiet N-7.2 von Juli 2018 bis Mai 2020 gesichteter und gehörter Arten nach AEWA, SPEC, der EU-VSchRL, der 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 Höhenschicht der Rotorebenen potentiell 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)<sup>1</sup>, aktualisiert und ergänzt durch Wetlands International (2020)<sup>2</sup>. Sind keine Daten zur biogeographischen Population vorhanden, so wurde der europäische Bestand nach BirdLife International (2017)<sup>3</sup> 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 2018/2019	Anzahl Rufe 2018/2019	Anzahl Ind. Sicht 2019/2020	Anzahl Rufe 2019/2020	Rotorebene 25 - 225 m 2018/2019	Rotorebene 50 - 350 m 2018/2019	Rotorebene 25 - 225 m 2019/2020	Rotorebene 50 - 350 m 2019/2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
20	Sterntaucher	52 (7)		63 (12)		7	3	5		B (1)	I	3	II	II	150.000 - 450.000 <sup>2</sup>
30	Prachtttaucher	14 (2)		6 (1)		3		4		B 2c	I	3	II	II	250.000 - 500.000 <sup>2</sup>
59	Seetaucher unbestimmt	21 (27)		18 (12)		3	3	2					II		
220	Eissturmvogel	142 (25)		126 (3)								3	III		6.400.000-8.200.000 <sup>1</sup>
550	Wellenläufer	1									I	1	II		213.000 - 287.000 <sup>3</sup>
710	Basstölpel	1461 (387)		1067 (187)		179	75	173	69					III	780.000 <sup>1</sup>
720	Kormoran	54		20 (93)		5		3	7	C 1				III	
1220	Graureiher	1 (1)	3							C 1				III	
1520	Höckerschwan	5		0 (1)						C 1				III	II
1559	Schwan unbestimmt													III	
1569	Gänse unbestimmt	12 (45)		0 (4)		11	11							III	II
1580	Kurzschnebelgans	2				2	2			B 1				III	II

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2018/2019	Anzahl Rufe 2018/2019	Anzahl Ind. Sicht 2019/2020	Anzahl Rufe 2019/2020	Rotorebene 25 - 225 m 2018/2019	Rotorebene 50 - 350 m 2018/2019	Rotorebene 25 - 225 m 2019/2020	Rotorebene 50 - 350 m 2019/2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
1590	Blässgans	3								C 1			III	II	
1610	Graugans	24		8 (7)				2	4	C 1/ B 1			III	II	
1670	Nonnengans	29								C 1	I		III	II	770.000 <sup>2</sup>
1680	Ringelgans	155 (332)		19 (30)		146		7	7	A 2/ A 3a/ B 2b			III	II	200.000 - 280.000 <sup>2</sup>
1681	Dunkelbäuchige Ringelgans			4						B 2b			III	II	
1790	Pfeifente			5						B 2c			III	II	
1820	Schnatterente	4		2						C 1			III	II	
1840	Krickente	227		66				27		C 1			III	II	500.000 <sup>2</sup>
1860	Stockente	1 (2)		13				12		C 1			III	II	
1890	Spießente	4								B 1		3	III	II	
1910	Knärente	11								C 1		3	III	II	
1940	Löffelente	15 (6)		2						B 1			III	II	
2060	Eiderente	4		2						A 4		1	III	II	
2130	Trauerente	213 (17)	1	186 (30)		6	4	46	8	B 2a			III	II	550.000 <sup>2</sup>
2139	Trauer-/ Samtente	0 (35)											III	II	
2150	Samtente	1								A 1b		1	III	II	
2180	Schellente	2								C 1			III	II	
2210	Mittelsäger	5				3				A 3c		3	III	II	
2230	Gänsesäger	7								C 1			III	II	
2269	Ente unbestimmt	106 (41)		45 (28)		12	7		11				III	II	
2690	Sperber			1									II	II	
3009	Greifvogel unbestimmt	0 (1)		0 (1)									II	II	
3040	Turmfalke	4		1		1	1					3	II	II	
3090	Merlin			1							I		II	II	32.000 - 51.600 <sup>3</sup>
3100	Baumfalke			1									II	II	
4500	Austernfischer	2	9							A 4		1	III	II	

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2018/2019	Anzahl Rufe 2018/2019	Anzahl Ind. Sicht 2019/2020	Anzahl Rufe 2019/2020	Rotorebene 25 - 225 m 2018/2019	Rotorebene 50 - 350 m 2018/2019	Rotorebene 25 - 225 m 2019/2020	Rotorebene 50 - 350 m 2019/2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
4700	Sandregenpfeifer		2		4					B 1			II	II	
4850	Goldregenpfeifer	11		47 (3)	7	1	1		11	B 2c/ C 1	I		III	II	640.000 - 1.210.000 <sup>2</sup> **
4960	Knutt	4	3	0 (5)	6					A 4		1	III	II	
5120	Alpenstrandläufer	0 (1)	11		34					B 1/ C 1		3	II	II	
5129	Strandläufer unbestimmt	3											II/II I	II	
5190	Bekassine	1	13	2	13					B 2c		3	III	II	
5340	Pfuhschnepfe			1 (4)						A 4	I	1	III	II	720.000 <sup>2</sup> **
5380	Regenbrachvogel	30 (46)	4	8	8	6	6	4		C (1)			III	II	
5410	Großer Brachvogel	85 (25)		1	37	3				A 4		1	III	II	
5450	Dunkler Wasserläufer		10							A 3c		3	III	II	
5460	Rotschenkel	5 (1)	4							B 2c/ C 1		2	III	II	
5480	Grünschenkel		9							C 1			III	II	
5530	Waldwasserläufer		7		11					C 1			II	II	
5560	Flussuferläufer		11	1	5					B 2c		3	III	II	
5610	Steinwälzer	1		4						A 3c/ C 1			II	II	
5659	Limikolen unbestimmt	17 (58)		28 (5)									II/II I		
5660	Spatelraubmöwe	10		1		1	1	1					III		
5670	Schmarotzerraubmöwe	30 (2)		2		3							III		
5680	Falkenraubmöwe	2 (1)		1						C 1			III		
5690	Skua	22 (6)		37		3		7		B 1			III		
5698	Schmarotzer-/Spatelraubmöwe	6		1		1							III		

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2018/2019	Anzahl Rufe 2018/2019	Anzahl Ind. Sicht 2019/2020	Anzahl Rufe 2019/2020	Rotorebene 25 - 225 m 2018/2019	Rotorebene 50 - 350 m 2018/2019	Rotorebene 25 - 225 m 2019/2020	Rotorebene 50 - 350 m 2019/2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
5709	Raubmöwe unbestimmt	9 (3)		1 (4)				1	1				III		
5750	Schwarzkopfmöwe			2						B 2a	I		II	II	50.000 - 120.000 <sup>2</sup>
5780	Zwergmöwe	645 (116)		96 (26)		4	3	17	6	B 1	I	3	II		72.000 - 174.000 <sup>2</sup>
5790	Schwalbenmöwe			1									II		
5820	Lachmöwe	34 (6)	80	145	11			5		B 2c			III		
5900	Sturmmöwe	225 (38)	7	336 (3)	1	39	18	40	12	C 1			III		1.200.000-2.250.000 <sup>2</sup> **
5909	Kleinmöwe unbestimmt	12		0 (1)		2							III		
5910	Heringsmöwe	1665 (2641)	12	5226 (511)		654	444	372	227	C 1					325.000 - 440.000 <sup>2</sup>
5920	Silbermöwe	215 (121)		469		36	24	39	13	B 2c		2			2.290.000-4.150.000 <sup>2</sup>
5926	Mittelmeermöwe	1		1						C 1					
5927	Steppenmöwe	7 (9)		4		1				C 1					
6000	Mantelmöwe	210 (71)		299 (10)		57	30	30	16	C 1					330.000 – 540.000 <sup>2</sup>
6005	Großmöwe unbestimmt	190 (25)	2	447 (73)		17	11	3	46						
6008	Herings-/Mantelmöwe	6 (6)		11 (25)		3	2	4	3						
6020	Dreizehenmöwe	1174 (246)	2	750 (34)		124	53	78	9	A 1b		3	III		6.600.000 <sup>2</sup>
6049	Möwe unbestimmt	23 (9)		28 (777)		8	2	4	2						
6110	Brandseeschwalbe	39 (2)		11				4	2	C 1	I		II	II	166.000 - 171.000 <sup>2</sup>
6150	Flussseeschwalbe	467 (7)	62	123 (10)	4	9	4	7	2	C 1	I		II	II	800.000 - 1.700.000 <sup>2</sup> **
6160	Küstenseeschwalbe	158 (8)	4	190 (22)	2	4		8		C 1	I		II	II	1.000.000 <sup>2</sup>
6169	Fluss-/Küstenseeschwalbe	1108 (242)		291 (236)	12	68	26	4					II	II	

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2018/2019	Anzahl Rufe 2018/2019	Anzahl Ind. Sicht 2019/2020	Anzahl Rufe 2019/2020	Rotorebene 25 - 225 m 2018/2019	Rotorebene 50 - 350 m 2018/2019	Rotorebene 25 - 225 m 2019/2020	Rotorebene 50 - 350 m 2019/2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
6270	Trauerseeschwalbe	1								B 2c	I	3	II	II	500.000 - 1.000.000 <sup>2</sup>
6319	Seeschwalbe unbestimmt			44 (116)				3					II		
6340	Trottellumme	344 (235)		440 (17)						C 1		3	III		5.600.000-5.800.000 <sup>1</sup>
6345	Tordalk/Trottellumme	396 (159)		207 (159)									III		
6360	Tordalk	224 (20)		252 (32)						A 4		1	III		1.060.000 <sup>1</sup>
6549	Alk unbestimmt	27											III		
6700	Ringeltaube	1 (1)		5											
6840	Türkentaube			1									III		
7675	Wald-/Sumpfohreule				1										
7680	Sumpfohreule		1	1							I	3	II		54.700 - 186.000 <sup>3</sup>
7950	Mauersegler	1										3	III		
9760	Feldlerche	12 (1)	110	2	1	1						3	III		
9780	Ohrenlerche		1										II		
9920	Rauchschwalbe	26 (2)		4								3	II		
10010	Mehlschwalbe	1 (1)										2	II		
10090	Baumpieper	2 (1)										3	II	II	
10110	Wiesenpieper	177 (7)	5	67	1	18	5	7	1			1	II	II	9.670.000-15.000.000 <sup>3</sup>
10143	Strandpieper (Felsenpieper)	1		3		1		3	1				II	II	
10159	Pieper unbestimmt	14		1				1					II	II	
10170	Schafstelze (spp. flava)	7										3	II	II	
10190	Gebirgsstelze	3		1									II	II	
10200	Bachstelze	9		6		1							II	II	
10660	Zaunkönig	0	2	13									II		

Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2018/2019	Anzahl Rufe 2018/2019	Anzahl Ind. Sicht 2019/2020	Anzahl Rufe 2019/2020	Rotorebene 25 - 225 m 2018/2019	Rotorebene 50 - 350 m 2018/2019	Rotorebene 25 - 225 m 2019/2020	Rotorebene 50 - 350 m 2019/2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
		(5)													
10990	Rotkehlchen	2 (6)	228	3 (1)	231								II	II	
11210	Hausrot- schwanz	0 (2)		3									II	II	
11220	Gartenrot- schwanz	1											II	II	
11370	Braunkehlchen			1								2	II	II	
11460	Stein- schmätzer	0 (1)		4								3	II	II	
11860	Ringdrossel			0 (1)									II	II	
11870	Amsel	46 (4)	2097	5	101	25	25						III	II	
11980	Wacholderdros- sel	12 (3)	533	4	81	3	2						III	II	
12000	Singdrossel	6 (3)	515	12	124 4	2	2	2					III	II	
12010	Rotdrossel	33 (3)	8456	8 (1)	165 7	20	20		1			1	III	II	
12020	Misteldrossel		7		2								III	II	
12069	Drossel unbestimmt	4	1	1									II/II I	II	
12760	Garten- grasmücke			1									II	II	
12770	Mönchs- grasmücke	1		1									II	II	
13110	Zilpzalp	3 (4)		16									II	II	
13120	Fitis	1 (3)		4								3	II	II	
13129	Laubsänger un- bestimmt			1									II		
13140	Wintergold- hähnchen	1 (6)	17	4								2	II	II	
13350	Grauschnäpper			1								2			
15671	Rabenkrähe			1											
15820	Star	198 (16)	43	402 (4)		2		4	100			3			
16360	Buchfink	6 (2)	1	6 (1)									III		



Euringcode	Artname	Anzahl Ind. Sicht 2018/2019	Anzahl Rufe 2018/2019	Anzahl Ind. Sicht 2019/2020	Anzahl Rufe 2019/2020	Rotorebene 25 - 225 m 2018/2019	Rotorebene 50 - 350 m 2018/2019	Rotorebene 25 - 225 m 2019/2020	Rotorebene 50 - 350 m 2019/2020	AEWA 2019	EU_VSchRL	SPEC 2017	Berner Konvention 1979	Bonner Konvention 1979	Biogeographische Population
16380	Bergfink	1		4 (1)								3	III		
16389	unbestimmter Fringilla-Fink	1											III		
16400	Girlitz	1										2	II		
16540	Erlenzeisig			10											
16600	Bluthänfling	2 (2)										2	II		
16630	Birkenzeisig	0 (1)											II		
18500	Schneeammer		8										II		
19999	Singvogel unbestimmt	157	1	67 (2)		14	7	5	3						

#### Populationsstatus nach dem Abkommen zur Erhaltung der afrikanisch-eurasischen wandernden Wasservögel (AEWA; UNEP/AEWA Sekretariat 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 Flusseeeschwalbe (süd- und westeuropäische Populationen sowie nord- und osteuropäische Populationen), der Silbermöwe (Unterarten *Larus argentatus argentatus* und *Larus argentatus argenteus*), Goldregenpfeifer (britische, irische, dänische, deutsche, baltische Populationen sowie nord-/westeuropäische Populationen), 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 2018/2019 für die Fläche N-7.2 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
20.07.2018	13,37	9,3	11,05	12,21	9,88	14,53	19,77	9,88	172	260,23
21.07.2018	6,02	12,96	10,19	9,26	6,02	23,15	23,15	9,26	216	250,35
22.07.2018	4,41	6,86	7,84	9,8	13,24	30,88	19,61	7,35	204	224,45
23.07.2018	9,09	9,09	0	0	27,27	9,09	36,36	9,09	11	254,64
05.08.2018	7,47	4,38	2,06	5,15	3,87	35,82	20,36	20,88	388	261,73
06.08.2018	4,57	8,12	9,14	14,21	12,18	22,84	23,86	5,08	197	217,33
07.08.2018	3,79	5,83	4,37	7,87	4,66	65,01	7,29	1,17	343	220,14
20.08.2018	1,64	0,99	1,97	4,61	9,54	18,75	29,28	33,22	304	269,79
21.08.2018	4,24	3,95	6,5	36,16	31,36	9,6	5,65	2,54	354	159,41
22.08.2018	0,58	1,16	0,58	6,94	13,87	36,99	34,68	5,2	173	235,6
23.08.2018	2,47	2,47	3,7	8,64	22,22	22,22	25,93	12,35	81	231,29
06.09.2018	13,98	9,68	26,88	4,3	23,66	4,3	12,9	4,3	93	108,29
07.09.2018	8,86	2,53	13,92	1,27	15,19	7,59	36,71	13,92	79	268,45
08.09.2018	4,94	1,23	6,17	0	8,64	18,52	59,26	1,23	81	257,19
17.09.2018	0	5,13	2,56	15,38	35,9	28,21	12,82	0	39	193,97
18.09.2018	0	4,44	4,44	13,33	6,67	42,22	22,22	6,67	45	226,24
19.09.2018	0	8,11	2,7	18,92	21,62	29,73	10,81	8,11	37	199,47
20.09.2018	0	0	0	33,33	0	33,33	0	33,33	3	225
30.09.2018	9,76	24,39	14,63	2,44	9,76	2,44	26,83	9,76	41	354,9
01.10.2018	26,09	0	0	0	0	21,74	13,04	39,13	23	304,39
04.10.2018	4,41	1,47	1,47	1,47	5,88	36,76	36,76	11,76	68	254,17
05.10.2018	0	6,25	0	6,25	12,5	62,5	12,5	0	16	220,17
07.10.2018	3,45	2,3	1,15	6,9	11,49	66,67	3,45	4,6	87	219,93
08.10.2018	0	2,33	0	6,98	0	27,91	27,91	34,88	43	271,43
01.11.2018	1,54	6,92	10,38	18,85	13,46	46,54	0,77	1,54	260	186,73
02.11.2018	1,87	2,99	0	2,61	5,97	33,96	36,57	16,04	268	256,35
03.11.2018	3,08	2,56	7,18	10,26	34,36	31,28	9,74	1,54	195	196,13
04.11.2018	1,18	2,35	10,59	11,76	27,06	41,18	5,88	0	85	193,17
11.11.2018	5,15	10,29	11,03	14,71	44,12	5,15	6,62	2,94	136	159,44
12.11.2018	0,85	5,13	2,56	17,95	35,04	35,04	1,71	1,71	117	187,51
13.11.2018	5,73	11,75	4,01	23,21	24,64	17,77	5,44	7,45	349	170,96
16.11.2018	6,14	0,44	9,65	17,98	35,53	11,4	12,72	6,14	228	183,08
17.11.2018	1,6	1,6	2,66	36,17	31,38	17,55	3,19	5,85	188	171,25

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
25.11.2018	20,97	17,74	19,35	12,9	12,9	3,23	4,84	8,06	62	62,14
26.11.2018	23,53	15,69	25,49	5,88	15,69	3,92	7,84	1,96	51	65,02
27.11.2018	0	0	54,55	6,06	24,24	6,06	3,03	6,06	33	121,13
20.03.2019	8,88	17,75	1,18	7,69	19,53	20,12	14,2	10,65	169	238,63
21.03.2019	15	20	10	5	25	5	0	20	20	41,73
24.03.2019	20,25	38,43	13,64	9,5	1,24	2,89	7,44	6,61	242	38,41
26.03.2019	16,28	35,66	10,08	1,55	1,55	9,3	6,98	18,6	129	12,03
27.03.2019	11,59	21,74	17,39	11,59	5,8	8,7	13,04	10,14	69	46,2
28.03.2019	9,04	45,2	15,25	9,6	1,13	7,34	5,08	7,34	177	49,36
29.03.2019	13,1	22,02	19,64	7,14	17,26	7,14	5,36	8,33	168	73,28
05.04.2019	20	25	14,55	11,82	4,55	5,91	5	13,18	220	36,43
06.04.2019	16	10	32	6	12	12	6	6	50	84
08.04.2019	25,22	33,19	21,24	4,87	4,42	1,77	3,1	6,19	226	41,89
09.04.2019	17,89	61,93	7,34	4,13	1,38	4,13	1,83	1,38	218	41,08
20.04.2019	3,78	58,71	30,82	3,9	0,37	0,73	1,22	0,49	821	60,09
21.04.2019	6,86	30,6	42,31	18,56	0,33	0,17	0,17	1	598	78,39
22.04.2019	2,19	46,22	23,11	16,93	5,38	4,38	0,6	1,2	502	76,42
06.05.2019	14,87	30,26	10,26	3,08	2,56	5,13	18,97	14,87	195	1,06
07.05.2019	6,51	43,79	15,38	7,1	2,96	8,88	11,24	4,14	169	49,78
08.05.2019	5,78	28,32	30,06	8,67	5,78	5,78	8,09	7,51	173	68,67
09.05.2019	4,71	36,13	23,04	10,99	9,95	5,76	4,71	4,71	191	75,07
21.05.2019	34,15	17,07	14,63	0	2,44	7,32	12,2	12,2	41	0,87
22.05.2019	8,28	11,03	57,24	4,48	2,76	3,79	5,86	6,55	290	77,6
23.05.2019	8,57	7,86	25,71	12,86	7,14	18,57	10,71	8,57	140	131,28

Tab. A. 10 Relative Flugrichtungsverteilungen [%] sowie mittlere Flugrichtungen aller Arten [°] nach Sichtbeobachtungen 2019/20 für die Fläche N-7.2 (alle gerichtet fliegenden Vögel ohne Schiffsfolger).

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
21.07.2019	10,49	3,70	11,11	4,94	14,81	16,67	24,69	13,58	162	255,66
22.07.2019	4,59	2,04	6,12	21,43	20,41	20,92	11,22	13,27	196	199,95
23.07.2019	11,11	2,47	4,94	11,11	14,81	28,4	8,64	18,52	81	238,37
04.08.2019	8,82	8,82	9,31	1,96	3,43	11,76	25,49	30,39	204	301,4
05.08.2019	4,31	5,17	9,48	14,66	18,97	31,03	13,79	2,59	116	198,73
06.08.2019	4,62	1,54	2,31	14,62	12,31	36,92	19,23	8,46	130	225,41
07.08.2019	4,41	0	2,94	2,94	8,82	42,65	23,53	14,71	68	246,04
22.08.2019	0	0	0	2,22	8,89	75,56	6,67	6,67	45	226,9
23.08.2019	2,78	0,93	1,85	4,63	8,33	26,85	43,52	11,11	108	253,36
24.08.2019	1,18	1,18	10,59	20,00	32,94	25,88	7,06	1,18	85	180,58
25.08.2019	2,63	7,89	0	34,21	46,05	6,58	0	2,63	76	160,26
03.09.2019	3,30	1,65	0	0	31,87	12,09	39,56	11,54	182	243,23
04.09.2019	0	0,65	0,65	0,65	2,61	75,82	16,34	3,27	153	232,67
06.09.2019	1,96	7,84	5,88	1,96	21,57	21,57	27,45	11,76	51	239,64
07.09.2019	9,86	2,82	12,68	0	7,04	19,72	33,8	14,08	71	271,1
19.09.2019	6,00	12,00	0	2,00	0	40,00	22,00	18,00	50	267,32
20.09.2019	7,84	19,61	5,88	1,96	7,84	25,49	15,69	15,69	51	283,19
21.09.2019	10,75	6,45	8,60	3,23	8,6	52,69	2,15	7,53	93	226,8
06.10.2019	1,89	11,32	7,55	32,08	13,21	32,08	0	1,89	53	163,28
07.10.2019	0	3,57	14,29	28,57	21,43	25,00	0	7,14	28	164,56
08.10.2019	2,17	19,57	10,87	6,52	10,87	17,39	32,61	0	46	232,95
09.10.2019	0	2,94	0	2,94	20,59	47,06	26,47	0	34	225,9
20.10.2019	0	0	3,26	2,17	32,61	50,00	8,7	3,26	92	211,74
21.10.2019	1,32	1,32	9,21	25,00	27,63	27,63	3,95	3,95	76	178,52
22.10.2019	6,25	8,33	4,17	6,25	8,33	31,25	22,92	12,5	48	250,6
01.11.2019	2,82	0	12,68	32,39	18,31	16,90	14,08	2,82	71	171,12
02.11.2019	6,00	0	26,00	16,00	24,00	18,00	2,00	8,00	50	155,05
03.11.2019	0	0	0	17,65	82,35	0	0	0	17	172,5
07.11.2019	1,14	9,09	6,25	4,55	7,39	11,93	56,82	2,84	176	259,56
08.11.2019	0	30,77	4,73	7,69	4,73	46,75	0,59	4,73	169	195,61
18.11.2019	9,52	0	2,38	4,76	19,05	28,57	33,33	2,38	42	237,59
19.11.2019	0	0	22,22	11,11	11,11	0	22,22	33,33	9	286,32
20.11.2019	10,39	3,90	12,99	5,19	38,96	11,69	12,99	3,90	77	187,47

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Anzahl Vögel	Mittelwert [°]
21.11.2019	8,93	3,57	21,43	23,21	23,21	1,79	0	17,86	56	122,41
11.03.2020	9,76	19,51	3,66	4,88	8,54	30,49	19,51	3,66	82	251,97
14.03.2020	0,91	18,18	17,27	9,09	7,27	22,73	18,18	6,36	110	190,8
15.03.2020	4,46	20,54	49,11	4,46	4,46	0	7,14	9,82	112	70,84
16.03.2020	8,75	13,75	25,00	6,25	11,25	11,25	15,00	8,75	80	84,09
22.03.2020	1,89	26,42	45,28	20,75	5,66	0	0	0	53	89,83
23.03.2020	7,24	26,97	25,66	24,34	7,24	5,26	3,29	0	152	91,94
24.03.2020	0	18,39	4,04	45,29	29,6	2,69	0	0	223	136,97
25.03.2020	0	6,90	3,45	6,90	72,41	6,90	0	3,45	29	175,5
04.04.2020	0,68	20,95	25,68	8,78	5,41	10,81	13,51	14,19	148	68,02
05.04.2020	3,94	32,97	18,28	10,75	3,94	12,54	11,11	6,45	279	65,18
06.04.2020	1,25	34,38	18,12	13,75	2,50	8,12	14,38	7,5	160	64,25
09.04.2020	11,93	48,62	18,35	2,75	3,67	3,67	4,59	6,42	109	45,21
10.04.2020	5,29	27,65	45,29	15,29	1,76	0,59	1,76	2,35	170	79,34
11.04.2020	6,01	38,63	36,05	6,44	2,58	3,00	3,43	3,86	233	65,80
12.04.2020	2,08	55,21	28,12	7,81	0,52	3,65	0	2,60	192	63,30
02.05.2020	10,10	45,45	13,13	8,08	0	16,16	6,06	1,01	99	51,78
05.05.2020	6,31	41,89	8,56	7,66	1,8	4,95	17,12	11,71	222	23,69
06.05.2020	16,30	40,00	6,67	0,74	2,96	2,96	8,15	22,22	135	9,87
07.05.2020	12,20	33,17	25,85	5,85	3,41	6,34	3,90	9,27	205	51,93
25.05.2020	12,50	11,69	10,08	3,63	3,23	21,37	11,29	26,21	248	307,45
26.05.2020	27,41	4,63	10,04	8,49	11,97	9,27	8,88	19,31	259	333,77
27.05.2020	15,52	20,11	15,52	7,47	7,47	9,2	10,34	14,37	174	21,22
28.05.2020	0	0	0	0	50,00	50,00	0	0	2	202,50

Tab. A. 11 Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2018/2019 für die Fläche N-7.2 (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
20.07.2018	15,56	16,67	11,67	28,33	23,89	3,89	0	180
21.07.2018	16,59	23,14	6,99	38,43	14,85	0	0	229
22.07.2018	17,54	33,77	10,09	18,42	19,3	0,88	0	228
23.07.2018	0	18,18	36,36	45,45	0	0	0	11
05.08.2018	9,61	24,54	27,2	19,43	15,54	3,68	0	489
06.08.2018	30,77	34,41	18,22	14,17	2,43	0	0	247
07.08.2018	33,81	13,92	41,48	8,81	1,42	0,57	0	352
20.08.2018	13,92	32,36	36,89	14,89	1,94	0	0	309
21.08.2018	28,93	21,21	18,73	9,64	4,96	16,53	0	363
22.08.2018	21,31	42,08	20,77	13,66	2,19	0	0	183
23.08.2018	38,37	37,21	13,95	3,49	6,98	0	0	86
06.09.2018	29,17	35,42	25,00	9,38	1,04	0	0	96
07.09.2018	28,75	28,75	32,5	10,00	0	0	0	80
08.09.2018	50,60	39,76	8,43	0	1,20	0	0	83
17.09.2018	38,78	18,37	36,73	6,12	0	0	0	49
18.09.2018	51,06	27,66	12,77	8,51	0	0	0	47
19.09.2018	59,46	16,22	21,62	2,70	0	0	0	37
20.09.2018	50,00	0	25,00	0	25,00	0	0	4
30.09.2018	60,00	13,33	17,78	8,89	0	0	0	45
01.10.2018	79,17	8,33	0	12,50	0	0	0	24
04.10.2018	56,76	32,43	9,46	1,35	0	0	0	74
05.10.2018	72,22	16,67	5,56	5,56	0	0	0	18
07.10.2018	54,55	3,41	23,86	13,64	3,41	0	1,14	88
08.10.2018	53,19	38,30	6,38	2,13	0	0	0	47
01.11.2018	85,77	8,46	4,62	1,15	0	0	0	260
02.11.2018	30,00	45,56	15,56	6,30	2,59	0	0	270
03.11.2018	41,00	19,00	27,00	11,00	2,00	0	0	200
04.11.2018	34,83	11,24	31,46	21,35	1,12	0	0	89
11.11.2018	52,32	36,42	7,28	1,99	1,99	0	0	151
12.11.2018	54,84	18,55	18,55	8,06	0	0	0	124
13.11.2018	78,09	17,70	4,21	0	0	0	0	356
16.11.2018	46,15	6,84	11,97	25,64	9,40	0	0	234
17.11.2018	64,97	11,68	14,21	7,61	1,52	0	0	197
25.11.2018	29,23	4,62	29,23	33,85	3,08	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
26.11.2018	34,55	12,73	36,36	9,09	5,45	1,82	0	55
27.11.2018	57,58	0	9,09	24,24	9,09	0	0	33
20.03.2019	40,46	29,48	19,08	4,05	6,94	0	0	173
21.03.2019	38,1	23,81	14,29	14,29	9,52	0	0	21
24.03.2019	72,76	8,13	12,20	4,88	1,63	0,41	0	246
26.03.2019	43,08	15,38	23,08	16,92	1,54	0	0	130
27.03.2019	48,57	11,43	18,57	20,00	1,43	0	0	70
28.03.2019	51,98	1,13	42,37	3,39	1,13	0	0	177
29.03.2019	35,26	9,25	39,88	10,40	5,20	0	0	173
30.03.2019	0	0	0	100	0	0	0	1
05.04.2019	42,19	19,41	18,14	18,99	1,27	0	0	237
06.04.2019	62,69	17,91	13,43	5,97	0	0	0	67
08.04.2019	74,12	17,11	3,95	3,95	0,88	0	0	228
09.04.2019	83,56	5,94	6,39	2,28	1,37	0,46	0	219
20.04.2019	65,21	22,14	8,15	4,26	0,24	0	0	822
21.04.2019	43,91	37,68	16,23	2,17	0	0	0	690
22.04.2019	48,95	37,64	9,53	3,55	0,32	0	0	619
06.05.2019	23,72	36,28	17,67	17,21	5,12	0	0	215
07.05.2019	39,89	31,46	23,03	3,93	1,69	0	0	178
08.05.2019	57,98	17,55	15,96	6,91	1,60	0	0	188
09.05.2019	39,42	28,85	14,90	15,38	1,44	0	0	208
21.05.2019	66,67	16,67	11,90	2,38	2,38	0	0	42
22.05.2019	26,23	14,10	9,51	49,51	0,66	0	0	305
23.05.2019	41,55	18,31	20,42	19,01	0,70	0	0	142



Tab. A. 12 Relative Flughöhenverteilungen aller Arten [%] nach Sichtbeobachtungen 2019/20 für die Fläche N-7.2 (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
21.07.2019	31,61	28,74	23,56	15,52	0,57	0	0	174
22.07.2019	46,19	31,98	14,72	7,11	0	0	0	197
23.07.2019	36,90	14,29	30,95	17,86	0	0	0	84
04.08.2019	18,52	18,06	26,85	27,78	8,33	0,46	0	216
05.08.2019	15,94	28,99	30,43	23,19	1,45	0	0	138
06.08.2019	51,85	21,48	12,59	11,85	1,48	0,74	0	135
07.08.2019	51,47	11,76	16,18	20,59	0	0	0	68
22.08.2019	37,78	37,78	13,33	11,11	0	0	0	45
23.08.2019	28,81	6,78	27,12	33,05	4,24	0	0	118
24.08.2019	64,77	3,41	15,91	2,27	4,55	9,09	0	88
25.08.2019	77,92	12,99	5,19	3,90	0	0	0	77
03.09.2019	30,85	41,49	26,06	1,60	0	0	0	188
04.09.2019	42,95	20,51	33,33	1,28	1,92	0	0	156
06.09.2019	31,97	16,39	1,64	1,64	48,36	0	0	122
07.09.2019	13,33	14,67	15,33	5,33	51,33	0	0	150
19.09.2019	26,00	20,00	40,00	12,00	2,00	0	0	50
20.09.2019	12,50	32,14	25,00	23,21	7,14	0	0	56
21.09.2019	29,03	34,41	26,88	9,68	0	0	0	93
06.10.2019	35,85	26,42	11,32	11,32	7,55	0	7,55	53
07.10.2019	41,38	17,24	34,48	3,45	3,45	0	0	29
08.10.2019	32,08	35,85	13,21	7,55	11,32	0	0	53
09.10.2019	47,5	5,00	25,00	22,5	0	0	0	40
20.10.2019	68,48	14,13	3,26	14,13	0	0	0	92
21.10.2019	35,71	15,48	19,05	25,00	4,76	0	0	84
22.10.2019	60,42	18,75	10,42	6,25	4,17	0	0	48
01.11.2019	19,48	15,58	37,66	23,38	3,90	0	0	77
02.11.2019	52,00	28,00	12,00	8,00	0	0	0	50
03.11.2019	82,35	5,88	0	11,76	0	0	0	17
07.11.2019	30,73	2,79	3,35	2,23	60,89	0	0	179
08.11.2019	44,38	11,83	10,06	33,14	0,59	0	0	169
18.11.2019	38,64	25,00	25,00	11,36	0	0	0	44
19.11.2019	55,56	11,11	33,33	0	0	0	0	9
20.11.2019	70,13	15,58	9,09	3,90	1,30	0	0	77
21.11.2019	57,14	17,86	16,07	8,93	0	0	0	56

Datum	< 5 m	5 - 10 m	10 - 20 m	20 - 50 m	50 - 100 m	100 - 200 m	> 200 m	Anzahl Vögel
11.03.2020	77,38	5,95	8,33	8,33	0	0	0	84
14.03.2020	78,07	8,77	6,14	6,14	0,88	0	0	114
15.03.2020	76,99	12,39	7,08	2,65	0,88	0	0	113
16.03.2020	37,35	8,43	22,89	26,51	4,82	0	0	83
22.03.2020	77,36	15,09	5,66	1,89	0	0	0	53
23.03.2020	64,47	28,95	4,61	1,97	0	0	0	152
24.03.2020	72,25	22,47	1,32	3,96	0	0	0	227
25.03.2020	68,97	31,03	0	0	0	0	0	29
04.04.2020	42,58	21,29	10,32	23,23	2,58	0	0	155
05.04.2020	58,6	11,93	11,58	16,84	1,05	0	0	285
06.04.2020	63,35	8,7	15,53	12,42	0	0	0	161
09.04.2020	53,64	9,09	30,00	0,91	5,45	0,91	0	110
10.04.2020	38,37	11,63	31,98	14,53	3,49	0	0	172
11.04.2020	64,85	4,18	13,81	11,72	4,18	1,26	0	239
12.04.2020	58,85	5,21	18,23	14,06	3,12	0,52	0	192
02.05.2020	29,09	4,55	57,27	9,09	0	0	0	110
05.05.2020	50,22	39,01	4,93	4,93	0,9	0	0	223
06.05.2020	20,71	51,43	17,14	9,29	1,43	0	0	140
07.05.2020	39,90	19,23	24,04	13,94	2,40	0,48	0	208
25.05.2020	52,92	16,73	13,23	15,56	1,56	0	0	257
26.05.2020	31,03	32,18	10,34	26,05	0,38	0	0	261
27.05.2020	22,34	18,27	10,15	44,67	4,06	0	0,51	197
28.05.2020	100	0	0	0	0	0	0	2

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Juli 2018

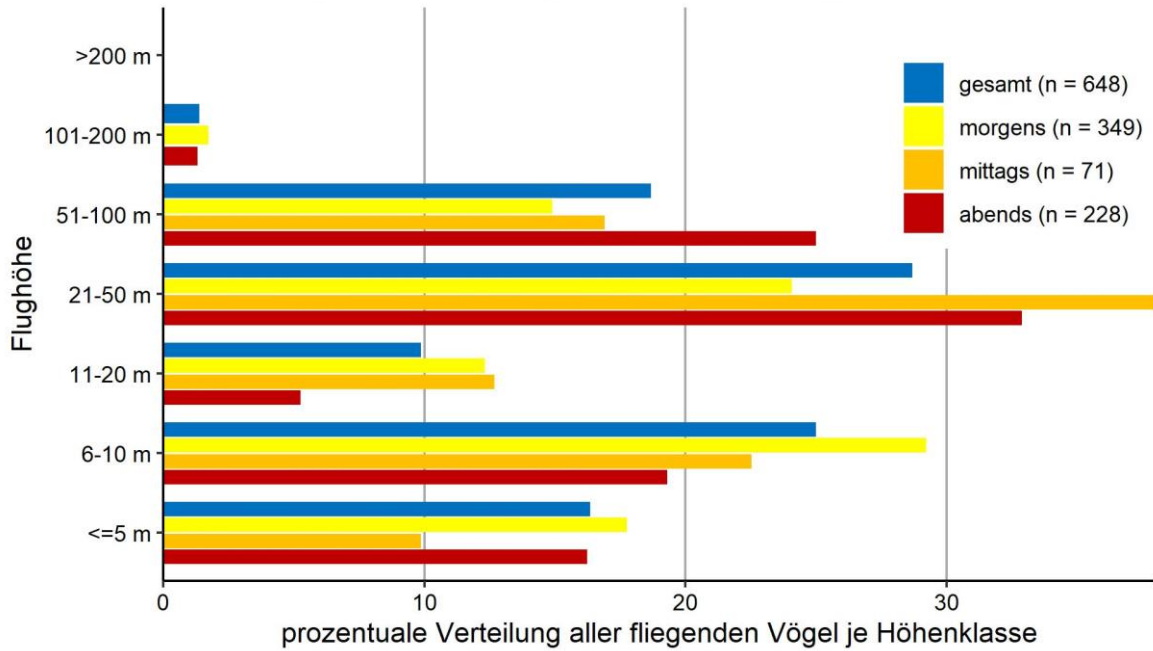


Abb. A. 1 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2018 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung August 2018

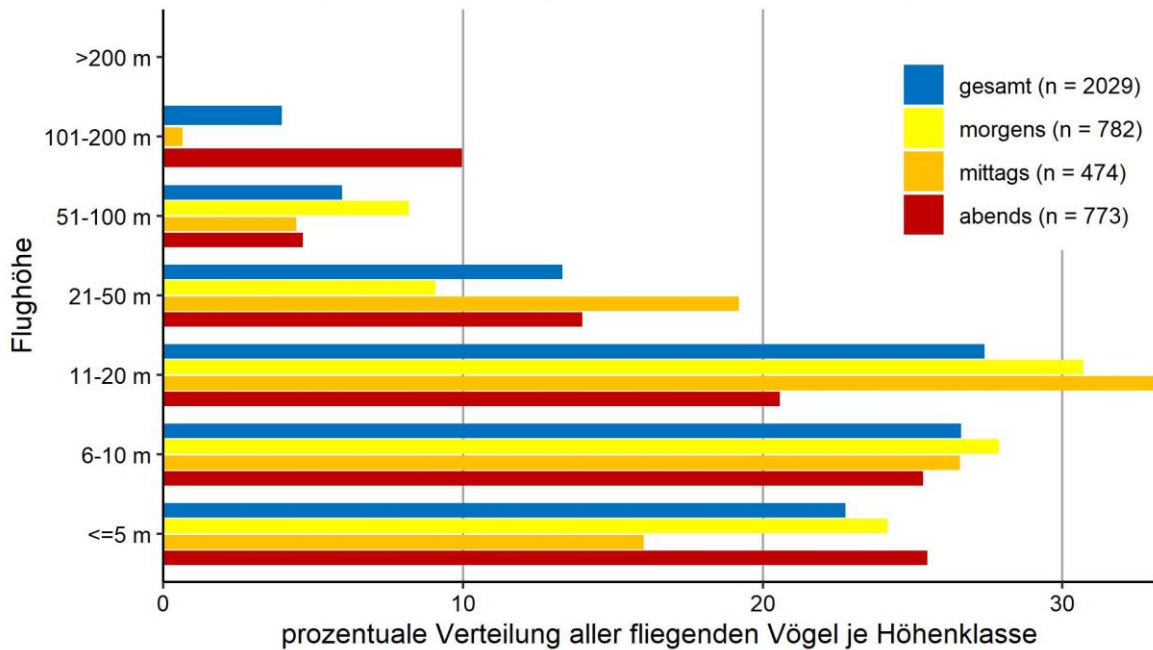


Abb. A. 2 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2018 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung September 2018

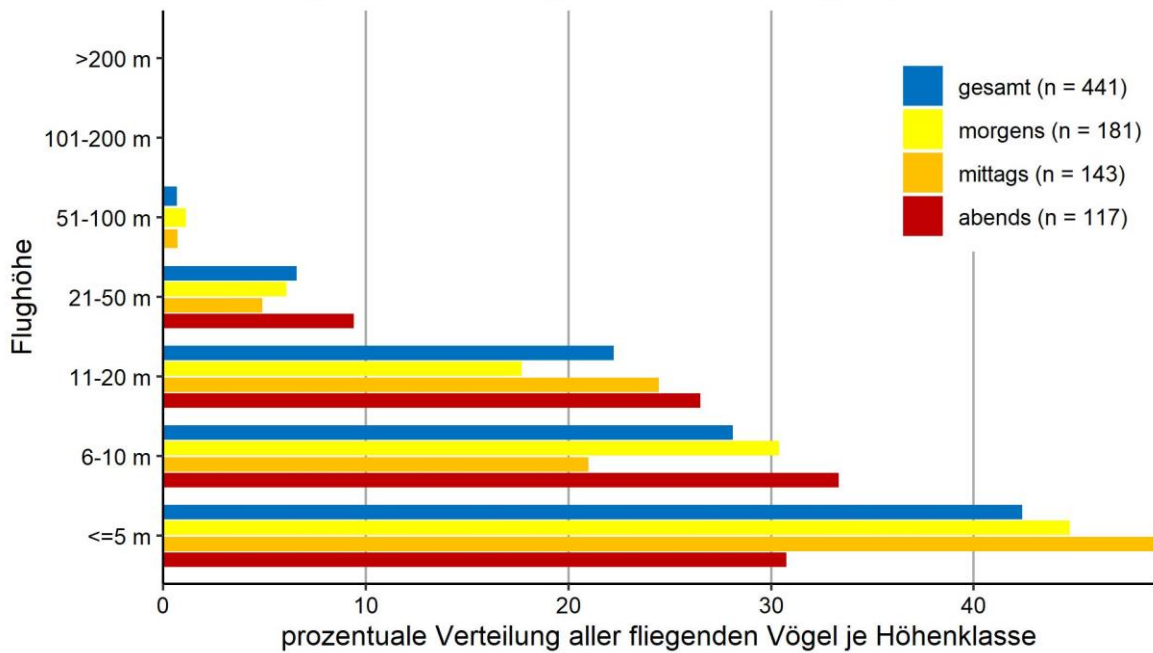


Abb. A. 3 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2018 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Oktober 2018

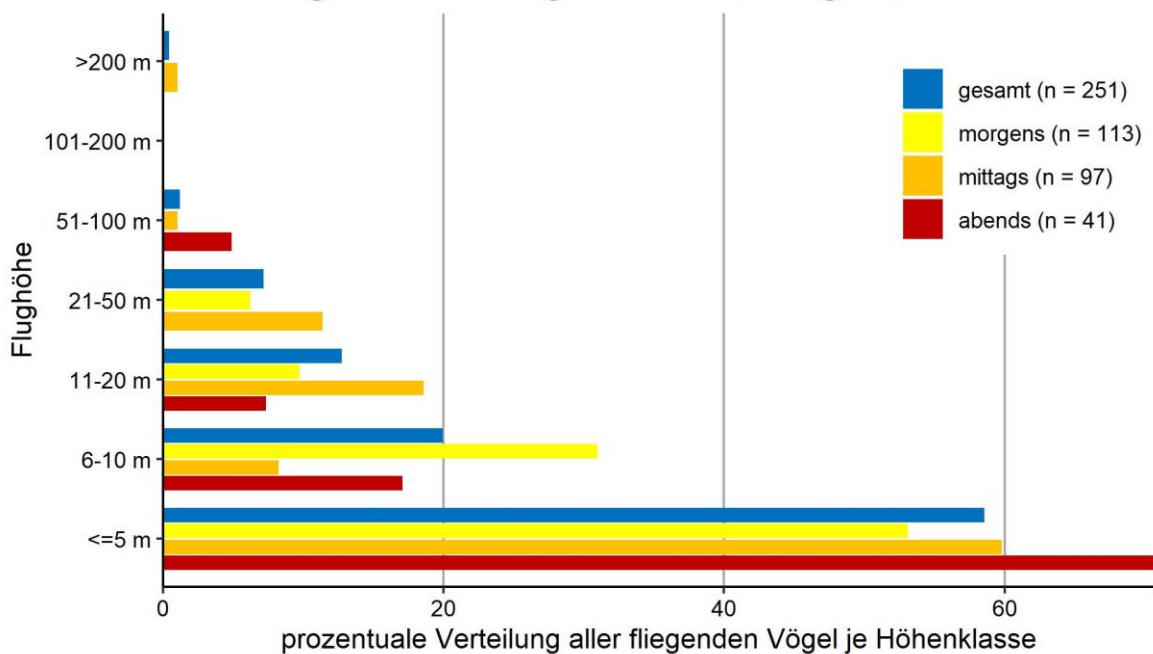


Abb. A. 4 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2018 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung November 2018

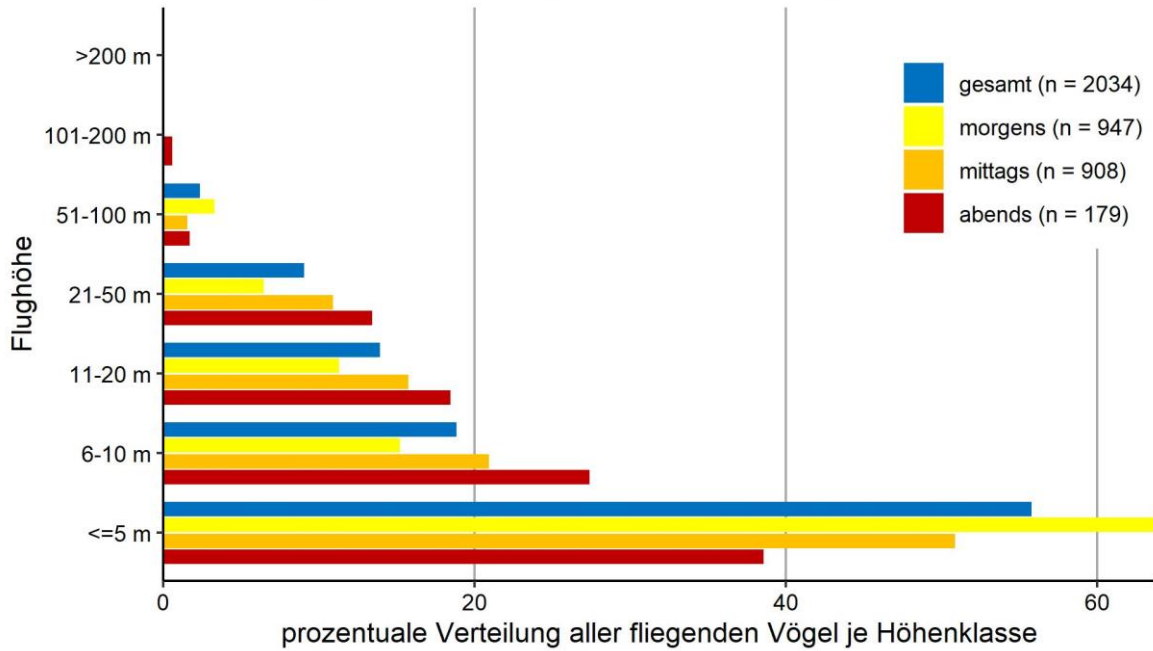


Abb. A. 5 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2018 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung März 2019

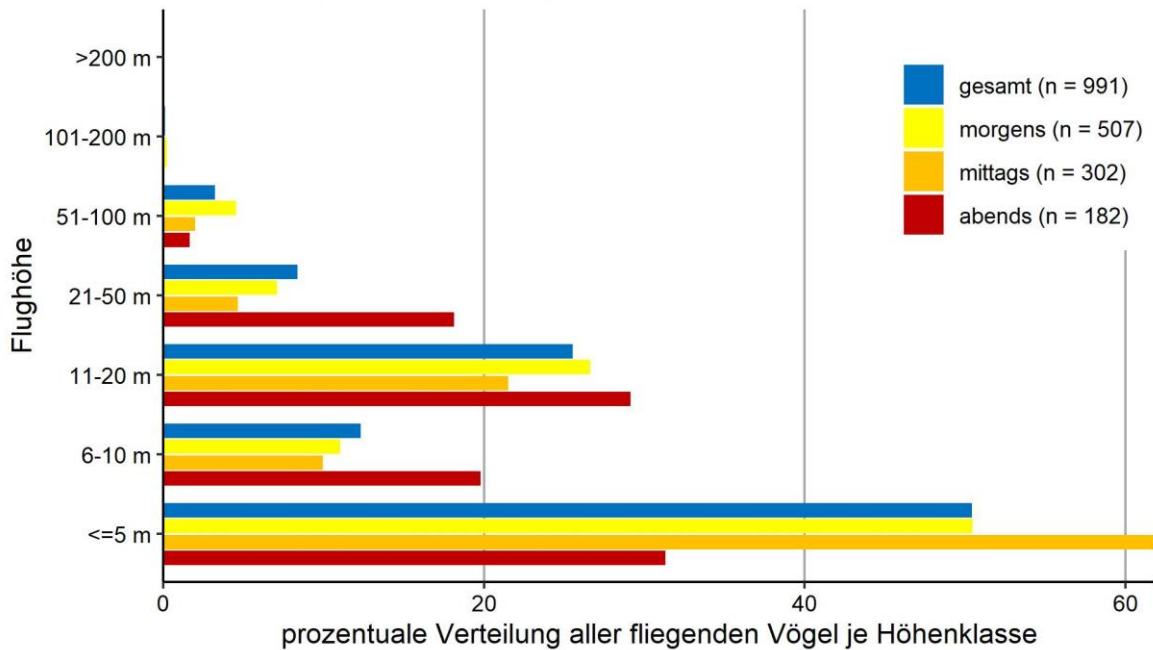


Abb. A. 6 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung April 2019

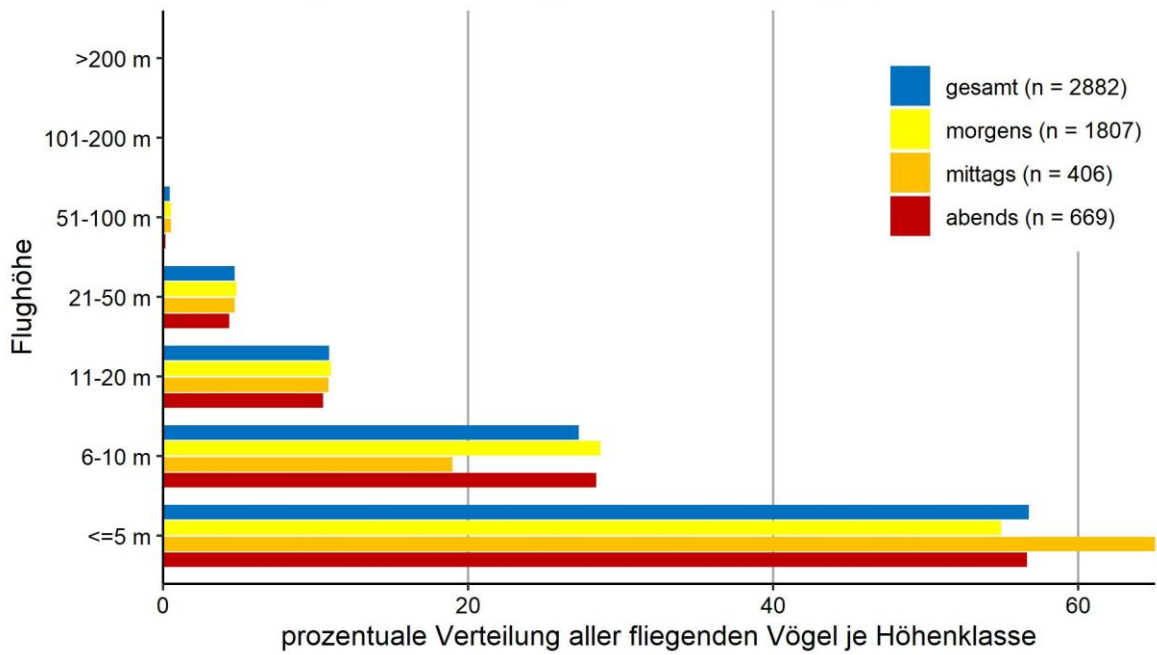


Abb. A. 7 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Mai 2019

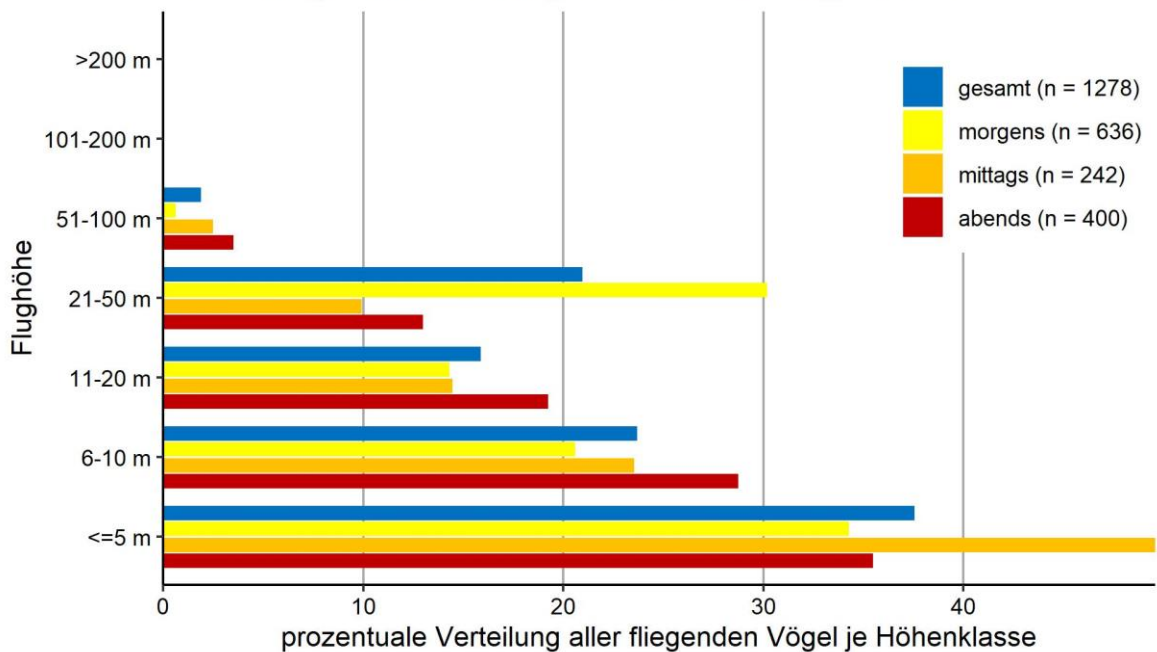


Abb. A. 8 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Juli 2019

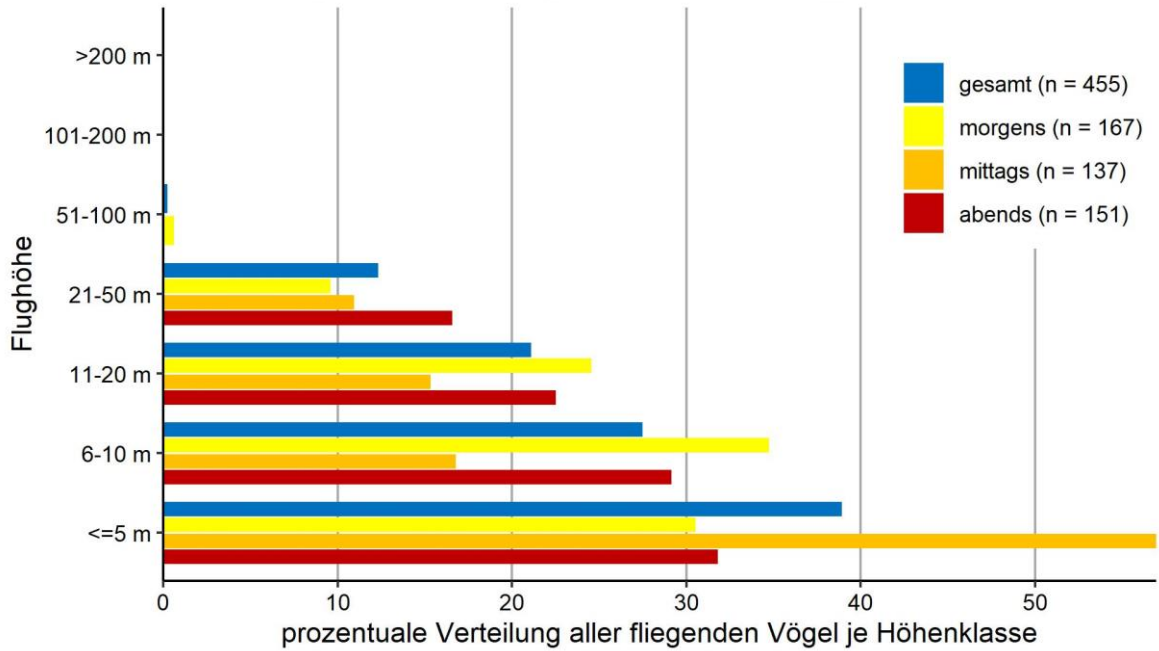


Abb. A. 9 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung August 2019

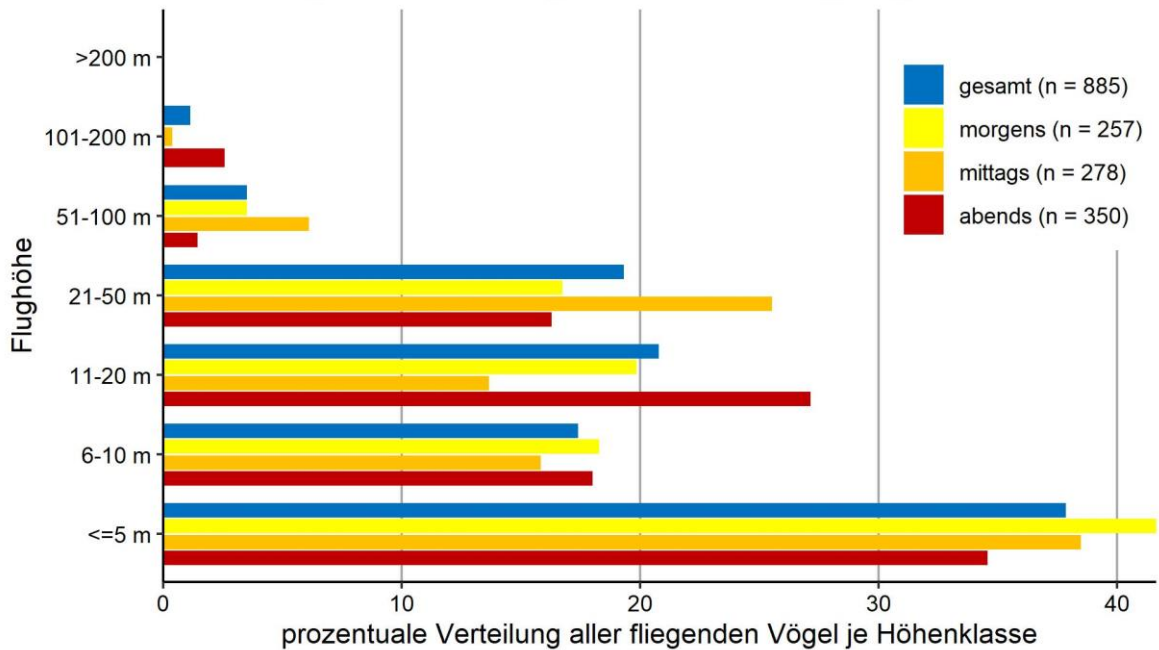


Abb. A. 10 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung September 2019

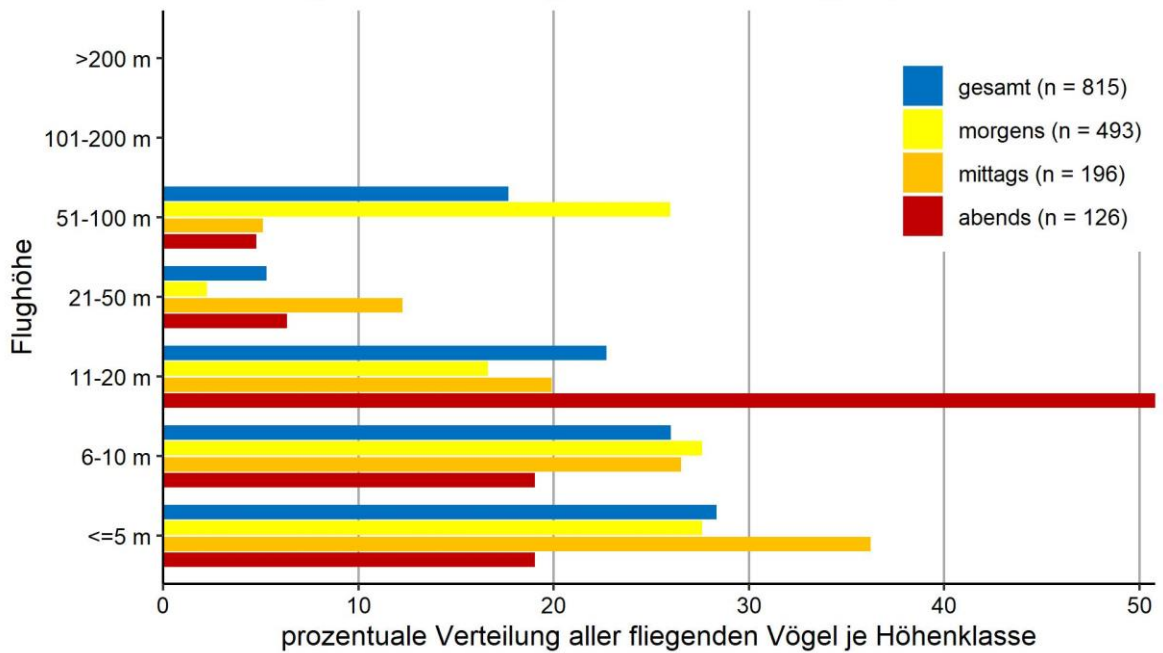


Abb. A. 11 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Oktober 2019

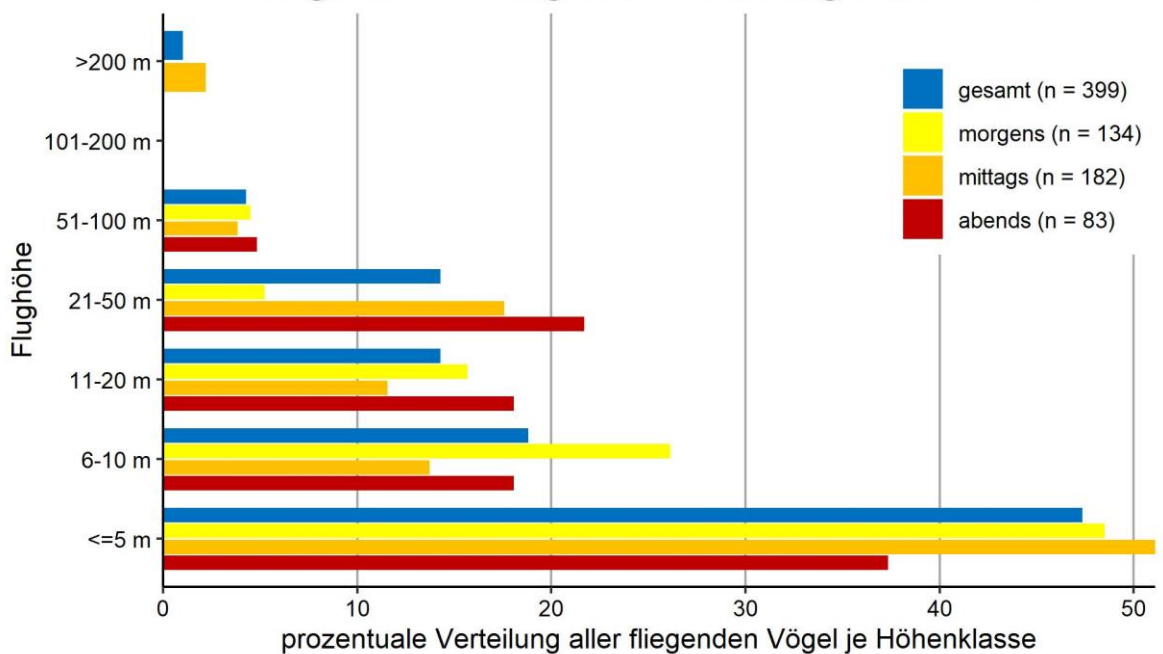


Abb. A. 12 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-7.2.



N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung November 2019

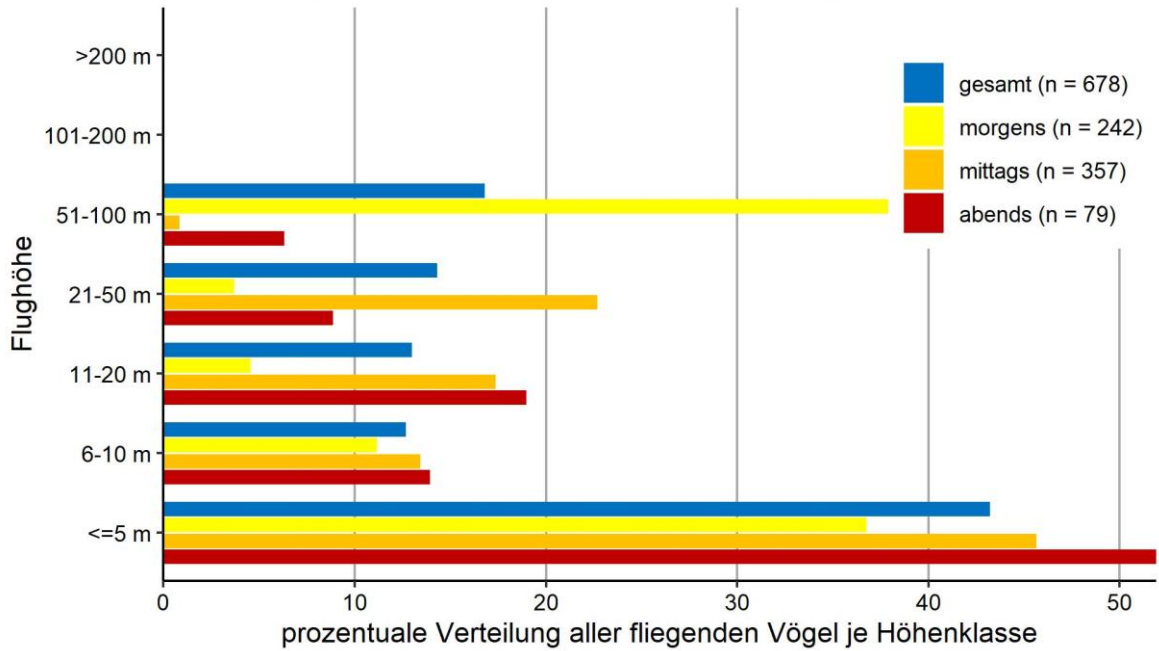


Abb. A. 13 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung März 2020

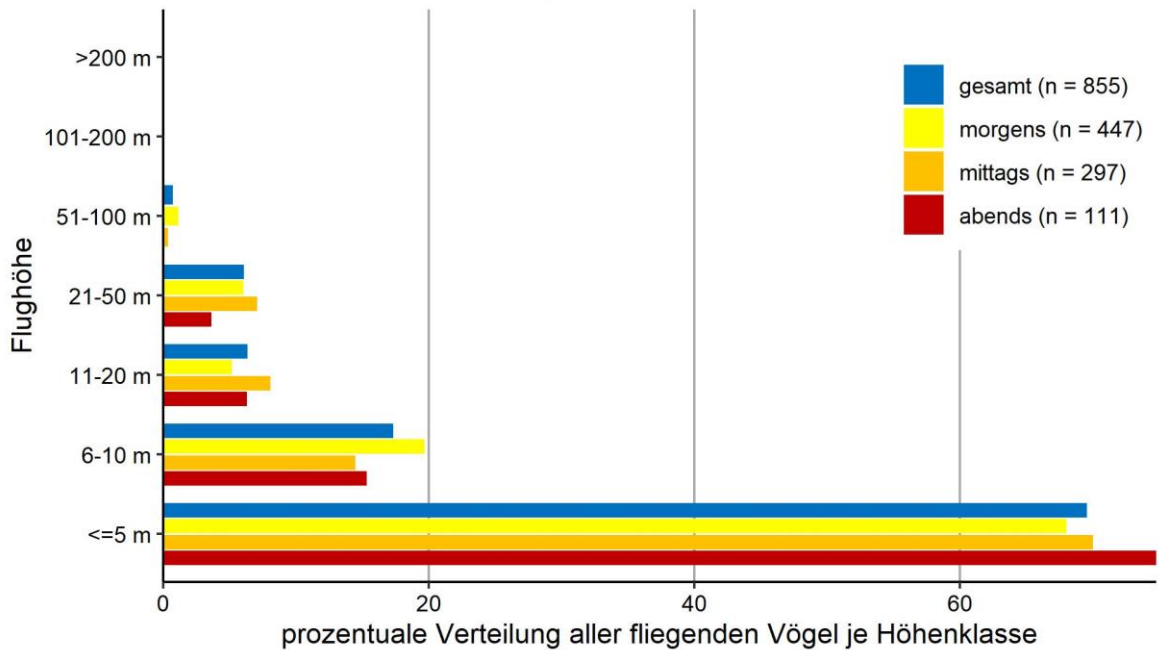


Abb. A. 14 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung April 2020

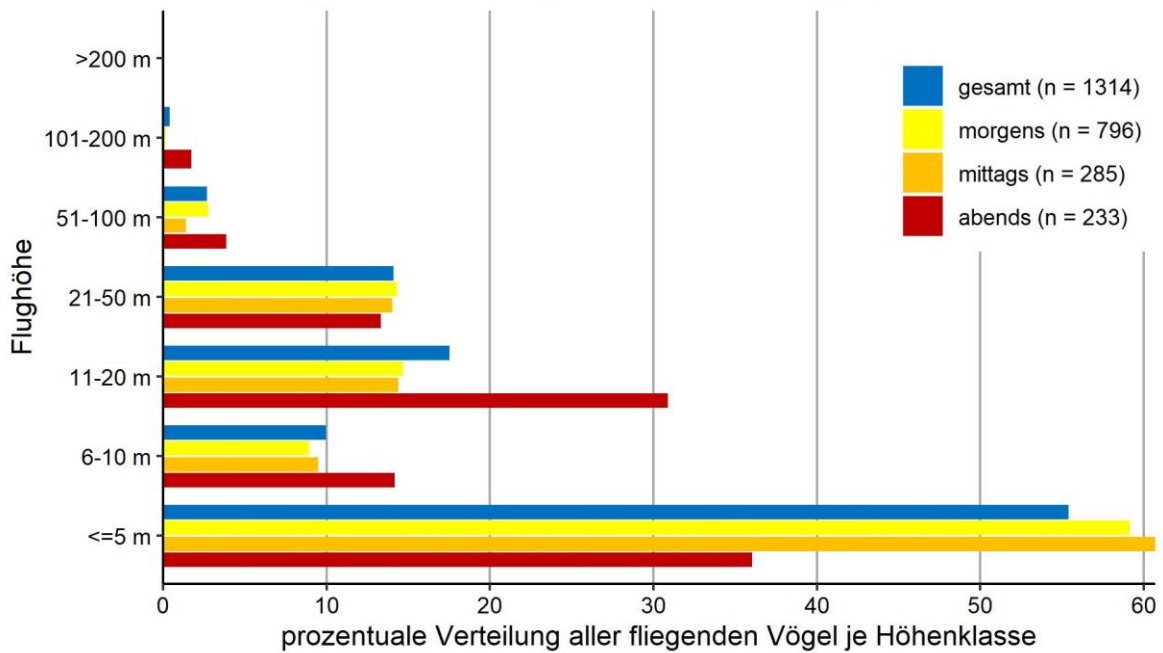


Abb. A. 15 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-7.2.

N-7.2: Flughöhenverteilung Sichtbeobachtung Mai 2020

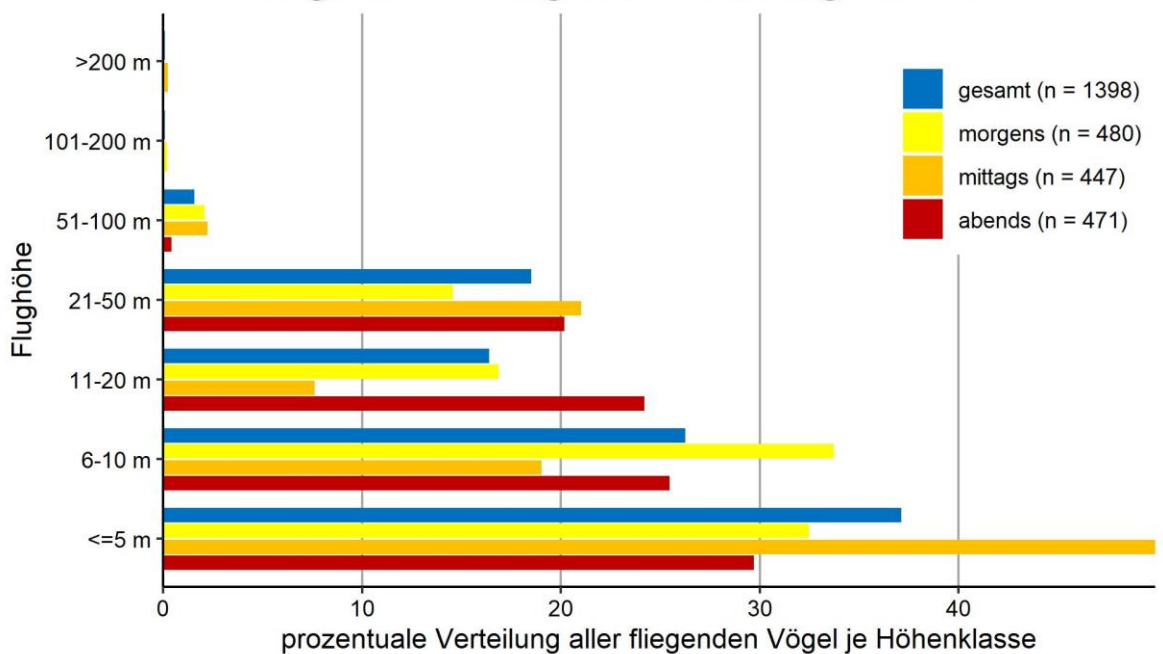


Abb. A. 16 Prozentuale Flughöhenverteilung aller Arten nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-7.2.

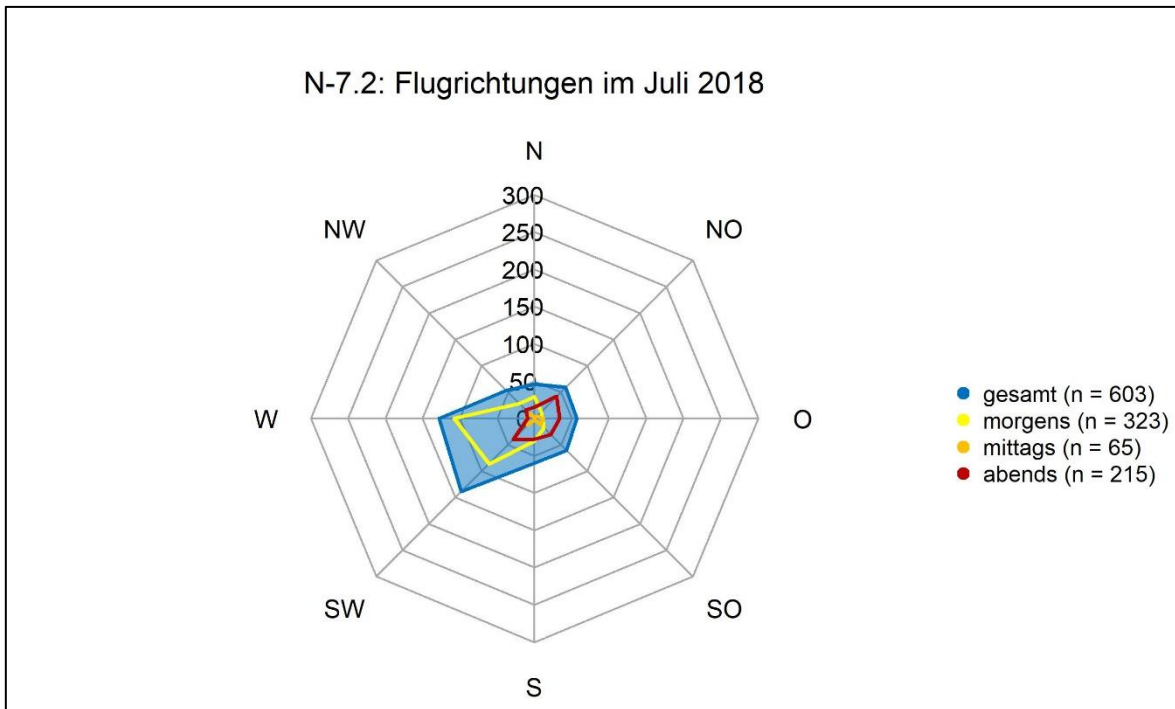


Abb. A. 17 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Juli 2018 für die Fläche N-7.2.

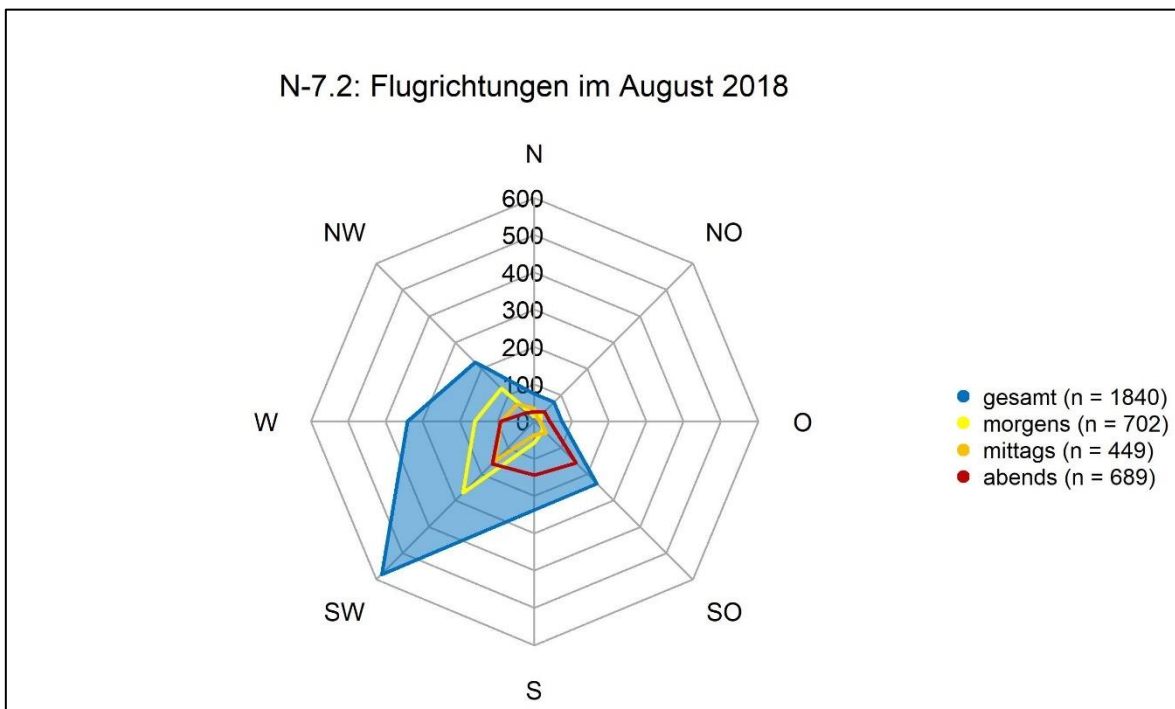


Abb. A. 18 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im August 2018 für die Fläche N-7.2.

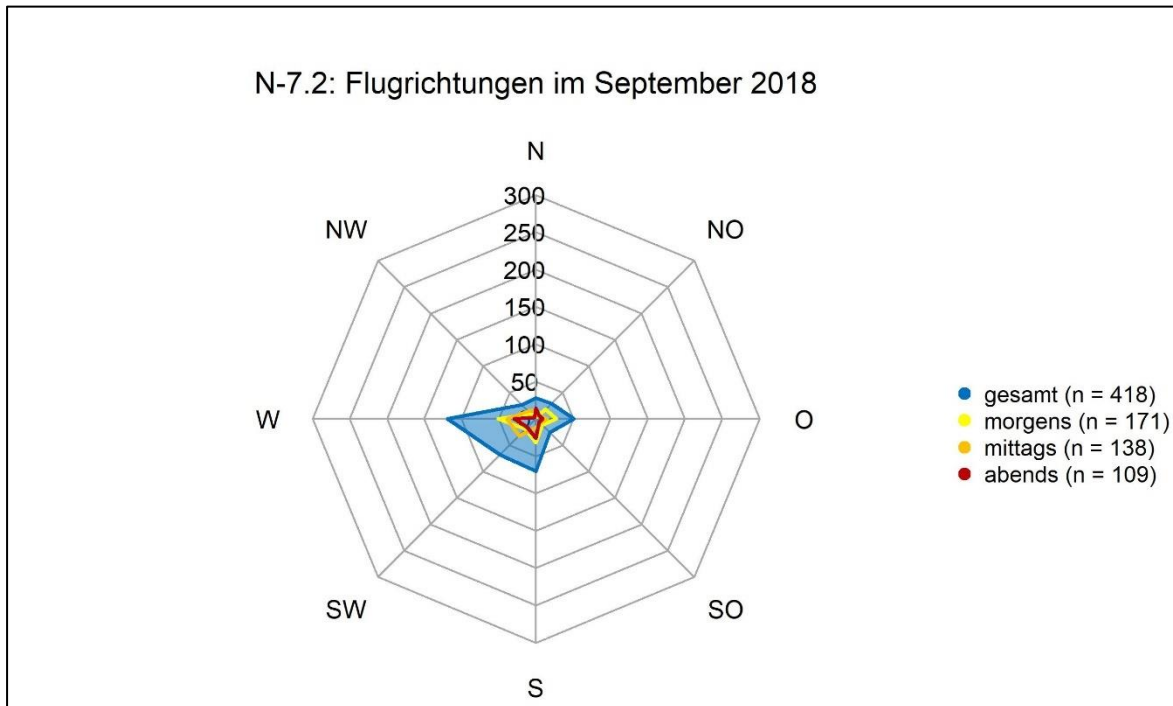


Abb. A. 19 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im September 2018 für die Fläche N-7.2.

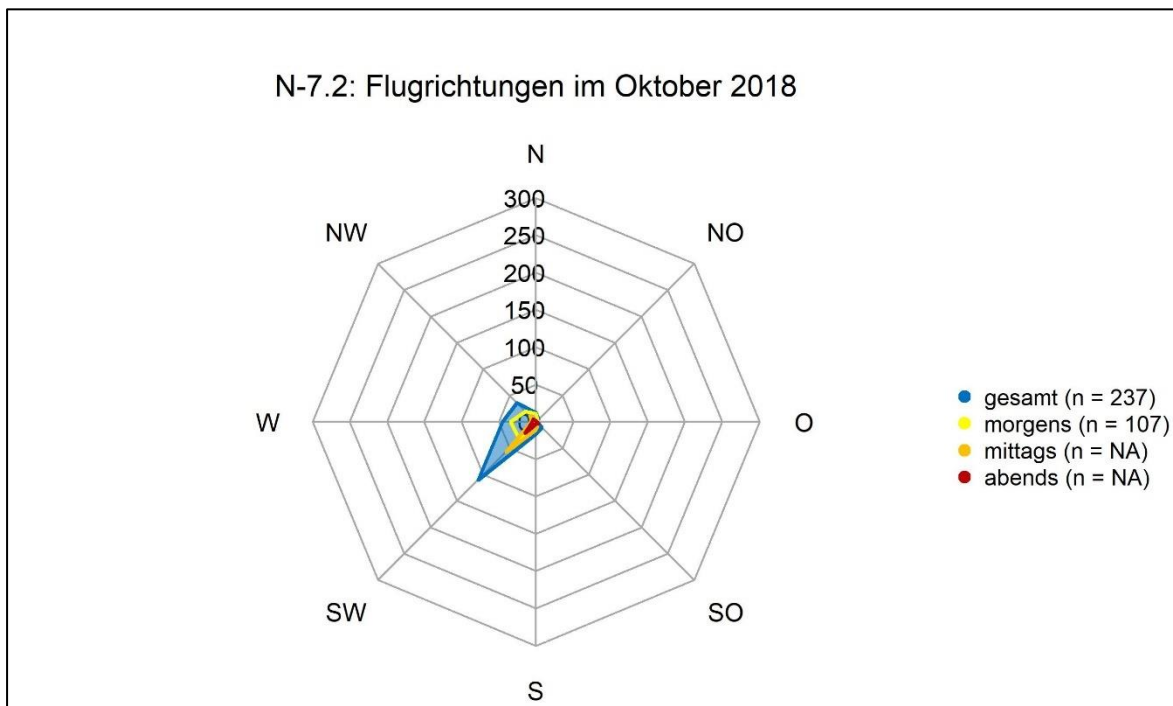


Abb. A. 20 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2018 für die Fläche N-7.2.

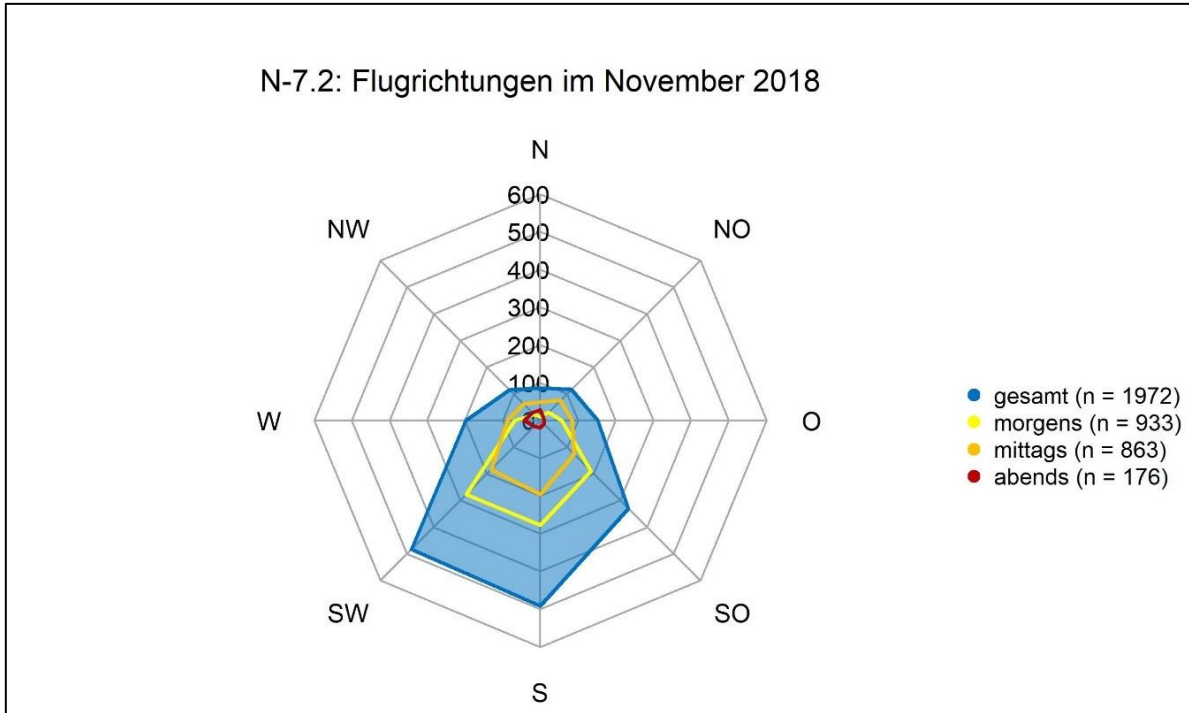


Abb. A. 21 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im November 2018 für die Fläche N-7.2.

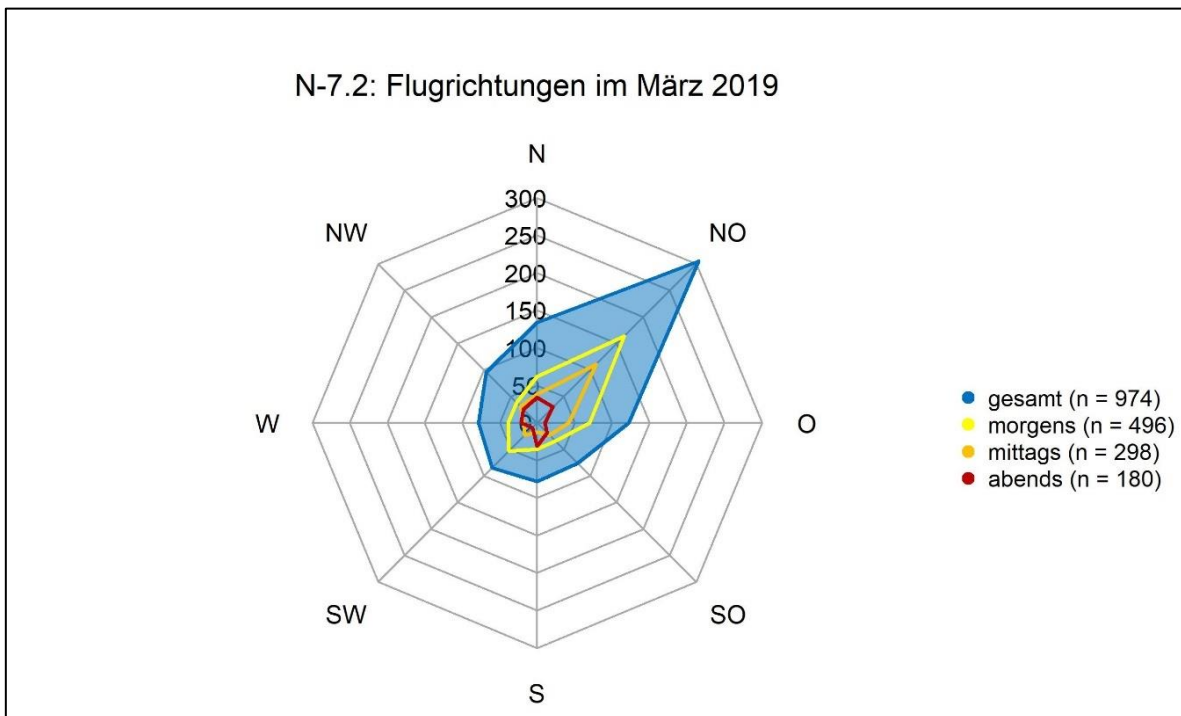


Abb. A. 22 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im März 2019 für die Fläche N-7.2.

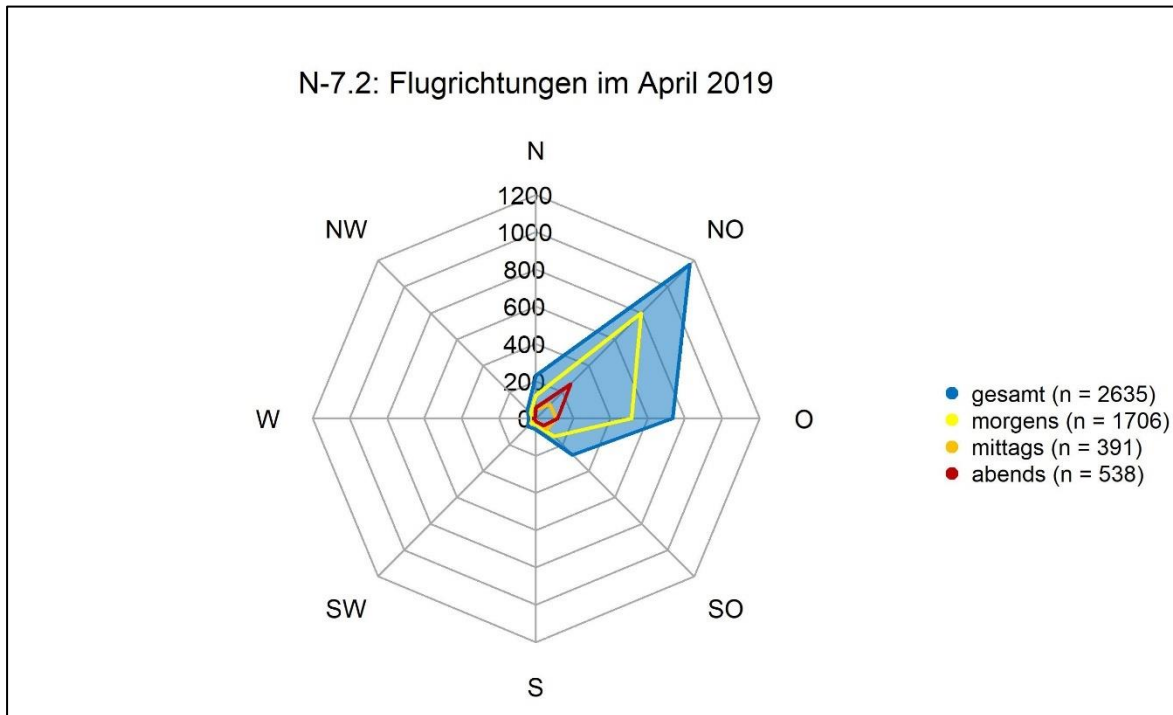


Abb. A. 23 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im April 2019 für die Fläche N-7.2.

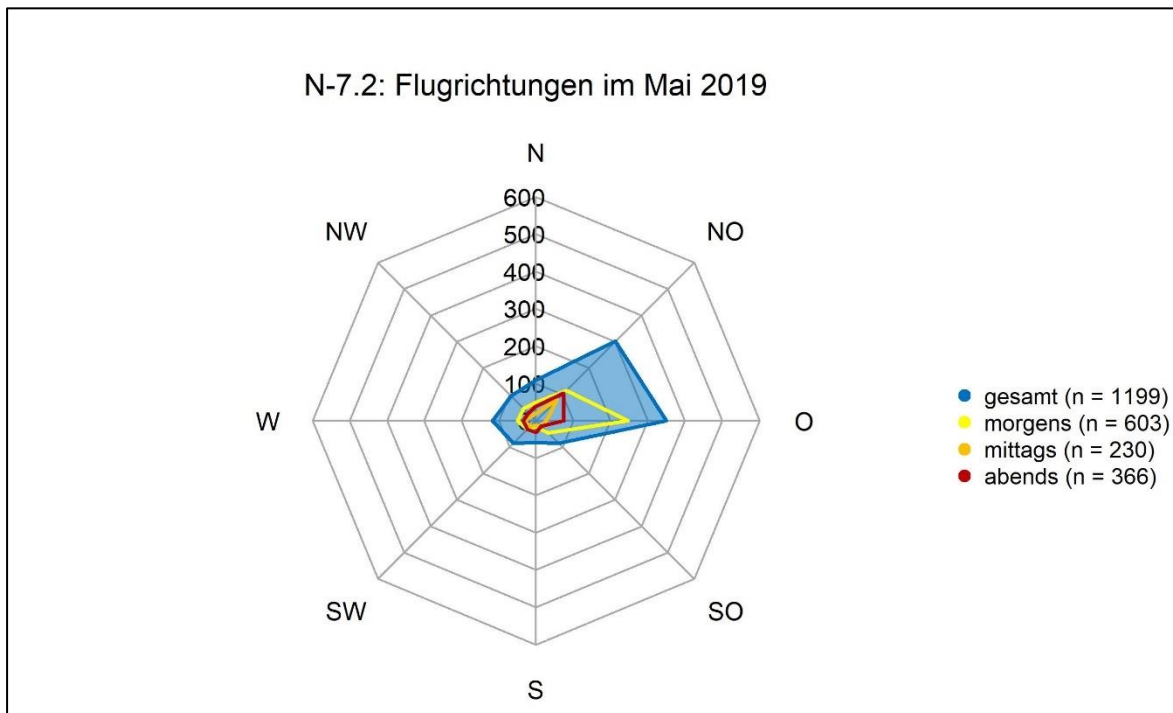


Abb. A. 24 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Mai 2019 für die Fläche N-7.2.

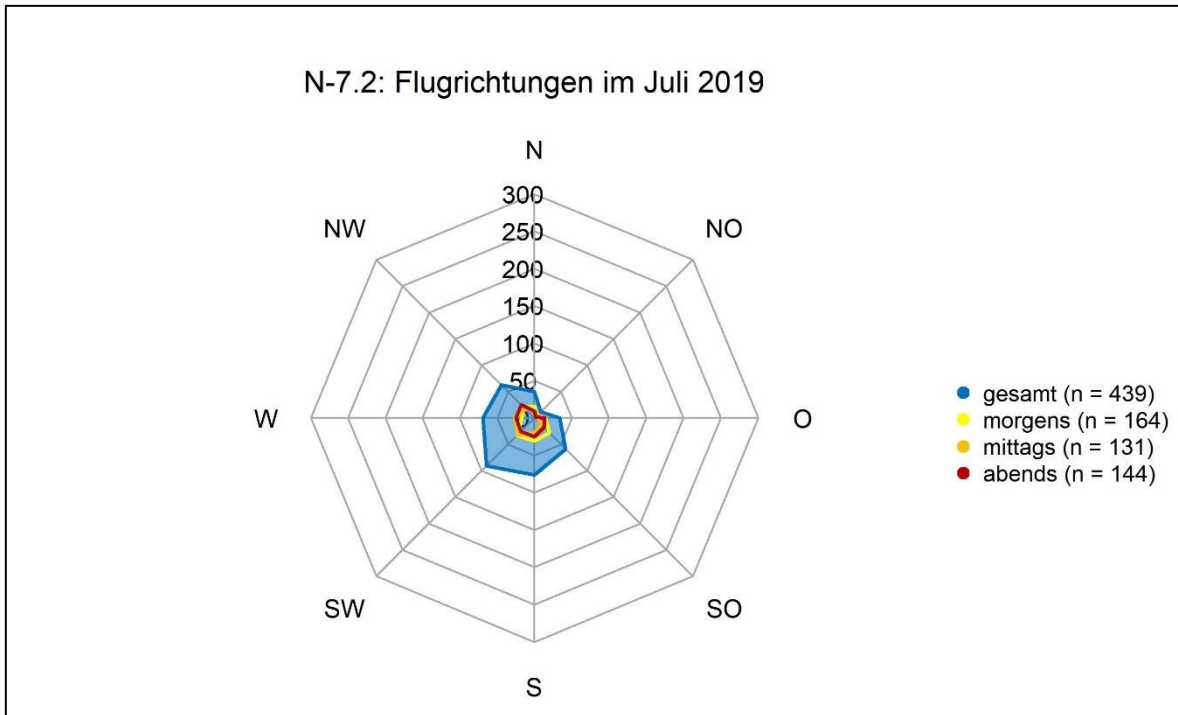


Abb. A. 25 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Juli 2019 für die Fläche N-7.2.

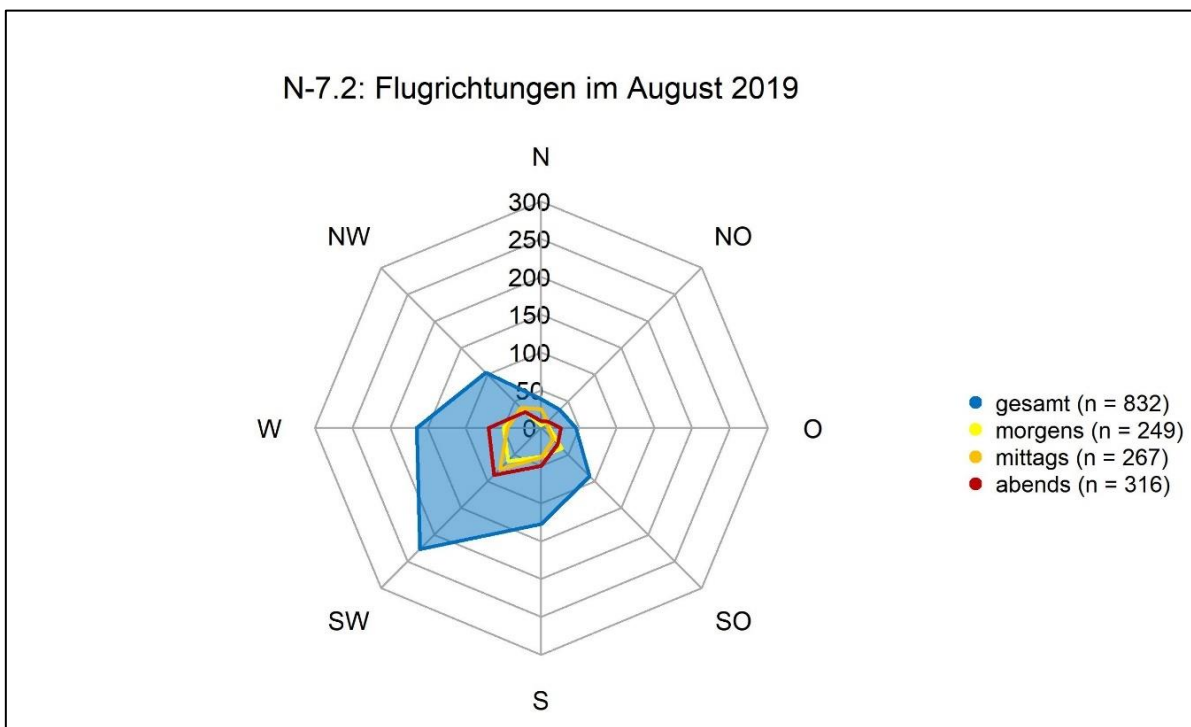


Abb. A. 26 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im August 2019 für die Fläche N-7.2.

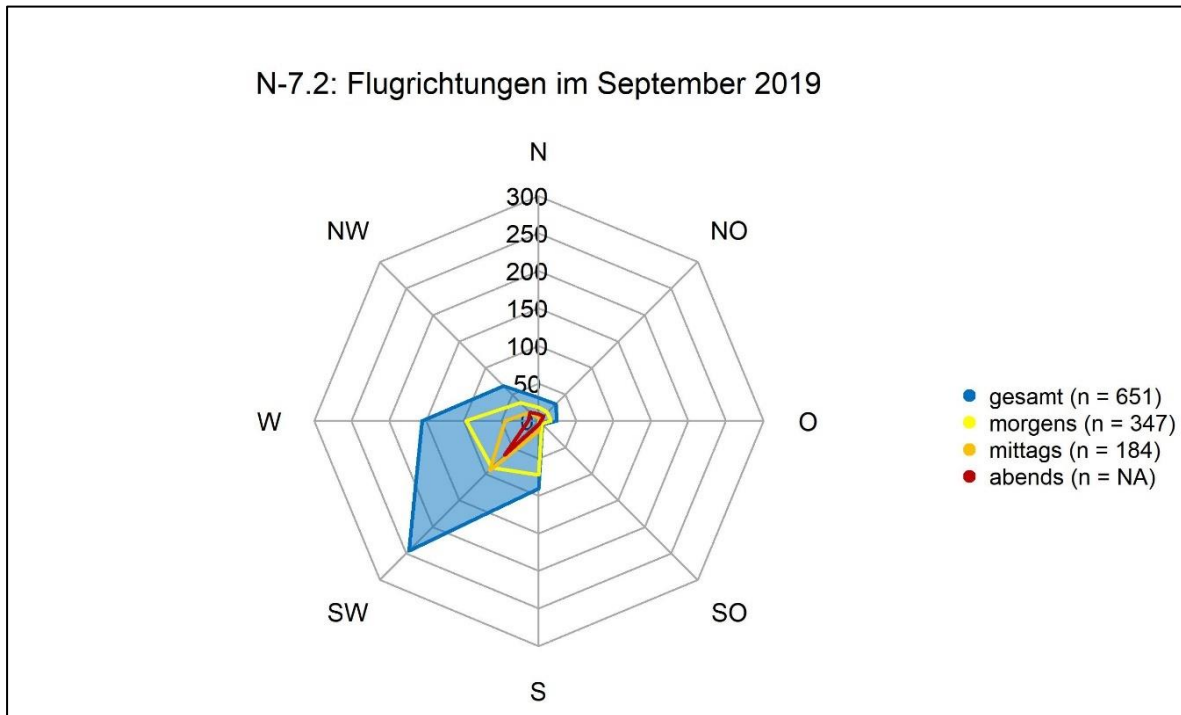


Abb. A. 27 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im September 2019 für die Fläche N-7.2.

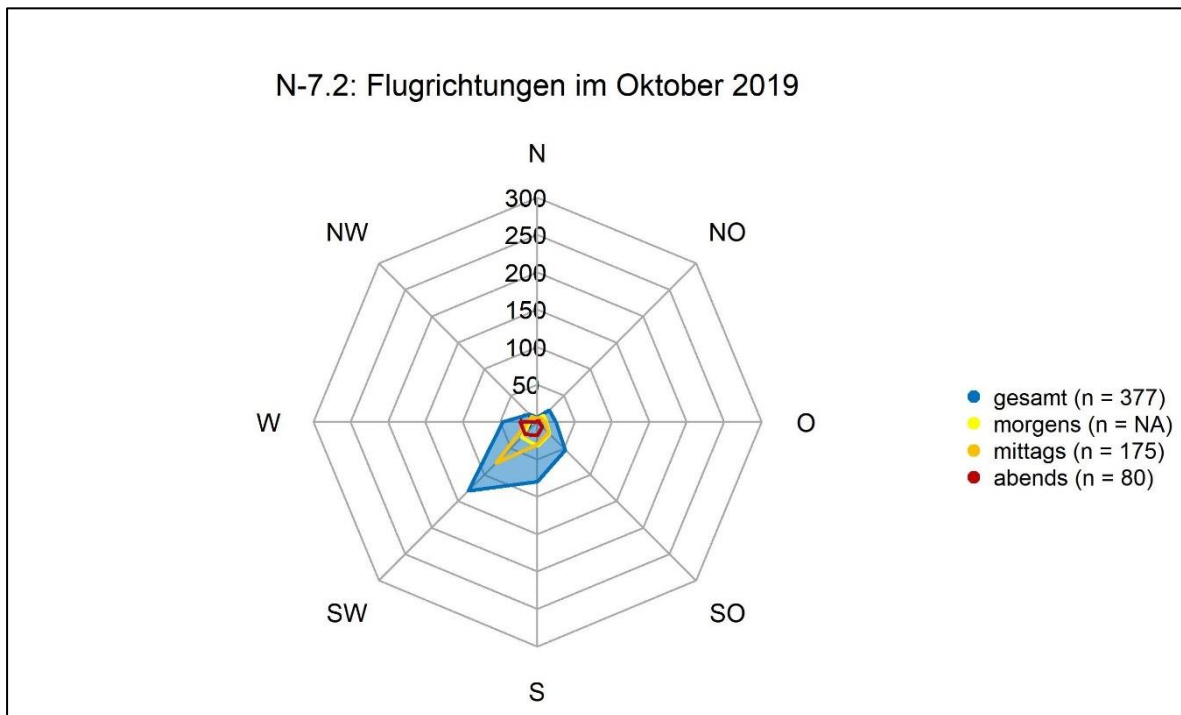


Abb. A. 28 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Oktober 2019 für die Fläche N-7.2.



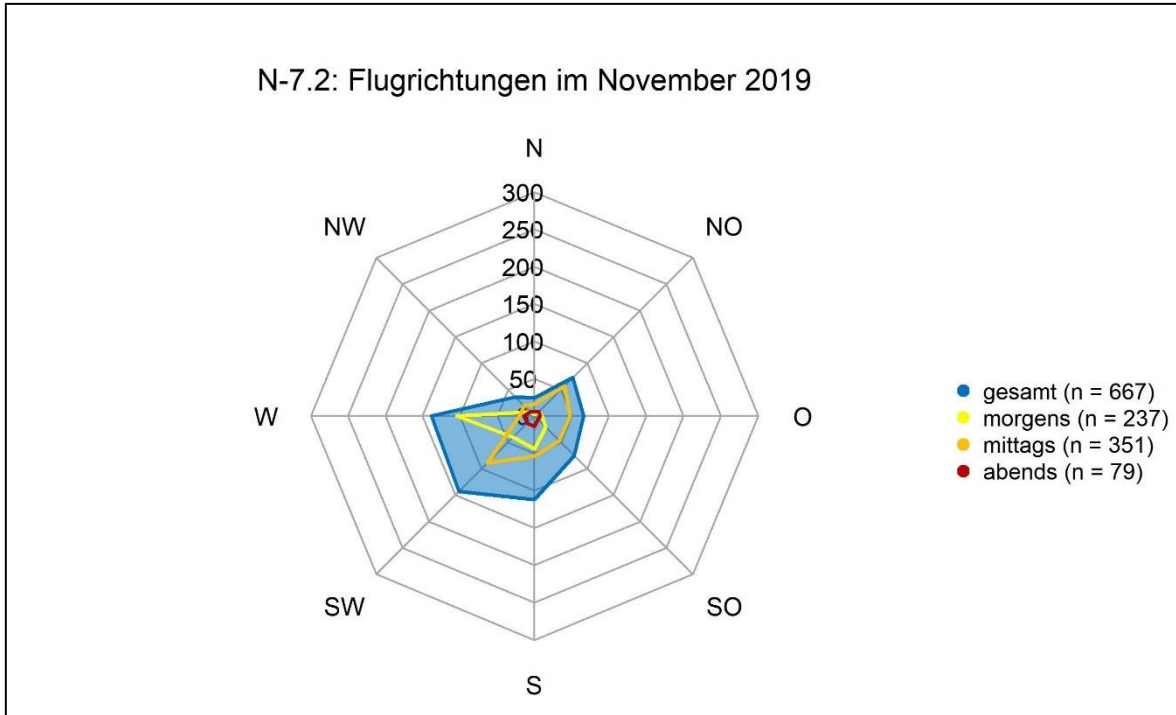


Abb. A. 29 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im November 2019 für die Fläche N-7.2.

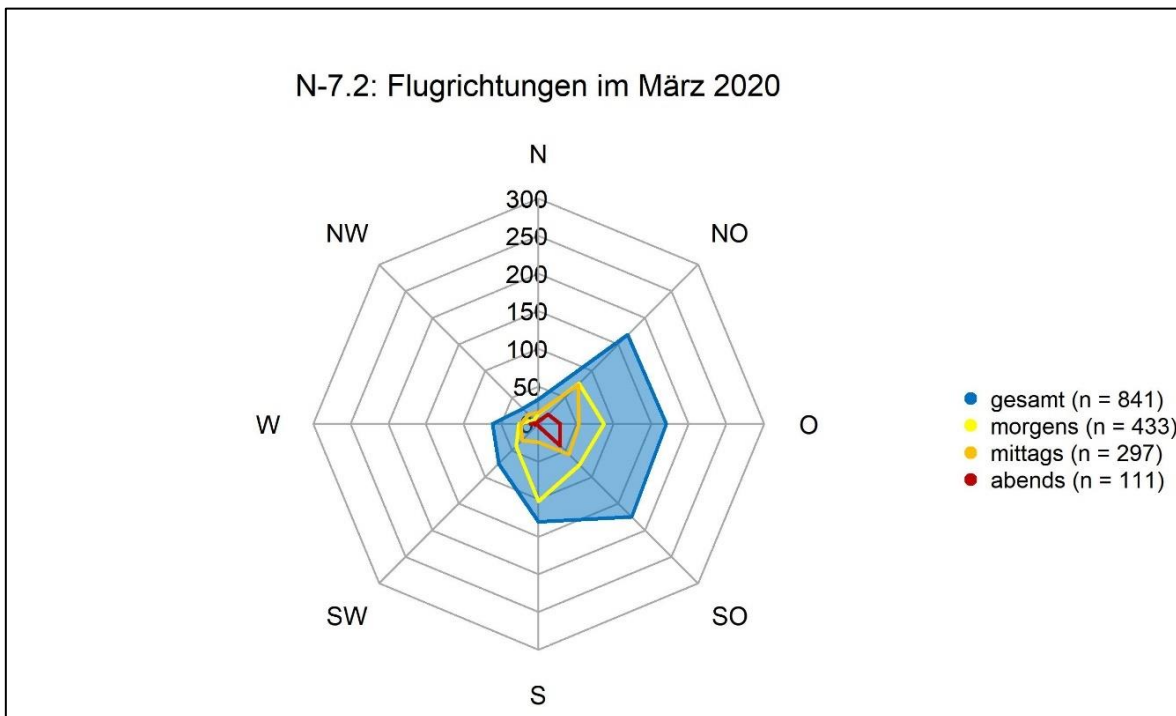


Abb. A. 30 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im März 2020 für die Fläche N-7.2.

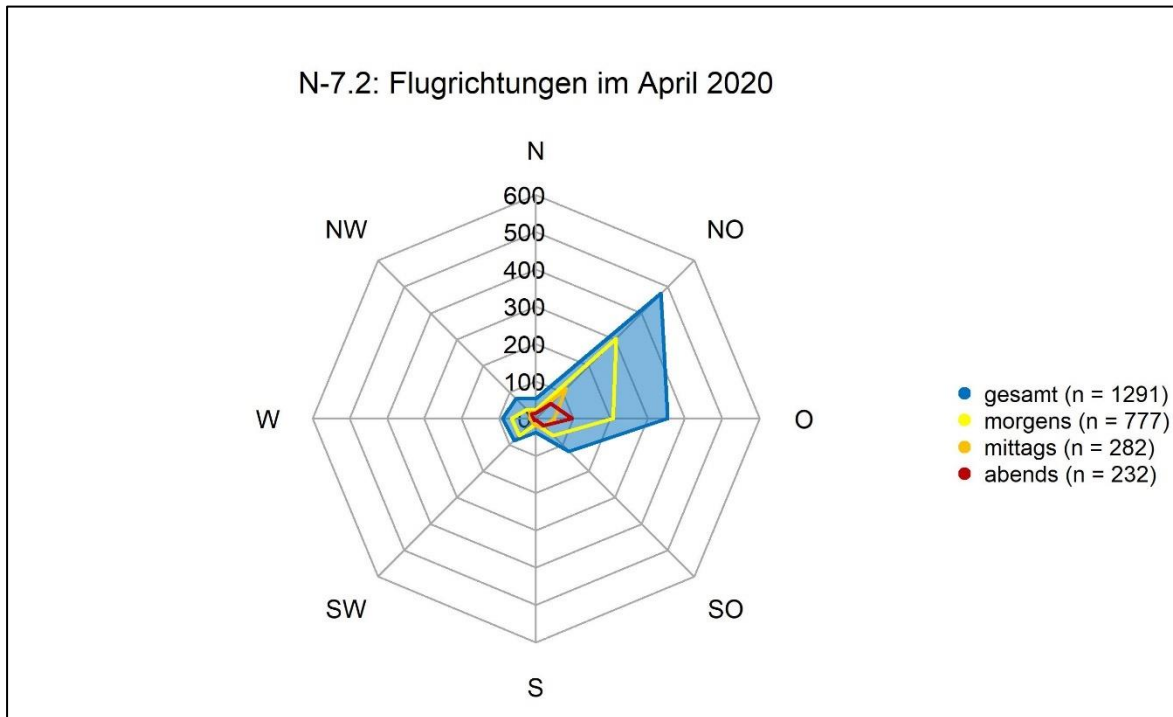


Abb. A. 31 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im April 2020 für die Fläche N-7.2.

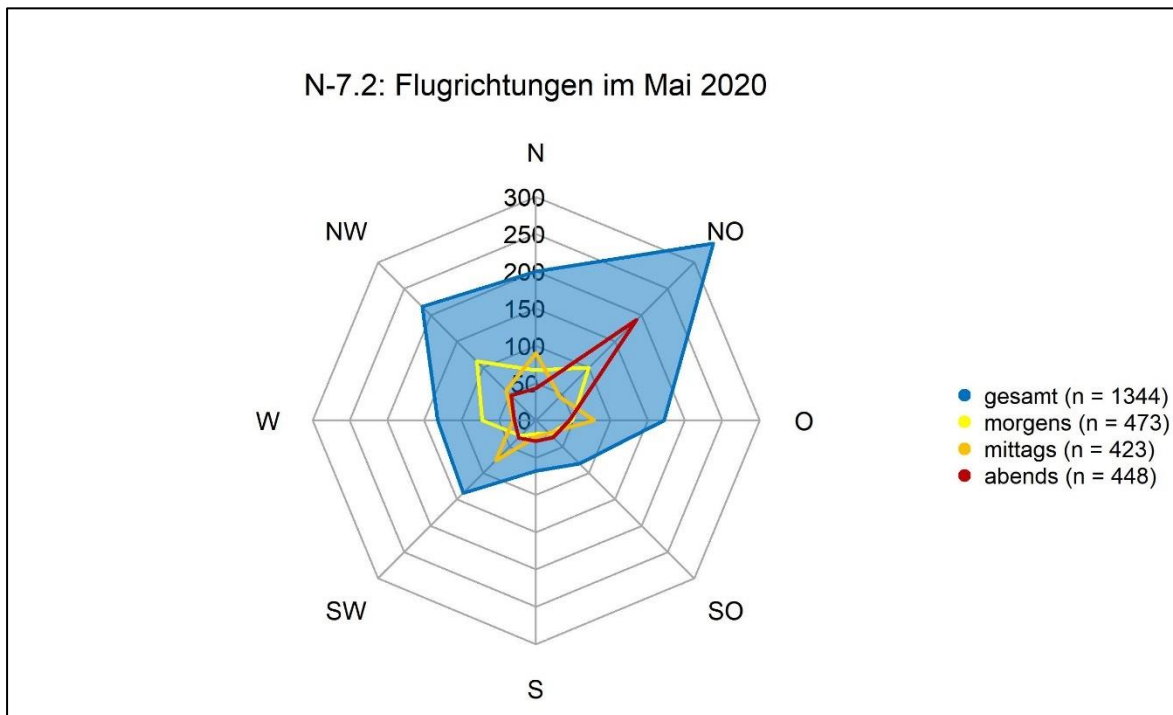


Abb. A. 32 Flugrichtungsverteilungen nach Sichtbeobachtungen im Mai 2020 für die Fläche N-7.2.