

Belastung von Wildtieren durch maschinelle Strandreinigungen

Wissenschaftliche Abschlussarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien

vorgelegt von Julia Teich

Rostock, 08.02.2021

Themenstellerin: Frau Dr. Jana Wölfel (Institut für aquatische Ökologie/Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät/ Universität Rostock)



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1. Treibsel an der deutschen Ostseeküste	1
1.2. Maschinelle Strandreinigungen	2
1.3. Vögel der Küstenregion	5
1.4. Zielsetzung und Arbeitshypothesen	6
2. Material und Methoden	7
2.1. Untersuchungsgebiete allgemein	7
2.2. Untersuchungszeitraum und -dauer	9
2.3. Untersuchungsgebiet Zingst	9
2.4. Untersuchungsgebiet Haffkrug	10
2.5. Untersuchungsgebiet Timmendorf	12
2.6. Referenzgebiet Langenwerder	14
2.7. Erfassung und Charakterisierung des Habitats und der Avifauna	15
2.7.1. Charakterisierung des Habitats und der Umweltbedingungen	15
2.7.2. Charakterisierung des Treibsels	16
2.7.3. Erfassung der Avifauna	18
2.8. Erfassung der Strandreinigungsmaßnahmen	20
2.8.1. Charakterisierung des Ablaufs und der Fahrzeuge	20
2.8.2. Messung der Schallemissionen	20
3. Ergebnisse	21
3.1. Charakterisierung des Habitats	21
3.1.1. Wetter	21
3.1.2. Biomasse des Treibsels	21



3.2. Charakterisierung der Avifauna	24
3.2.1. Individuenzahlen pro Stunde [i/h]der untersuchten Strandabschnitte	24
3.2.2. Beobachtete Vogelfamilien und –arten	25
3.2.3. Kulturfolger	26
3.2.4. Shannon-Weaver-Index [H'] als Maß für die Biodiversität	27
3.2.5. Aufenthalt der Vögel am Spülsaum als Indiz für das Fressverhalten	27
3.3. Strandreinigungen in Zingst, Haffkrug und Timmendorf	28
3.3.1. Ablauf der Reinigungsaktivitäten	28
3.3.2. Fahrzeuge	30
3.3.3. Auswirkungen auf die Avifauna	32
3.3.4. Reaktionen der Avifauna auf die Strandreinigungsfahrzeuge	35
3.4. Fluchtverhalten bei Reizwirkung durch Menschen, Hund	und
Strandreinigungsaktivitäten im Vergleich	38
4. Diskussion	38
4.1. Biodiversität an bewirtschafteten Stränden	38
4.1.1. Die Biodiversität ist an bewirtschafteten Stränden geringer und anders Referenzgebiet	
4.1.2. Anderes Futterangebot begünstigt Kulturfolger und höhere Individuenzahler	n 40
4.1.3. Unterschiedliche Strandreinigungstechniken verändern weder die Arten- n Individuenzahlen	
4.2. Treibsel als potentielle Futterquelle	43
4.2.1. Unterschiedliche Treibselzusammensetzungen sind für unterschiedliche Vogattraktiv	_
4.2.2. Die Menge des Treibsels bestimmt die Anwesenheit der Vögel?	44
4.2.3. Verdichtung des Bodens führt zu der Zerstörung von Nahrungsquellen	46
4.3. Andere störende Effekte der maschinellen Strandreinigung	47
4.4. Fazit	50
Literaturverzeichnis	52
Anhang	1



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:Beispielhafte Zusammensetzung von Treibsel
Abb. 2: Einsatz des Beachcleaners am bewirtschafteten Strand in Zingst
Abb. 3: Übersicht der Untersuchungsstandorte bezüglich ihrer Lage und Exposition gegenüber
der Ostsee
Abb. 4: Karte der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst mit dem Untersuchungsort Zingst 9
Abb. 5: Präzise Angabe der Lage der untersuchten Strandabschnitte in Zingst
Abb. 6: Küstenlinie entlang des Ortes Haffkrug (Schleswig-Holstein)
Abb. 7: Untersuchte Strandabschnitte im Untersuchungsgebiet Haffkrug
Abb. 8: Eindrücke der Strandreinigungsmaßnahmen in Haffkrug
Abb. 9: Lage der Untersuchungsgebiete Timmendorf (Insel Poel) und Langenwerder 13
Abb. 10: Lage der untersuchten Strandabschnitte in Timmendorf (Insel Poel)
Abb. 11:Strandreinigung in Timmendorf (Insel Poel)
Abb. 12: Untersuchte Strandabschnitte im Referenzgebiet Insel Langenwerder
Abb. 13: Neuer (links) und alter Strandanwurf (rechts) im Vergleich
Abb. 14: Vorgang der Biomassebeprobung in Zingst
Abb. 15: Teil Biomasseprobe aus Warnemünde, sortiert in die einzelnen Bestandteile 17
Abb. 16: Mittelwerte der Wetterbedingungen während der Studie
Abb. 17: Mittelwerte der Biomasse [Trockengewicht in kg/m²]
Abb. 18: Mittelwerte Biomasse [Feuchtgewicht in kg/m²]
Abb. 19: Anzahl von Vogelindividuen pro Stunde [i/h]
Abb. 20: Auftreten von Individuen einer Kulturfolgerart, abhängig von der Art der
Bewirtschaftung
Abb. 21: Die Shannon-Weaver-Indices nach Art der Bewirtschaftung
Abb. 22: Darstellung des Anteils der Individuen, die sich am Spülsaum aufhielten (%) nach
Untersuchungsstandort
Abb. 23: Anteil der Individuen [%], die sich am Spülsaum aufhielten, abhängig von der Art 28
Abb. 24: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschafteten und
nicht bewirtschafteten Strandabschnitt in Zingst am 23.07.
Abb. 25: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschaftete und nicht
bewirtschafteten Strandabschnitt in Haffkrug am 17.&23.08
Abb. 26: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschafteten
Strandahschnitt in Timmendorf am 25 08



Abb. 27: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschaftetenund nicht
bewirtschafteten Strandabschnitt in Timmendorf am 28.08.
Abb. 28: Reaktionen pro Vogelindividuum, welche Reinigungsaktivitäten ausgesetzt waren
unabhängig von der Reinigungsfahrzeugsart, dem Standort und der Untersuchungszeit 36
Abb. 29: Reaktionen auf die maschinelle Strandreinigungen von Larus ridibundus und L.
argentatus36
Abb. 30: Reaktionen der Vogelindividuen auf die Reinigungsreize an den Standorten Zingst,
Haffkrug und Timmendorf
Abb. 31: Reaktionen der Individuen auf die Reinigungsaktivität nach Entwicklungsstand
(Adult/Jungtier)
Abb. 32: Mittlere Distanzen zu Reinigungsfahrzeugen, die zu einer Flucht führten 37
Abb. 33: Reaktionen der reizausgesetzten Vogelindividuen auf die drei aufgetretenen Reize
Mensch(en), Hund(e) und Reinigungsaktivitäten



Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Tabellarische Aufstellung aller Untersuchungsorte	8
Tab. 2: Eingesetzte Waagen zur Bestimmung der Feucht- und Trockengewichte	18
Tab. 3: Auflistung aller Beobachtungszeiträume	19
Tab. 4: Zusammenfassung der geschätzten Bedeckungsgrade des gesamten Stand	des mit
Treibsel [%]	22
Tab. 5: Zusammensetzung des neuen und alten Treibsels	23
Tab. 6: Übersicht aller beobachteten Vogelfamilien unter Angabe der Individuenzahlen	der Art
[i]	24
Tab. 7: Übersicht über die Reinigungsaktivitäten	29
Tab. 8: Übersicht über die eingesetzten Reinigungsfahrzeuge.	31
Tab. 9: Gemessene Lautstärke der jeweiligen Reinigungsfahrzeuge	32
Tab. 10: Überblick über die Artzugehörigkeit und Anzahl der Individuen, a	auf die
Reinigungsreize gewirkt haben	35



1. Einleitung

1.1. Treibsel an der deutschen Ostseeküste

Die deutsche Ostseeküste erstreckt sich auf einer Länge von 720km, von denen Sandstrände 450 km ausmachen. Knapp 40% der Ostseeküste sind als Badegebiet ausgewiesen (Mossbauer et al., 2012). Seitdem sich der Tourismus an der deutschen Ostseeküste als einer der wichtigsten Wirtschaftszweige durchgesetzt hat, sind annähernd alle Sandstrände in diesem Gebiet auch touristisch genutzt (Mossbauer et al., 2012; Schumacher, 2008; Sterr et al., 2019). Typisch für Sandstrände ist auch der Strandanwurf (Abb. 1), der im Deutschen oft als "Treibsel" oder in Englisch als "Beach Wrack" bezeichnet wird. Dieser setzt sich hauptsächlich aus abgestorbenen Meerespflanzen wie Seegras und verschiedenen Makroalgen zusammen, die im Flachwasserbereich vor der Küste wachsen. Zu den Meerespflanzen können tierische Bestandteile (Muschel-und Schneckenschalen, Seesterne, Krabben, Vogeleier etc.), Reste von Landpflanzen (z.B. Salzgräser, Schilf), sowie anorganische Materialien (Sand, Plastikteile oder andere Strandabfälle) kommen (Sterr et al., 2019 und zitierte Referenzen darin). Nach Mossbauer et al. (2012) ist an der deutschen Ostseeküste die Zusammensetzung des Treibsels durch das Seegras Zostera marina und die Braunalgen der Gattung Fucus sp. (hauptsächlich F. vesiculosus, F. serratus) dominiert. Aber auch Rotalgen, wie Ceramium sp., Polysiphonia sp. und Phycodrys rubens, sowie Grünalgen, wie Ulva spp., können vertreten sein. Insgesamt macht laut den Autoren Zostera marina in der Regel einen Anteil von zwei Dritteln im Strandanwurf aus, während die Makroalgen nicht zu ganz einem Drittel beteiligt sind.



Abb. 1: Beispielhafte Zusammensetzung von Treibsel aus Zostera sp. und Makroalgen, z.B. Fucus vesicolosus an der deutschen westlichen Ostseeküste

Foto: Jane Hofmann, EUCC-D e.V.



Abb. 2: Einsatz des Beachcleaners (Beachtech 3000; Kässbohrer Geländefahrzeug AG), welche vor einem Traktor als Zugmaschine gespannt ist am bewirtschafteten Strand in Zingst am 23.07.2020

Foto: M. Manzel



Global, wie auch entlang der Ostseeküste unterscheidet sich die Menge des angespülten Treibels von Ort zu Ort teils enorm. Das hängt mit unterschiedlichen Faktoren am jeweiligen Standort zusammen, wie der Windrichtung und –stärke (Meteorologie), der Küstenexposition, sowie den Strömungsverhältnissen. Auch die Wachstumsbedingungen des Seegrases bzw. der Makroalgen sind entscheidend, welche wiederum hauptsächlich durch das Substrat, der Unterwasserstrahlung und der Strömungsexposition beeinflusst werden. Strände an exponierten Küsten (sog. Abtragungsküsten) mit starkem Wellengang, weisen in der Regel weniger Treibsel auf, als Küsten mit geschützter Lage (sog. Anlandungsküsten) (Mossbauer et al., 2012). Stark auflandiger Wind und ein damit einhergehender höherer Wasserstand begünstigen im Allgemeinen das Auftreten größerer Treibselmengen (Sterr et al., 2019).

In einem intakten Strand-Ökosystem erfüllt das Treibsel verschiedene Aufgaben. Zum einen werden durch die Zersetzung des organischen Materials Nährstoffe, wie Nitrat und Phosphat, freigesetzt. Das Treibsel stellt dadurch die Grundlage für die Versorgung des "wüstenähnlichen" Strandes mit organischer Biomasse und Nährstoffen dar und trägt so zu einer höheren Pflanzendiversität im Bereich vor den Dünen bei (Mossbauer et al., 2012; Rollhäuser, 2019; Sterr et al., 2019). Zum anderen dient es im Zuge seiner Akkumulation am Strand dem natürlichen Küstenschutz. Laut Ahrendt (2019) trägt es zur Minderung der Wellenergie und Strömung bei, dient dem Auffangen von Sediment und stabilisiert den Boden. So werden Sandverluste und Erosion reduziert, sowie Sandaufspülungen und die natürliche Dünenbildung gefördert. Weiterhin stellt es für einige Vögel und Wirbellose einen wichtigen Lebensraum und Futterquelle dar (Kühnle, 2011; Mossbauer et al., 2012; Sterr et al., 2019). Obwohl diese ökologische Bedeutung hinreichend bekannt ist bzw. vermutet wird, ist es umso erstaunlicher, dass es kaum internationale Studien zur Zusammensetzung und den Mengen unter saisonalen und räumlichen Aspekten entlang der Ostseeküste gibt (ebd.).

1.2. Maschinelle Strandreinigungen

Da viele Ostseegemeinden auf Einnahmequellen aus dem Tourismus angewiesen sind und gleichzeitig unter starkem Konkurrenzdruck stehen, wird versucht den Ansprüchen der Urlauber möglichst besonders gerecht zu werden. Oft mit karibischen weißen, endlosen Stränden vergleichend, fordern sie vor allem saubere Strände. Darunter fällt auch die Entfernung des Treibsels, da dieses in den Augen der Besucher als ein Anzeichen von "Verschmutzung" des Strandes und des Wassers angesehen wird (Otten&Kischkat, 2018). Störend seien, neben der Optik und der Berührung, vor allem die unangenehmen Gerüche, welche mancherorts entstehen. Für diese sind hauptsächlich die schnell verwesenden tierischen



Bestandteile, aber auch Makroalgen (Nees, 2017) verantwortlich. Mehrere Autoren benennen diesen Geruch sogar als den größten Faktor, der zu einer (oft von den Urlaubern) subjektiv empfundenen Minderung der Strandqualität führt (Jarick&Wieland, 2016, Mossbauer et al., 2012, Nees, 2017, Otten&Kischkat, 2018).

Um diesen touristischen Forderungen gerecht zu werden, wird in den meisten Gemeinden der gesamte Strand oder zumindest bestimmte Abschnitte maschinell von Müll und Treibsel befreit. Die Frequenz und Art der Reinigungsaktivitäten sind dabei an die örtlichen Gegebenheiten, den Witterungsbedingungen und die zu erwartenden Treibselmengen angepasst (Otten&Kischkat, 2018, Schnepper, 2017). Einige Gemeinden, wie das Ostseeheilbad Zingst oder Eckernförde, nutzen für die regelmäßigen Reinigungen während der Urlaubssaison speziell entwickelte Reinigungsmaschinen, auch "Beachcleaner" genannt (ebd.). Sie können entweder in Form eines Anhängers hinter eine Zugmaschine gespannt oder als eigenständiges Fahrzeug über den Strand fahren. Beachcleaner werden von verschiedenen Firmen hergestellt, aber funktionieren im Allgemeinen nach einem ähnlichen Prinzip. Sie nehmen durch rotierende Zinken vom Strand Sand mitsamt Treibsel und Müll auf, welches dann auf ein Förderband gelangt. Das aufgenommene Material wird durch Rütteln in seine Bestandteile aufgetrennt, sodass Müll und Treibsel vom Sand separiert werden. Müll und Treibsel gelangen in einen Auffangbehälter. Der Sand passiert ein maschenweiteverstellbares, rotierendes Sieb (1-3cm), um kleinste Müllrückstände, wie z.B. Zigarettenstummel, zu entfernen. Nach dem Sieben fällt der Sand zurück auf den Strand. Diese Fahrzeuge hätten laut den Herstellern den Vorteil, dass der Großteil des Sandes am Strand verbleibt, aber auch kleinste Müllpartikel vom Strand entfernt würden (Kässbohrer Geländefahrzeug AG, o.J.; Schnepper, 2017). Gleichzeitig sind diese Geräte jedoch ungeeignet bei feuchtem Sand, der die Maschen des Siebs verklebt oder für größere Treibselmengen (Schnepper, 2017). Der Auffangbehälter ist relativ klein und müsste oft geleert werden, was wiederum eine Erhöhung des Zeit- und Kostenaufwandes mit sich bringt.

Andere Gemeinden setzen Traktoren mit teils selbst gebauten Hark- und Greifvorrichtungen ein. Das dabei aufgenommene Material besteht oft zu 50-90% aus Sand (Mossbauer et al., 2012). Vor allem in Gemeinden mit tendenziell höheren durchschnittlichen Treibselmengen, wie z.B. auf der Insel Poel, wird auf diese Variante zurückgegriffen, da in kürzerer Zeit mehr Strandanwurf entfernt und abtransportiert werden kann. Um den eben erwähnten Sandanteil zu minimieren, wird mancherorts das aufgenommene Material vor dem Aufladen zum Abtransport in der Ostsee gespült (Schnepper, 2017).



Diese Strandreinigungen stellen die Gemeinden oft vor zahlreiche wirtschaftliche und logistische Probleme. Die Reinigungen sind mit teils sehr hohen Ausgaben für die zuständigen Gemeinden verbunden. So kann die Strandreinigung im Jahr für jeden Meter zu säubernden Strand bis zu 38 Euro kosten (Mossbauer et al., 2012; Sterr et al., 2019). Zudem ist der gesetzliche Rahmen bezüglich der Entsorgung unklar und die Verwertungsmöglichkeiten noch nicht ausreichend erprobt bzw. etabliert (Sterr et al., 2019). Derzeit werden Möglichkeiten unter anderem in der Landwirtschaft und Energiegewinnung, sowie im natürlichen Küstenschutz, Gartenbau und der Bauindustrie diskutiert (Sterr et al., 2019). Bisher existiert weder auf europäischer, noch auf deutscher Ebene ein gemeindeübergreifendes Konzept, wie mit verschiedenen Treibselanlandungen umgegangen werden soll. Die Reinigungsaktivitäten am Strand und die Nutzung, sowie Zwischenlagerung der anfallenden Biomasse sind bisher nicht zentral geklärt, sondern werden derzeit lokal von jeder Gemeinde selbst verwaltet (Woelfel & Schubert, 2019)

Maschinelle Strandreinigungen haben so vielleicht einen positiven Effekt auf die touristische Attraktivitätssteigerung. Bei größeren Mengen an Treibselanlandungen kann außerdem eine Entfernung unter dem Aspekt der freigesetzten Nährstoffe auch sinnvoll sein, die ggf. zurück in die Ostsee gelangen könnten und so die Eutrophierung der Ostsee begünstigen würden (Schnepper, 2017). Es werden jedoch auch weitreichende Folgen für das Ökosystem Strand vermutet. So wird im Zuge der Treibselentfernung vielen Wirbellosen das Habitat und die Nahrungsquelle entzogen oder sie werden gleichzeitig mit entfernt. Dies wirkt sich wiederum auf die Abundanzen und Biodiversität der Arten aus, welche sich von der Infauna des Treibsels ernähren, indem ihnen die Nahrungsquelle entzogen wird (Defeo et al., 2008; Schumacher, 2008). Nach diversen Studien, die Defeo et al. (2008) in seiner Arbeit zusammenfasst, stehen die Treibselbedeckung des Strandes und die Abundanzen von Küstenvögeln in positiver Korrelation, welche sich durch eben genannte Effektkette erklären ließe. Weiterhin führt er an, dass durch die eingesetzten Fahrzeuge deren Gelege zerstört oder im Nest befindliche Jungtiere der Vögel getötet werden könnten. So fände an Stränden mit Strandreinigung kaum bis keine Brutaktivität mehr statt. Er erwähnt zudem, dass sich ein Verbot der Nutzung von Offroadfahrzeugen positiv auf die Küstenvogelbestände der entsprechenden Strände ausgewirkt hätte.

Neben der Beeinträchtigung der Strandfauna findet zudem eine Reduktion der Strandflora statt. Durch die Strandreinigung wird die wichtigste Nährstoffquelle des Strandes dezimiert und eine natürliche Strandflora kann sich nicht oder nur gehemmt entwickeln, was wiederum Rückwirkungen auf die Nahrungsnetze am Strand nimmt (Defeo et al., 2008; Otten&Kischkat,



2018). Wie bereits in Kapitel 1.1 erwähnt, fehlen hinreichende ökologische Studien international, aber auch an der deutschen Ostseeküste, die sich mit dieser Thematik: "Interaktion von Wildtieren bzw. Vögeln mit Strandanwurf" explizit beschäftigen (CONTRA 2020; https://www.beachwrack-contra.eu/case-studies/).

1.3. Vögel der Küstenregion

Typische Bezeichnungen für die Vogelwelt der Küstenregionen sind die Begriffe Küsten-, Watoder Wasservögel. Sie stellen eine gesonderte ökologische Gruppe unter den Vögeln dar, welche sich aus unterschiedlichen Vogelfamilien bzw. -unterfamilien zusammensetzt. Typisch sind Podicipedidae (Lappentaucher), Phalacrocoracidae (Kormorane), Anatinae (Entenvögel), Rallidae (Rallen), Haematopodidae (Austernfischer), Recurvirostridae (Säbelschnäbler), Charadriidae (Regenpfeifer), Scolopacidae (Schnepfenvögel), Möwen (Larinae) und Seeschwalben (Sterninae). Sie nutzen alle den küstennahen Raum zu ähnlichen Zwecken, wie beispielsweise als Rast- oder Brutplatz oder zur Nahrungssuche. Die meisten Arten sind vom Großteil der Strände und Ackerflächen verdrängt worden, sei es durch die anthropogene Nutzung oder natürliche Fraßfeinde (Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft (NVP), o.J.). Viele der Küstenvögel sind z.B. Bodenbrüter und werden durch die intensive menschliche Nutzung ihrer ursprünglichen Brutgebiete, wie es die Strände und angrenzenden Dünen oder Wiesen sind, gestört. Unter anderem deshalb, sind sie nun vor allem auf abgelegenen Inseln oder Landzungen anzutreffen (ebd.). Als Kulturfolger sind die Lachmöwe (Larus ridibundus), Silbermöwe (L. argentatus), Mehlschwalbe (Delichon urbica) und Bachstelze (Motacilla alba), sowie auch der Kormoran (Phalacrocorax carbo) und die Stockente (Anas platyrhynchos) jedoch auch weiterhin am Strand vertreten (AGO, 2009; JankeKremer, 1993; Langer, 2014; NABU Niedersachsen, o.J.; NABU Nordrhein-Westphalen, 2019). Laut Spektrum (1999) "[gelten] als Kulturfolger [...] Pflanzen- oder Tierarten, die vor allem im menschlichen Kulturbereich günstige Entwicklungsmöglichkeiten vorfinden und deshalb im Gefolge des Menschen eine weitere Verbreitung gefunden haben" (Spektrum 1999 in: Langer, 2014). Derzeit gibt es keine deutsche ornithologische Veröffentlichung, die sich nur mit der Interaktion von Küstenvögeln mit den Treibselanlandungen als potentielle Futterquelle, aber auch als Nistplatz beschäftigt (mündliche Kommunikation Bernd Heinze, Verein Langenwerder e.V.). Weiterhin sind weder die Biodiversität und geographische Verteilung der Kulturfolger, noch die Auswirkung der maschinellen Reinigungen auf das Verhalten näher erforscht.



1.4. Zielsetzung und Arbeitshypothesen

Daher verfolgt diese Arbeit das Ziel, die Auswirkungen von Strandreinigungen auf Küstenvögel weiter zu untersuchen, da nur wenig wissenschaftliche Literatur vorliegt und kaum Datensätze vorhanden sind. Ausgehend von den zuvor dargelegten Sachverhalten, wurden drei Arbeitshypothesen formuliert. Diese sollen im Rahmen dieser Arbeit untersucht und somit bebzw. widerlegt werden. Diese lauten:

- I. Strände, an denen Strandreinigungen stattfinden, weisen eine geringere und andere Biodiversität und Avifauna auf, als a) Strände ohne Bewirtschaftung, aber mit anthropogenem Einfluss und b) Strände, die frei von anthropogenen Einflüssen sind (Vogelschutzgebiet oder Kernzone Nationalpark).
- II. Strandreinigungen haben einen Einfluss auf die Nahrungserschließung der Küstenvögel.
- III. Durch Strandreinigungen wird das Verhalten der anwesenden Küstenvögel verändert.

In der ersten Hypothese soll das Augenmerk darauf gerichtet werden, wie sich regelmäßige maschinelle Strandreinigungen über einen längeren Zeitraum auf das Vorkommen von Küstenvögeln auswirken. Dafür wird untersucht, ob an Stränden mit Strandreinigungen eine geringere Artenvielfalt vorliegt, als an Stränden ohne Strandreinigung, aber mit touristischer Nutzung. Das wird zusätzlich mit Strandabschnitten ohne jegliche touristische Anwesenheit verglichen, um diesen anthropogenen Effekt besser abzugrenzen. Vermutet wird, dass sowohl die Biodiversität als auch die Individuenzahlen am bewirtschafteten Strand am niedrigsten und im Naturschutzgebiet am höchsten sind.

Hypothese II zielt auf das Fressverhalten der Vögel ab. Sie folgt dem Gedankengang, dass Strandreinigungen durch die Entfernung des Treibsels die Nahrungsverfügbarkeit für die Vögel am Strand verändern. In Anlehnung an die Ausführungen Schumachers (2008) und Defeo et al. (2008) wird von einer Verschlechterung der Nahrungsverfügbarkeit ausgegangen. Dies könnte sich in einer geringeren Anzahl von Vögeln am Spülsaum der bewirtschafteten Strandabschnitte zeigen, da dieser zur Nahrungssuche nicht mehr attraktiv ist. Weiterhin könnte auch die Zahl der Vögel mit dem Verhalten "fressend" abnehmen, da die Nahrungsquellen mit der Reinigung entfernt wurden.



An diese Schnittstelle zwischen Nahrungsaufnahme und Reinigungsaktivität knüpft die Hypothese III an. Sie fragt nach möglichen direkten Reizantworten der Vögel auf die Strandreinigungsaktivitäten. Es soll untersucht werden, ob Vögel durch die Reinigung hauptsächlich verscheucht oder angelockt werden, wobei in Anlehnung an Defeo et al (2008) letzteres vermutet wird.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiete allgemein



Abb. 3: Übersicht der Untersuchungsstandorte (n= 5) bezüglich ihrer Lage und Exposition gegenüber der Ostsee. Warnemünde wurde im Zuge dieser Arbeit nicht als Untersuchungsgebiet ausgewertet, aber es fanden im Rahmen der gesamten Studie auch dort Untersuchungen statt Quelle: GoogleMaps

Im Rahmen dieser Arbeit wurden vier Untersuchungsgebiete an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns bzw. Schleswig-Holsteins ausgewählt: Zingst, Haffkrug, Warnemünde und die Insel Poel inklusive der nahe gelegenen Insel Langenwerder (Abb. 3). Es war geplant für jeden Standort ein für die Öffentlichkeit unzugängliches Naturschutzgebiet in die Untersuchungen miteinzuschließen. Dieses Referenzgebiet sollte einen Vergleich zu Stränden mit unterschiedlichem anthropogenen Einfluss (bewirtschaftet /nicht bewirtschaftet) ermöglichen und sich zudem in der näheren Umgebung befinden. Leider konnte dieses Kriterium nur für die Insel Poel mit der Vogelschutzinsel Langenwerder realisiert werden. In der Nähe von Haffkrug bzw. Warnemünde ist kein angrenzendes Gebiet vorhanden, welches die erforderlichen Kriterien (ähnliches Hinterland und Küstenform) erfüllt. In der Kernzone des Nationalparks "Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft" nahe Zingst, welche die Kriterien erfüllt hätte, war wiederum der Zutritt aufgrund noch brütender Vögel kurzfristig nicht möglich (mündliche Mitteilung durch Sabrina Haufe, Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft). logistischen Gründen (Erreichbarkeit Aus und



Übernachtungsmöglichkeiten) konnte jedoch nicht generell auf andere Standorte ausgewichen werden, an denen ein angrenzendes Referenzgebiet zu finden war.

Tab. 1: Tabellarische Aufstellung aller Untersuchungsorte mit Angabe des entsprechenden Datums, der

Strandkategorie und der GPS-Koordinaten

	GI 5-IXOOI dinaten		GPS-Koordinaten des
Ort	Zeitraum	Strandkategorie	Strandabschnitts
			54°26'60"N 12°36'50" O bis
Zingst	22.0725.07.2020	bewirtschaftet	54°26'59"N 12°36'55" O
			54°26'51"N 12°37'48"0 bis
Zingst	22.0725.07.2020	nicht bewirtschaftet	54°26'50"N 12°37'53"0
			54°02'27" N 10°45'02" O bis
Haffkrug	17.08.2020	bewirtschaftet	54°02'24"N 10°45'03" O
			54°02'27" N 10°45'02" O bis
Haffkrug	23.08.2020	nicht bewirtschaftet	54°02'24" N 10°45'03" O
	19.0821.08.&		54°10'39"N 12°03'24"E bis
Warnemünde	24.08.2020	bewirtschaftet	54°10'39"N 12°03'29"E
	25.08. & 27		53°59'49" N 11°22'30" O bis
Timmendorf	29.08.2020	bewirtschaftet	53°59'46" N 11°22'36" O
	25.08. & 27		54°00'00" N 11°22'59"O bis
Timmendorf	28.08.2020	nicht bewirtschaftet	53°59'58" N 11°23'11" O
	25.08. &		54°00'00" N 11°22'59"O bis
Langenwerder	29.08.2020	Naturschutzgebiet	53°59'58" N 11°23'11" O

In der Tabelle 1 sind die finalen Untersuchungsgebiete aufgelistet. Bewirtschaftet bedeutet, dass auf dem jeweiligen Strandabschnitt Reinigungsarbeiten stattfinden und Erholungs- und Freizeitangebote, wie Strandkörbe oder Sportanlagen, vorhanden sein können. Ein nicht bewirtschafteter Strand weist nach unseren Kriterien diese Angebote nicht auf und wird auch nicht maschinell oder manuell gereinigt. Oftmals sind diese Strandabschnitte auch für Hunde gestattet. Die bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Abschnitte sollten zudem nicht zu weit voneinander entfernt liegen, um einerseits gut vergleichbar zu sein und andererseits ein kurzfristiges, nicht zu zeitaufwendiges Wechseln zwischen ihnen zu gewährleisten. Das Referenzgebiet ist in dieser Arbeit als ein Gebiet definiert, dass von Menschen nicht begangen und verändert wird und somit frei von unmittelbaren anthropogenen Einflüssen ist. Folgende vier Personen bildeten je zwei Zweierteams für die Untersuchungen: Marina Manzel, Nelly Bimberg, Jakob Kienzler (alle drei Biologie-Bachelorstudenten im ersten bzw. zweiten Jahr der Universität Rostock) und die Autorin.

Alle Standorte sind unterschiedlich an der Ostseeküste gelegen und somit gegenüber verschiedenen Strömungsbedingungen exponiert (Abb. 3). Dies wurde bei der Standortwahl gezielt berücksichtigt, da abhängig von der Windrichtung bzw. –stärke und der Strömungen die Treibselmenge variieren kann. Außerdem wurde sich so erhofft, unterschiedliche Treibselzusammensetzungen vorzufinden. Ebenso ausschlaggebend für die Wahl der Standorte



war eine einheitliche Küstenform. Die meisten bewirtschafteten Strände weisen flache Sandstrände auf und liegen nicht an einer Steilküste, wodurch eine flache Küste (Ausgleichsoder Boddenküste) ein entscheidendes Standortkriterium darstellte. Bezüglich des Hinterlandes ist ebenso eine einheitliche Struktur angestrebt worden. Dieses sollte touristisch genutzt sein, um eventuelle Untersuchungen zu Trittbelastungen zu gewährleisten (vgl. Marina Manzel Bachelorarbeit, derzeit in Bearbeitung) und Strandreinigungen nur an touristisch attraktiven Stränden durchgeführt werden.

2.2. Untersuchungszeitraum und -dauer

Der Zeitraum für die Untersuchungen wurde hinsichtlich der Besucherzahlen und Durchführung von möglichst regelmäßigen Strandreinigungsarbeiten ausgewählt. Diese werden hauptsächlich in der Urlaubssaison von April-September, vor allem aber während der Hauptsaison von Mai bis August täglich durchgeführt. Weiterhin sollte der in den Herbst- und Frühjahrmonaten zu erwartende Vogelzug ausgeschlossen werden, um eine hohe Fluktuation der Arten- sowie Individuenzahlen zu vermeiden und so die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Somit fiel die Wahl auf die Sommermonate Juli und August. Die Untersuchungen selbst wurden auf vier Tage pro Standort und Strandkategorie geplant, mit einer jeweiligen Dauer zwischen zwei und vier Stunden. Durch diese Zeitspanne konnten die Reinigungsarbeiten, sowie ein halbstündiger Zeitraum davor und danach abgedeckt werden.

2.3. Untersuchungsgebiet Zingst



Abb. 4: Karte der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst mit dem Untersuchungsort Zingst. Es wurden die bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitte, sowie die Standpunkte der Strandabschnitte markiert (roter Stern), an denen die Untersuchungen stattgefunden haben

Quelle: GoogleMaps

Die ersten Untersuchungen wurden vom 22.07.-25.07. im Ostseeheilbad Zingst durchgeführt. Zingst liegt im Norden des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern auf der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst (Abb. 2). Die gesamte Halbinsel verzeichnet jährliche Ankünfte von rund 518.000 Touristen, von denen 189.806 Touristen (ca. 36%) ihren Urlaub in Zingst



verbringen (Stand 31.12.2018, Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2018). Im Juli 2018 wurden entsprechend dieser Quelle 31.850 touristische Ankünfte gezählt. Der Zingster Strand hat eine Gesamtlänge von ca. 17,5km (gemessen mit Googlemaps). Die durchschnittliche Breite beträgt zwischen 15 und 20m (Jarick&Wieland, 2016). Der bewirtschaftete Strandabschnitt befindet sich in unmittelbarer Nähe der Seebrücke und schließt Abschnitte mit Strandkorbvermietung mit ein. Der nicht bewirtschaftete Bereich befindet sich direkt im Anschluss bewirtschafteten Strand, zum wo auch Hundeund Freikörperkulturabschnitte ausgewiesen sind. Die untersuchten Strandabschnitte liegen westlich der Seebrücke an den Strandübergängen 17 (bewirtschaftet) und 19 (nicht bewirtschaftet) (Abb. 4 und 5). Am bewirtschafteten Strand finden regelmäßige Strandreinigungen statt, welche mithilfe eines Beachcleaners (Abb. 2) auf einer Länge von ca. einem Kilometer durchgeführt werden (Tab. 7).



Abb. 5: Präzise Angabe der Lage der untersuchten Strandabschnitte in Zingst. Bewirtschafteter Abschnitt im Osten und nicht bewirtschafteter Abschnitt im Westen

Quelle: GoogleMaps

2.4. Untersuchungsgebiet Haffkrug

Ursprünglich sollte als zweites Untersuchungsgebiet der Strand von Warnemünde gewählt werden. Allerdings konnte dieser Standort bezüglich der Strandreinigungsarbeiten nicht wie geplant genutzt werden, da dort keine maschinelle Entfernung des Strandanwurfs stattfindet. Die Reinigungsarbeiten belaufen sich lediglich auf das händische Entfernen des Mülls durch die Strandkorbvermietungen oder durch die Müllabfuhr durch die Stadt Rostock (mündliche Mitteilung durch Roger Schult, Technischer Dienst Rostock). Dies wurde im Vorfeld nicht genau genug kommuniziert und somit erst am ersten geplanten Untersuchungstag (16.08.2020) durch die Untersuchenden festgestellt. Für die kooperierende Bachelorarbeit von Marina Manzel wurden dennoch Untersuchungen in Warnemünde durchgeführt (siehe Marina Manzel, derzeit in Bearbeitung), die aber in diese Arbeit nicht miteinfließen.





Abb. 6: Küstenlinie entlang des Ortes Haffkrug (Schleswig-Holstein) mit Markierung der bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Bereiche, sowie der genauen Untersuchungsabschnitte (roter Stern).

Quelle: GoogleMaps



Abb. 7: Untersuchte Strandabschnitte im Untersuchungsgebiet Haffkrug. Bewirtschaftet im nördlicher und nicht bewirtschaftet südlicher.

Quelle: GoogleMaps

Als alternatives Untersuchungsgebiet wurde das Seeheilbad Haffkrug ausgewählt, da aus aktuellen Medienberichten hervorging, dass durch anhaltenden Ostwind viel Treibsel anlandete und Reinigungsarbeiten somit definitiv stattfinden würden. Weiterhin entsprachen auch das Hinterland und die Küstenform den Standortkriterien. Die Untersuchungen fanden am 17.08. (bewirtschaftet) und 23.08. (nicht bewirtschaftet) statt. Der Ort liegt im Kreis Ostholstein des Bundeslandes Schleswig-Holsteins in der Gemeinde Scharbeutz, welche jährlich zwischen 110.000 und 140.000 Übernachtungsgäste verzeichnet. Die Anzahl Tagesgäste beläuft sich auf 200.000 bis 250.000 pro Jahr (Gemeinde Scharbeutz, 2020).Der Strand liegt auf der östlichen Seite Haffkrugs und misst eine Gesamtlänge von rund 2,1km (Messung mit GoogleMaps). Die durchschnittliche Strandbreite beträgt ca. 20m (ostsee.de, o.J.). Der bewirtschaftete Strandbereich erstreckt sich über nahezu die gesamte Länge des Strandes (Abb. 6) und wird nur für einen knapp 100m langen Hundestrand unterbrochen. Dieser wird nicht bewirtschaftet bzw. nicht maschinell gereinigt und diente somit als Untersuchungsabschnitt für die Kategorie "nicht bewirtschaftet" (Abb.7).





Abb. 8: Eindrücke der Strandreinigungsmaßnahmen in Haffkrug am 17.08.2020. Zu sehen sind die zwei Traktoren, die das Treibel zusammentragen, verladen und abfahren, sowie die zusammengetragenen Strandanwurfhaufen.

Quelle: NDR (links)eigene Aufnahme von Julia Teich (rechts)

Die Saison beginnt im März/April und endet nach den Herbstferien (Anfang Oktober). Zu Saisonbeginn wird eine Grundreinigung durchgeführt, in deren Zuge der Sand 20 cm tief durchgesiebt wird. Die Reinigungsarbeiten finden während der Saison immer am Wochenende zwischen 2 und 6 Uhr statt und während der Ferienzeit im Sommer wird zusätzlich auch unter der Woche gereinigt (Tourismus-Agentur Lübecker Bucht, o.J.). Dafür werden Traktoren mit selbst gebauten Reinigungsvorrichtungen, sowie Anhänger für den Abtransport eingesetzt (Abb. 8) (mündliche Mitteilung von Lorenz Brandt, Abteilungsleiter Gemeindeverwaltung Scharbeutz). Aufgrund des kurzfristigen Handlungszwangs war es nicht möglich, ein passendes Referenzgebiet in der Nähe Haffkrugs zu finden. Im Gegensatz zu Warnemünde war dieser Standort außerdem nicht so leicht erreichbar, was den Zeitaufwand stark erhöhte. Dadurch und durch die Kurzfristigkeit konnten dort zudem nur zwei Untersuchungen (je einmal bewirtschaftet und nicht bewirtschaftet) stattfinden.

2.5. Untersuchungsgebiet Timmendorf

Aus monatlichen bis zweiwöchigen Untersuchungen im Rahmen des CONTRA-Projektes von 2019-2020 am "Schwarzen Busch" war bekannt, dass auf der Insel Poel eine große Menge an Treibsel vorhanden sein und Strandreinigungen in einer ausreichenden Regelmäßigkeit stattfinden würden. Aufgrund der logistisch günstigeren Lage haben die Untersuchungen im ca. 4,5km entfernten Timmendorf vom 25.08. bis 29.08. stattgefunden (Abb. 9). Jedoch konnten hier die Beobachtungen aufgrund der schlechten Wetterlage (Sturm und Regen am 26.08., Abb. 16) nicht wie geplant durchgeführt werden. So wurden zwar am bewirtschafteten Strand vier Untersuchungen durchgeführt, jedoch mit einer teilweise deutlich verkürzten Untersuchungszeit von 30 Minuten (27.08.). Für den nicht bewirtschafteten Strandabschnitt fanden nur zwei Untersuchungen statt, da einerseits zeitgleich Untersuchungen auf



Langenwerder stattfinden (25. &29.08.) mussten und es andererseits die Wetterlage nicht anders zuließ (Tab. 3).



Abb. 9: Lage der Untersuchungsgebiete Timmendorf (Insel Poel) im Westen und Langenwerder im Nordosten, mit Kennzeichnung bewirtschafteter und nicht bewirtschafteter Strandabschnitte, sowie des Referenzstrandes. Die genauen Untersuchungsabschnitte sind durch rote Sterne markiert.

Quelle: GoogleMaps

Die Insel Poel befindet sich in der Wismarbucht im Nordwesten Mecklenburg-Vorpommerns und umfasst eine Fläche von 37km². Timmendorf befindet sich im Westen der Insel (Abb. 9), wo zahlreiche Ferienhäuser, ein Wohnmobilstellplatz, Gastronomie und ein Campingplatz angesiedelt sind. Die Insel Poel verzeichnet jährlich insgesamt rund 27.6000 touristische Ankünfte, wobei sich ein steigender Trend ausmachen lässt. (Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern 2012 & 2018). Im August 2020 belaufen sich die Ankünfte auf 10.265 (Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2020). Der Timmendorfer Strand hat eine Länge von rund 1,1km (gemessen mit GoogleMaps), von denen ca. 700m bewirtschaftet werden. Auf dem bewirtschafteten Strandteil befinden sich Strandkorbvermietungen, während auf dem nicht bewirtschafteten Abschnitt der Hundestrand und eine Surfschule lokalisiert sind. Die untersuchten Strandabschnitte sind am nördlicheren Ende des Strandes zu finden (Abb. 10). Die Strandreinigungen am Timmendorfer Strand werden durch die Kurverwaltung Poel koordiniert und organisiert. Die Saison beginnt kurz vor Ostern (März/April) und endet zumeist Ende September. Nach einer Grundreinigung mit einem Beachcleaner (Abb. 11 unten) werden die folgenden Reinigungen stattdessen mit Hilfe von bis zu zwei Traktoren durchgeführt, die jeweils mit einen Grubber am Heck und einer Silozange an der Front ausgestattet sind (Abb. 11 oben).



Abb. 10: Lage der untersuchten Strandabschnitte in Timmendorf (Insel Poel/Mecklenburg-Vorpommern) mit dem bewirtschafteten Abschnitt südlicher und dem nicht bewirtschafteten Abschnitt nördlicher. Beide Abschnitte grenzen an den Campingplatz-Leuchtturm, aber sind der Öffentlichkeit zugänglich.

Quelle: GoogleMaps



Abb. 11: Einsatz des Beachcleaners am Strand in Timmendorf (unten) und Strandreinigungsarbeiten ebenfalls am Strand in Timmendorf unter Einsatz eines Traktors mit Heckrechen und Silozange, sowie eines Lastwagens zum Abtransport des Treibsels (unten)

Quelle: Fotos: Florian Melzer (unten), Ove Arscholl (oben).

2.6. Referenzgebiet Langenwerder

Am 25.08. und 29.08. wurden auf der Insel Langenwerder Untersuchungen durchgeführt. Sie befindet sich nordöstlich der Insel Poel (Abb. 9) und weist eine Fläche von rund 0,2km² auf. Weiterhin stellt sie eines von insgesamt sechs Naturschutzgebieten in der Wismarbucht dar. Schon im Jahr 1910 ist sie zum Vogelschutzgebiet erklärt worden und darf von Menschen nicht begangen werden (Brenning & Nehls, 2012). Der "Verein Langenwerder zum Schutz der Watund Wasservögel e.V." ist für die Belange der Insel verantwortlich und hat den Zugang für diese Untersuchungen ermöglicht. Der Strand auf Langenwerder entspricht dem Umfang der Insel und hat eine Gesamtlänge von rund 3km. Die Strandbreite variiert je nach Wasserstand und schwankt zwischen 0 und 15m (mündliche Mitteilung durch Ulrich Brenning, Verein Langenwerder zum Schutz der Wat- und Wasservögel e.V). Der untersuchte Abschnitt befindet sich an der nördlichsten Spitze der Insel (Abb. 12), welcher auf Anraten des Vogelschutzwartes ausgewählt wurde, da sich die Vögel überwiegend dort zur Futteraufnahme am Morgen aufhalten würden (ebd.).



Abb. 12: Referenzgebiet Insel Langenwerder (Nordöstlich der Insel Poel/ Mecklenburg-Vorpommern) mit Kennzeichnung des untersuchten Strandabschnittes im Norden der Insel.

Quelle: GoogleMaps

2.7. Erfassung und Charakterisierung des Habitats und der Avifauna

2.7.1. Charakterisierung des Habitats und der Umweltbedingungen

An jedem Standort wurde jeweils ein bewirtschafteter mit einem nicht bewirtschafteten Strandabschnitt verglichen (Kapitel 2.1). Ein Abschnitt hatte dabei eine standardisierte Länge 100m, welche am ersten Untersuchungstag mit einem Multifunktionslaser-Entfernungsmesser "TackLife Model MLR01" (Shenzen Take Tool Co. Ltd., Shenzen China) am Ufer abgemessen wurde. Diese Länge wurde festgelegt, da in dieser Größenordnung noch der gesamte Abschnitt mit Hilfe von Ferngläsern überblickt werden konnte. Zusätzlich wurde täglich die Breite des Strandes (Wasserlinie bis Dünenfuß) mit dem Gerät vermessen, um Schwankungen im Wasserstand zu dokumentieren. Weiterhin wurden die Koordinaten des Abschnitts mit dem Gerät "GPSmap 64s" (Garmin Europe Ltd., Southampton, Großbritannien) erfasst. Zur Beschreibung der Umweltbedingungen wurde weiterhin das Wetter dokumentiert, da es einen Einfluss auf die Strand-Fauna nehmen kann, z.B. ziehen sich Vögel bei Sturm und Starkregen eher zurück (Schorsch, 2009). Die Uhrzeit, Bewölkung, Windrichtung und –stärke, die Lufttemperatur und der Niederschlag (Dauer und Intensität) wurden in Zeitintervallen von 30 Minuten dokumentiert. Die Daten wurden dazu der Website darksky.net entnommen. Weiterhin wurde in der Arbeit von Marina Manzel die mittlere Korngröße des Sandstrandes bestimmt, um die Habitate näher zu charakterisieren (Marina Manzel Bachelorarbeit, derzeit in Bearbeitung).



2.7.2. Charakterisierung des Treibsels

2.7.2.1. Beprobung im Feld



Abb. 13: Neuer (links) und alter Strandanwurf (rechts) im Vergleich. Der neue zeigt eine deutlich grünere Farbe und ist noch feucht. Der alte ist braun und getrocknet

Quelle: Fotos: Jane Hofmann, EUCC-D e.V.

Das Treibsel wurde pro Standort hinsichtlich der Qualität und Quantität erfasst und untersucht, da Menge und Zusammensetzung saisonal und räumlich sehr unterschiedlich sein können (Mossbauer et al., 2012). Zunächst fand pro Strandabschnitt täglich eine Bewertung der Treibselmenge statt, indem der Bedeckungsgrad des Strandes mit Strandanwurf (=Treibsel) geschätzt wurde (Angabe in Prozent). Zudem wurden die Strandanwurfhaufen mit einem Zollstock in ihrer Breite und gegebenenfalls in ihrer Länge vermessen, falls die Strandanwurflinie nicht durchgängig war. Auch die Höhe der Haufen über der Sandoberfläche wurde so mit dreimaligen Wiederholungen dokumentiert. Weiterhin wurde zwischen zwei verschiedenen Alters- bzw. Lagerungszuständen des Treibsels unterschieden. Als "neu" galt noch feuchtes, grünes, "frisches" Treibsel, das sich farbintensiver zeigt und nah am Spülsaum liegt. Der "alte" Strandanwurf erscheint (abhängig vom Niederschlag) getrocknet, in bräunlicher Färbung und ist häufig weiter vom Spülsaum entfernt im hinteren Strandbereich zu finden (Abb. 13). Weiterhin wurde eingeschätzt, zu wie viel Prozent der vorhandene Strandanwurf mit Sand bedeckt war. Da der Sand bei der Reinigung mitaufgenommen wird, kann dadurch der Sandanteil in der abtransportierten Biomasse besser abgeschätzt werden. Weiterhin wurden der Müllanteil im Treibsel, sowie dessen Bestandteile bewertet.

Um die Zusammensetzung des Treibsels und dessen Menge präziser bestimmen zu können, wurden an den nicht bewirtschafteten Strandabschnitten jedes Standortes bzw. im Referenzgebiet Biomasseproben genommen. Die Probenahme (Abb. 14) wurde jeweils für den neuen und den alten Strandanwurf in drei Parallelen durchgeführt, somit erhielt man pro Abschnitt insgesamt sechs Proben. Dazu wurde ein Stechrahmen aus Metall (20x20cm) randomisiert auf einem alten bzw. neuen Strandanwurfhaufen platziert und sämtliche Biomasse innerhalb des Rahmens entnommen. Dabei sollte so wenig Sand wie möglich mitaufgenommen



werden. Die entfernte Biomasse ist in beschriftete, verschließbare Beutel gefüllt und ins Labor gebracht worden.



Abb. 14: Vorgang der Biomassebeprobung in Zingst. Der 20x20cm große Stechrahmen wurde zufällig auf dem Boden platziert und danach sämtiche Biomasse entnommen, sowie in Tüten verpackt.

Foto: NDR Landpartie

Abb. 15: Teil Biomasseprobe aus Warne-münde, sortiert in die einzelnen Bestandteile (von links nach rechts): natürliche anorganische Bestandteile, Fucus sp., Ulva sp., Müll, Bestandteile tierischen Ursprungs, Rhodophyta.

Foto: eigene Aufnahme von Julia Teich

2.7.2.2. Aufarbeitung der Proben im Labor

Die Bearbeitung der Proben im Labor begann mit dem Wiegen (Tab. 2) der einzelnen Proben, um das Feuchtgewicht feststellen zu können, welches zur Ermittlung des Wassergehalts der Proben benötigt wurde. Anschließend wurden die Proben jeweils nach Bestandteilen sortiert (Abb. 15). Dabei wurde unterschieden zwischen:

- Seegras (Zostera sp.)
- Makroalgen-Familien (Phaeo-, Rhodo- und Chlorophyta; wenn möglich nach Art)
- Bestandteile tierischen Ursprungs (z.B. Bruchstücke von Muschelschalen)
- weitere organische Bestandteile (z.B. Fragmente von Landpflanzen)
- natürliche anorganische Bestandteile (z.B. Sand, Steine)
- anthropogen anorganische Bestandteile (z.B. Plastikteile, Metall)

Die Makroalgen wurden mit der folgenden Literatur bestimmt:

- Braune, W. (2008): Meeresalgen Ein Farbbildführer zu verbreiteten Grün-, Braunund Rotalgen der Weltmeere. Koeltz Botanical Books, Oberreifenberg.
- Pankow, H. (1990); Ostsee-Algenflora; 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Schätzle, P.-K. (2019): Field Guide Baltic Sea. Most common species during field sampling in 2019. Region Poel and Kühlungsborn. Universität Rostock, Projekt CONTRA.
- Schories, D.; Selig, U.; Schubert, H. (2009): Species and synonym list of the German marine macroalgae based on historical and recent records. In: Meeresbiologische Beiträge, 21, S. 7-135



Tab. 2: Eingesetzte Waagen zur Bestimmung der Feucht- und Trockengewichte der Strandanwurfproben der Standorte Zingst, Haffkrug, Timmendorf und Langenwerder.

	Maximal gewicht	Genauig-	
Waagentyp	[g]	keit [g]	Bestimmung der
			Feuchtgewichte der Proben aus
Sartorius CP323S-OCE	320	0,001	Zingst und Haffkrug (alter Strandanwurf)
			Feucht- und Trockengewichte der Proben aus Haffkrug
Ciatronic KW 3366	5000	1	(neuer Strandanwurf)
			Trockengewichte der Proben aus Haffkrug (alter
Sartorius MC1 LC62OS	250	0,0001	Strandanwurf), Timmendorf und Langenwerder
AccuWeight Digital Pocket			Feuchtgewichte der Proben aus Timmendorf
Scale IC255	300	0,01	und Langenwerder

Die sortierten Probenbestandteile wurden zur Bestimmung des jeweiligen Feuchtgewichts gewogen. Anschließend wurden sie bei 60°C für mindestens 24 Stunden im Trockenschrank getrocknet und danach das jeweilige Trockengewicht bestimmt (Tab. 2). Alle Gewichte wurden mit drei Stellen nach dem Komma ermittelt. Ausnahmen waren dabei die Bestimmung des Feuchtgewichtes auf Poel mit zwei und Haffkrug mit keinen Nachkommastellen. Das jeweilige Gesamttrockengewicht einer Probe aus dem 20 x 20 cm Rahmen wurde danach auf einen Quadratmeter hochgerechnet. Die Probenahme und Auswertung hätte wiederholt werden müssen, wenn sich die Mengen und Zusammensetzung während des Untersuchungszeitraumes verändert hätten. Dies ist bei uns jedoch nicht eingetreten.

2.7.3. Erfassung der Avifauna

Die Vogelbeobachtungen fanden immer für zwei Strandabschnitte zur ungefähr gleichen Zeit (Ausnahme Haffkug) statt (Tab. 3). Verschiedene Parameter des Verhaltens der Vögel wurden festgehalten:

- Zeitspanne des Aufenthalts,
- die Art mit Unterscheidung juvenil/adult,
- die Aufenthaltsorte (Spülsaum, 0-5m ab Wasserkante, 5-10m ab Wasserkante, ganzer Strand),
- das Verhalten (laufend, landend, auffliegend, fressend, jagend, Komfortverhalten),
- die, auf die Vögel wirkenden Reize (Art z.B. Mensch, Maschine, Hund und jeweilige Anzahl) und
- die Fluchtdistanz in [m] geschätzt.



Tab. 3: Auflistung aller Beobachtungszeiträume im Jahr 2020 an allen Untersuchungsstandorten. bew = bewirtschaftet; n. bew = nicht bewirtschaftet; R = Referenzgebiet

,	Strand-	Strand-			Dauer
Datum	abschnitt	kategorie	Startzeit	Endzeit	[h:min]
22.07.	Zingst	bew.	5:05	7:30	2:25
22.07.	Zingst	n. bew.	5:00	7:35	2:35
23.07.	Zingst	bew.	4:37	7:00	2:23
		Mit Reinigung	7:37	8:36	0:59
23.07.	Zingst	n. bew.	4:50	7:30	2:40
24.07.	Zingst	bew.	5:30	8:00	2:30
24.07.	Zingst	n. bew.	5:30	8:00	2:30
25.07.	Zingst	bew.	5:19	7:50	2:31
25.07.	Zingst	n. bew.	5:25	7:57	2:32
17.08.	Haffkrug	bew.	5:00	7:00	2:00
23.08.	Haffkrug	n. bew.	5:30	7:30	2:00
25.08.	Timmendorf	bew. Mit Reinigung	5:55	7:49	1:54
25.08.	Timmendorf	n. bew.	n.g.	n.g.	n.g.
25.08.	Langenwerder	R	6:52	9:16	2:24
27.08.	Timmendorf	bew.	6:15	6:45	0:30
27.08.	Timmendorf	n. bew.	6:15	7:19	1:04
28.08.	Timmendorf	bew. Mit Reinigung	6:10	8:01	1:51
28.08.	Timmendorf	n. bew.	6:18	7:52	1:34
29.08.	Timmendorf	bew. Mit Reinigung	5:56	7:40	1:44
29.08.	Timmendorf	n. bew.	n.g.	n.g.	n.g.
29.08.	Langenwerder	R	6:20	8:23	2:03

Weiterhin wurde festgehalten, ob ein Vogel nach dem Reiz den Strand verlassen hat oder der Reizquelle nur ausgewichen ist, sowie die Uhrzeit bzw. Dauer der wirkenden Reize. Während an den bewirtschafteten/nicht bewirtschafteten Stränden jeder Vogel einzeln kontinuierlich erfasst werden konnte, erfolgte auf Langenwerder die Erfassung aller im Abschnitt befindlichen Vögel in zehnminütigen Intervallen. Dort war für eine kontinuierliche Beobachtung jedes einzelnen Vogels eine zu hohe Individiuenanzahl vorhanden. Als Hilfsmittel wurden zwei Ferngläser eingesetzt: Eschenbach, trophy AS/D allwetter, 8x32 B, 131 m / 1000 m und Steiner Safari UltraSharp 10x26 (VergrößerungxOb-jektivdurchmesser), 101m/ 1000m. Die Arten wurden mit Hilfe folgender Bestimmungsliteratur bestimmt:

- Barthel, P. H. (2002): Vögel an Strand und Küste. 2. Auflage, Franckh-Kosmos, Stuttgart.
- Pott, C. (2006): Pflanzen und Tiere der Küste. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.
- Quedens, G. (1988): Strand und Wattenmeer. Tiere und Pflanzen an Nord- und Ostsee
 ein Biotopführer. 3. Aufl., BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, Wien, Zürich.
- Svensson, L. (2017): Der Kosmos-Vogelführer. Alle Arten Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. 3. Aufl., Franckh-Kosmos, Stuttgart.



Nach Abschluss der Untersuchungen wurden als Maß für die Biodiversität die Shannon-Weaver-Indices für die bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Abschnitte, sowie dem Referenzabschnitt mit folgender Formel bestimmt:

H'=
$$-\sum_{i=1}^{s} p_{i} \cdot \ln p_{i}$$
 mit $p_{i} = \frac{n_{i}}{N}$

Da dies einer der am häufigsten verwendeten Indices zur Biodiversitätsbestimmung ist (Claark, 2001), wurde so ein Vergleich zu anderen Autoren erleichtert.

2.8. Erfassung der Strandreinigungsmaßnahmen

2.8.1. Charakterisierung des Ablaufs und der Fahrzeuge

Zuerst wurde die Strandreinigung je Standort im Allgemeinen charakterisiert. Dazu zählte die Gesamtlänge des bewirtschafteten Strandbereichs, die Dauer und Frequenz der Reinigungsarbeiten, sowie die Art der eingesetzten Fahrzeuge und deren technische Details. Gegebenenfalls fand eine kurze Befragung der Mitarbeiter der Reinigungsunternehmen statt. Die technischen Details der Reinigungsfahrzeuge (z.B. Gewicht oder Fahrspurbreite), wurden auf den Websites der Hersteller ermittelt (Tab. 8). Weiterhin ist der Ablauf der Reinigung speziell für den jeweiligen Untersuchungstag festgehalten worden: Anzahl der Hin-und Herfahrten der eingesetzten Fahrzeuge, die Fahrspurtiefe und –breite, die Fläche der Reinigung und eine grobe Volumenabschätzung der abtransportierten Mengen. Für Letzteres wurden die Anhänger in ihrer Größe abgeschätzt und das Volumen überschlagen. In der Praxis stellte sich dies jedoch als schwierig heraus, da z.B. in Haffkrug nicht die gesamte Reinigung beobachtet werden konnte.

2.8.2. Messung der Schallemissionen

Um einen eventuellen Zusammenhang zwischen Schallemission und Fluchtverhalten der Vögel zu untersuchen, wurden mit Privat-Handys (Samsung) und der App "Decibel Meter" von Tools Dev. (Version 2.9.8) Schallmessungen durchgeführt. Es war zunächst geplant, die Lautstärke vor, hinter, links und rechts vom Fahrzeug parallel zu messen. Dabei sollte sich mit dem Fahrzeug mitbewegt werden. In der Praxis hat sich diese Technik jedoch nicht bewährt, da die Geräusche, welche beim Laufen entstehen, die Messungen zu sehr verfälschen. Die Messungen in Haffkrug und Timmendorf wurden deshalb statisch durchgeführt. In einem möglichst gleichem Abstand (ca. 4m) zum Fahrzeug wurde der Geräuschpegel bei der Vorbeifahrt des Fahrzeugs aufgenommen. Die Messungen dauerten in der Regel zwischen 25 und 30 Sekunden, wobei der Maximal-, Minimal- und Durchschnittswert ermittelt wurden.



3. Ergebnisse

3.1. Charakterisierung des Habitats

3.1.1. Wetter

Das Wetter war an den Untersuchungstagen und im ganzen Zeitraum Juli-August größtenteils beständig (Abb. 16). Die Temperaturen lagen zwischen 14°C und 16°C, wobei es gelegentliche geringe Schwankungen um 1-2°C gab. Auch die Windrichtung war ähnlich und kam hauptsächlich von West, in Form eines Nord- oder Südwestwindes. Eine Ausnahme war der 17.08. in Haffkrug mit geringen Windgeschwindigkeiten mit 4-6km/h aus Osten. Die Windgeschwindigkeiten variierten an allen Standorten mit durchschnittlichen 12-24 km/h, während sie in Timmendorf am 26.08. und 27.08. mit 32-42km/h bzw. 43-46km/h hingegen überdurchschnittlich hoch waren. An sieben von zehn Untersuchungstagen war kein Niederschlag und an zwei Tagen nur ein kurzzeitiger Nieselregen (24.07. 60 min Zingst; 28.08. 20 min Timmendorf) zu verzeichnen. Eine Ausnahme bildet der 26.08. in Timmendorf, der aufgrund des ganztägigen, teils starken Regens, nicht als Untersuchungstag genutzt werden konnte.

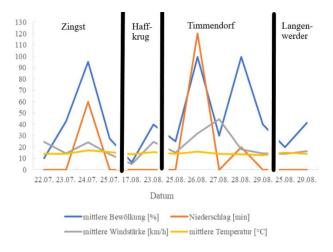


Abb. 16: Mittelwerte der Wetterbedingungen aus den Untersuchungsintervallen von 30min (n=3-8) für d Zingst (22.07.-25.07.2020), Haffkrug (17.&18.08.2020), Timmendorf (25.08.-29.08.2020) und Langenwerder (25.08. & 29.08.2020). Genaue Untersuchungszeiten sind der Tab. 1 zu entnehmen. Quelle: eigene Darstellung

3.1.2. Biomasse des Treibsels

3.1.2.1. Bedeckungsgrad des Strandes und Trockengewicht

Die Bedeckung des Strandes mit Treibsel variierte von Standort zu Standort teils sehr deutlich (Tab. 4). Die geringste Bedeckung war am Zingster Strand, wobei sich der bewirtschaftete (0,5-3%) und der nicht bewirtschaftete Strandabschnitt (2-2,5%) kaum unterschieden. Auch der nicht bewirtschaftete Strandabschnitt in Haffkrug hatte einen ähnlich niedrigen Bedeckungsgrad (2%), während der bewirtschaftete Abschnitt mit ca. 5% geringfügig mehr



bedeckt war. Die höchste Treibselbedeckung konnte auf Langenwerder (55-70%) mit fast dreifach bis doppelt höheren Werten geschätzt werden.

Tab. 4: Zusammenfassung der geschätzten Bedeckungsgrade des gesamten Standes mit Treibsel [%] für alle Untersuchungsstandorte. Für das Referenzgebiet Langenwerder entfällt die Unterteilung in bewirtschaftet und nicht bewirtschaftet (kenntlichgemacht durch dicke Linie).

Ouelle: eigene Darstellung

Ort	Datum	bewirtschaftet [%]	nicht bewirtschaftet [%]
Zingst	22.07.	3	5
	23.07.	1	5
	24.07.	1	2
	25.07.	0,5	5
Haffkrug	17.08.	5	n.g.
	23.08.	n.g.	2
Timmendorf	25.08.	5	15
	27.08.	15	17,5
	28.08.	10	30
	29.08.	5	n.g.
Langenwerder	25.08.	55	
(Referenzgebiet)	29.08.	70	

Mit den genauer gewogenen Treibsel-Mengen (Trockengewicht) konnten diese deutlichen Unterschiede zwischen den vier Standorten untermauert werden (Abb. 17). Der neue Strandanwurf war in Zingst (0,05 kg/m²) und Timmendorf (0,4 kg/m²) am geringsten, während in Haffkrug und Langenwerder das Drei- bzw. Vierfache gefunden wurde.

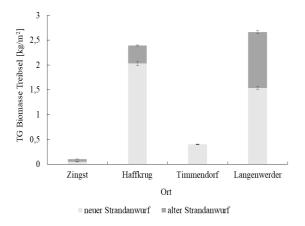


Abb. 17: Vergleich der Mittelwerte Biomasse [TG=Trockengewicht in kg/m²;n=3] des alten und neuen Strandanwurfs an den jeweils nicht bewirtschafteten Abschnitten von Zingst (23.07.), Haffkrug (17.08.), Timmendorf (25.08.) und Referenz Langenwerder (25.08.). In Timmendorf war bei Probenentnahme kein alter Strandanwurf vorhanden.

Quelle: eigene Darstellung

[FG=Feuchtgewicht in kg/m²;n=3] des alten und neuen Strandanwurfs an den jeweils nicht bewirtschafteten Abschnitten von Zingst (23.07.), Haffkrug (17.08.), Timmendorf (25.08.) und Referenz Langenwerder (25.08.). In Timmendorf war bei Probenentnahme kein alter Strandanwurf vorhanden.

Abb. 18: Vergleich der Mittelwerte Biomasse

Quelle: eigene Darstellung

Anteilig war auf Langenwerder ungefähr die Hälfte der Gesamtbiomasse mit 1,1 kg/m² alter Strandanwurf, in Haffkrug war es hingegen nur noch ein Sechstel mit 0,4 kg/m². Bezüglich der Feuchtgewichte (Abb. 18) ist erneut in Zingst (0,2 kg/m²) und Timmendorf(1,5 kg/m²) der neue SA am geringsten. In Haffkrug ist es am höchsten (8,6kg/m²) und auf Langenwerder (4,8 kg/m²)



nur ungefähr halb so groß, wie in Haffkrug. Beim alten SA hingegen ist das Feuchtgewicht des Treibsels auf Langenwerder am höchsten (3,1 kg/m²) und in Zingst am geringsten.

3.1.2.2. Zusammensetzung des Treibsels

Tab. 5: Zusammensetzung des neuen und alten Treibsels an den Standorten Zingst, Haffkrug, Timmendorf und Langenwerder aufgeschlüsselt nach den Mittelwerten der Anteile [Trockengewicht in g/m2] (n.g.= nicht gefunden). Genauere Angaben zur der Artzusammensetzung sind der Arbeit Marina Manzels zu entnehmen.

Quelle: eigene Darstellung

Ort	Strand-	rand- gesamt C		Phaeophyceae	Rhodophyceae	Zostera	Fauna	
	anwurf					sp.		
Zingst	neu	107,1	<0,001	6,7	71,2	16,9	12,4	
	alt	71,9	<0,001	9,8	2,3	56,4	3,4	
	gesamt	179,0	<0,001	16,6	73,5	73,2	15,8	
Haffkrug	neu	2083,3	n.g.	116,7	n.g.	1916,7	50,0	
	alt	316,1	3,5	29,7	n.g.	264,0	19,0	
	gesamt	2399,5	3,5	146,4	n.g.	2180,6	69,0	
Timmendorf	neu	411,6	n.g.	42,5	13,1	349,3	6,8	
	alt	0,0	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	
	gesamt	411,6	n.g.	42,5	13,1	349,3	6,8	
Langenwerder	neu	1463,3	4,9	32,9	189,2	1195,8	40,5	
	alt	1197,1	< 0.001	n.g.	n.g.	1188,5	8,6	
	gesamt	2660,4	4,9	32,9	189,2	2384,3	49,1	

Zur Darstellung der Zusammensetzung des Treibsels wurden die zusammenfassenden Kategorien Zostera sp., Rhodophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, der enthaltene Sand und tierische Bestandteile gewählt (Tab. 5). Genauere artspezifische Unterscheidungen der Algen sind der Arbeit Marina Manzels zu entnehmen (Marina Manzel Bachelorarbeit, in Bearbeitung). Die tierischen Bestandteile waren hauptsächlich kleineste Bruchstücke von Muschelschalen, Federn oder Gliedmaßen von Krebstieren (vermutlich Flohkrebsen).

Die Zusammensetzung der Biomasse ähnelte sich an allen untersuchten Standorten und auch hinsichtlich der Trennung zwischen altem und neuem Strandanwurf (SA). Im Allgemeinen waren die pflanzlichen Bestandteile des Treibsels durch Zostera sp. mit 88,3 bis 99,2 % Anteil an der Gesamtbiomasse dominierend. Lediglich im neuen SA in Zingst waren maßgebliche Abweichungen zu erkennen. Der Anteil von Zostera sp. betrug hier 23,5 % während die Rhodophyta 49,7 % an der Gesamtbiomasse überwogen. Das ist ungewöhnlich, da sonst der Makroalgenanteil hauptsächlich aus Phaeophyta mit 5,3 bis 9,4 % an der Gesamtbiomasse (Ausnahme neuer SA Langenwerder 1,3 %) bestand. Rhodo- und Chlorophyta machten mit 0 bis 2,2 % nur einen sehr geringen Anteil in allen Proben aus (außer neuer SA Langenwerder 17,2% und Zingst). Die tierischen Bestandteile variierten nur geringfügig im Durchschnitt zwischen 0,8 und 3,4 %. im alten SA. Im neuen SA in Zingst war mit 17,3 % diesbezüglich erneut eine Abweichung erkennbar, was auf eine stärkere faunistische Belebung des, hauptsächlich aus Rhodophyta bestehenden, Gemisches hinweist. Berücksichtigt man den



Sandanteil, dominiert Zostera sp. an den Stränden nicht mehr die Zusammensetzung des Treibsels, sondern der enthaltene Sand. Mit Ausnahme von Langenwerder war der Sandanteil im Minimum mit 57,9 % im neuen SA von Timmendorf, bis maximal 96 % im alten SA von Zingst enthalten. Somit lag dieser deutlich über der Hälfte der Gesamttrockenmasse des Treibsels.

3.2. Charakterisierung der Avifauna

3.2.1. Individuenzahlen pro Stunde [i/h]der untersuchten Strandabschnitte

Tab. 6: Übersicht aller beobachteten Vogelfamilien unter Angabe der Individuenzahlen der Art [i] für alle Untersuchungstage (n=1-4) je untersuchtem Strandabschnitt (n=7). In Timmendorf wurden nur die Untersuchungstage (Tab. 1) am 27.&28.08. berücksichtigt. bew. = bewirtschaftet; n. bew. =nicht bewirtschaftet; X = Auftreten einer Art am jeweiligen Strandabschnitt; - = Art nicht beobachtet..

Quelle: eigene Darstellung

(Unter-)	Spezies	Spezies (wissenschaftlicher	ZIN bew.		ZIN n. bew.	i	HFK bew.		HFK n. bew.	i	TM bew.		TM n. bew.	i	LAN	
Familie	(deutscher Name)	Name)	n=4	i	n=4		n=1	i	n=1	-	n=2	i	n=2		n=2	i
Anatidae	Stockente	Anas platyrhynchos	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	1	X	18
Charadriidae	Sandregenpfeifer	Charadrius hiaticula	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	8
Columbidae	Ringeltaube	Columba palumbus	-	0	-	0	X	2	X	7	-	0	-	0	-	0
Corvidae	Nebelkrähe	Corvus corone cornix	X	4	X	21	X	3	-	0	-	0	-	0	-	0
	Rabenkrähe	Corvus corone	-	0	-	0	X	8	X	4	-	0	-	0	-	0
Haematopodidae	Austernfischer	Haematopus ostralegus	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	3
Hirundinidae	Mehlschwalbe	Delichon urbicum	-	0	-	0	-	0	-	0	X	4	-	0	-	0
	Seeschwalbe	Sterna sp.	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	2
Larinae	Lachmöwe	Larus ridibundus	X	112	X	44	X	22	X	18	X	6	X	1	X	18
	Silbermöwe	Larus argentatus	X	24	X	9	X	3	X	3	X	21	X	7	X	6
	Sturmmöwe	Larus canus	X	5	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Motacillidae	Bachstelze	Motacilla alba	X	33	X	2	_	0	-	0	-	0	X	6	-	0
Phalacrocoracidae	Kormoran	Phalacrocorax carbo	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	1
Scolopacidae	Alpenstrandläufer	Calidris alpina	-	0	-	0	_	0	-	0	-	0	-	0	X	50
_	Bekassine	Gallinago gallinago	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	5
	Großer Brachvogel	Numenius arquata	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	5
	Knutt	Calidris canutus	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	X	9

Vorab sei erwähnt, dass für den bewirtschafteten Abschnitt in Timmendorf nur der 27.08. und 28.08. interpretiert wurden, da die parallelen Untersuchungen zum nicht bewirtschafteten Strandabschnitt aus logistischen Gründen jeweils am 25.08. und 29.08. fehlten. Um die Vergleichbarkeit zwischen den jeweiligen bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten zu erhalten, werden diese erwähnten zwei Tage in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Während der gesamten Studien wurden an allen Standorten insgesamt 495 Individuen erfasst. Rund die Hälfte wurde dabei an bewirtschafteten Strandabschnitten beobachtet und jeweils nur ca. ein Viertel an den nicht bewirtschafteten Abschnitten bzw. im Referenzgebiet Langenwerder (Tab. 6). Jedoch sind in diese Angaben durch die verschiedene Gesamtdauer und Anzahl der Untersuchungen pro Strandabschnitt verfälscht. Daher wurden zur besseren Vergleichbarkeit für jede Strandkategorie die Individuenzahlen pro Stunde [i/h] berechnet (Daten nicht gezeigt). Im Referenzgebiet wurde mit 28,09 die höchste i/h gezählt und an nicht bewirtschafteten Abschnitten war i/h mit 8,24 am niedrigsten. An den bewirtschafteten



Abschnitten betrug sie 18,22. Nach Aufschlüsselung von i/h an den einzelnen Standorten (Abb. 19) zeigt sich, dass am bewirtschafteten Abschnitt in Timmendorf i/h mit 24,3 ähnlich hoch war, wie im Referenzgebiet mit 28,1. Während sich die i/h in Haffkrug an beiden Strandabschnitten ähnelte (bew 19; nicht bew. 16), betrug sie am nicht bewirtschafteten Abschnitt in Zingst nur knapp die Hälfte vom bewirtschafteten und in Timmendorf sogar nur rund ein Viertel. Auch ist i/h dort jeweils nur halb bzw. ein Drittel so groß, wie in Haffkrug

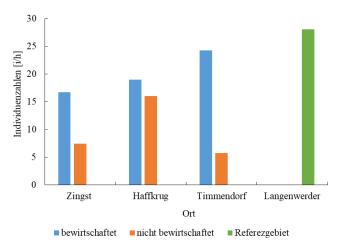


Abb. 19: Anzahl von Vogelindividuen pro Stunde [i/h], die im gesamten jeweiligen Beobachtungszeitraum pro Strandabschnitt (n=7) erfasst wurden. In Timmendorf wurden nur die Untersuchungstage am 27.&28.08. berücksichtigt. Dabei Gesamtdauer und absolute Individuenzahlen der Untersuchungen: Zingst bewirtschaftet (bew.)10,63h, i=178; Zingst nicht bew. 10,28h, i=76; Haffkrug bew. 2h, i=38; Haffkrug nicht bew. 2h, i=32; Timmendorf bew 2,35h, i=57; Timmendorf nicht bew. 2,63h, i=15 und Langenwerder 4,45h, i=125.

3.2.2. Beobachtete Vogelfamilien und –arten

Die am häufigsten erfassten Individuen stammen zu 82,6% aus den Familien der Larinae, Scolopacidae und Motacilliadae. Dabei wurden die Vertreter der Larinae insgesamt mit i= 299= 64 % der Gesamtindividuenzahl (n=495) am zahlreichsten gezählt. Individuen der Familie Scolopacidae sind nach den Larinae –Vertretern insgesamt am Zweithäufigsten aufgetreten. Von der Gesamtindividuenzahl (n=495) machen sie mit i=69 =14 % aus. Vertreter der Motacilliadae traten mit i=41= 8,3 % an der Gesamtindividuenzahl (n=495) am dritthäufigsten auf. Weitere Arten machten zusammen einen Anteil von 17,37 % aus (entsprechende Arten und Individuenzahlen in Tab. 6).

Im Referenzgebiet wurde mit elf Arten insgesamt die höchste Zahl beobachtet (Tab. 6), während an den bewirtschafteten Stränden von Zingst und Haffkrug jeweils fünf Arten und an allen nicht bewirtschafteten Strandabschnitten je vier Arten gezählt wurden (Ausnahme Timmendorf nicht bew. 3 Arten). Die Art *L. ridibundus* trat insgesamt und am bewirtschafteten Strandabschnitt in Zingst (i=112) mit Abstand am häufigsten auf, während sie an allen anderen Strandabschnitten durch deutlich weniger Individuen repräsentiert wurde. Weiterhin trat *M*.



alba dort ebenso am häufigsten auf (i=33) und sonst nur am nicht bewirtschafteten Abschnitt in Timmendorf (i=6). Während *L. ridibundus* und *L. argentatus* an allen Strandabschnitten repäsentiert waren, traten die übrigen Arten nur vereinzelt auf. Die Scolpacidae, sowie *Anas platyrhynchos, Charadrius hiaticula, Haematopus ostralegus*, Sterna sp. und *Phalacrocorax carbo* waren außerdem nur im Referenzgebiet vertreten. Dort war *Calidris alpina* (i=50) die Art mit der höchsten beobachteten Individuenzahl.

3.2.3. Kulturfolger

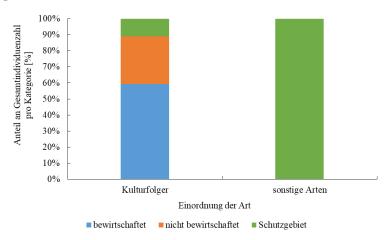


Abb. 20: Auftreten von Individuen, die nach Langer (2014) einer Kulturfolgerart (10 Arten) oder einer Art, die nicht als Kulturfolger gilt (7 Arten) angehören, abhängig von der Art der Bewirtschaftung, für alle erfassten Individuen (bew. i= 273, nicht bew. i=123; Schutzgebiet i=125) aller erfassten Arten (n= 17 Arten). Darunter fallen: Larinae: Larus ridibundus (i=221), Larus argentatus (i=73), Larus canus (i=5); Corvidae: Corvus corone cornix (i=28), Corvus corone (i=12); Motacilla alba (Motacillidae) (i=41); Columba palumbus (Columbidae) (i=9); Anas platyrhynchos (Anatidae) (i=19); Phalacrocorax carbo (Phalacrocoracidae) (i=1) und Delichon urbica (Hirundinidae) (i=4). Unter "Sonstige" fallen Sterna sp. (i=2); Scolopacide: Calidris alpina (i=50), Gallinago gallinago (i=5), Numenius arquata (i=5), Calidris canutus (i=9), sowie die Art Charadrius hiaticula (Charadriidae) (i=8). Quelle: eigene Darstellung

Unter der Kategorie Kulturfolger wurden im Rahmen dieser Arbeit die beobachteten Individuen der Familien Larinae und Corvidae, sowie die Arten Motacilla alba (Motacillidae), Columba (Columbidae), platyrhynchos Phalacrocorax palumbus Anas (Anatidae), carbo (Phalacrocoracidae) und Delichon urbica (Hirundinidae) zusammengefasst (AGO, 2009; Janke/Kremer, 1993; NABU Niedersachsen, o.J.; NABU Nordrhein-Westphalen, 2019). Mit insgesamt 416 gezählten Individuen beträgt der Anteil der Kulturfolger 84,84 % aller beobachteten Vögel (n=495). An den bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten wurden zusammen 89 % aller erfassten Kulturfolger (i=416) beobachtet (Abb. 20), wohingegen Individuen sonstiger Arten (i=79) nur im Referenzgebiet erfasst wurden.



3.2.4. Shannon-Weaver-Index [H'] als Maß für die Biodiversität

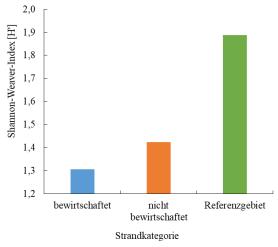


Abb. 21: Die Shannon-Weaver-Indices nach Art der Bewirtschaftung (n=3): bewirtschaftet (H=1,31), nicht bewirtschaftet (H'=1,42) und Referenzgebiet (H'=1,89). Bei den bewirtschafteten Stränden wurden der 25.&29.08. in Timmendorf nicht miteinbezogen-Quelle: eigene Darstellung

| 100% | 90% | 80% | 10% | 10% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 10% | 20% | 20% | 10% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20%

Abb. 22: Darstellung des Anteils der Individuen, die sich am Spülsaum aufhielten (%) von der Gesamtindividuenzahl pro Standort (n=4) und Strandkategorie (n=3). Gesamtindividuenzahlen in ZZingst bew. i=178; Zingst nicht bew. i= 76, Haffkrug bew. i=38; Haffkrug nicht bew. i= 32; Timmendorf bew. i= 31; Timmendorf nicht bew. i= 15; Langenwerder i= 125.

Quelle: eigene Darstellung

Die Biodiversitäts-Indices der bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strände unterscheiden sich nur geringfügig mit einer Differenz von 0,11 (Abb. 21). H' ist mit 1,42 an den nicht bewirtschafteten Stränden am geringsten und am Referenzstrand mit 1,89 am höchsten. Betrachtet man nun die Shannon-Weaver-Indices der einzelnen Standorte (Daten nicht gezeigt), wurde von den bewirtschafteten Stränden in Haffkrug der höchste Wert mit H'=1,2 ermittelt, welcher somit dennoch unter dem H' der bewirtschafteten Strände insgesamt (Abb. 21) liegt. Der niedrigste Wert wurde in Timmendorf ermittelt (H'=0,85, Daten nicht gezeigt). Der höchste H' der nicht bewirtschafteten Strände wurde in Haffkrug (H'=1,14), Daten nicht gezeigt) und der niedrigste in Zingst (H'=1,02, Daten nicht gezeigt) erfasst.

3.2.5. Aufenthalt der Vögel am Spülsaum als Indiz für das Fressverhalten

Der Aufenthalt der Vögel am Spülsaum soll die Relevanz/Attraktivität des Treibsels zur eventuellen Nahrungsaufnahme bzw. als Grund des grundsätzlichen Aufenthalts widerspiegeln und wurde entsprechend explizit untersucht. Dabei wurde zunächst ermittelt, wie viele der beobachteten Individuen an den jeweiligen Standorten und Strandkategorien den Aufenthaltsort "Spülsaum" relativ zum gesamten Strand wählten (Abb.22). Während sich an den anthropogen beeinflussten Stränden (bewirtschaftet/nicht bewirtschaftet) zwischen 21 und 43 % der Individuen am Spülsaum aufhielten, war der Anteil am Referenzstrand mit 100 % am höchsten. An den jeweiligen bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten von Haffkrug



und Timmendorf hielt sich ein ähnlicher Anteil von Individuen (gemessen an der jeweiligen Gesamtindividuenzahl) am Spülsaum auf. Am bewirtschafteten Strandabschnitt in Zingst war es relativ zum nicht bewirtschafteten Abschnitt hingegen ein doppelt so großer Anteil. Dies ist jedoch auf einen Protokollierungsfehler zurückzuführen, denn eine detaillierte Aufenthaltsortangabe am nicht bewirtschafteten Strand erfolgte erst nach Abstimmung beider Untersuchungsteams ab Tag2.

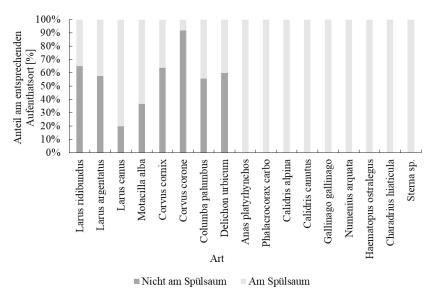


Abb. 23: Anteil der Individuen [%], die sich am Spülsaum aufhielten, abhängig von der Art (n=17), an allen Strandabschnitten (n=7) und unabhängig von der Art der Bewirtschaftung (n=3). Larus ridibundus (i=224), Larus argentatus (i=80), Larus canus (i=5), Motacilla alba (i=41), Corvus cornix (i=22), Corvus corone (i=12), Columba palumbus (i=9), Delichon urbica (i=5), Anas platyrhynchos (i=19), Phalacrocorax carbo (i=1), Calidris alpina (i=50), Calidris canutus (i=9), Gallinago gallinago (i=5), Numenius arquata (i=5), Haematopus ostralegus (i=3), Charadrius hiaticula (i=8) und Sterna sp. (i=2).

Quelle: eigene Darstellung

Die Individuen der folgenden Arten hielten sich relativ zu den insgesamt beobachteten Individuen der jeweiligen Art am wenigsten am Spülsaum auf (Abb.23): Corvus corone (8%), Larus ridibundus (35%), Corvus corone cornix (36%), Delichon urbica (40%), Larus argentatus (43%) und Columba palumbus (44%). Bei den Arten Anas platyrhynchos, Phalacrocorax carbo, Calidris alpina, Calidris canutus, Gallinago gallinago, Numenius arquata, Haematopus ostralegus, Charadrius hiaticula und Sterna sp. wurde hingegen bei allen Individuen erfasst, dass sie sich am Spülsaum aufhielten.

3.3. Strandreinigungen in Zingst, Haffkrug und Timmendorf

3.3.1. Ablauf der Reinigungsaktivitäten

Während der gesamten Untersuchung konnte insgesamt ca. 4 h Reinigungsaktivität verschiedenster Techniken erfasst werden (Tab. 7; 8). Dabei wurde während der gesamten in Tab.7 angegebenen Reinigungsdauer der 100m Strandabschnitt immer wieder verlassen und



neu befahren. In Zingst zog der Beachcleaner ca. 300 Meter lange Bahnen und auch in Timmendorf und Haffkrug verließen die Fahrzeuge mehrmals den Strandabschnitt, z.B. um Treibsel abzutransportieren oder zu anderen Reinigungsabschnitten zu gelangen.

Tab. 7: Übersicht über die Reinigungsaktivitäten an den Untersuchungsstandorten im Allgemeinen und die untersuchten Reinigungsaktivitäten im Speziellen.

Ouelle: eigene Darstellung

~	gene Dursie		T. 011	g .	TT. 0 1	.	- 1		T
Ort	Datum und	übliche	Dauer für	Saison		Reinigungs-	Fahrzeuge	Fahrzeug-	Länge des
	Uhrzeit der	,	vollständige		der	art		anzahl	bewirtschaft-
	Beobachtung	zu denen	Reinigung		Reinigung			(insgesamt)	eten
		geräumt	[h]						Strandes
		wird							[km]
	23.07.2020	zwischen							
	7:20 - 08:36	4:00 - 9:00		April bis	nach		Beachcleaner,		
Zingst	Uhr	Uhr	5	September	Bedarf	maschinell	Traktor	2	1
					am				
				Beginn	Wochenen				
				Osterferien	de, im				
	17.08.2020	zwischen		bis Ende	Sommer			variierend,	
	05:04 - 06:00	2:00 und		Herbstferien	auch unter		Traktor (2-3),	meist 2 bis 3	
Haffkrug	Uhr	6:00 Uhr	~1	(in SH)	der Woche	maschinell	Anhänger	+ Anhänger	2
				Ostern bis					
	25.08.2020			Ende					
	06:34 - 07:08	varrierend,		September					
	Uhr &	meist		oder Ende					
	28.08.2020	zwischen		der					
	06:45 - 08:02	5:00 und		Herbstferien	nach		Traktor (1-2),		
Timmendorf	Uhr	9:00 Uhr	~1	(MV)	Bedarf	maschinell	Lastwagen	1-2	0,7

Die Reinigungsmaßnahmen im Allgemeinen ähneln sich in ihrer Art und Weise an allen drei Standorten (Tab. 7). Die Saison beginnt zur ähnlichen Zeit von März bis April und endet im September oder Anfang Oktober. Nach einer ersten Grundreinigung im Frühjahr wird der bewirtschaftete Strand in Haffkrug in regelmäßigen Abständen (ein bis mehrmals wöchentlich) gesäubert, während in Zingst und Timmendorf nur nach Bedarf Strandreinigungen stattfinden. Dies ist der Fall, wenn durch bestimmte Wetterlagen mit entsprechender Windrichtung viel Treibsel anlandet, oder der Strand stark durch Müll belastet ist. Begonnen wird in der Regel nachts bzw. in den frühen Morgenstunden zwischen 02:00 und 05:00 Uhr. In der Dauer unterschieden sich die Reinigungen in Timmendorf und Haffkrug deutlich von denen in Zingst, welche hier vier Stunden länger dauerte.

Bei den Reinigungsmaßnahmen in Zingst am 23.07.wurde der gesamte Strand mit dem Beachcleaner Streifen für Streifen (ca. 300m Länge und 2,1m Breite) abgefahren. Dabei wurde der Strand durch den Beachcleaner gleichzeitig geebnet und geharkt. Sobald ein Abschnitt in seiner Breite (Dünenfuß bis Anfang Spülsaum) vollständig gereinigt war, wurde am nächsten Abschnitt fortgefahren. Der Sand sollte dabei allerdings trocken sein, damit die Reinigung so effizient und gründlich wie möglich ist. Aufgrund der feinen Siebanlage würde sonst bei feuchtem Material zu viel Sand vom Strand abgetragen werden und den Abtransport belasten (mündliche Mitteilung durch Herrn Gerdnun, Bauhof Zingst).



In Haffkrug wurde der Strand am 17.08. durch zwei Traktoren beräumt. Der erste (Traktor 1) war mit einem Heckrechen und einem Frontlader ausgestattet und der zweite (Traktor 2) diente als Zugmaschine für einen Anhänger zum Abtransport des Treibsels. Traktor 1 fuhr den Spülsaum in Einheiten von ca. 100 Metern Länge zunächst rückwärts ab, um den Strandanwurf zu Haufen zusammen zu harken. Dies wurde wiederholt, bis das gesamte Treibsel in diesem Abschnitt zusammengeharkt war (ca. zehn Meter Breite ab Wasserkante). Die Haufen wurden zum Auswaschen des Sandes in die Ostsee geschoben und danach in den Anhänger von Traktor 2 verladen. Die beiden Traktoren bewegten sich parallel bis der Anhänger komplett gefüllt ist und von Traktor 2 zur Entleerung abgefahren wurde. Während des Untersuchungszeitraums (Tab. 2) wurden insgesamt fünf Anhänger abtransportiert. Am Ende wurde der Strand durch den Rechen an Traktor 1 geglättet.

Bei den Reinigungen in Timmendorf am 25.& 28.08. wurde ähnlich wie in Haffkrug verfahren. Ein Traktor schob den Strandanwurf mithilfe des Grubbers in Haufen zusammen. Dabei wurde ungefähr ein Drittel der gesamten Strandbreite (ab Wasserkante) befahren und vom Strandanwurf befreit. Danach wurde dieser, allerdings ohne vorheriges Spülen, auf die Ladefläche des Lastwagens verladen. Dieser fuhr ebenfalls parallel zum Traktor und verließ den Strand in regelmäßigen Abständen, um den Strandanwurf abzuladen. Während der beiden Untersuchungstage wurde die Ladefläche des Unimogs drei- bzw. einmal geleert. Bevor der Strandanwurf in die Siloanlage nach Kaltenhof gefahren wurde, ist dieser in größeren Haufen am nicht bewirtschafteten Strandabschnitt gesammelt und später abtransportiert worden. Nach der Reinigung wurde der Strand durch den Grubber geharkt und geglättet. An jedem der untersuchten Strände wird regelmäßig zwischen den Strandkörben durch die Besitzer der Vermietungen händisch der Strand von Müll befreit. Die konnte jedoch während unserer Untersuchungen nicht beobachtet und erfasst werden und wurde nur mündlich durch die Zuständigen Reinigungsbeauftragten mitgeteilt.

3.3.2. Fahrzeuge

Die Strandreinigungen fanden an allen drei untersuchten Standorten maschinell statt, aber unter Einsatz unterschiedlicher Reinigungsfahrzeuge (Tab. 8). Dafür wurden in Haffkrug und Timmendorf für die regelmäßige Strandreinigung Traktoren eingesetzt (siehe vorheriger Abschnitt). Die Grundreinigung zu Saisonbeginn wird in Timmendorf mit einem Beachcleaner vollzogen, der vor einen Traktor gespannt wurde. Der Beachcleaner sei für den Saisonbetrieb jedoch ungeeignet, da die Reinigung durch die feinen Siebanlagen zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde (mündliche Mitteilung durch Herrn Frick, Kurverwaltung Ostseebad Insel Poel).



Tab. 8: Übersicht über die eingesetzten Reinigungsfahrzeuge inklusive technischer Details und Einsatzart während der beobachteten Reinigungsaktivität (n= 4,05h) an allen untersuchten Standorten (n=3).

Quelle: eigene Darstellung nach Case IH, o.J.; Claas, o.J.; John Deere, o.J.; Kässebohrer Geländefahrzeug AG,

o.J.; Massey Fergusson, o.J.; Mercedes Benz, o.J..

Ort	Datum	Maschinenart	Fabrikat	Modell	Art des Einsatzes	(Leer-) Gewicht	gemessene Fahrspur- breite der Reifen [cm]	gemessene mittlere Fahrspur- tiefe [cm]	Ladevo- lumen [m^3)
			Kässbohrer			- 0-			_ ,
			Gelädefahrzeug	Beachtech	Befreiung des				
Zingst	23.07.2020	Beachcleaner	AG	3000	Strandes von Müll	3200	214	10	4,7
				ICU MXU	Zugmaschine für				
		Traktor	Case IH	110	Beachcleaner	5680	n.g.	10	-
					vor Anhänger				
					gespannt;				
			Massey	7600er	Abtransport des				
Haffkrug	17.08.2020	Traktor 1	Ferguson	Baureihe	Strandanwurfs	~ 6200	60	3	-
					Abtransport des				
		Anhänger	Claas	unbekannt	Strandanwurfs	~7500	n.g.	n.g.	44,3
					Zusammentragen				
		Traktor 2 mit			des Strandanwurfs				
		Frontlader und	Massey	6100er	in Haufen+ und				
		Heckrechen	Ferguson	Baureihe	Verladung	~ 4700	60	3	-
	ohne Datum								
	(vor Ostern		Kässbohrer		Grundreinigung des				
	jeden		Gelädefahrzeug	Beachtech	Strandes vor				
Timmendorf	Jahres)	Beachcleaner	AG	2000	Ostern	1800	n.g	n.g.	1,5
					Zugmaschine für				
		Traktor	unbekannnt	unbekannt	Beachcleaner	n.g.	n.g.	n.g.	-
					Zusammentragen				
		Traktor mit			des Strandanwurfs				
		Silozange und		6320	in				
Timmendorf	25.&28.08.2	Grubber	John Deere	Premium	Haufen+Verladung	4550	50	13,2	-
				Unimog (mit					1
				Hecklade-	Abtransport des				1
		Lastwagen	Mercedes	fläche)	Strandanwurfs	5430	45	11,3	~19,2

In Zingst wird hingegen aufgrund nur geringer Treibselmengen ausschließlich mit einem Beachcleaner gereinigt, welcher durch einen vorgespannten Traktor über den Strand gezogen wird (Abb. 2). Somit wird hier kein zusätzliches Fahrzeug zum Abtransport benötigt, da der Beachcleaner über einen Auffangbehälter verfügt. In Zingst ist folglich das Gesamtleergewicht (8880 kg) der eingesetzten Reinigungsfahrzeuge am geringsten (Tab. 8). In Haffkrug ist es mit 18.400 kg am höchsten. Die vor Ort gemessene Fahrspurbreite des Beachcleaners in Zingst ist mit rund 2 m am größten und die geringste Fahrspurbreite wurde beim Unimog in Timmendorf dokumentiert (0,45 m). Die Tiefe der Fahrspur variiert zwischen 13,2 cm (Traktor Timmendorf) und 3 cm in Haffkrug.

Zudem wurden an jedem Standort Schallmessungen durchgeführt, welche an allen Standorten eine ähnliche Schallemission durch die Reinigungsmaschinen (Tab. 9) aufwiesen. Der Schallpegel (Avg.) ist nach Subtraktion der Umgebungsgeräusche bei den Fahrzeugen in Timmendorf am höchsten und in Zingst am niedrigsten. Der höchste Minimalwert wurde in Haffkrug und der niedrigste beim Traktor in Timmendorf gemessen, sowie der höchste Maximalwert in Zingst und der niedrigste beim Unimog in Timmendorf erfasst wurden. Es gilt



zu berücksichtigen, dass durch die Fehleranfälligkeit von Handymikrophonen und einer nicht genormten Messtechnik diese Daten nur als ungefährer Richtwert verstanden werden sollten.

Tab. 9: Mit der Androidapp "Decibelmeter" gemessene Lautstärke der jeweiligen Reinigungsfahrzeuge (n=4). Details zum Messverfahren sind Kapitel 2.8.2 zu entnehmen. In Haffkrug konnte nur eine Messung beider Traktoren (+ ein Anhänger) auf einmal stattfinden.

Quelle: eigene Darstellung

Ort	Maschinenart	Avg. [dB]	Min. [dB]	Max. [dB]
Zingst	Umgebungsgeräusche	58,8	52,5	61,8
	Beachcleaner (B)	64,3	54,7	80,3
	B. ohne Umgebungsgeräusche	5,5	2,2	18,5
Haffkrug	Umgebungsgeräusche	57,5	52,0	60,6
	Traktoren (T)	66,3	56,2	76,3
	T. ohne Umgebungsgeräusche	8,8	4,2	15,7
Timmendorf	Umgebungsgeräusche	58,4	51,2	64,8
	Unimog (U)	69,0	53,0	73,5
	U. ohne Umgebungsgeräusche	10,6	1,8	8,7
	Traktor	68,9	52,5	75,8
	T. ohne Umgebungsgeräusche	10,5	1,3	11,0

3.3.3. Auswirkungen auf die Avifauna

3.3.3.1. Individuenzahlentwicklungen an Reinigungstagen im Vergleich zwischen Abschnitten mit und ohne Bewirtschaftung

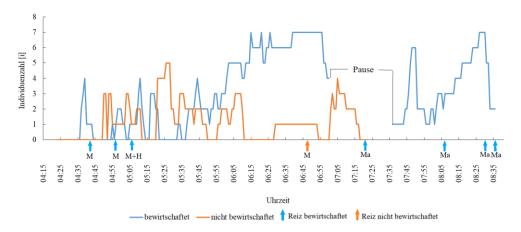


Abb. 24: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschafteten (n=3,37h) und nicht bewirtschafteten (n=2,67h) Strandabschnitt in Zingst am 23.07., wobei die Pfeile einen Reiz markieren, der auf die Vögel am entsprechenden Strandabschnitt wirkte (M=Mensch; Ma=Reinigungsmaschine; H=Hund).

Quelle: eigene Darstellung

Die Individuenzahlen unterliegen sowohl am bewirtschafteten, als auch am nicht bewirtschafteten Strandabschnitt in Zingst großen Schwankungen. Kurz vor Reinigungsbeginn stieg die Individuenzahl am bewirtschafteten Abschnitt, wobei diese noch vor der ersten Reinigungsaktivität, wieder eine fallende Tendenz aufwies. Nach dem ersten Reinigungsreiz kam es zu einem kurzen Anstieg der Individuenzahl (i=6), welche dann erneut sank (i=1), um nach dem zweiten Reinigungsreiz wieder auf 7 anzusteigen. Die Individuenzahl sank nach dem vierten und fünften Reinigungsreiz auf 2 Individuen. Zum nicht bewirtschafteten Strand können für die Zeit der Reinigung keine Aussagen getroffen werden, da durch ein



Kommunikationsproblem seitens der Reinigungszuständigen hier die Aufnahme zu früh beendet wurde.

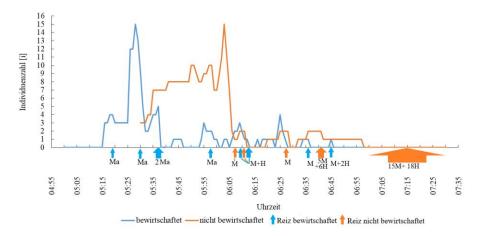


Abb. 25: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschafteten (n=2h) und nicht bewirtschafteten (n=2h) Strandabschnitt in Haffkrug am 17.08. bzw. 23.08.., wobei die Pfeile einen Reiz markieren, der auf die Vögel am entsprechenden Strandabschnitt wirkte (M=Mensch; Ma=Reinigungsmaschine/-fahrzeug; H=Hund) und ein dicker gezeichneter Pfeil für einen zeitlich länger anhaltenden Reiz steht.

Quelle: eigene Darstellung

In Haffkrug wurden die Beobachtungen am bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitt aus logistischen Gründen nicht am selben Tag durchgeführt, sondern um eine Woche versetzt (Tab. 2). Der Verlauf der Individuenzahlen war an beiden Abschnitten (Abb. 25) ähnlich: Anfangs hohe Individuenzahlen (i=15) nahmen rasant über die Zeit ab (i=0). Nachdem ein Reiz auftrat, sank die Individuenzahl in der Regel (am bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitt gleichermaßen), aber begann nach kurzer Zeit wieder leicht anzusteigen. Jedoch führte das kontinuierliche Auftreten immer neuer Reize zu einem erneuten Einbruch und letztendlich dazu, dass sich kein Vogel mehr am Strand aufhielt.

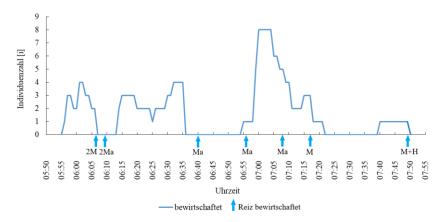


Abb. 26: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschafteten (n=1,9 h) Strandabschnitt in Timmendorf am 25.08., wobei die Pfeile einen Reiz markieren, der auf die Vögel am entsprechenden Strandabschnitt wirkte (M=Mensch; Ma=Reinigungsmaschine/-fahrzeug; H=Hund) und ein dicker gezeichneter Pfeil für einen zeitlich länger anhaltenden Reiz steht. Am nicht bewirtschafteten Abschnitt fanden aus logistischen Gründen keine Untersuchungen statt.

Quelle: eigene Darstellung

In Timmendorf fanden an zwei Tagen (25. & 28.08.) Strandreinigungen statt, wobei. zu der ersten Reinigung aus logistischen Gründen parallel keine Beobachtung am nicht bewirtschafteten Strand stattfinden konnte. Am 25.08. (Abb. 26) wurden erneut starke Schwankungen der Individuenzahlen erfasst. Nach nahezu jedem Reiz fiel die Individuenzahl und halbierte sich dabei oder sank auf null. Eine Ausnahme ist das Reinigungsfahrzeug (Unimog) um 6:56 Uhr, nach deren Einfluss die Individuenzahl stieg. Dies ist dadurch zu erklären, dass das Fahrzeug die Vögel im Nachbarabschnitt aufscheuchte und diese in den Beobachtungsabschnitt flüchteten. Ebenfalls konnten danach sechs Individuen der Art Delichon urbica erfasst werden, welche den mit Treibsel beladenen Lastwagen umkreisten, aber nicht auf dem Strand landeten. Somit durften sie offiziell nicht in die Ergebnisse mit aufgenommen werden, aber verdeutlichen einen anziehenden Effekt der Strandreinigung. Am 28.08. (Abb. 27) schwankten die Individuenzahlen am bewirtschafteten Abschnitt stark, wobei zum Beobachtungsende insgesamt weniger Vögel am Strand waren, als zu Beginn. Am nicht bewirtschafteten Abschnitt kam es erst eine halbe Stunde vor Beobachtungsende zu einer deutlichen Erhöhung der Individuenzahl, welche direkt nach dem Abladen des geräumten Treibsels im Nachbarabschnitt (Ma um 7:27 Uhr) auftrat. Weiterhin wurden am bewirtschafteten Abschnitt um 07:06 Uhr ca. 25 Individuen der Art Delicon urbica erfasst, die den Strandabschnitt dicht über den Fahrzeugspuren fliegend durchquerten. Nach fünf von sechs Abschnittsdurchquerungen durch ein Reinigungsfahrzeug (Unimog) ab 7:24 Uhr konnte bei jeder Durchquerung ein Schwarm von D. urbica (ca. i=25) beobachtet werden, welcher den Unimog umkreiste bzw. über dessen Fahrspur flog. Dies war unabhängig davon, ob der Lastwagen Treibsel geladen hatte oder nicht.

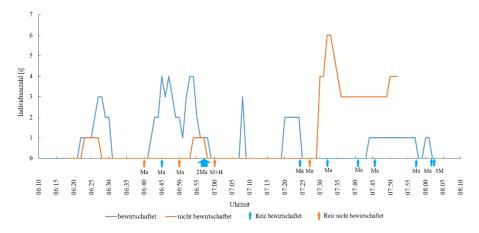


Abb. 27: Zeitliche Verlaufsdarstellung über die Individuenzahlen am bewirtschafteten (n=1,85 h) und nicht bewirtschafteten (n=1,57 h) Strandabschnitt in Timmendorf am 28.08., wobei die Pfeile einen Reiz markieren, der auf die Vögel am entsprechenden Strandabschnitt wirkte (M=Mensch; Ma=Reinigungsmaschine/-fahrzeug; H=Hund) und ein dicker gezeichneter Pfeil für einen zeitlich länger anhaltenden Reiz steht.

Quelle: eigene Darstellung



3.3.4. Reaktionen der Avifauna auf die Strandreinigungsfahrzeuge

Für eine Analyse des Verhaltens an allen Standorten konnten nur die Individuen der zwei Arten *Larus ridibundus* und *Larus argentatus* und somit eine Gesamtzahl von i=37 berücksichtigt werden (Tab. 10). Dabei wurden für die Auswertung der Reizantworten auf die maschinelle Strandreinigung die vier Kategorien "Flucht", "Ausweichen", "angelockt" und "keine Reaktion" festgelegt. Mit "Flucht" war das Verlassen des Strandes gemeint, während beim "Ausweichen" das betroffene Individuum zwar eine Fluchtreaktion vor dem Reiz zeigte, aber dabei den Strand nicht verließ. Wenn der Aufenthalt eines Individuums durch die Reinigung sichtbar begünstigt wurde, wird dies als "angelockt" definiert. Weitere beobachtete Verhaltensweisen, wie das Interesse an der Fahrzeugspur oder dem entfernten bzw. zusammengetragenen Treibsel, fallen ebenso darunter. Zeigt ein Individuum keine Reaktion auf den Reiz, so wurde das als "keine Reaktion" benannt.

Tab. 10: Überblick über die Artzugehörigkeit und Anzahl der Individuen, auf die Reinigungsreize gewirkt haben (n=37). Die Arten Corvus corone cornix, Delichon urbica und Motacilla alba werden in den Ergebnissen jedoch nicht beachtet, da sie nicht an allen Standorten während der maschinellen Strandreinigungen vertreten waren.

Quelle: eigene Darstellung

	Larus	Larus	Corvus corone	Delichon	Motacilla
	argentatus	ridibundus	cornix	urbica	alba
Zingst	1	4	n.g.	n.g.	4
Haffkrug	1	18	3	n.g.	n.g.
Timmendorf					
(25.08.2020)	5	1	n.g.	6	n.g.
Timmendorf					
(28.08.2020)	6	1	n.g.	155	n.g.

Im Allgemeinen zeigte die Vielzahl der Individuen die Reizantworten "Flucht" (i=14) und "keine Reaktion" (i=13) (Abb. 28). Die Reizantworten "Ausweichen" (i=6) und "angelockt" (i=4) traten am seltensten auf. Individuen der Arten Larus ridibundus (i=24) und Larus argentatus (i=13), sind bei allen maschinellen Reinigungen anwesend gewesen (Abb. 29). Während die Individuen von L. ridibundus am häufigsten eine flüchtende Reaktion zeigten (50%), reagierten die meisten Individuen von L. argentatus gar nicht auf die Strandreinigung (57%) und nur 15% flüchteten. Zudem wurde kein Individuum durch die Reinigung angelockt, wohingegen dies auf 17% der Larus ridibundus – Individuen zutrifft.

Standortbezogen ergaben sich folgende Beobachtungen (Abb. 30): In Zingst zeigte ein Großteil der Vögel das Verhalten "Angelockt" (80% von der Gesamtindividuenzahl i=5), welches zudem bei keiner weiteren Reinigung erfasst wurde. Der größte Fluchtanteil wurde in Haffkrug erfasst (68% von der Gesamtindividuenzahl i=19) und in Timmendorf (28.08.) und Zingst flüchtete kein Individuum. Das Verhalten "keine Reaktion" wurde in Timmendorf (28.08.) am häufigsten erfasst (71% von der Gesamtindividuenzahl i=7), wohingegen nur 20 bis 30% dieses



Verhalten bei den übrigen Reinigungen zeigten. Es bleibt anzumerken, dass in Timmendorf insgesamt 161 Individuen der Art *Delichon urbica* beobachtet wurden, wie sie beim Befahren des Strandes durch die Reinigungsfahrzeuge über deren Spuren flogen oder den beladenen Lastwagen (Unimog) umkreisten. Ähnliches gilt für die Reinigung in Zingst, wo sich zwei Individuen der Art *Motacilla alba* in die Fahrspur des Fahrzeugs begeben haben, um dort nach Futter zu suchen.



100% Relativer Anteil der gezeigten Reaktionen [%] zur 90% 80% 70% Gesamtindividuenzahl 60% 50% 40% 30% 20% 10% 0% Larus ridibundus Art Larus argentatus

Abb. 28: Reaktionen pro Vogelindividuum (i=37), welche Reinigungsaktivitäten (n= 4) ausgesetzt waren unabhängig von der Reinigungsfahrzeugsart, dem Standort und der Untersuchungszeit. Es wurden nur die Arten Larus ridbundus (i=24) und Larus argentatus (i=13) berücksichtigt, da nur diese an allen Standorten vertreten waren. Gezeigte Reaktionen: Flucht i=14; Ausweichen i=6; Angelockt i=4; keine Reaktion i=13.

(i=37) der beiden Arten, die bei allen maschinellen Reinigungen anwesend waren. Die y-Achse stellt den relativen Anteil der unterschiedlichen Reaktionen zur Gesamtzahl der Individuen dar: Flucht, Ausweichen, Angelockt oder keine Reaktion (100% = alle bei Reizwirken anwesenden Individuen). Larus ridibundus i=24 und Larus

■Flucht ■ Ausweichen ■ Angelockt ■ keine Reaktion

Abb. 29: Beobachtete Reaktionen der Individuen

argentatus i=13. *Quelle: eigene Darstellung*

Quelle: eigene Darstellung

Weiterhin wurde die Reaktionen auf die maschinelle Reinigung hinsichtlich des Entwicklungsstandes der beobachteten Individuen (i=37) untersucht (Abb. 31). Dazu wurde anhand des Federkleides zwischen Jungtieren (i=7) und Adulten (i=30) unterschieden. Dabei wurde festgestellt, dass 43 % der Jungtiere vor dem Reiz flüchten und 57 % keine Reaktion zeigte. Die Adulten reagierten ähnlich, jedoch differenzierter, mit Fluchtreaktionen zu 37 % oder mit keiner Reaktion (30%). Den Reinigungsfahrzeugen ausgewichen lediglich 20 % und 13 % der adulten Individuen wurden durch diese angelockt. Hier bleibt zu bemerken, dass sich die Gesamtindividuenzahlen von 7 zu 30 stark unterschieden und diese Aussagen somit ziemlich vage sind.



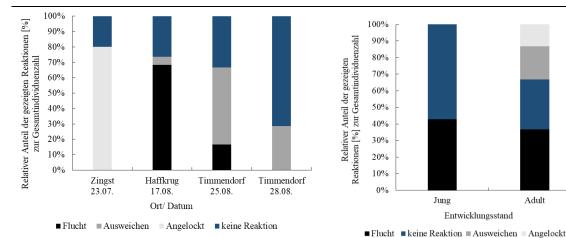


Abb. 30: Gezeigte Reaktionen der Vogelindividuen (n=37) auf die Reinigungsreize an den Standorten Zingst (i=5; 4 Reize), Haffkrug (i=19; 4 Reize), Timmendorf 25.08.(i=6, 3 Reize) und Timmendorf 28.08. (i=7, 8 Reize). Die y-Achse stellt dar, welcher Anteil der beim Reizwirken anwesenden Individuen die Reaktion Flucht, Ausweichen, Angelockt oder keine Reaktion zeigte (100% = alle bei Reizwirken anwesenden Individuen). Es wurden nur die Arten Larus ridbundus und Larus argentatus berücksichtigt, da nur diese an allen Standorten vertreten waren.

Quelle: eigene Darstellung

Abb. 31: Die relativen Reaktionen der Individuen auf die Reinigungsaktivität nach Entwicklungsstand (Adult/Jungtier) mit Jungtieren i=7 (Larus ridibundus i=3; Larus argentatus i=4) und Adulten i=30 (Larus ridibundus i=20; Larus argentatus i=10). Dabei sind 100 % die insgesamt anwesenden Jungtiere bzw. adulten Individuen, wobei die jeweiligen Verhaltensformen in den entsprechenden Anteilen % dargestellt sind.

Quelle: eigene Darstellung

Die mittleren Distanzen der Individuen zu den Strandreinigungsmaschinen bei denen eine Flucht stattfand (Abb. 32), wurden für *L. ridibundus* (i=24) mit 4,4m und für *L. argentatus* (i=13) mit 15m ermittelt, wobei letzterer nur durch einen Ausreißerwert von 55m in Haffkrug erhöht wurde und ansonsten ausschließlich 5m betrug.

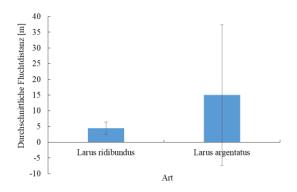


Abb. 32: Mittlere Distanzen zu Reinigungsfahrzeugen, die zu einer Flucht führten, bei den Individuen (i=37) der beiden Arten, die bei allen maschinellen Reinigungen (Tab. 7) anwesend waren. Larus ridibundus (i=24) und L. argentatus (i=13).

Quelle: eigene Darstellung

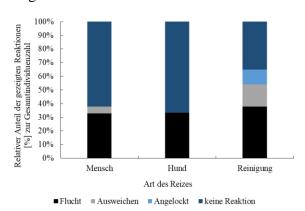


Abb. 33: Reaktionen der reizausgesetzten Vogelindividuen (i=201) auf die die drei aufgetretenen Reize Mensch(en) (i=122), Hund(e) (i=42) und Reinigungsaktivitäten (i=37) für alle Untersuchungstage (n=1-4) je untersuchtem Strandabschnitt (n=7). 100% stellt dabei.

Quelle: eigene Darstellung



3.4. Fluchtverhalten bei Reizwirkung durch Menschen, Hund und Strandreinigungsaktivitäten im Vergleich

Nachdem das Verhalten der Vögel auf die Strandreinigung näher betrachtet wurde, wird nun das Fluchtverhalten gegenüber den Reizen "Mensch", "Hund" und "Strandreinigung" verglichen (Abb. 33). Von den Vögeln, die am Strand auf einen Menschen trafen, zeigten 62% der Vogelindividuen keine Reaktion auf den Reiz und 33% haben mit einer Flucht reagiert. Die Reaktion "Ausweichen" wurde nur bei 5% beobachtet. Auf den Reiz "Hund" trafen insgesamt 42 Individuen, wobei jedoch nicht unterschieden wird, ob ein oder mehrere Hunde anwesend waren. Dabei zeigten 28 Individuen (67%) keine Reaktion, während bei 14 Individuen (33%) flüchtete. Keiner der Vögel reagierte mit einem ausweichenden Verhalten oder wurde durch die Anwesenheit eines Hundes angelockt. Der Anteil flüchtender Vögel unterscheidet sich zwischen den drei Reizarten nur minimal. Während aber bei den Reizen "Hund" und "Mensch" nur "keine Reaktion" oder "Flucht" beobachtet wurden, waren die Reaktionen auf die Strandreinigung deutlich differenzierter. Allerdings zeigte dort nur ein geringerer Anteil (35%) von Vögeln "keine Reaktion", der bei den anderen beiden Reizen mit 62% bzw. 67% deutlich höher ist.

4. Diskussion

4.1. Biodiversität an bewirtschafteten Stränden

4.1.1. Die Biodiversität ist an bewirtschafteten Stränden geringer und anders als im Referenzgebiet

Die Biodiversität der Küstenvögel der gesamten Ostsee(-küste) soll zunächst kurz international verglichen und eingeordnet werden. Vor allem das Wattenmeer, welches entlang der gesamten deutschen und Teilen der dänischen und niederländischen Nordseeküste verläuft, ist besonders gut erforscht. Von rund 10 bis 12 Millionen Zugvögel wird allein dieser Küstenabschnitt angeflogen und genutzt (NABU, 2012). 35 Brutvogelarten und 41 Zugvogelarten sind hier anzutreffen (Koffijberg 2017, Blew 2017). Besonders Löffler (Platalea leucorodia), Eiderente (Somateria mollisima), Säbelschnäbler (Recurvirostra avosetta), Austernfischer (Haematopus ostralegus) und einige Möwen- und Seeschwalbenarten sind charakteristische Brutvogelarten (Koffijberg, 2017).

Die Ostseeküste wird von ca. 9 Millionen Vögeln, vor allem den Indivduen der Mergini, als Überwinterungsgebiet genutzt (BUND MV, o.J.). Für rund 80 Arten stellt sie ein wichtiges Gebiet für die Rast, Brut, Mauser, Überwinterung und Nahrungssuche dar (HELCOM, 2018). Die Ostsee bietet Vögeln sowohl Gebiete höherer, als auch niedrigerer Salinität, wodurch auch



einige Arten der Binnengewässer häufig vorkommen (BUND MV, o.J.). In der Nordsee, speziell im Wattenmeer, bieten die Gezeiten bedingten Wattflächen hingegen ein reichhaltigeres Nahrungsangebot (BUND-Meeresschutzbüro, 2014). So gleichen sich Vor-und Nachteile der Nord-und Ostsee(-küste) scheinbar aus, sodass die Biodiversität ähnlich zu sein scheint. An der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns kommen rund 60 Küstenvogelarten, wie Arten der Lappentaucher (Podicipedida), Entenvögel (Anatidae), Limikolen (Charadriiformes), Möwen (Larinae) und Seeschwalben (Sterninae), vor (Kube, 2006).

In dieser Studie konnten davon elf am Referenzstrand, an den bewirtschafteten Abschnitten insgesamt acht und an den nicht bewirtschafteten Abschnitten insgesamt sieben Arten erfasst werden (Tab. 6), wobei an den letzteren beiden jedoch drei Arten (Corvus corone cornix, Corvus corone, Motacilla alba) laut NVP (o.J.) keine typischen Küstenvogelarten sind. Die Artzusammensetzung im Referenzgebiet ist typisch für diese Jahreszeit. Für Numenius arquata und Anas platyrhynchos wären jedoch deutlich höhere Individuenzahlen charakteristisch (Brenning&Nehls 2012). Weiterhin wurden einige Küstenvogelarten, die im August typischerweise in hohen Zahlen vorkommen, nicht beobachtet, wie: Krickente (Anas crecca), Eiderente (Somateria mollissima), Mittelsäger (Mergus serrator), Prachttaucher (Gavia arctica), Flussregenpfeifer (Charadrius dubius), Rotschenkel (Tringa totanus), Zwergmöwe (Larus minutus) und Uferschwalbe (Riparia riparia) (ebd.). An den bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten wurden, bis auf *Motacilla alba*, ausschließlich ganzjährige Arten beobachtet (Brenning&Nehls, 2012, NABU, o.J.). Die Biodiversität, gemessen am Shannon-Weaver-Index (Abb. 21), ist im Referenzgebiet am höchsten, was auf ein breiteres Artenspektrum mit gleichmäßiger Individuenzahlverteilung auf die einzelnen Arten (Tab. 6) zurückzuführen ist. Der deutlich niedrigere Index an den bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten spiegelt die geringe Artenzahl und die Dominanz einer oder zweier Arten, die mit hoher Individuenzahl vertreten waren, wieder. Diese Ergebnisse decken sich mit den Aussagen des NVB (o.J.), dass Küstenvogelarten besonders empfindlich gegenüber Störungen sind und somit an Stränden mit hoher anthropogener Nutzung nicht auftreten (Kapitel 1.1 und 1.4).

Die sog. "Roten Listen" geben die aktuelle Situation der Vogel-Brutbestände wieder und liefern Hinweise zu Trends, indem der Gefährdungs- bzw. Erhaltungsstand heimischer Vogelarten dokumentiert wird. In der aktuellsten Roten Liste von 2014 der Brutvögel des Bundeslandes Mecklenburg- Vorpommern sind insgesamt 55 Küstenvogelarten gelistet, die auf Langenwerder und im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft erfasst wurden (s. Anhang 2, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-



Vorpommern (LUV MV), 2014). Diese werden in verschiedenen Gefährdungsgrade eingeordnet (s. Anhang 1). Nur ein sehr kleiner Bestand von rund einem Drittel der Küstenvögel gilt als ungefährdet. Für den Großteil, der als gefährdet eingestuften Küstenvogelarten in Mecklenburg-Vorpommern, stellen unter speziellen Schutz gestellte Brutgebiete den wichtigsten – und zum Teil sogar einzigen – Brutplatz dar (Verein Jordsand, 2013). Das könnte laut LUV MV (2014) auf Veränderungen in der Landschaft zurückzuführen sein, die insbesondere ein Resultat der sich ändernden Nutzungsansprüche des Menschen an seine Umwelt sind. Das schlägt sich letztendlich auf die Bruterfolge an sich und somit auf die Bestandsdynamik nieder, und betrifft nicht nur die Brutgebiete, sondern auch Zug- bzw. Überwinterungsgebiete. Auch Kube (2006) führt die Bestandsrückgänge auf einen großflächigen Rückgang von geeigneten Brut- und Nahrungsgebieten zurück, welcher durch Landwirtschaft, Massentourismus und Küstenschutz herbeigeführt wurde. Denn von insgesamt 240km Küstenlinie (Außenküste) sind nur noch bei 10% natürliche Küstendynamiken vorzufinden, wobei diese Abschnitte auch unter Schutz gestellt wurden. So müssten sich die Küstenvogelarten auf diese Schutzgebiete beschränken (Kube, 2006).

Während der Studie konnten drei Arten erfasst werden, die laut der Roten Liste Mecklenburg-Vorpommerns als ungefährdet gelten: *Phalocrocorax carbo* im Referenzgebiet, *Anas platyrhynchos* hauptsächlich im Referenzgebiet, und *Larus argentatus* an allen Strandabschnitten. (Tab 6; Anhang 2). Während an den bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten nur je eine Art erfasst wurde, die auf der Vorwarnliste steht (*Larus ridibundus*) und eine die als "gefährdet" gilt (*Larus canus*), wurden im Referenzgebiet sieben Arten erfasst die einer Gefährdungsstufe (von "Vorwarnliste" bis "Vom Aussterben bedroht") zugeordnet wurden: *Larus ridibundus* auf der Vorwarnliste, *Haematopus ostralegus* "stark gefährdet" und *Charadrius hiaticula, Calidris alpina, Gallinago gallinago* und *Numenius arquata* als "vom Aussterben bedroht". Diese Ergebnisse unterstreichen die Aussage Kubes (2006), dass gefährdete Arten mit geringen Beständen hauptsächlich an geschützten Strandabschnitten vorzufinden sind.

4.1.2. Anderes Futterangebot begünstigt Kulturfolger und höhere Individuenzahlen

Die Individuenzahlen [i/h] waren insgesamt an den nicht bewirtschafteten Strandabschnitten am geringsten (Abb. 19). Anhand von Defeo et al. (2008) wurde vermutet, dass eine höhere Treibselbedeckung des Strandes mit einer höheren Individuenzahl in Verbindung steht. Durch die Treibselentfernung im Zuge der Strandreinigungen dürfte an bewirtschafteten Strandabschnitten wesentlich weniger Strandanwurf vorzufinden sein, als an den nicht



bewirtschafteten Strandabschnitten. Daher wurde an den bewirtschafteten Abschnitten auch mit niedrigeren Individuenzahlen gerechnet. In Tab. 4 lässt sich jedoch feststellen, dass sich der Bedeckungsgrad an den jeweiligen Strandabschnitten pro Standort meist nicht wesentlich unterschieden hat. Nach Defeo et al. (2008) müssten daher die Individuenzahlen an den bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten ähnlich sein. Wodurch lässt sich also erklären, dass an den bewirtschafteten Strandabschnitten deutlich höhere Individuenzahlen beobachtet wurden?

Dazu muss ein Blick auf die Artzusammensetzung an den bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Stränden geworfen werden. An beiden Strandkategorien sind ausschließlich Arten beobachtet worden, die der Gruppe der "Kulturfolger" (Abb. 20, Tab. 6) zugeordnet wurden (Langer 2014, NABU o.J.). Kulturfolger sind an den Menschen gewöhnt und profitieren sogar von ihm, indem z.B. leichter erschließbare und fetthaltige menschliche Abfälle als Nahrungsquelle genutzt werden (Kapitel 1.1). Das habe für die Vögel den Vorteil, dass sie mit niedrigem energetischem Aufwand Nahrung mit hoher Energiedichte aufnehmen können. Solche Art von Nahrung, also leicht zugängliche und mit hohem Energiegehalt, werde u.a. von den Larinae und Corvidae genutzt (Meyer et al., 2003). Da die bewirtschafteten Strände zentraler zum Ortskern gelegen sind und z.T. mehr Infrastruktur aufweisen (Kapitel 2.3 bis 2.5), wurde davon ausgegangen, dass dort im Durchschnitt auch mehr Menschen anzutreffen sind, als an den nicht bewirtschafteten Abschnitten. Somit bieten die bewirtschafteten Abschnitte potentiell mehr Vorteile für die Kulturfolger, z.B. größere Mengen an Essensresten, was wiederum höhere Individuenzahlen [i/h] begünstigen kann.

Im Referenzgebiet wiederum hat sich die Erwartung, dass dort die Individuenzahlen [i/h] am höchsten sind, bestätigt. Dort ist die anthropogene Beeinflussung auf ein Minimum reduziert, zu der auch Strandreinigungen und die damit einhergehende Treibselentfernung zählen. So sind Störungen und die Scheuchwirkung von Menschen fast vollständig eliminiert. Da hauptsächlich nur die Küstenvogelarten *Larus argentatus* und *L. ridibundus* auf anthropogene Nahrungsquellen zurückgreifen (Meyer et al., 2003), ziehen auch nur sie einen Vorteil aus der erleichterten Nahrungsverfügbarkeit an den bewirtschafteten Stränden. Dieser Vorteil überwiegt offensichtlich die Scheuch- und Störwirkung durch die anwesenden Menschen. Für die übrigen Arten trifft dies jedoch nicht zu, weshalb diese sich vorzugsweise in ungestörten Gebieten aufhalten (Kube, 2006). Da die Anzahl der Arten höher ist, die eher von einer ungestörten Umgebung, anstatt von den leicht verfügbaren anthropogenen Nahrungsquellen profitieren, sind so auch die höheren Individuenzahlen [i/h] zu erklären.



Da Strandreinigungen vor allem in der Nähe menschlich hoch besiedelter Gebieten stattfinden, sind sie damit nur ein Teil der in 4.1.1. angeführten Ursachen für geringere Abundanzen und Biodiversität der Küstenvögel am Strand. Ein Aussetzen von Strandreinigungen würde folglich nicht ausreichen, um die Individuenanzahl und die Biodiversität der Küstenvögel an den Stränden zu erhöhen.

4.1.3. Unterschiedliche Strandreinigungstechniken verändern weder die Arten- noch die Individuenzahlen

Um die Auswirkungen von verschiedenen Strandreinigungstechniken auf die Individuenzahl zu untersuchen, wurden die drei Standorte mit jeweils einer Strandreinigung bzw. zwei Reinigungen in Timmendorf separat ausgewertet (Abb. 24; 25;26; 27). Dabei gab es einige strategische Fehler in den Beobachtungen, die die Interpretation der Daten erschweren: In Zingst wurde während der Reinigung der nicht bewirtschaftete Abschnitt nicht zeitgleich untersucht. In Haffkrug ist der Vergleich auch schwierig, da der nicht bewirtschaftete Abschnitt nicht am selben Tag, an dem die Reinigung stattfand, untersucht wurde.

Insgesamt kann jedoch anhand der Abbildungen 25,26 und 27 festgehalten werden, dass die Individuenzahlen zumindest leicht einbrechen, nachdem ein Reinigungsfahrzeug den Abschnitt befahren hat. Zudem zeigt Abbildung 27 (Timmendorf), dass während der Strandreinigung die Individuenzahl insgesamt abnimmt, aber parallel am nicht bewirtschafteten Abschnitt zunimmt. Dies könnte ein Hinweis auf ein Ausweichen der Individuen vom bewirtschafteten auf den nicht bewirtschafteten Abschnitt. Jedoch wurde am nicht bewirtschafteten Abschnitt auch das entfernte Treibsel abgeladen und in Form eines großen Haufens gesammelt. Dies könnte zusätzlich dazu beigetragen haben, dass sich die Individuenzahl am nicht bewirtschafteten Abschnitt erhöht hat. An den bewirtschafteten Strandabschnitten wurden zudem immer die gleichen Arten erfasst (Tab. 6), sodass unterschiedliche Reinigungstechniken (Tab. 7, Kapitel 3.3.1) keinen Einfluss darauf zu haben scheinen, ob sich mehr, weniger oder andere Arten dort aufhalten.

Zusammenfassend ist eine Interpretation aufgrund der wenigen zeitgleichen Untersuchungen zu Reinigungsaktivitäten im Vergleich zu einem nicht bewirtschaften Strandabschnitt schwer. Diese müssten zukünftig in weiterführenden Untersuchungen, mehrere Beobachtungstage und der konsequent gleichzeitigen Beobachtung beider Abschnitte deutlich verbessert werden.



4.2. Treibsel als potentielle Futterquelle

4.2.1. Unterschiedliche Treibselzusammensetzungen sind für unterschiedliche Vogelarten attraktiv

Hinsichtlich der These II wurde vermutet, dass die Strandreinigung und die damit einhergehende Treibselentfernung sich negativ auf die Nahrungsverfügbarkeit der Vögel auswirken könnte. Die Ergebnisse zeigen mit Ausnahme des Standortes Zingst, dass die Zusammensetzung an allen anderen Standorten ähnlich war (Tab. 5). Diese Schwankung ist aufgrund der geringen Mengen an Strandanwurf jedoch zu vernachlässigen, da bei so geringen Mengen (Abb. 17) die Messungen der Gewichte fehleranfälliger sind und minimale Verteilungsunterschiede zwischen den Biomassenbestandteilen die hochgerechneten Gewichte [g/m²] schnell verzerren.

Die Zusammensetzung des Treibsels (Tab.5) entsprach, im Groben den Aussagen von Mossbauer et al. (2012). Zostera sp. dominierte (außer im neuen Strandanwurf (SA) in Zingst, wo Rhodophyceae dominierten) die Treibselzusammensetzung, jedoch nicht mit einem Anteil von zwei Dritteln (Mossbauer et al. 2012) an der Gesamtbiomasse, sondern zu ca. 90%. Bei den Makroalgen waren die Phaeophyceae dominierend, außer im neuen Strandanwurf von Zingst und Langenwerder. Dort waren es die Rhodophyceae, was den Aussagen von Mossbauer et al. (2012) widerspricht.

Laut Schumacher (2008) besiedeln insgesamt ca. 20 Springschwanzarten (Collembola), 15 Mückenarten (Nematocera), 35 Fliegenarten (Brachycera) und 45 Käferarten (Coleoptera), sowie Flohkrebse (Amphipoda) der Arten *Orchestua gammarellus*, *O. platensis* und *Talitrus* saltator der Spülsaum der Ostsee. Manche dieser Arten präferieren jeweils unterschiedliche Treibselbestandteile als Habitat. Beispielsweise ernähren sich 40 Arten der Kurzflügler (Staphylinidae) hauptsächlich von Pilzmyzelien und Pilze wiederum würden Zostera sp. besiedeln, um es zu zersetzen. Nematoden können Zoster sp. hingegen direkt als Nahrung verwerten. Phaeophyceae würden wiederum hauptsächlich von Tangfliegen (Coelopidae) der Art *Fucomyia frigida* besiedelt werden. Rhodophyceae haben in manchen Fällen sogar eine giftige Wirkung auf Flohkrebse (*Talitrus saltator*) und die Larven von Strandfliegen (z.B. Coelopa, Fucellia). Insgesamt seien die größten Mengen an Makrofauna im frischen SA vorzufinden, während der alte eher selten besiedelt wird. Dort sind dann vor allem Larven von Schwebfliegearten (Syrphidae) dominant. Viele Arten weisen jedoch keine spezifische Präferenz hinsichtlich der Besiedlung bestimmter Treibselbestandteile auf (Schumacher, 2008). Dadurch ist die Treibselzusammensetzung für die Quantität der Spülsaum-Makrofauna



vermutlich zweitrangig, aber könnte in gewissem Maß die Artzusammensetzung der Makrofauna beeinflussen.

Diese Kleinstlebewesen im Treibsel (Infauna), bilden die Nahrungsgrundlage für viele Küstenvögel (Defeo et al., 2008; Schumacher, 2008). Daher wird angenommen, dass die Vögel, die sich am (neuen) Treibsel, also am Spülsaum, aufhalten, dies in Verbindung mit Nahrungssuche bzw. –aufnahme tun. An bewirtschafteten Strandabschnitten hielten sich jedoch ausschließlich Individuen auf, die den Kulturfolgerarten (Langer, 2014) angehören (Abb. 20; Tab. 6). Diese sind auf den Spülsaum als Nahrungsquelle nicht zwingend angewiesen, da sie (v.a. Larus argentatus, L. ridibundus, L. canus, Corvus corone und C. corone cornix) ein opportunistisches, polyphages Nahrungsverhalten aufweisen (BfN, 2008; Meyer et al., 2003). Eine Entfernung des Treibsels hat also keine negative Auswirkung auf diese Arten, da sie opportunistisch auf andere Nahrungsquellen ausweichen können. Aus in Kapitel 4.1.2 genannten Gründen greifen sie generell auch eher auf menschliche Essensreste zurück, statt am Spülsaum nach Nahrung zu suchen. Das könnte eine Erklärung dafür sein, warum sich an den bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten nur ein geringer Anteil der Individuen am Spülsaum aufhielt (Abb. 22). Im Referenzgebiet wiederum waren hauptsächlich Arten anwesend (Tab. 6), die sich von Insekten, Larven, Würmern o.Ä. ernähren, aber dabei nicht an bestimmte Infauna-Arten gebunden sind (NABU, o.J.; Brenning& Nehls, 2012). So war der Spülsaum als Nahrungsquelle für die Vögel auf Langenwerder sehr attraktiv, was sich auch in Abb. 22 wiederspiegelt. Dort hielten sich doppelt bzw. dreifach so viele Individuen am Spülsaum auf, als an den bewirtschafteten bzw. nicht bewirtschafteten Stränden. Dies ist jedoch nach den Diskussionsergebnissen eher auf die Unterschiede in der Artzusammensetzung der Avifauna und den damit einhergehenden generellen Nahrungspräferenzen (Insekten, Würmer, etc. als Nahrungsgrundlage), als auf die Treibselzusammensetzung zurückzuführen. Denn wie bereits beschrieben, ist die Nahrungsverfügbarkeit (quantitativ) nicht oder nur in geringem Maß an die Zusammensetzung des Treibsels gebunden.

4.2.2. Die Menge des Treibsels bestimmt die Anwesenheit der Vögel?

Die Treibselmengen unterscheieden sich im Gegensatz zu der Treibselzusammensetzung stärker voneinander. Abbildung 17 zeigt, dass die Massen der Biomasse auf Langenwerder und in Haffkrug ähnlich hoch waren (2,7 bzw. 2,4 kg/m²], aber in Timmendorf und Zingst deutlich geringer (0,4 bzw. 0,1 kg/m²). Betrachtet man aber Tabelle 4, so spiegeln die geschätzten Treibselbedeckungsgrade der Strände die Ergebnisse aus Abbildung 17 nicht klar wieder. In Haffkrug wurde der Bedeckungsgrad ähnlich niedrig, wie in Zingst oder am bewirtschafteten



Strand in Timmendorf geschätzt, obwohl die Biomasseprobe aus Haffkrug sich im Trockengewicht [kg/m²] eher der Masse aus Langenwerder annähert. Es ergibt sich hier aber in Bezug auf die Treibselbedeckung eine Differenz von 50 bis 65%. Da Schätzwerte subjektiv sind, sind diese auch fehleranfälliger und ungenauer, als die ermittelten Trockengewichte. Zudem war der Strand in Haffkrug (50,3m) wesentlich breiter als der auf Langenwerder (16,9m), wodurch die jeweils gleiche Treibselmenge bei einem breiteren Strand (Haffkrug) zu einem geringeren Bedeckungsgrad führen würde, als an einem schmaleren Strand (Langenwerder).

Jonassen (2018) untersuchte die Treibselmengen im Februar und März 2017 in der Kieler Bucht (Schleswig-Holstein). Hier lag die durchschnittliche Treibselmenge (Trockengewicht) bei 0.82 kg/m² (σ = 0.55). Diese Menge entspricht auch in etwa der von Grave&Möller (1982) ermittelten Durchschnittsmenge an Treibsel in der Kieler Bucht von 1 kg/m². Im Vergleich zu diesen Werten waren in der vorliegenden Studie die Treibselmengen in Zingst und Timmendorf wesentlich geringer (Tab. 5), während sie in Haffkrug und auf Langenwerder rund dreimal so hoch waren. Bei Mossbauer et al. (2012) wurden die Treibselmengen von Mai bis Oktober 2010 an 15 verschiedenen Standorten entlang der Ostseeküste Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns untersucht. Einer dieser Standorte war Zingst, wo genau wie in dieser Studie, am wenigstens Treibsel erfasst wurde.

Durch größere Treibselmengen könnte auch potenziell mehr Infauna als Nahrung für die Vögel zu Verfügung stehen. Inwiefern die Treibselmenge Einfluss auf das Fressverhalten der Vögel hat, lässt durch diese Untersuchungen allerdings nur schwer belegen. Zwar ging auf Langenwerder eine hohe Treibselmenge (Abb. 17) mit einem erhöhten Fressverhalten (Abb. 22) einher, aber gleichzeitig war dort keine Störung durch Menschen oder Maschinen gegeben. Somit kann die vermehrte Nahrungsaufnahme nicht sicher ausschließlich auf eine höhere Treibselmenge zurückgeführt werden. Vergleicht man die Treibselmengen (Abb. 17) und den entsprechenden Anteil der Individuen am Spülsaum (Abb. 22) der jeweiligen nicht bewirtschafteten Strandabschnitte (dort wurden die Biomasseproben genommen), so ist kein expliziter Zusammenhang zwischen den beiden Variablen zu erkennen. In Haffkrug war am meisten Treibsel vorhanden, dennoch hielten sich dort weniger Individuen am Spülsaum auf, als in Timmendorf, aber wiederum mehr als in Zingst, obwohl die Treibselmengen an beiden Standorten geringer waren. Dass sich an den bewirtschafteten Strandabschnitten von Timmendorf und Zingst ein größerer Individuenanteil am Spülsaum aufhielt, kann vermutlich dadurch erklärt werden, dass dort eine doppelt bzw. fast dreifach so hohe Individuenzahl erfasst wurde und so die Ergebnisse verzerrt wurden.



So bleibt schließlich nur zu vermuten, inwiefern sich die Treibselentfernung allein negativ auf das Fressverhalten der Vögel auswirkt. Schumacher (2008) und Defeo et al. (2008) sehen die Entfernung des Treibsels jedoch mit weitreichenden ökologischen Folgen verbunden, da so vielen Küstenvögeln die Nahrungsgrundlage genommen wird. Dennoch könnten auch weitere Faktoren das Fressverhalten der Vögel beeinflussen, wie im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

4.2.3. Verdichtung des Bodens führt zu der Zerstörung von Nahrungsquellen

Die Anwesenheit vieler Menschen stellt für die meisten Küstenvögel einen erheblichen Störfaktor dar. Sie sind besonders empfindlich für diese Art der Störung und reagieren auf sie mit Veränderungen lebenswichtiger Verhaltensweisen. Darunter fallen beispielsweise das Ändern von Fressverhalten, der Nestpflege oder dem Brutverhalten im Allgemeinen. Eine höhere Mortalität oder eine geringere Reproduktion können die Folge sein (Defeo et al., 2008). Mit steigender Anzahl anwesender Menschen, erhöht sich auch die Trittbelastung am Strand und nimmt gerade in der Ferienzeit enorme Ausmaße an (Schumacher, 2008). So kommt es durch die Verdichtung des Sedimentes zu einer Störung von sandlebenden Kleinstlebewesen bzw. Wirbellosen, indem das Bauen neuer Wohnröhren verhindert wird oder die Zerstörung bestehender Röhren stattfindet. Sie können den Sandstrand und speziell den Spülsaum deshalb nicht mehr als Habitat nutzen oder müssen sich, falls möglich, an ruhigere Strandabschnitte in Dünennähe zurückziehen (Schumacher 2008). Dadurch kommt es zu einem Verlust von potentieller Beute für die Küstenvögel, wodurch sich die Attraktivität der entsprechenden Strände als geeignetes Habitat verschlechtert. Dies kann durch diese Arbeit jedoch nicht belegt oder widerlegt werden, da Untersuchungen der Makrofauna im Uferbereich nicht durchgeführt werden konnten. Dennoch ist es ein weiterer Faktor, der die in Kapitel 4.1 beschriebene verminderte Biodiversität und Indiviuenzahl an bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitten, begünstigt.

Neben der Trittbelastung wird durch Strandreinigungen der Strandboden durch das hohe Gewicht der Maschinen noch zusätzlich stark verdichtet. Während der Reinigungsaktivität passierten die Fahrzeuge vier bis acht Mal den entsprechenden Beobachtungsabschnitt (Abb. 24; 25, 26; 27). So kam es zu einer starken Verdichtung des Bodens im Bereich des Spülsaums. Dies hat laut Stephenson (1999) teils weitreichende Folgen für die Fauna im Sandboden, vor allem für jene, die sich z.B. zum Schutz vor Fraßfeinden oder Umwelteinflüssen, in den Sandboden eingraben (u.a. *Arctosa perita, A. cineria, Talitris saltator*) (Gerlach, 1994; Schumacher, 2008). Diese werden entweder durch den hohen Druck direkt getötet



(Stephenson, 1999) oder sind durch die Sandverdichtung nicht mehr in der Lage sich zurück in den Sand zu vergraben und sind somit vor Predatoren ungeschützt.

Zudem werden durch den Grubber die Sedimente je nach eingesetzter Technik zum Teil bis zu 30 cm umgelagert bzw. umgegraben. Das bedeutet, dass das Habitat einiger Wirbelloser, z.B. unterirdische Wohnhöhlen, völlig zerstört wird und die Sedimentstruktur jedes Mal umgeschichtet wird. Dadurch sind diese Strände als Habitat für viele bodenlebende Tiere ungeeignet, da Wohnhöhlen regelmäßig zerstört werden und die Besiedlung aus diesem Grund zu gefährlich ist (Schumacher, 2008). Diesbezüglich fand Schumacher (2008) heraus, dass die Artendiversität der wirbellosen Sandstrandfauna an touristisch stark genutzten Stränden (mit regelmäßiger maschineller Strandreinigung) deutlich geringer ist, als die von nicht touristisch genutzten Stränden.

Einerseits wird den Vögeln dadurch die Nahrungsgrundlage genommen, indem die Sandstrandfauna an den bewirtschafteten Stränden nur noch geringfügig oder nicht mehr vorhanden ist. Küstenvogelarten, die auf Insekten, Würmer, Spinnen o.Ä. Nahrungsgrundlage angewiesen sind, finden an den bewirtschafteten Stränden somit potenziell weniger Beute und weichen auf andere Küstenabschnitte, wie beispielsweise Vogelschutzgebiete, aus. Somit ist dies ein Faktor, der zur Reduktion der Biodiversität der Küstenvögel an bewirtschafteten Stränden beitragen kann, was auch in dieser Studie belegt wurde (Abb. 21; Tab. 6)

Andererseits kann dadurch aber auch Beute für die Küstenvögel zugänglicher gemacht werden, indem beispielsweise flugfähige Insekten, die sich noch auf dem Strandsand oder Treibsel befinden, aufgescheucht werden und so für die Vögel einfacher zu erbeuten sind. Einen Hinweis darauf liefern die Beobachtungen in Timmendorf (Kapitel 3.3.4). Die *Delichon urbica* – Individuen könnten ein Indiz dafür sein, dass über den Spuren der Reinigungsfahrzeuge kleinste Beutetiere zugänglich wurden, die sie so arttypisch im Fug (NABU, o.J.) leicht erbeuten konnten. Ein derartiger positiver Effekt ist jedoch nur für die Vögel bzw. Vogelarten zutreffend, bei denen eine Gewöhnung an maschinelle Strandreinigungen stattgefunden hat, wie in Kapitel 4.3 weiter ausgeführt wird.

4.3. Andere störende Effekte der maschinellen Strandreinigung

In den Ergebnissen (Abb. 28; 29) wird deutlich, dass die Strandreinigungsaktivitäten auch direkten, kurzfristigen Einfluss auf das Verhalten der Vögel nehmen können. Sie stellen einen multisensorischen Reiz dar, was bedeutet, dass sie als Reiz auf verschiedene Sinne der Vögel



wirken. Zum einen geht von ihnen ein gewisses Maß an Lautstärke aus (Tab. 9) und sie wirken natürlich auch auf den optischen Sinn.

Welchen Einfluss die von den Maschinen ausgehende Lautstärke auf die Strandvögel hat, wurde mittels einer Korrelationsanalyse geprüft (s. Anhang 3). Da diese keine signifikante Korrelation zwischen der Intensität der Lautstärke und der Reaktion der Avifauna ergab, kann vermutet werden, dass der akustische Reiz irrelevant für Verhaltensänderungen ist. Es sollte jedoch bedacht werden, dass die durchgeführten Messungen aus in Kapitel 3.3.2 erläuterten Gründen nur als Richtwerte zu verstehen sind. Da dies aber nicht das Hauptaugenmerk der Untersuchungen darstellte, konnte durch diese Messungen zumindest eine grobe Tendenz sichtbar gemacht werden. Für die Reaktion scheinen also die Frequenzbreite des Schalls und/oder der optische Reiz ausschlaggebender zu sein. Laut Bundesamt für Naturschutz (BfN) (o.J.) ist der optische Reiz für Vögel essentiell für die Reizwahrnehmung- und bewertung. In dieser Studie zeigte mehr als ein Drittel der erfassten Individuen keine Reaktion auf maschinelle Strandreinigungen (Abb. 28). Fluchtreaktionen sind mit einem hohen Energieaufwand für das Individuum verbunden (Legagneux&Ducatez, 2013) und können so zu einer verminderten Fitness, durch z.B. Zeitverluste bei der Nahrungsaufnahme oder Regeneration führen (BfN 2016). Für Tiere ist es deshalb essentiell ihr Verhalten zu adaptieren, um nicht unnötig Energie durch vermeidbare Fluchtrektionen zu verlieren. Dies kann durch einen Gewöhnungseffekt (Habituation) erzielt werden. Bergmann (2001) definiert Habituation als eine Gewöhnung an bestimmte Reize, wenn diese sich häufig in ähnlicher Weise wiederholen und ihnen eine positive (z.B. bessere Nahrungsverfügbarkeit) bzw. negative Konsequenz (z.B. Tod) fehlt. Dabei kommt es zu einem prozesshaften Abfall der ursprünglichen Reaktion auf den entsprechenden Reiz, bis die Reaktion letztendlich gänzlich ausbleibt (Becker-Carus, 2004). In Experimenten mit Vogelscheuchen konnte Habituation auch bei Vögeln (Arten nicht genannt, außer Corvus monedula) nachgewiesen werden. Selbst bei Intensivierung des Reizes (z.B. Kopplung mit Bewegung, Schall und/oder Ortswechsel) fand diese statt, wenn auch langsamer (Bergmann, 2001). Demnach könnte für die Vögel, die durch maschinelle Standreinigungen oder erleichterte keine positiven (gesteigerte Nahrungsverfügbarkeit) oder negativen Konsequenzen (Verletzung oder Tod durch die Maschine) erfahren, auch eine Habituation hinsichtlich der Strandreinigungen stattfindet (Abb. 28 "keine Reaktion"). In Anlehnung an Abbildung 31 könnte man davon ausgehen, dass eine Habituation schon bei Jungtieren eintritt, da auch hier schon über die Hälfte der Individuen nicht mehr auf die Reinigungsreize reagiert. Mit zunehmenden Alter scheint nur die Bandbreite der möglichen Reaktionen zuzunehmen, also dass auch ausweichendes oder angelocktes



Verhalten als Reaktion stattfindet. Es sollte an dieser Stelle aber beachtet werden, dass die Anzahl beobachteter Jungtiere (i=7) sehr gering ist und somit nur Hinweise geliefert werden können.

Einige Küstenvögel, wie Limikolen-Arten (u.A. *Numenius arquata, Tringa totanus, Calidris alpina*) sind jedoch sehr störungsempfindlich (Gassner et al, 2010 in BfN, 2016), wodurch Habituation erschwert oder sogar gänzlich ausgeschlossen sein könnte und eine Gewöhnung an maschinelle Strandreinigungen so ausbleibt. Zudem bringt ihnen ein Verbleiben am bewirtschafteten Strand weniger Vorteile als den Kulturfolgerarten, wie in Kapitel 4.1.2 bereits erläutert. Sie reagieren stattdessen mit einem Meiden der entsprechenden störungsintensiven Habitate (BfN, 2016), was auch in dieser Studie belegt werden konnte (Tab. 6).

Auf die maschinellen Strandreinigungen zeigte über die Hälfte der Individuen eine Fluchtreaktion (Abb. 28 "Ausweichen" und "Flucht"). Fluchtdistanzen (engl. "flight initiation distance" = FID) können diesbezüglich Auskünfte liefern, wann bzw. ab welcher Distanz Tiere einen Reiz nicht mehr tolerieren können (Gassner et al., 2010 in: BfN, 2016).

Die durchschnittliche Fluchtdistanz gegenüber optischen Reizen liegt bei *Laraus ridibundus* bei 10-100m und bei *L. argentatus* bei 10-40m (Flade, 1994 in: BfN, 2016). In dieser Studie lagen die FIDs bezüglich der Strandreinigungsmaschinen für *L. ridibundus* und *L. argentatus* (ohne Ausreißerwert) (Abb. 32) unter den von Flade (1994) genannten durchschnittlichen FIDs der jeweiligen Art. Dies spricht einerseits dafür, dass eine Adaption bezüglich der maschinellen Strandreinigungen stattgefunden hat, indem sich die FIDs verringert haben. Andererseits zeigt es auch auf, dass Habituation Grenzen hat und ab einer bestimmten Reizintensität ein Energieverlust durch Fluchtreaktion in Kauf genommen wird.

Legagneux&Ducatez (2013) fanden diesbezüglich heraus, dass Vögel in der Lage sind ihre FIDs an Tempolimits im Straßenverkehr anzupassen. So könnten Vögel ihre FIDs möglicherweise auch hinsichtlich der Strandreinigungsfahrzeuge angepasst haben und flüchten dann lediglich, wenn es wirklich nötig ist (z.B. bei drohendem Überfahren) und könnten so Energie sparen.

Für einige Arten oder Individuen konnte während der Untersuchungen beobachtet werden, dass sie durch die Reinigung angelockt wurden (Kapitel 3.3.4 *Delichon urbica;* Abb. 28). Vögel sind laut Becker- Carius (2004) in der Lage durch operante Konditionierung zu Lernen. In diesem Fall haben die beobachteten Individuen gelernt, dass während der Strandreinigung Nahrung leichter bzw. vermehrt verfügbar ist (=positive Konsequenz). Dadurch wurde das Verhalten, sich in der Nähe der Reinigungsfahrzeuge oder deren Spuren im Sand aufzuhalten, positiv verstärkt.



Die Reaktionen auf die Strandreinigungsaktivitäten an den unterschiedlichen Standorten sind sehr unterschiedlich (Abb. 28). Besonders auffällig sind der deutlich größere Anteil an Fluchtreaktionen in Haffkrug und der Angelockt-Anteil in Zingst. Letzterer lässt sich wahrscheinlich am sinnvollsten dadurch erklären, dass die Reinigungsarbeiten sich lediglich auf einzelne Durchfahrten des "Beachcleaner-Gespanns beschränkten und zwischen den Reizen immer eine gewisse reizfreie Zeitspanne lag (Abb. 10; Kapitel 3.3.1). Der optische Reiz war also immer nur von kurzer Dauer und es konnte zwischen den Durchfahrten ohne Störung die Spur nach freigelegten Beutetieren abgesucht werden. Allerdings trifft dies auch auf Zeitabschnitte der anderen Reinigungen zu, wodurch eine stichhaltige Erklärung sich schwierig gestaltet.

Der deutlich höhere Anteil beobachteter Fluchtreaktionen in Haffkrug könnte dadurch bedingt sein, dass während der Anwesenheit von Reinigungsfahrzeugen im Strandabschnitt auch, relativ zu den anderen Standorten, mehr Individuen zeitgleich zum Fahrzeug (Haffkrug i=15 um 05:28 Uhr, übrige Standorte zwischen 7 und 8 Individuen) dort waren (Abb. 24;25;26;27). So könnten sich die Vögel gegenseitig in ihrem Verhalten beeinflusst haben, was zu einer "gemeinschaftliche" Fluchtreaktion" führte. Weiterhin wurden in Haffkrug die größten und schwersten Reinigungsfahrzeuge eingesetzt (Tab. 8), was möglicherweise die Wahrnehmung des Reizes für die Vögel intensiviert und eine Habituation erschwert. Zudem wurde durch die Reinigungsbeauftragten mitgeteilt, dass während der maschinellen zuständigen Strandreinigung häufiger Individuen der Art Ana platyrhynchos durch die Fahrzeuge verletzt oder getötet würden (mündliche Mitteilung von Lorenz Brandt, Abteilungsleiter Gemeindeverwaltung Scharbeutz). So könnte in Haffkrug vermehrt eine Sensitivierung (Becker-Carus, 2004) bezüglich der Strandreinigung stattgefunden haben und die Fluchtreaktionen dadurch vermehrt auftreten. Dagegen sprechen wiederum die insgesamt niedrigen Fluchtdistanzen (Abb.32).

4.4. Fazit

Die Biodiversität an bewirtschafteten Stränden weisen eine leicht geringere Biodiversität relativ zu den nicht bewirtschafteten Strandabschnitten, aber eine deutlich geringe, als im Referenzgebiet. Somit hat sich Arbeitshypothese I bestätigt. Das Ausbleiben von Strandreinigungen führt nicht zu einer deutlichen Erhöhung der Biodiversität und der Individuenzahlen an nicht bewirtschafteten Stränden einhergehen. Es wird davon ausgegangen, dass anthropogene Effekte wie Veränderung/Bebauung der Landschaft und massive menschliche Anwesenheit eher zu einer Minderung dieser beiden Punkte führen, als die



Strandreinigungen an sich. Störanfällige Vogelarten, sowie Arten, die in der Roten Liste als gefährdet beurteilt wurden, sind nur im Referenzgebiet beobachtet worden. Ob die Entfernung des Treibsels, welche durch die Strandreinigung verursacht wird, Einfluss auf das Fressverhalten der Avifauna hat (Arbeitshypothese II), konnte durch diese Untersuchungen nicht belegt werden, ist aber dennoch nicht ausgeschlossen. Es wird vermutet, dass Treibsel für die Avifauna der bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Strandabschnitte eher eine weniger attraktive Nahrungsquelle darstellt. Es konnte vereinzelt beobachtet werden, dass sie die Nahrungsverfügbarkeit durch Strandreinigungsakivitäten kurzzeitig für einige Individuen erhöht, diese Aussagen sind jedoch nicht valide. Als Kulturfolger sind die Vögel in ihrem Fressund Distanzverhalten optimal an die stark anthropogen beeinflussten Strände angepasst. Weiterhin verändern Strandreinigungen das Verhalten der Vögel in ihren Flucht- oder Ausweichreaktionen (Adaption der FIDs), bzw. wurden auch Individuen durch die Strandreinigungen an den Strand gelockt. Somit konnte auch Arbeitshypothese III bestätigt werden.



Literaturverzeichnis

- (AGO) Arbeitsgruppe Göttinger Ornithologen (2009): Der Kormoran Vogel des Jahres 2010 in Süd-Niedersachsen. URL: https://ornithologie-goettingen.de/2009/10/25/der-kormoran-phalacrocorax-carbo-vogel-des-jahres-2010-in-sued-niedersachsen/, 10.01.2021.
- (CONTRA) Conversion of a Nuisance To a Resource and Asset (2020): Communication Plan. URL: https://www.beachwrack-contra.eu/wp-content/uploads/2020/01/CONTRA_CommunicationPlan_final_30012020.pdf, 31.01.2021
- (LUV MV) Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2014): Rote Liste der Brutvögel Mecklenburg-Vorpommerns. Schwerin.
- (NVP) Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft (o.J.): Küstenvögel. Ihre Lebensräume sowie die Brut- und Rastbestände im Nationalpark. Mecklenburg-Vorpommern.
- Ahrendt, K. (2019): Treibsel und Seegras im Küstenschutz. S. 21-27. In: Coastline Reports 2019 26: Seegras und Treibsel Altbekannte Strandressource neu entdeckt. Warnemünde.
- Barthel, P. H. (2002): Vögel an Strand und Küste. 2. Auflage, Franckh-Kosmos-Verlags-GmbH & Co. KG; Stuttgart
- Becker-Carus, C. (2004): Lernen. In: Allgemeine Psychologie. Eine Einführung. Elsevier, Spektrum München, Heidelberg. S. 313-367.
- Bergmann, H.-H. & Wille, V. (2001): Flüchten oder gewöhnen? Feindabwehrstrategien wildlebender Tiere als Reaktion auf Störsituationen. In: Bayer. Akad. f. Naturschutz u. Landschaftspflege Laufen / Salzach 2001. Seminarbeitr. 1/01, S. 17-21.
- BfN Bundesamt für Naturschutz (2016): FFH-VP-Info: Fachinformationssystem zur FFH-Verträglichkeitsprüfung. www.ffh-vp-info.de, Lachmöwe, Silbermöwe 5.2 Optische Reizauslöser/Bewegung (ohne Licht) 1. Empfindlichkeiten / Auswirkungen, 05.02.2020.
- BfN Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2008): Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee. Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeit gegenüber Eingriffen in ihren marinen Lebensraum. Bonn.
- Blew J., Günther K., Hälterlein B. Kleefstra R., Laursen K., Ludwig J. & Scheiffarth G. (2017) *Migratory birds*. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Kloepper S. et al. (2017): Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 21.12.2017. Downloaded 02.02.2021. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/migratory-birds
- Braune, W. (2008): Meeresalgen Ein Farbbildführer zu verbreiteten Grün-, Braun- und Rotalgen der Weltmeere. Koeltz Botanical Books, Oberreifenberg
- Brenning, U & Nehls, H.W. (2012): Vogelinsel Langenwerde. 100 Jahre Naturschutz. In: Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg Vorpommern 47, Sonderheft 2, 2013.



- Brenning, Ulrich & Nehls, Hans Wolfgang: Vogelinsel Langenwerder 100 Jahre Naturschutz. in: Ringfundmitteilung der Vogelwarte Hiddensee (Heftnr. 07/2012)
- BUND MV (Landesverband Mecklenburg-Vorpommern e.V.) (o.J.): Ostsee. Tier- und Pflanzenwelt. URL: https://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/themen/naturschutz/ostsee/tier-und-pflanzenwelt/, 01.02.2021.
- BUND-Meeresschutzbüro (2014): Seevögel an Nordsee und Ostsee. Bremen.
- CASE IH (o.J.): Traktoren URL: https://www.caseih.com/emea/de-de/produkte/tractors, 25.01.2021
- Claas (o.J.): Produkte. URL: https://www.claas.de/produkte/maehdrescher/lexion-8900-7400/testimonials?gclid=Cj0KCQiAvP6ABhCjARI-sAH37rbS_zYLmyexjYTFfo_JefB5aQhiqAekERrRugtByD6Cu-suCVIxf4eX8aAgh2EALw_wcB, 15.01.2021.
- Clarke, K.K. & Warwick, R.M. (2001): Diversity Measures, Dominance Curves and Other Graphical Analyses. In: Clarke, K.K. & Warwick, R.M. (2001): Change in Marine Communities: An Approach to Statstical Analysis and Interpretation. 2. Aufl. Primer Plymouth.
- Darksky by Apple. URL: https://darksky.net/forecast/40.7127,-74.0059/ca12/en, 21.11.2020.
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlachter, T., Dugann, J., Jones, A., Lastra, M., Scapini, F. (2008): Threats to sandy beach ecosystems: A review. In: Estuarine, Coastal and Shelf Science (2008) 1-12.
- Gemeinde Ostseebad Insel Poel: https://www.ostseebad-insel-poel.de/ortsteile-bevoelker-ung.html (zuletzt am 28.11.2020)
- Gemeinde Scharbeutz 2020 [o.J.]: Tourismus. URL: https://www.gemeinde-scharbeutz.de/city_info/webaccessibility/index.cfm?item_id=862084&waid=617&modul_id=5&record_id=101424, 27.11.2020
- Gerlach, S. A. (1994): Die Grenze Meer Land. In: Gerlach, S.A. (2008): Spezielle Ökologie. Marine Systeme. Springer Berlin; Heidelberg; New York. 196-205.
- Grave, H., Möller, H. (1982): Quantifizierung des pflanzlichen Strandanwurfs an der westdeutschen Ostseeküste. In: Helgoländer Meeresuntersuchungen 35, 517-519.
- HELCOM (2018): HELCOM Thematic assessment of biodiversity 2011-2016. Baltic Sea Environment Proceedings No. 158." URL: http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/state-of-the-baltic-sea-2018/reports-and-materials, 01.02.2021.
- Janke/Kremer (1993): Strand und Küste. Tiere, Pflanzen, Lebensräume. Stuttgart.
- Jarick, P., Wieland, M. (2016): Fallstudie zur Akzeptanz von alternativen Strandberäumungsverfahren. Eine Befragung der Strandnutzenden zu ihrem Abfallverhalten am Strand des



- Ostseeheilbads Zingst und daraus hervorgehende Handlungsempfehlung zur nachhaltigen Strandberäumung und –nutzung. Praktikumsbericht Universität Greifswald.
- John Deere (o.J.): Traktoren von John Deere. URL: https://www.deere.de/de/traktoren/, 15.01.2021.
- Jonassen, O. (2018): *Zostera marina* im Strandanwurf Stanortdifferenzierte Analyse in der Kieler Bucht. Bachelorarbeit Universität Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Kässbohrer Geländefahrzeug AG (Hrsg.) (o.J.): Patentierte Technik. URL: https://www.beachtech.com/deu/de/technologie/reinigungstechnik.html, 11.01.2021.
- Koffijberg K., Frikke J., Hälterlein B., Laursen K., Reichert G. & Soldaat L. (2017) *Breeding birds*. In: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat (2017): Wadden Sea Quality Status Report 2017. Wilhelmshaven. Last updated 21.12.2017. Downloaded *02.02.2021*. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/breeding-birds
- Kube, Jan (2006): Stummer Frühling am Bodden; Bestandssituation und Bestandstrends von bodenbrütenden Küstenvögeln in Mecklenburg-Vorpommern. In: Ornithologischer Rundbrief Meckenburg-Vorpommern 45, Sonderheft 1, S. 41-54, 2006. Institut für angewandte Ökologie GmbH Neu Broderstorf.
- Kühnle, S. (2011): Die Treibselproblematik an der Ostküste Schleswig Holsteins. Universität Kiel.
- Langer, H. (2014): Die Landflucht der Wildtiere. Auf der Suche nach neuem Lebensraum. Universität Hannover.
- Legagneux, P.&Ducatez, S. (2013): European birds adjust their flight initiation distance to road speed limits. In: Biology Letters 9: 20130417.
- Massey Fergusson (o.J.) Traktoren. URL: http://www.masseyferguson.de/traktoren.aspx, 15.01.2021.
- Mercedes Benz (o.J.): Hochgeländegängiger Unimog. URL: https://www.mercedes-benz-trucks.com/de_DE/models/unimog-off-road.html, 15.01.2021.
- Meyer, W., Eilers, G., Schnapper, A. (2003): Müll als Nahrungsquelle für Säugetiere und Vögel. Westarp Wissenschaften Hohenwarsleben.
- Mossbauer, M., Haller, I., Dahlke, S., Schernawski, G. (2012): Management of stranded eelgrass and macroalgae along the German Baltiv coastline. In: Ocen & Coastal Management 57, 1-9.
- NABU- Bundesverband (2012): Vogelparadies Wattenmeer. Berlin.
- NABU Niedersachsen (o.J.): Die Bachstelze. Hannover. URL: https://niedersachsen.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/vogelarten/singvoegel/28283.html, 10.01.2021.



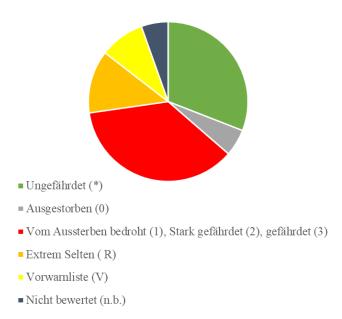
- NABU Nordrhein-Westphalen (2019): Steckbrief Stockente. URL: https://nrw.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/jagd/jagdbare-arten/wasservoegel/07265.html, 10.01.2021.
- NABU- Website (o.J.) URL: https://www.nabu.de/ (aufgerufen am 02.02.2021),
- Nees, Kerstin (2017): Weniger Meerwert. Universität Kiel. URL: https://www.uni-kiel.de/uni-zeit/index.php?bid=890502,11.01.2021.
- ostsee.de (o.J.): Ostseeheilbad Scharbeutz Strandinfo. URL: https://www.ostsee.de/scharbeutz/strand.html, 27.11.2020.
- Otten, J., Kischkat, J. (2018): Die Akzeptanz eines nachhaltigen Strandberäumungskonzeptes eine Befragung von Strandnutzenden im Ostseeheilbad Graal-Müritz. Masterarbeit Universität Greifswald.
- Pankow, H. (1990); Ostsee-Algenflora; 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena
- Pott, C. (2006): Pflanzen und Tiere der Küste. Eugen Ulmer KG; Stuttgart
- Quedens, G. (1988): Strand und Wattenmeer. Tiere und Pflanzen an Nord- und Ostsee ein Biotopführer. 3. Auflage, BLV Verlagsgesellschaft München, Wien, Zürich
- Rollhäuser, R. (2019): Stoffliche Zusammensetzung von Treibsel. In: Coastline Reports 26 (2019), 1-12. Warnemünde.
- Schätzle, P.-K. (2019): Field Guide Baltic Sea. Most common species during field sampling in 2019. Region Poel and Kühlungsborn. Universität Rostock, Projekt CONTRA, 7 Seiten
- Schnepper, C. (2017): A research on the policy framework and management of beach wrack in the Baltic Sea, with focus on North Germany. Van Hall Larenstein University of Applied Science Leeuwarden.
- Schories, D.; Selig, U.; Schubert, H. (2009): Species and synonym list of the German marine macroalgae based on historical and recent records. In: Meeresbiologische Beiträge, 21, S. 7-135
- Schorsch, Andrea (2009): Wie ergeht es Vögeln im Sturm? URL: https://www.n-tv.de/wissen/frageantwort/Wie-ergeht-es-Voegeln-im-Sturm-article457408.html, 18.01.2021.
- Schumacher, S. (2008): Sandstrände der deutschen Ostseeküste Gefährdung, Schutz und Ökologie der Wirbellosen. Hochschule Anhalt.
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2012): Statistische Berichte. Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2018): Statistische Berichte. Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.



- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2020): Statistische Berichte. Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.
- Sterr, H., Enderwitz, S., Ahrendt, K. (2019a): Seegras und Treibsel Strand- Ressourcen mit vielfältigem Potential. S. 1-13. In: Coastline Reports 2019 26: Seegras und Treibsel Altbekannte Strandressource neu entdeckt. Warnemünde.
- Stephenson, G. (1999): Vehicle Impacts on the Biota of Sandy Beaches and Coastal Dunes. A Review from a New Zealand Perspective. Department of Conservation Wellington.
- Svensson, L. (2017): Der Kosmos-Vogelführer. Alle Arten Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. 3. Auflage, Franckh-Kosmos-Verlags-GmbH & Co. KG; Stuttgart
- Tourismus-Agentur Lübecker Bucht: Seegras und Algen warum sie manchmal da sind und meistens nicht. https://www.luebecker-bucht-ostsee.de/faktencheck (zuletzt am 27.11.2020)
- Verein Jordsand (2013): Die Brutbestände der Küstenvögel in den Schutzgebieten Mecklenburg-Vorpommerns 2001-2012. In: Seevögel. Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutze der Seevögel und der Natur e.V. Bd. 34, Heft 3, Oktober 2013
- Wölfel, J.; Hofmann, J.; Schubert, H. (2019): Probleme und Perspektiven der Treibselnutznug in Mecklenburg-Vorpommern und im ganzen Ostseeraum: das EU-Projekt CONTRA. In: Coastline Reports 2019 26: Seegras und Treibsel Altbekannte Strandressource neu entdeckt. Warnemünde.

Anhang

Anhang 1



Die Einstufung der in der Roten Liste des Landes Mecklenburg-Vorpommern vorkommenden 55 Küstenvögelarten nach den Gefährdungsstufen "Ungefährdet" (=17 Arten), "Ausgestorben" (=3 Arten), "Vom Aussterben bedroht" (=11 Arten), "Stark gefährdet" (=8 Arten), "Gefährdet" (=1 Art), "Extrem selten" (=7 Arten), "Vorwarnliste" (=6 Arten) und "Nicht bewertet" (i=3 Arten)

Quelle: eigene Darstellung nach LUV MV, 2014

Anhang 2

Tabellarische Aufstellung aller Küstenvögel Mecklenburg-Vorpommerns (n=55) in Bezug auf deren Gefährdungsstand laut Roter Liste des Landes Mecklenburg-Vorpommern 2014 mit: "ungefährdet" (*); "ausgestorben" (0) "vom Aussterben bedroht" (1); "Stark gefährdet" (2); "gefährdet" (3); "extrem selten" (R); "Vorwarnliste" (V); "nicht bewertet" (n.b.) (LUV MV 2014). Außerdem wird dargestellt, wie sich der Bestand zum Jahr 2003 verändert hat (Verbesserung in niedrigere Gefährdungsstufe (+); keine Veränderung (=); Verschlechterung in höhere Gefährdungsstufe (-)) und ob diese Art auf Langenwerder oder im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft (Nähe Zingst) vorkommt (kommt vor (X); kommt nicht vor.

Quelle: eigene Darstellung nach LUV MV 2014

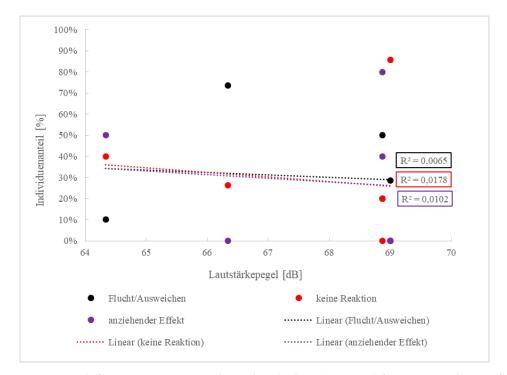


	Status Brut- bestand	Veränderung		Nationalpark Vorpommer- sche Boddenland-
Art	2019	zu 2003	werder	schaft
Zwergtaucher Tachybaptus ruficollis		=	/	/
Haubentaucher <i>Podiceps cristatus</i>	V	+	/	/
Pothalstaucher Podiceps grisegena	V	-	/	/
Komoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	*	=	/	X
Höckerschwan <i>Cygnus olor</i>	*	=	X	X
Graugans Anser anser	*	=	Х	X
Nilgans Alopochen aegyptiaca	n.b.	n.b.	/	/
Kanadagans Branta canadensis	n.b.	n.b.	/	/
Brandgans Tadorna tadorna	*	+	X	X
Pfeifente Mareca penelope	R	n.b.	/	/
Schnatterente Mareca strepera	*	+	X	X
Krickente Anas crecca	2	=	/	X
Stockente Anas platyrhynchos	*	=	Х	Х
Spießente <i>Anas acuta</i>	1	=	/	/
Knäkente Spatula querquedula	2	=	/	Х
Löffelente Spatula clypeata	2	=	Х	Х
Kolbenente <i>Netta rufina</i>	*	=	/	Х
Tafelente Aythya ferina	2	=	/	/
Reiherente Aythya fuligula	*	+	,	X
Eiderente Somateria mollissima	R	_	X	/
Mittelsäger Mergus serrator	1	=	/	X
Gänsesäger Mergus merganser	*	+	/	/
Seeadler Haliaeetus albicilla	*	=	/	X
Teichhuhn <i>Gallinula chloropus</i>	*	=	/	/
Blässhuhn <i>Fulica atra</i>	V	_	/	/
Wasserralle Rallus aquaticus	*	=	,	/
Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i>	2	+	X	X
Säbelschnäbler Recurvirostra avosetta	*	+	X	X
Flussregenpfeifer Charadrius dubius	*	=	X	/
Goldregenpfeiffer Pluvialis apricaria	0		/	/
Sandregenpfeifer <i>Charadrius hiaticula</i>	1	=	/ X	/ X
Seeregenpfeifer <i>Charadrius niaticulu</i> Seeregenpfeifer <i>Charadrius alexandrinus</i>	1	n.b.	^	^
Kiebitz Vanellus vanellus			/	/ V
	2	=	X	X
Alpenstrandläufer Calidris alpina	1	=	/	/
Kampfläufer <i>Calidris pugnax</i>	1	=	/	/
Bekassine Gallinago gallinago	1	-	/	X
Uferschnepfe <i>Limosa limosa</i>	1	=	/	/
Steinwälzer Arenaria interpres	0	=	/	/
Gr. Brachvogel Numenius arquata	1	=	/	X
Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	2	=	X	/
Zwergmöwe Hydrocoloeus minutus	R	n.b.	/	X
Lachmöwe Chroicocephalus ridibundus	V	+	X	X
Schwarzkopfmöwe Ichthyaetus melanocephalus	R	+	X	X
Sturmmöwe <i>Larus canus</i>	3	n.b.	Х	Х
Mantelmöwe Larus marinus	R	+	/	Х
Heringsmöwe Larus fuscus	R	n.b.	/	X
Silbermöwe <i>Larus argentatus</i>	*	=	X	X
Steppenmöwe Larus cachinnans	n.b.	n.b.	/	/
Mehlschwalbe Delichon urbica	V	-	X	unbekannt



Raubseeschwalbe <i>Hydroprogne caspia</i>	R	+	/	/
Brandseeschwalbe Thalasseus sandvicensis	1	-	Х	Х
Flussseeschwalbe Sterna hirundo	*	+	/	X
Küstenseeschwalbe Sterna paradisaea	1	=	Х	X
Lachseeschwalbe Gelochelidon nilotica	0	=	/	/
Zwergseeschwalbe Sternula albifrons	2	+	Х	Х

Anhang 3



Darstellung über den Einfluss der Lautstärkenintensität (x-Achse) der Reinigungsmaschinen auf die Reaktionen der anwesenden Vogelindividuen (n=37) (y-Achse). Die y-Achse gibt an, wie groß der Anteil der anwesenden Individuen war, welcher mit einer der drei Reizantworten (Flucht/Ausweichen; keine Reaktion; von Reinigung angezogen worden) reagiert hat; 100% entspricht dabei der Stichprobenmenge n=37 Individuen.

Quelle: eigene Darstellung



Eidesstattliche Versicherung

1. Ich versichere, dass ich dich vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen genutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die anderen Werken vom Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich unter Angabe der Quellen als Entlehnungen kenntlich gemacht. Mir ist bekannt, dass gemäß § 14 der Rechtsverordnung die Prüfung wegen einer Pflichtwidrigkeit (Täuschung u. ä.) für nicht bestanden erklärt werden kann. Von der Arbeit darf eine elektronische Kopie gefertigt und gespeichert werden, um die Überprüfung mittels einer Plagiatssoftware zu ermöglichen.

Rostock, den 08.02.2021	
2. Ich bin damit einverstanden, dass meine wissenschaftliche Abschlussarbeit in che Bibliothek eingestellt und ausgeliehen werden kann.	eine öffentli-
Rostock, den 08.02.2021	