Nicht nur Sand im Sieb

Ökologische Begleituntersuchung zum nachhaltigen Strandberäumungskonzept Zingst innerhalb des Bundesprogramms Biologische Vielfalt, Projekt Hotspot 29 – Schatz an der Küste



Abb. 1: Strandflohkrebse sind typische Bewohner der Sandstrände und ihrer Spülsäume (Foto: RB)

Beteiligte

Auftraggeber:	BUND MV, vertreten durch Elke Körner / Susanna Knotz
Auftragnehmer:	Dipl.-Biol. Rainer Borcherding
Mitarbeit:	Jenny Herbert, Susanna Knotz und Wolf Wichmann
Fotos:	Wolf Wichmann (WW), Rainer Borcherding (RB)

1. Veranlassung

Angespülte Reste von Meerespflanzen und Tieren – das Treibsel – bilden am Strand oft ausgeprägte Spülsäume. Bei Stürmen sind diese Spülsäume besonders umfangreich, aber auch bei leichtem Wind oder Seegang gelangen fast immer gewisse Mengen von Treibsel an den Strand.

Das angespülte organische Material wird an touristisch genutzten Stränden mitunter als störend wahrgenommen: wegen auftretender Verwesungsgerüche, weil es unangenehm ist, durch das Treibsel zu laufen, oder einfach weil es „unordentlich“ aussieht. Sind Plastik und andere anthropogene Abfälle beigemischt, verstärkt sich dieser Eindruck.

Viele Küstengemeinden mit Strandtourismus sind daher dazu übergegangen, den Strand mehr oder weniger regelmäßig und mehr oder weniger vollständig zu reinigen. Hierfür existiert mittlerweile eine ganze Auswahl an Spezialgeräten und –fahrzeugen, die den Strandsand aufnehmen und die angespülten Festkörper absieben.

Wird das Treibsel entfernt, verschwinden damit jedoch der Lebensraum und die Nahrungsressource für eine ganze Reihe wirbelloser Tiere wie Strandflöhe und Tangfliegen, die ihrerseits Nahrung vor allem für Vögel sind.

Die wenigen hoch spezialisierten Pflanzen, die auf den Winterspülsäumen gedeihen, bilden eine inzwischen europaweit gefährdete und geschützte Lebensgemeinschaft (Einjährige Spülsaumgesellschaften, FFH Biotoptyp 1210).



Abb. 2: Spezialisierte Tiere und Pflanzen besiedeln auch die wüstenähnlichen und lebensfeindlichen Sandstrände. Sie nutzen die vom Meer angespülten Reste als Nahrung oder Dünger (Foto: RB).

2. Zielsetzung

Mit der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, wie stark der Einfluss von Strandreinigungen auf die in Spülsäumen lebenden Organismen am Ostseestrand ist. Insbesondere sollte am Beispiel des intensiv touristisch genutzten Strandes bei Zingst geklärt werden, ob eine manuelle Reinigung schonender für die Wirbellosen sein kann als das maschinelle Durchsieben des Strandes. Zudem sollten Empfehlungen für eine naturverträgliche Strandunterhaltung entwickelt werden.

Hierzu wurde für die Artengruppen Vögel, Insekten, Krebse und Spinnentiere sowie für Gefäßpflanzen ermittelt, ob und welche Unterschiede zwischen einem maschinell, einem manuell, einem mit beiden Techniken und einem nicht beräumten Strandabschnitt bestehen. Da Auswirkungen der unterschiedlichen Strandreinigungsregimes in erster Linie bei den kleinräumig und relativ ortsfest verbreiteten Wirbellosen zu erwarten sind, wurde der Fokus dieser Studie auf die Beprobung und Bewertung dieser Tiergruppen gelegt.

Die spezialisierte Flora der Strände und Spülsäume (Blütenpflanzen) ist in ihrem Auftreten eng und offensichtlich mit der Trittintensität der Strandbesucher korreliert; im Untersuchungsgebiet fehlte diese Flora im Probezeitraum und konnte nicht untersucht werden.

3. Untersuchungsgebiet

3.1 Lage

Die Studie fand in Mecklenburg-Vorpommern im Hotspot29-Gebiet am Nordstrand des Darß im Bereich von Zingst statt. Der der Ostsee zugewandte Nordstrand des Darß ist im Untersuchungsabschnitt morphologisch sehr einheitlich gestaltet mit einer durchgehenden Küstenschutzdüne, einem etwa 20 Meter breiten Sandstrand und im Wasser einer Reihe senkrecht zur Uferlinie stehender Holzbuhnen.

Der Sandstrand weist nahe der Wasserlinie einen schwach ausgeprägten Strandwall auf, der aus frischem Spülsaummaterial und Sand besteht und der mehr oder weniger gestört ist durch Vertritt und Strandreinigungsmaßnahmen. Oberhalb schließt sich eine nur bei Sturmfluten überspülte flache, aber prägnant ansteigende und zunehmend trockenere Strandfläche an (Supralitoral). Hier können bis zum Dünenfuß gestaffelte ältere Spülsäume von höheren Windfluten liegen.

Der den Strand abschließende Dünengürtel ist nicht gegen Betreten gesperrt, aber oftmals aus Küstenschutzgründen mit Strandhafer bepflanzt. Hinter dem schmalen Dünengürtel schließen sich ein Küstenschutzwald und ein Deich an. Im Ortsbereich hinter der Seebrücke fehlt der Waldgürtel; auf der Deichkrone verläuft ein Fuß- und Radweg.



Abb. 3: Zingst (links unten im Bild) mit den sechs farbig markierten Untersuchungsflächen (Google-Earth-Aufnahme vom 8.9.2015).

Abb. 4: Seebrücke Zingst 2006 mit neu bepflanzter Düne (Foto: indeedous/Wikimedia Commons).





Abb. 5: Der untersuchte Strand westlich der Seebrücke Zingst im Oktober 2016 (Foto: WW)

3.2 Hydrologie

Aufgrund seiner nordwärtigen Exposition zur offenen Ostsee hin ist der untersuchte Strand immer wieder vor allem im Herbst und Winter starken Überflutungsereignissen ausgesetzt. Ein Beispiel stellt die Sturmflut vom 4. – 5.1.2017 dar, deren Wasserstandskurve am Pegel Barhöft (östlich Zingst) in Abb. 6 dargestellt ist. Die Situation vor Ort ist auf Abb. 7 auf einem Bild der Webcam (https://www.zingst.de/service/webcam-wetter/webcam) zu sehen.

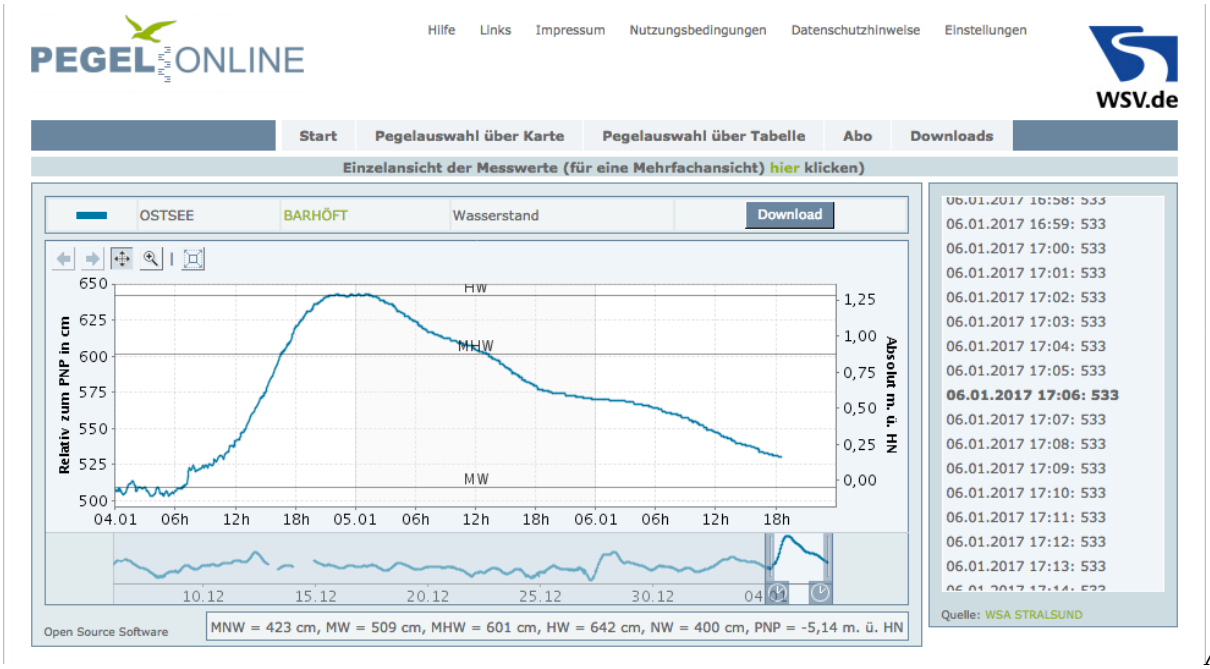


Abb. 6: Sturmflutverlauf vom 4./5.1.2017 am Pegel Barhöft (www.pegelonline.wsv.de)

Abb. 7: Nahe dem Scheitelpunkt der Sturmflut, 4.1.2017 (Webcam Zingst).



4. Ökologie der Strände

Sandstrände sind hoch dynamische Lebensräume, geprägt von Wind und Wellenwirkung. Tiere und Pflanzen müssen an die extreme physikalische Stranddynamik angepasst sein. Tideströme spielen an der Ostsee mit wenigen Zentimetern Unterschied zwischen Niedrig- und Hochwasser eine geringere Rolle als in offeneren Meeresgebieten. An der Ostsee dominiert Windeinfluss die Wasserstände.

4.1 Pflanzen der Strände

Die Pflanzen der Spritzwasserzone (Supralitoral) müssen zumindest zeitweise marines Salzwasser bzw. das Brackwasser der Ostsee ertragen können. Auch der Strandanwurf (Seegras, Tang, Tierreste) ist salzig und obendrein nährstoffreich; viele Strandpflanzen sind deshalb halotolerant (salzertragend) und nitrophil (stickstoffbedürftig). Darüber hinaus müssen sie fest verankert sein oder andere Strategien entwickelt haben, um Sturmfluten widerstehen zu können.

Da Stürme hauptsächlich im Winter auftreten, sind viele Spülsaumpflanzen einjährig (Therophyten) und überdauern den Winter in Samenform. Sie bilden im Herbst schwimmfähige Samen, die mitsamt dem übrigen Treibsel, das als Kompost wirkt, im obersten Strandbereich abgelagert und oftmals übersandet werden. Hier wachsen sie im Frühjahr dank der guten Mineralversorgung aus dem zerfallenden Treibsel schnell heran,

blühen und fruktifizieren, und beginnen im nächsten Jahr an anderer Stelle im Spülsaum von Neuem.

Im Windschatten der Pflanzen akkumulieren sich Sandkörner. So tragen Strandpflanzen zur Anlagerung von Sand bei, müssen aber gegebenenfalls auch daran angepasst sein, mit dem angelagerten Sand in die Höhe zu wachsen, wie es für einige Dünenpflanzen der Fall ist (Schumacher 2008).

Zu den Pionieren, die den Spülsaum besiedeln und an die wechselhaften Bedingungen an Ostseesandstränden angepasst sind, gehören Salzkraut (Salsola kali) und Meersenf (Cakile maritima). Sie sind zudem Sandfänger und bieten der Kleintierfauna Rückzugsräume (Schuhmacher 2008).

An den Naturstränden in der Kernzone 1 des Nationalparks wurden auf dem Darß sieben Arten von Gefäßpflanzen nachgewiesen: Binsenquecke (Agropyron junceum), Meersenf (Cakile maritima), Sandsegge (Carex arenaria), Strandroggen (Elymus arenarius), Wasserdost (Eupatorium cannabinum), Kali-Salzkraut (Salsola kali) und Salzmiere (Honckenya peploides, Abb. 8, nachfolgend).



Abb. 8

In den untersuchten Strandabschnitten bei Zingst wurde auf dem Strand kein Bewuchs mit Gefäßpflanzen festgestellt. Dies ist geländemorphologisch dadurch erklärbar, dass schon bei mäßigen Stürmen der Wellenauflauf den Fuß des Dünenwalls erreicht, so dass alte Spülsäume dann jeweils komplett weggespült werden und nicht längerfristig auf dem Strand stabil sind. Verstärkend kommt in den meisten Strandabschnitten die Vertrittwirkung durch Strandspaziergänger und Badegäste hinzu, die auch auf der Vergleichsfläche im Nationalpark anhand der Fußspuren deutlich sichtbar war.

Der Dünenwall ist an seiner seeseitigen Böschung mit einer Weißdünenvegetation aus Strandhafer (Ammophila arenaria) und Strandplatterbse (Lathyrus japonicus) bewachsen. Im oberen und hinteren Bereich schließt sich Graudünenvegetation an mit Doldigem Habichtskraut (Hieracium umbellatum) und dem Sandglöckchen (Jasione montana).

Der dem Strand vorgelagerte Unterwasserbereich wird von Sandflächen dominiert, die außerhalb der Brandungszone ausgedehnte Seegraswiesen (Zostera marina) aufweisen.

4.2 Tiere der Strände

Auch die Kleintierwelt muss an die schwierigen äußeren Lebensbedingungen der Strände angepasst sein. Viele Arten graben sich zum Schutz ein oder leben ohnehin in verschließbaren Wohnröhren, in denen sich bei Überflutung eine Luftreserve hält. Insekten, Spinnen und Flohkrebse weichen bei Überflutungen oftmals fluchtartig in höher gelegene Gebiete zurück. Manche Arten können von der Wasseroberfläche auffliegen, andere lassen sich an Treibgut angeheftet verdriften. Das Fliegen ist am Strand riskant, weil Fluginsekten je nach Windrichtung leicht aufs Meer oder zu weit ins Hinterland verdriftet werden können. Anpassungen an das Strandleben sind daher geringe Flughöhe oder Laufen statt Fliegen. Einige Arten können sich auch schnell wieder emporarbeiten, falls sie von Sand verschüttet oder zugeweht werden, beispielsweise Tangfliegen und Strandspinnen.

Einige Insekten sind für ihren Lebenszyklus an bestimmte Strandpflanzen gebunden. Im eigentlichen Spülsaum stellen die Detritusfresser den Großteil der Arten und der Biomasse (Schumacher 2008). Die überwiegende Zahl der sonstigen wirbellosen Strandfauna-Arten lebt räuberisch.



*Abb. 9: Der Meersenf-Flohkäfer (*Psylliodes marcida*) kann nur dort leben, wo seine Futterpflanze wächst: der an Spülsäume gebundene Meersenf (*Cakile maritima*) (Foto: RB)*

Käfer (Coleoptera) sind mit vielen unterschiedlichen Familien am Strand vertreten. Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) bevorzugen Sandstrände gegenüber anderen Strandtypen, sie sind mit fast 40 Arten im Spülsaum zu finden. Laufkäfer (Carabidae), Rüsselkäfer (Curculionidae), Schwarzkäfer (Tenebrionidae) und Wasserkäfer der Familie Hydrophylidae sowie Blütenmulmkäfer (Anthicidae) sind mit mehreren Gattungen verbreitet, eine der häufigsten Arten am Sandstrand ist Anthicus bimaculatus. Eine häufige Laufkäferart des Spülsaums ist der kleine Bembidion minimum. Viele Dünenarten können auch am Sandstrand angetroffen werden.



Abb. 10: Tangfliegen wie diese Coelopa können sehr individuenreich an Spülsäumen auftreten. Sie sind für Vögel und räuberische Insekten oftmals wichtige Futtertiere. (Foto: RB)

Die Dipteren (Zweiflügler, Fliegen und Mücken) sind in den feuchten Strandbereichen vor allem mit Tang- (Coelopidae), Blumen- (Anthomyiidae syn. Scatomyzidae) und Strandfliegen (Helcomyzidae) vertreten (Gattungen Coelopa, Fucellia und Helcomyza). Larven der Ephydridae können in hohen Dichten im Boden von Stränden vorgefunden werden. Chironomiden-Larven (Zuckmücken) entwickeln sich im Brackwasser. Im Spülsaum dominieren Kugelhornfliegen (Sphaeroceridae, vor allem Thoracochaeta) und Dungfliegen (Cordyluridae) und Tang- und Blumenfliegen. Des Weiteren findet man Larven von manchen Schwebfliegen (Syrphidae), Waffenfliegen (Stratiomyidae) und Tanzfliegen (Empididae). Außerdem kommen die folgenden Mückenfamilien meist in Larvenform vor: Dungmücken (Scatopsidae), Trauermücken (Sciaridae), Schmetterlingsmücken (Psychodidae), Gnitzen (Ceratopogonidae), detritusfressende Gallmücken (Cecidomyiidae). Buckeltanzfliegen (Hybotidae) der Gattung Chersodromia jagen dicht über der Hochwasserzone, sie fliegen kaum oder das Flugvermögen ist reduziert.

Hautflügler (Hymenopteren) sind am Strand in erster Linie mit Ameisen (Formicidae) und Sandwespen (Ammophila, zu den Grabwespen gehörend) vertreten. Spinnen (Arachnida) sind mit den Gattungen Erigone, Arctosa und Pardosa am Strand vertreten, auch Weberknechte (Opiliones) kommen vor. Die Springschwänze (Collembola) kommen mit mehreren Arten am Strand vor, vor allem Hypogastrura denticulata kann in Massen im Strandanwurf vorkommen, weitere Arten leben in der Brandungszone und auf der trockeneren Strandplatte. Außerdem kann man auch auf Hundertfüßer (Chilopoda), Würmer (Annelida) und unbeabsichtigt verdriftete Arten des Hinterlandes treffen.

Der Strandfloh (Talitrus saltator) und andere Flohkrebse des Strandes (in dieser Studie vielfach Talorchestia deshayesii) benötigen Feuchtig¬keit, steigen aber strandaufwärts, wenn es ihnen zu feucht wird; sie sind an ein terrestri¬sches Leben angepasst. Der Strandfloh bewohnt die obere Flutlinie von Sandstränden, besonders im Bereich von Strandanwurf. Tagsüber halten sich die Tiere in ihren Röhren auf. Diese können 10-30 cm tief gehen, Überwinterungsröhren bis 1 m Tiefe. Sie verste¬cken sich auch unter Strandanwurf und Schutt. Nachts können sie auf Nahrungssuche mehrere 10 m umherstreifen. Nahrungsgrundlage sind Tang und Seegras, zusätzlich werden kleinere

Tiere aktiv gefangen (Artensteckbrief IOW und Schumacher 2008). Grundsätzlich kommen aus der Ordnung der Crustacea weitere Amphipoden und auch Asseln (Isopoda) am Strand vor. Diese Informationen über die Makrofaune beruhen größtenteils auf der Übersicht von Schumacher (2008), die sich wiederum hauptsächlich an Heydemann (1997) orientiert.

4.3 Dynamik der Strände

Sandstrände gehören zu den bedrohten Biotoptypen (Heydemann 1997; Riecken et al. 2006). Das Ökosystem Sandstrand steht unter mehrfachem Druck: Küstenschutz, Klimawandel, touristische und Freizeitnutzung sowie Verschmutzung (Defeo et al. 2009).

Küstenschutzmaßnahmen verändern die Strömungsverhältnisse und die Wellenaktivität entlang der Küste und damit auch die Dynamik des Strandes. So sind beispielsweise vor Zingst im Bereich der Seebrücke und des Ortsteils Müggenburg alle 70-75 Meter Buhnen aus Holzpfählen senkrecht zur Küstenlinie ein¬gerammt. Sie sollen den küstenparallel wandernden Sand fangen und eine Rückverlagerung der Küstenlinie verhindern.

Langfristig erhöhen die absinkende Küste der südlichen Ostsee (Glazialisostasie) und der fortschreitende Klimawandel den Wasserstand, was sich auf die Strandbreite auswirken kann, sofern nicht genug Sand angelagert oder künstlich aufgespült wird, um die Veränderungen auszugleichen.



Abb. 11: Strandvorspülung und Steinpackungen an einem deutlich vom Menschen veränderten Strand auf Hiddensee (Oktober 2015, Foto RB)

4.4 Gefährdung der Strände

Die Freizeitnutzung verursacht hohe Trittbelastungen an touristisch genutzten Stränden. Schon durch geringe Trittbelastung von ein bis zwei Schritten pro Tag und Quadratmeter wird im Experiment der Meersenf geschädigt (Seer 2015), während andere Strandarten wie die Salzmiere (Honckenya peploides) oder die Spießmelde (Atriplex prostrata) wenig oder nicht beeinträchtigt werden. Allerdings lag in dieser Studie die tatsächlich im Freiland festgestellte Trittbelastung bereits an den wenig frequentierten Stränden deutlich höher (6-8 Tritte pro Tag und Quadratmeter) als die experimentell getestete.

Bei starker Frequentierung (100 Schritte pro Quadratmeter) kann sich der Vertritt bis in 30 cm Tiefe tödlich für Kleintiere auswirken (Weslawski et al. 2000). Zudem werden potenziell vermehrt Nährstoffe durch organische Hinterlassenschaften der Freizeitnutzer im Strandhinterland eingetragen, besonders in Abwesenheit von Mülleimern und sanitären Anlagen (Grunewald 2004).

Die maschinelle und/ oder manuelle Entfernung von Strandanwurf stört die Ausbildung einer natürlichen Vegetation oder verhindert sie sogar gänzlich. Zudem wird für die Spülsaumtiere das Futter entfernt, das feuchtigkeitsspendende Substrat fehlt, Wohnröhren werden zerstört und viele Tiere werden in weniger genutzte Bereiche vertrieben (Willmott und Smith 2004).

Mittels Befragungen und Webcamanalysen von Strandanwurf an ausgewählten Stränden der deutschen Ostseeküste wurde eine durchschnittliche Menge von 269 Kilogramm entfernten Materials pro Meter Küstenlinie und Jahr errechnet (Mossbauer et al. 2012). Am Zingster Strand fallen nach dieser Studie und nach Aussage von Ortskennern vergleichsweise geringe Mengen von Treibsel an. Dennoch ist auch hier die Strandreinigung ein nicht zu verachtender Kostenfaktor für die Gemeinden als Strandbetreiber, verbunden mit technischem und zeitlichem Aufwand sowie der Entsorgungsproblematik.

An touristisch genutzten Stränden werden nur 20 statt 40 Arten der Kurzflügelkäfer und diese z.T. in niedrigerer Anzahl gefunden als an Stränden, die nicht touristisch genutzt werden (Irmler 2011).

Der Strandfloh meidet Regionen mit maschineller Strandsäuberung und hoher Trittbelastung. Er wandert gegebenenfalls in weniger stark genutzte benachbarte Gebiete ab. Deshalb ist sein Vorkommen ein guter Zeiger für das Maß an Ungestörtheit eines Strandabschnitts (Willmott und Smith 2004).



Abb. 12: Die Dünen-Wolfsspinne (Arctosa perita) lebt im oberen Strandbereich in selbst gegrabenen Höhlen, deren Wände sie mit Spinnseide „tapeziert". (Foto: RB)

Hohe Trittbelastung geht einher mit reduzierter Biodiversität bei Pflanzen und Tieren (Schierding et al. 2011). Schumacher (2008) fand bei Sichtungsuntersuchungen von jeweils 1 m²-Flächen (25 cm tief) entlang von Transekten von der Wasserkante bis zum Beginn der Vordüne im Nationalparkgebiet (Neubessin, Bug, Zingst, Gellen) elf Käferarten, zwei Dipterenarten, vier Spinnenarten und den Flohkrebs Talitrus saltator. An den touristisch genutzen und gesäuberten Stränden (Markgrafenheide, Warnemünde) konnte sie kaum Arthropoden nachweisen. In Markgrafenheide fand sie lediglich den Laufkäfer Cicindela maritima und die Spinne Arctosa perita am Dünenrand.

5. Strandmanagement

Die Gemeinde Zingst lässt durch einen Mitarbeiter mit einem Traktor im Sommerhalbjahr nach Bedarf zwei- bis dreimal wöchentlich den Hauptstrand westlich der Seebrücke im Bereich der Übergänge 13 – 14 von Treibsel räumen. Dabei gibt vor allem der Anfall von Plastikmüll den Ausschlag für Beräumungen, gelegentlich aber auch Beschwerden von Gästen über zu viele „Verunreinigungen", womit durchaus auch Seegras und Tang gemeint sein können. Nicht geräumt wird hierbei nur der unterste, wassernächste Spülsaum.



Abbildung 11: Traktor mit Anhänger zur maschinellen Strandberäumung (Foto: Elke Körner).

Zur Vorbereitung dieses Forschungsprojektes wurde mit freundlicher Unterstützung der Gemeinde Zingst und unter Anleitung des BUND an einem Teil der sonst maschinell gereinigten Strandabschnitte abweichende Unterhaltungsregimes eingeführt.

Bis zu drei mal wöchentlich erfolgte eine manuelle Strandreinigung durch Mithilfe von Schulklassen in den Untersuchungsabschnitten Z1 und Z3 beiderseits der Strandbrücke.

Da die untersuchten Pflegevarianten in einem real touristisch genutzten Bereich liegen, überlagern Vertrittwirkungen die Einflüsse der unterschiedlichen Beräumungsregimes insofern, als der intensiv maschinell geräumte Strandabschnitt zugleich der am stärksten von Strandbesuchern begangen ist, während der gänzlich unberäumte Abschnitt im Nationalpark zugleich nur eine geringe Trittbelastung aufweist. Die Wirkung dieser Korrelation von Vertritt und Strandreinigung wird im Ergebnisteil diskutiert.

6. Beschreibung der Untersuchungstransekte

Im Herbst 2016 wurden sechs Strandabschnitte mit verschiedenen Bewirtschaftungs-regimes und unterschiedlich intensiver Nutzung ausgewählt und im Herbst, Frühjahr und Sommer entlang je eines quer zur Küstenlinie verlaufenden Transektes an der Wasserkante, in der Strandmitte und am Dünenfuß mit je einer bzw. sechs Parallelproben untersucht.

Die sechs Flächen wiesen folgende Merkmale auf:

- Z1 = 100% manuelle Beräumung, d.h. dreimal wöchentlich manuell (Lage: zwischen den Strandaufgängen 12 und 13)

- Z2 = 100% maschinelle Beräumung (Lage zwischen Strandzugängen 13 & 14a)

- Z3 = reduziert maschinelle Beräumung, d.h. einmal die Woche maschinell, zweimal ma¬nuell (Lage: zwischen den Strandaufgängen 11 und 12)

- Z4 = reduziert manuelle Beräumung, d.h. alle zwei Wochen manuell (Lage: zwischen den Strandaufgängen 3b und 4a)

- Z5 = ohne Beräumung (Lage: zwischen den Strandaufgängen 2 und 3)

- Z6/NP6 = ohne Beräumung (Lage: im Nationalpark ab Strandaufgang 1b).

6.1 Beschreibung der Stationen

Z1: 100% manuelle Säuberung

Der Transekt liegt im Umfeld der 2. Buhne 96 m westlich der Seebrücke. Der Untergrund besteht aus Feinsand, die Strandbreite von der Wasserkante bis zum Dünenfuß beträgt rund 31 m. Der Strand steigt schwach an. Der Strandwall ist schwach ausgeprägt. Wenn bei einer Sturmflut Material angespült wird, wird es über die gesamte Strandbreite verteilt. Im Oktober war keine Vegetation ausgeprägt.



Abb. 14: Probenahmestelle Z1 (Foto: Wolf Wichmann).

Z2: 100% maschinelle Säuberung

Die Probenahmestelle liegt an der 4. Buhne, 261 m westlich der Seebrücke bzw. westlich der Doppelbuhnenreihe. Der Untergrund besteht aus Feinsand, die Strandbreite von der Wasserkante bis zum Dünenfuß beträgt rund 20 m. Der Strand steigt schwach an. Der

Strandwall ist schwach ausgeprägt. Wenn bei einer Sturm¬flut Material angespült wird, wird es über die gesamte Strandbreite verteilt. Im Oktober war keine Vegetation ausgeprägt.



Abb. 15: Probenahmestelle Z2 (Foto: Wolf Wichmann).

Z3: Reduziert maschinelle Säuberung (1/3 maschinell, sonst manuell).

Die Probenahme¬stelle liegt an der 1. Buhne östlich der Seebrücke. Der Untergrund besteht aus Feinsand, die Strandbreite von der Wasserkante bis zum Dünenfuß beträgt rund 26 m. Der Strand steigt schwach an. Der Strandwall ist schwach ausgeprägt. Wenn bei einer Sturmflut Ma¬terial angespült wird, wird es über die gesamte Strandbreite verteilt.



Abb. 16: Probenahmestelle Z3 (Foto: Wolf Wichmann).

Z4: Reduziert manuelle Säuberung

Müll wird manuell entfernt, Strandanwurf nur ca. alle 14 Tage (bei Geruchsbelästigung). Die Probenahmestelle liegt an der 1. Buhne 38 m westlich des Strandaufgangs 3b. Der Untergrund besteht aus Feinsand, die Strandbreite von der Wasserkante bis zum Dünenfuß beträgt rund 25 m. Der Strand steigt schwach an. Der Strandwall ist schwach ausgeprägt. Wenn bei einer Sturmflut Material angespült wird, wird es über die gesamte Strandbreite verteilt. Im Oktober war keine Vegetation ausgeprägt.



Abb. 17: Probenahmestelle Z4 (Foto: Wolf Wichmann).

Z5: Naturbelassen, keine Säuberung

Die Probenahmestelle liegt an der 1. Buhne 49 m östlich des Aufgangs 3. Der Untergrund besteht aus Feinsand mit wenigen eingelagerten Kieselsteinen, die Strandbreite von der Wasserkante bis zum Dünenfuß beträgt rund 20 m. Der Strand steigt schwach an. Der Strandwall ist schwach ausgeprägt. Wenn bei einer Sturmflut Material angespült wird, wird es über die gesamte Strandbreite verteilt. Strandanwurf ist teilweise mit Sand zugeweht.

Im Oktober fehlte jede Vegetation.



Abb.18: Probenahmestelle Z5 (Foto: WW)

Z6: Naturbelassen, Schutzzone 2 im Nationalpark

Die Probenahmestelle liegt an der 2. Buhne östlich des Strandaufgangs. Der Untergrund besteht aus Feinsand mit eingelagerten, bis zu faustgroßen Kieselsteinen, die Strandbreite von der Wasserkante bis zum Dünenfuß beträgt rund 19 m. Der Strand steigt schwach an. Der Strandwall ist schwach ausgeprägt. Wenn bei einer Sturmflut Material angespült wird, wird es über die gesamte Strandbreite verteilt. Strandanwurf ist zu einem großen Teil mit Sand zugeweht. Im Oktober war keine Vegetation ausgeprägt.

Die genaue Lage der sechs Transekte ist mit den Koordinaten der jeweiligen Probefläche in der Strandmitte in der nachfolgenden Tabelle 1 dokumentiert.

Transekt	Säuberungsmethode	Breitengrad (Strandmitteprobe)	Längengrad (Strandmitteprobe)
Z1	100% manuell	Nord 54° 26' 30,0"	Ost 12° 40' 49,1"
Z2	100% maschinell	Nord 54° 26' 29,7"	Ost 12° 40' 40,8"
Z3	reduziert manuell (1/3)	Nord 54° 26' 29,9"	Ost 12° 40' 56,8"
Z4	reduziert manuell (Müll manuell; 14-tägig Strandanwurf)	Nord 54° 26' 31,6"	Ost 12° 43' 22,7"
Z5	naturbelassen	Nord 54° 26' 30,8"	Ost 12° 43' 51,9"
NP6	naturbelassen, Schutzzone 2 des Nationalparks	Nord 54° 26' 31,6"	Ost 12° 44' 50,0"

Tabelle 1: Säuberungsmethoden und Lage der Transekte (jeweils Koordinaten der Strandmitte)

7. Untersuchungsmethodik

7.1 Untersuchungstermine

Die Begehungen und Probennahmen für die Studie fand 2016 / 2017 an drei Terminen Mitte Oktober (Herbst), Mitte Mai (Frühjahr) und Ende Juli (Sommer) statt. Die Termine lagen später als ursprünglich geplant, weil die Phänologie im Untersuchungsjahr 2017 stark verspätet war.

Die Probennahme auf dem im Nationalpark ausgewählten Transekt erfolgte nach Erteilung der Genehmigung am 22.10.2016. Die Frühlingsbeprobung fand am 16. – 18.5. statt, die Sommerfänge am 25. – 27.7.2017.

7.2 Beprobung der Spülsäume

Mit einem klappbaren Holzrahmen von 50 cm Seitenlänge (0,25 m²) wurden pro Transekt jeweils am Dünenfuß, in der Mitte des Strandes und an der Wasserkante Probenstellen abgegrenzt, zusammen also 0,75 m² pro Transekt und Säuberungsregime. Der Beprobungsrahmen wurde jeweils gezielt auf einen materialreichen Spülsaumabschnitt gelegt und nicht zufällig auf dem Strand platziert. Diese Entscheidung gegen zufällige Standorte wurde getroffen, um möglichst viele Strandwirbellose zu erhalten und damit eine bessere Datengrundlage für die Auswertung zu bekommen.

Die Extraktion der Wirbellosen aus den Probeflächen erfolgte in mehreren Arbeitsschritten. Zunächst wurden oberflächlich sichtbare Tiere (in der Praxis nur Tangfliegen) von Hand (im Herbst) oder mit einem Kescher (im Frühling und Sommer) abgefangen und in Proben-gefäße überführt.



Abb. 20: Transekt mit Maßband, Probenahme im Holzrahmen mit Schüttelkescher (Foto: WW).

Aufliegender Strandanwurf wurde entlang der Rahmenkante mit Messer oder Schere abgeschnitten. Portionsweise wurde der Anwurf in einen Stoffkescher („Käfersieb“) mit 1-cm-Siebboden und verschnürbarem Auffangteil gegeben und durch Schütteln die darin versteckte Arthropodenfauna ausgesiebt. Das aufgefangene Material wurde in einen Plastikbeutel überführt, verschlossen und beschriftet.

Im dritten Arbeitsschritt wurde der Sandboden innerhalb des Probequadrates bis in 10 cm Tiefe mit einer Gartenschaufel ausgehoben und portionsweise in der Wanne mit Seewasser im 1mm-Sieb ausgespült. So konnten vergrabene Kleintiere, insbesondere die Strandflohkrebse (Talitrus, Talorchestia) gewonnen werden. Bei einer Fläche von 0,25 m² wurde somit ein Sandvolumen von 0,025 m³ bzw. 25 l durchsiebt.

Aufgefangene Tiere wurden mit der Siebprobe vereint. Bei großem Probevolumen wurden die Einzelproben auf mehrere Beutel verteilt. Die überwiegend nassen Siebrückstände jeder Probefläche wurden in Plastikbeutel verpackt und gekühlt zur Auslese mitgenommen. Die Auslese erfolgte zeitnah jeweils innerhalb von zwei Tagen nach der Probennahme. Hierzu wurde das Material in einer weißen Fotoschale mit etwas Wasser aufgeschwemmt und dann visuell durchsortiert. Die Tiere wurden bis zur Auswertung in Alkohol konserviert. Von einigen Käfern wurden nach der Genitalpräparation Trockenpräparate angefertigt.



Abb. 21: Sandbodenprobenahme mit Schaufel und Sieb, das in der Wanne mit Ostseewasser gespült wird (Foto: Wolf Wichmann).

Empfohlen sind für Strände der vorliegenden Breite (20-50 m) insgesamt 2-3 m² Gesamtuntersuchungsfläche pro Probenahmestation in 7-10 Querschnittslevels, um die gesamte Diversität des Strandabschnittes abbilden zu können (Schlacher et al. 2008). Hier in der Studie wurden wegen der starken Störung des Strandes nur drei Zonen unterschieden. Dabei wurden im Sommer die Transekte Z1, Z2 und Z6 mit jeweils 3 x 6 x 0,25 = 4,5 m2 beprobt.

Von Schlacher er al. (2008) wird eine Beprobungstiefe von 25 cm empfohlen, falls unklar ist, wie tief Wohnröhren im Gebiet üblicherweise gehen. In Zingst wurde die Beprobung auf 10 cm Tiefe beschränkt, da im Herbst beim Testdurchgang keine tieferreichenden Gänge von Strandflöhen gefunden wurden.

7.3 Intensität der Beprobung

Bei der Herbstbegehung wurden an den sechs Strandabschnitten mit unterschiedlichen Störungsintensitäten auf jeweils einem Transekt je drei Proben entnommen. Die Proben am Dünenfuß sind jeweils mit 1, die in der Strandmitte mit 2, die am Wasser mit 3 bezeichnet.

Bei den Beprobungen im Frühjahr und Sommer wurden in den Pflegevarianten Z1 (maschinelle Räumung), Z2 (manuelle Räumung) und Z6 (ohne Räumung) jeweils sechs parallele Transekte im Abstand von je fünf Metern beprobt. Hierdurch konnten für diese drei Strandabschnitte ausreichend viele Daten gesammelt werden, um die Unterschiede zwischen den Pflegevarianten genauer zu untersuchen und zu bewerten.

Die drei Strandabschnitte Z3, Z4 und Z5 wurden zur Aufwandsreduzierung - weil sie nur Sonderformen des Managements unterlagen - immer auf nur einem Transekt mit drei Proben bearbeitet. Im Mai entfiel die Beprobung im Abschnitt Z3, weil bereits die Vorbereitungen für die Strandausstellung im Rahmen des Umweltfotofestivals „horizonte zingst“ angelaufen waren. Der Transekt Z6f wurde aus Zeitgründen nicht beprobt.

Beprobung	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Summe
Herbst 16	1 x 3	1 x 3	1 x 3	1 x 3	1 x 3	1 x 3	18
Frühjahr 17	6 x 3	6 x 3	-	1 x 3	1 x 3	5 x 3	57
Sommer 17	6 x 3	6 x 3	1 x 3	1 x 3	1 x 3	6 x 3	63
	39	39	6	9	9	36	138

Tab. 2: Übersicht der genommenen Probenzahlen in den sechs untersuchten Strandabschnitten.

7.4 Protokollierung im Gelände

Jede Probenahme wurde vor Ort schriftlich protokolliert und fotografisch dokumentiert.

Im Kopfteil des Protokollbogens wurden vermerkt: Bearbeiter*in, Datum, Start- und Endzeit, Strandabschnitt und Säuberungsmethode.

Wetterparameter: Bedeckung, Niederschlag, Windstärke, Windrichtung, Boden- und Luft-temperatur (Messung mit einfachem Thermometer)

Spülsaum: Struktur, Strandanwurf mit Material, Wallstruktur etc., Sand, Kies, Kiesel, etc.

Vegetation: Art und Bedeckungsgrad

Vögel: Arten, evtl. auffällige Anzahlen

Anmerkungen: tote Tiere, Müll, Bautätigkeiten, andere Auffälligkeiten

Jede entnommene Spülsaumprobe wurde mit einem Code beschriftet, der auch in der Rohdatentabelle Verwendung findet: die Transektbezeichnung (Z1 – Z6), gefolgt von der Lage im Strandquerschnitt (Dünenfuß = 1, Mitte = 2, Wasserkante = 3). Parallelproben (nur an den Standorten Z1, Z2, Z6 und nur im Frühling und Sommer) tragen zusätzlich Kleinbuchstaben (a – f). Beispiel für einen vollstän¬dige Probencode: Z1.1a (Transekt 1, Dünenfuß (1), Prallelprobe a).

Jede einzelne Probenahme wurde mit GPS festgehalten (Mittelwert von 10 Werten).

7.5 Transekte zur Spülsaummessung

Bei jeder Probenahme wurde mit einem Maßband ein Transekt vom Dünenfuß bis zur Wasserkante markiert, entlang dessen in 50-cm-Abschnitten das Vorhandensein von angespültem Treibsel protokolliert wurde. Für jeden Abschnitt wurde in einer dreistufigen Skala (nichts / etwas / viel) die Menge des aktuell vorhandenen Treibsels erfasst. Die Ergebnisse aus der Herbstbeprobung sind in Abb. 22 wiedergegeben. Sie wurden in der weiteren Auswertung nur randlich berücksichtigt, weil sie in keinem direkten Bezug zum Inhalt der Probequadrate standen: Ob außerhalb der Proberahmen Spülsaummaterial lag oder nicht, hat keine unmittelbare Auswirkung auf den Fanginhalt des Proberahmens.

Auf Fläche Z6 im Nationalpark war die Erfassung fehlerhaft, da das reichlich vorhandene Treibsel durch Wind übersandet war und daher methodisch nicht erfasst wurde

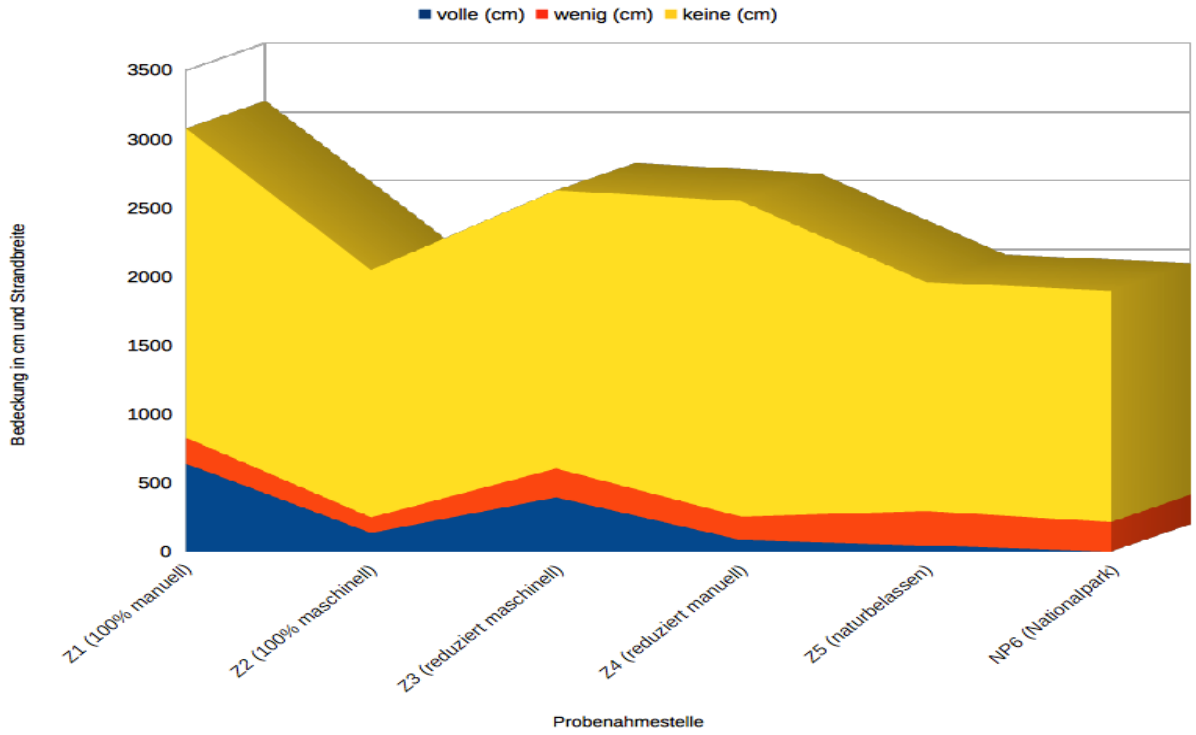


Abb. 22: Strandbreite und der Bedeckung mit keinem/wenig/viel Strandanwurf.

7.6 Artbestimmung Wirbellose

Die Bestimmung der taxonomisch recht weit gefächerten Wirbellosen, die teilweise auch als Larven oder Puppen angetroffen wurden, erfolgte nach gängigen Bestimmungswerken.

Bei den Dipteren wurde Christian Kassebeer (SH, Lensahn) als Experte für die Überprüfung der Bestimmungen zu Rate gezogen.

7.7 Erfassung der Strandvögel

In Anbetracht des gegenüber der Ausgangsplanung deutlich erhöhten Arbeitsaufwandes für die Beprobung der Wirbellosen unterblieb eine systematische Erfassung der Vögel.

Eigentliche Strandvögel wie Sand- oder Flussregenpfeifer konnten bei keiner Begehung festgestellt werden. Bachstelzen, Wiesenpieper und Lachmöwen wurden als mögliche Prädatoren von Strandtieren beobachtet. Im Winterhalbjahr könnten auch Steinwälzer das Gebiet zur Nahrungssuche in den Tangspülsäumen nutzen.

8. Ergebnisse

8.1 Individuenzahlen

Bei den drei Untersuchungsdurchgängen mit insgesamt 138 gezogenen Proben wurden 804 Wirbellose gefangen, davon 133 (16 %) im Herbst, 403 (50 %) im Frühjahr und 268 (33 %) im Hochsommer.

Umgerechnet wurden im Herbst bei nur 18 Stichproben etwa 7,4 Tiere pro Probe gefunden. Im Frühjahr wurden in 57 Proben durchschnittlich 7,1 Tiere pro Probe, im Sommer bei 63 Proben 4,3 Tiere. Wären im Herbst das Maximum an 63 Proben genommen worden, hätten hochgerechnet etwa 300 weitere Tiere gefangen werden können und die Individuenaufteilung Herbst: Frühjahr: Sommer wäre etwa 40: 36 : 24 gewesen.

Von den 138 gezogenen Proben enthielten 45 (33 %) keine Tiere; 36 der Nullproben stammten aus dem Sommer, nur 9 aus dem Frühjahr und keine aus dem Herbst. Auch dies unterstreicht, dass offenbar im untersuchten Zeitraum der Herbst die höchsten Tierdichten am Strand aufwies, der Sommer die niedrigsten.

8.1.1 Individuenreiche Proben

Besonders reichhaltige Proben mit mehr als 20 Individuen wurden insgesamt 13 Mal festgestellt, also in 9 % aller Proben. Nach Abzug einer Probe mit 30 nicht für den Spülsaum typischen Stechmücken bleiben 12 individuenreiche Proben. In 6 Fällen waren diese Proben durch Strandflöhe dominiert, in zwei Fällen durch nicht näher bestimmte Springschwänze, in einem Fall durch Fluginsekten aus dem Binnenland, und in drei Fällen traten diverse Spülsauminsekten in größerer Zahl auf. Sechs der individuenreichen Proben stammten aus dem Küstenabschnitt Z6 (Nationalpark), hiervon fünf mit großen Zahlen von Strandflohkrebsen. Drei insektenreiche Proben stammten aus dem manuell gereinigten Strandabschnitt Z1, davon zwei aus dem Frühjahr und eine – die einzige Probe mit vielen Tangfliegenlarven und –puppen – aus dem Herbst.

8.2 Ökologische Zuordnung

Die gefundenen Tiere wurden entsprechend ihrer Herkunft vier Ökosystemen zugeordnet: dem Meer (M, n=40), dem Spülsaum (S, n=492), dem Strand mitsamt Weißdünen (D, n=36) sowie dem Binnenland (B, n=236) (s. Anhang: Fundliste Zingst)

Als Meerestiere wurden alle unter Wasser lebenden Krebstiere sowie der Seegraskäfer (Macroplea mutica) eingestuft.

Spülsaumtiere, die im Fokus dieser Studie stehen, sind Arten wie Strandflohkrebse, Tangfliegen und diverse Käfer, die für ihre Existenz auf Spülsäume als Larven- und/oder Erwachsenenlebensraum angewiesen sind. Einige weit verbreitete saprophage Käferarten (Atheta, Aleochara, Hypocaccus), die typischerweise in Kompost oder Kadavern leben und in den Proben auftraten, wurden für die Auswertung ebenfalls als Tangbewohner klassifiziert, da die Spülsäume außer von spezialisierten Arten auch zu einem gewissen Anteil von diesen „Allerweltsarten“ besiedelt und genutzt werden.

Als Dünentiere wurden Arten des oberen Strandes und der Weißdünen angesprochen, die im lockeren Sand oder auf Strandhafer leben.

Die große uneinheitliche Gruppe der „Binnenlandtiere“ umfasst Wald- und Wiesentiere, die oft fliegend (Blattläuse, Hautflügler, viele Käfer), aber auch zu Fuß (Kellerasseln, Hundertfüßler) auf den Strand gelangt sind. Fluginsekten wurden oftmals bereits tot angespült, andere Kleintiere suchten vermutlich im und unter dem Spülsaum nach Verstecken oder Nahrung. Auch alle nicht klar bestimmbaren Arten wurden als Binnenlandtiere eingeordnet.

Von den insgesamt 98 unterschiedenen Taxa entfielen 57 (mit 236 Individuen) auf die Begleitfauna aus dem Binnenland, 13 Arten (36 Individuen) auf die Dünen, 7 Arten (40 Individuen) auf das Meer und 21 Arten (492 Individuen) auf die Spülsäume als eigentliches Untersuchungsthema.

Die tatsächliche Artenzahl der Spülsaumtiere ist noch etwas größer, da einige kleine Kurzflügelkäfer der Gattung Atheta nicht bis auf Artniveau bestimmt wurden.

Auffällig ist, dass in der Erfassung eine Reihe typischer Spülsaumarten wie Cafius xantholoma und Aleochara algarum fehlt, die in Spülsäumen durchaus häufig sein können, hier aber nicht gefunden wurden.

8.3 Jahreszeitliche und räumliche Verteilung

Angespülte Meerestiere wie Meerasseln, Tangflohkrebse und junge Wollhandkrabben stellten mit 40 Individuen nur 5 % aller Funde. Mit 6 Exemplaren (15 %) im Herbst, 31 (73 %) im Frühjahr und 3 (8 %) im Sommer war das Auftreten dieser Zufallsfunde im Sommer etwas niedriger als der Durchschnitt aller gefundenen Tiere im Jahresverlauf.

Die angespülten Meereswirbellosen wurden überwiegend im unteren und mittleren Strandbereich gefunden (20 bzw. 18 Exemlare), nur zwei Mal am oberen Strand.

Im Prinzip sind die oftmals bereits tot gefundenen Meerestiere zwar als Futter für die Spülsaumbesiedler interessant, werden nachfolgend aber nicht weiter bewertet, da ihr Auftreten zufallsbedingt ist (Wellen, Wind) und nicht vom Management des Strandes abhängt.



Abb. 23: Angespülte Panzer junger Krabben und Flohkrebse; ertrunkener Kurzflügler oben rechts

Von den 36 Dünentieren wurden 2 (6 %) im Herbst, 24 (66 %) im Frühjahr und 10 (28 %) im Sommer gefunden. Hier war somit das Frühjahr besonders fundreich. Dies gilt auch bei Umrechnung der Dünentiere auf die Probenzahl: 0,11 bzw. 0,16 Exemplare pro Fläche im Herbst und Sommer gegenüber 0,42 Dünentieren je Probe im Frühjahr.

Meist traten die Dünentiere erwartungsgemäß im oberen (n = 14) oder mittleren Strandbereich auf (n = 15). Die 7 im unteren Spülsaum gefundenen Exemplare waren größtenteils verdriftete Geschlechtstiere der Dünenameise Formica cinerea.



Abb. 24: Der Strandhafer-Dickrüssler (Philopedon) ist das häufigste Dünentier im Spülsaum (RB)

Binnenlandtiere traten mit 122 Exemplaren (52 %) im Frühjahr und 12 (5 %) Exemplaren im Herbst auf. Der relativ hohe Anteil von 102 (43 %) Binnenlandtieren im Sommer ist weniger auf eine verstärkte Flugaktivität und Verdriftung zurück zu führen als vielmehr auf die zahlreichen toten Stechmücken in den Proben (n = 73), die als Artefakt einer abendlichen Probenahme im Transekt 2 zu betrachten sind.

Räumlich waren die Binnenlandtiere - nach Abzug der Stechmücken - relativ gleichmäßig über die Strandbereiche verteilt: 31 % (n = 50) am frischen untersten Spülsaum, 41 % am mittleren Strand (n = 67) und 28 % (n = 46) am Dünenfuß. Dies zeigt, dass die meist fliegend verdrifteten Tiere nicht nur frisch angespült in Wassernähe zu finden sind, sondern dass sie überall am Strand umherirren, zumal sie oft durch das Salzwasser die Flugfähigkeit verloren haben und zu Fuß im weichen Sand auch nicht leicht landeinwärts gelangen.

Entlang der Küste war die Verteilung der Binnenlandarten in den verschiedenen Untersuchungsabschnitten auffallen uneinheitlich mit 57 Individuen in Z1, 115 im eng benachbarten Z2 und 33 Tieren im Nationalparkabschnitt Z6. Vermutlich spielt hier die Struktur des Hinterlandes eine wesentliche Rolle, die im Ortsbereich vielfältiger und vielleicht auch stärker von Winddrift geprägt ist als im Kiefernwald hinter der Dünenkette von Z6. Für die Fragestellung des Gutachtens ist diese Artengruppe jedoch nicht weiter relevant.

Bei den Spülsaumtieren erbrachte die Beprobung im Herbst 114 Exemplare (23 %), das Frühjahr 225 Tiere (46 %) und die Sommerbeprobung 153 Tiere (31 %). Die jahreszeitliche Verteilung entspricht etwa der Verteilung aller Funde über das Jahr, wobei die Spülsaumtiere ja ohnehin die Hälfte aller Funde stellen und mithin diese Summenkurve stark bestimmen.

Mit 59 Individuen wurde nur ein geringer Teil (12 %) der Spülsaumtiere am Dünenfuß in den ältesten Spülsäumen angetroffen. Die höchsten Zahlen (269 Tiere, 55 %) waren im mittleren Strandbereich zu finden, etwas weniger (164 Tiere, 33 %) fanden sich ufernah in den frisch angespülten Algen- und Seegrasresten.

8.4 Verteilung der Spülsaumtiere

Die insgesamt 492 im Spülsaum lebenden Wirbellosen verteilten sich ungleichmäßig über die sechs Probeflächen. Zu erwarten war eine Zunahme der Arten- und Individuenzahlen mit abnehmender Störungsintensität der Strände durch Vertritt und Beräumungen. Tatsächlich zeigte sich eine starke Ballung der Flohkrebsfunde in der ungestörten Referenzfläche Z6, wo 199 (= 79 %) von 251 Individuen der beiden Arten Talitrus saltator und Talorchestia deshayesii gefunden wurden. Die stark betretene und manuell geräumte Fläche Z1 hatte praktisch keine Flohkrebse, während die stark betretene und maschinell geräumte Fläche Z2 einige wenige Individuen beider Flohkrebsarten aufwies.



Abb. 25: Die nachtaktiven Strandflöhe (Talitrus) können so häufig sein, dass sie angespülte Algen binnen Stunden vollständig verzehren (RB)

Bei den anderen Artengruppen und bei den Artenzahlen insgesamt war das Bild jedoch deutlich anders: die Artenzahlen in den stark gestörten Abschnitten Z1 und Z2 lagen gleich hoch wie im ungestörten Abschnitt Z6 und es ist am ehesten eine Korrelation von Artenzahl und Probenzahl zu erkennen, unabhängig von der Strandnutzung. Die Individuenzahlen schwankten – abgesehen von den Flohkrebsen – sehr unsystematische und ohne erkennbares Muster. Die intensiv beprobte Fläche Z2 wies nur 34 Individuen (aus 12 Arten!) auf, die viel schwächer beprobte Fläche Z5 hatte bei einem Viertel der Probenzahl (9 statt 39) mehr als die doppelte Individuenzahl an Strandtieren (n = 88).

Fläche:	**Z1**	**Z2**	**Z3**	**Z4**	**Z5**	**Z6**	**Summen**
Probenzahl	39	39	6	9	9	36	138
Individuen Strand	**73**	**34**	**10**	**60**	**88**	**227**	**492**
Artenzahl Strand	**11**	**12**	**4**	**8**	**4**	**10**	
Tangfliegen (TF)	5	5	4	3	3	7	27
TF Larven/Puppen	37	2	6	2		2	49
Phaleria cadaverina	1	1				2	4
Cercyon litoralis	21	1				4	26
Collembola spp.				21	73	2	96
Talitrus saltator		3		18	4	179	204
Talorchestia deshay.	1	3		13	8	22	47

Tab 3: Verteilung der häufigen strandtypischen Wirbellosen auf die beprobten Strandabschnitte über die gesamte Untersuchungsdauer (3 Fangperioden, 138 Einzelproben).

8.5 Artengruppen

Die in den Proben angetroffenen Tiere wurden in neun taxonomische Gruppen unterteilt, die teils den Insektenordnungen (z.B. Käfer, Zweiflügler, Hautflügler), teils auch höheren taxonomischen Kategorien entsprechen (z.B. Cheliceraten = Spinnentiere und Hundertfüßler).

Nur die vier Gruppen der Zweiflügler (Diptera, besonders Tangfliegen), der Käfer (Coleoptera), der Krebstiere (Crustacea) und der Springschwänze (Collembola) traten mit für die Fragestellung relevanten Arten auf. Die Springschwänze (n = 96) wurden aufgrund technischer Schwierigkeit nicht weiter bestimmt, wurden aber als Spülsaumtiere eingestuft, da sie sicher nicht über große Entfernungen „angereist“ sind, mithin also im Strandanwurf heimisch sein müssen. Bei den Zweiflüglern (n = 178) wurde teilweise bis auf Art- oder Gattungsniveau bestimmt, bei den Käfern (n = 185) überwiegend, bei den Krebsen (n = 290) immer.

Insgesamt wurden von den 804 gefangenen Individuen 475 bis auf Artniveau bestimmt, 63 bis auf Gattungsniveau und 266 nur grob auf der Ebene höherer Taxa angesprochen.

Nicht ausgewertet wurden die in einigen Proben vorhandenen Gehäuse kleiner Wattschnecken (Hydrobia), da diese keinen Bezug zur Fragestellung haben.

8.6 Variantenvergleich

Für die Strandbereiche Z1 (Badestrand, manuell geräumt), Z2 (Badestrand, maschinell geräumt) und Z6 (Nationalpark, keine Räumung) wurden in gleicher Weise im Herbst je drei, im Frühjahr je 18 für Z1 und Z2 sowie 15 für Z6 und im Sommer je 18 Proben genommen.

Nach Abzug der Meeres-, Dünen- und Binnenlandtiere enthielten diese 114 Proben insgesamt 334 Spülsaumtiere, im Mittel also 2,9 Strandtiere pro Probe. Im relativ ungestörten Strandabschnitt Z6 enthielten die 36 Proben 227 Individuen und damit im Mittel je Probe 6,3 Individuen. Diese Zahl kann als Bezugsgröße zur Bewertung der beeinträchtigten Flächen dienen.

Für die drei Behandlungsvarianten des Strandes wurde außer den Individuensummen auch die Zahl der Arten ausgewertet. Zur Biodiversität wurden Summen aus den Artenzahlen der Einzelproben gebildet: trat eine Spülsaumart in drei Teilproben eines Strandabschnittes auf, wurde sie für die Artensumme drei Mal gewertet.

Im Mittel über alle 114 Vergleichsproben wurden 0,73 Arten je Probe angetroffen; der Maximalwert einer Einzelprobe waren 7 von insgesamt 21 angetroffenen Spülsaum-Taxa in der Strandmitte eines Transekts im Nationalpark.

8.6.1 Fläche Z1

Auf dieser manuell gereinigten und intensiv begangenen Fläche wurden insgesamt 73 Spülsaumtiere gefunden, was 1,87 Individuen pro Probe entspricht. Gegenüber der Vergleichsfläche Z6 fehlten demnach 70 % der zu erwartenden Individuen.

Im Herbst lag die Individuenzahl pro Probe (n = 3) noch bei 14,3, im Frühjahr bei 1,7 und im Sommer dann bei 0,0 (jeweils n = 18). Gegenüber dem Jahresmittelwert von 6,3 Tieren pro Probe auf der Referenzfläche sind dies Abweichungen von +127 % im Herbst, -74 % im Frühjahr und -100 % im Sommer.

Hinsichtlich der Spülsaumartenzahlen ist die Veränderung im Jahresverlauf ähnlich dramatisch. Im Gesamtjahr verteilten sich 19 Artnachweise auf 39 Proben, also 0,49 Arten pro Probe. Im Herbst gab es 7 Artnachweise in drei Proben, also 2,3 Arten pro Probe. Im Frühjahr sank dieser Wert auf 0,67 Arten, im Sommer auf 0,0.

8.6.2 Fläche Z2

Auf dieser maschinell gereinigten und intensiv begangenen Fläche wurden bei den drei Probendurchgängen zusammen nur 34 Spülsaumtiere gefunden, das entspricht 0,87 Tieren pro Probe. Gegenüber der Vergleichsfläche Z6 ist die Individuenzahl mithin um 86 % reduziert.

Im Herbst lag die Individuenzahl pro Probe (n = 3) noch bei 2,0, im Frühjahr bei 0,83 und im Sommer bei 0,72 (jeweils n = 18). Gegenüber dem Jahresmittelwert von 6,3 Tieren pro Probe auf der Referenzfläche sind dies Defizite von 68 % im Herbst, 87 % im Frühjahr und 89 % im Sommer.

An Artnachweisen von Spülsaumarten gelangen im Jahresverlauf 22, also im Mittel 0,56 Arten pro Einzelprobe. Bei der Herbstbeprobung hatten drei Proben immerhin noch 6 Artnachweise (2,0 Arten) ergeben, das Zehnfache des Sommerwertes. Während im Frühjahr noch 12 Artnachweise in 18 Teilproben gelangen (0,67 Arten pro Probe), waren es im Sommer nur noch vier in jeweils 18 Proben (0,22 Arten).

8.6.3 Fläche Z6

Die Nationalparkfläche erbrachte im Jahresverlauf eine Gesamtzahl von 227 Spülsaumtieren und stellte damit einen Anteil von 68 % aller Spülsaumorganismen im Variantenvergleich.

Die Individuenzahl von im Mittel 6,3 Tieren per Probe veränderte sich jahreszeitlich von 13,3 Tieren im Herbst auf 3,2 im Frühjahr und 7,7 im Sommer, wobei die punktuell in großer Zahl auftretenden Strandflohkrebse die Zahlen sehr bestimmten.

Der Bezugswert der Artenvielfalt beläuft sich für die Referenzfläche Z6 auf 42 Artnachweise aus 36 Proben, also 1,17 Arten pro Probe. Dieser Faktor war im Herbst mit 2,67 vergleichsweise hoch und sank dann auf 1,33 im Frühjahr und 0,78 im Sommer ab.

Zusammenfassend zeigen die beiden beeinträchtigten Flächen Z1 und Z2 eine im Schnitt um rund 55 % verringerte Individuenzahl gegenüber der Referenzfläche Z6. Allerdings schwanken die Relationen jahreszeitlich stark. Fläche Z1 war im Herbst gleichwertig mit Fläche Z6, im Frühjahr erlitt Z6 einen vorübergehenden Einbruch, und im Sommer war Fläche Z1 dann komplett frei von allen Strandorganismen.

Die Artenzahl pro Probe lag im Herbst bei maximal 2,67 Arten (im Nationalpark) und sank dann auf allen Flächen ab. Demnach ist der Herbst unter den derzeitigen Bedingungen im Gebiet die Optimalzeit für Strandinsekten.

8.7 Faunistische Besonderheiten

Unter den 805 gefundenen Wirbellosen waren einige bemerkenswerte Arten. Unter den Meerestieren überraschte die Strandkrabbe durch Abwesenheit, während die in einer Probe enthaltenen Jungtiere durchweg Chinesische Wollhandkrabben (Eriocheir sinensis) waren. Eine nicht ganz alltägliche Art ist die kleine Assel Jaera nordmanni, die in einem Exemplar angespült gefunden wurde. Auf der Roten Liste der gefährdeten Arten steht der Seegraskäfer Macroplea mutica, der mit einem Exemplar und einem leeren Puppenkokon angespült wurde.

Unter den Dünentieren fiel der nur in Weißdünen der Ostsee lebende flugunfähige Rüsselkäfer Otiorhynchus atroapterus auf sowie der an der Salzmiere fressende, aber auch im Binnenland an Mieren lebende Goldstreifige Schildkäfer Cassida nobilis.

Unter den Spülsaumbewohnern fand sich als bemerkenswerte Art in vier Proben die an verrottende Braunalgen gebundene und oft mit den Strandflohkrebsen vergesellschaftete Strand-Phaleria (Phaleria cadaverina). Gabris (2013) betont die Abhängigkeit dieser Art von ungestörten Stränden mit intakten Spülsäumen an der polnischen Ostseeküste und hatte Schwierigkeiten, die Art an touristisch genutzten Stränden zu finden.



Abb. 26: Die Strand-Phaleria gehört zur Familie der Schwarzkäfer, ist jedoch in Anpassung an den Sand strohblond gefärbt mit einer leichten Verdunkelung in der Flügeldeckenmitte (Foto: RB)

9. Diskussion

Die Datenauswertung hat einige generelle Muster in der Zusammensetzung der örtlichen Strandzönose gezeigt. Grundsätzlich gehörte etwa die Hälfte der in den Proben angetroffenen Wirbellosen zu den Besiedlern des Strandes und seiner Spülsäume, die andere Hälfte sind von Wind und Wellen verdriftete Irrgäste aus dem Binnenland oder aus dem Meer sowie – vor allem im Frühjahr - auch Besucher aus den angrenzenden Dünen.

Jahreszeitlich waren die Individuenzahlen der Tiere im Herbst und Frühjahr etwa doppelt so hoch wie im Sommer. Dies galt insbesondere an den intensiv genutzten Strandabschnitten, wo die Individuenzahlen zum Sommer hin drastisch einbrachen, bis hin zu einem völligen Fehlen aller typischen Strandtiere im Sommer auf Fläche Z1. Dies deutet auf einen erheblichen negativen Einfluss der menschlichen Strandnutzung auf die Strandtiere hin. Allerdings ist im vorliegenden Ansatz methodisch nur schwer zwischen der Vertrittwirkung der Strandbesucher und der Wirkung von Strandreinigungen zu unterscheiden, da der Vertritt einen erheblichen Einfluss auf die Spülsaumbewohner hat und in allen untersuchten Bereichen die Effekte der Strandreinigung überlagert.

Bei Betrachtung allein der Strandtiere zeigen sich die höchsten Individuenzahlen im mittleren Strandbereich, wo die Spülsäume noch feucht und bereits in Zersetzung befindlich sind. Garrido et al (2008) wiesen nach, dass am 3. Tag nach der Ausbringung/Anspülung von Algen am Strand die meisten Besiedler eintreffen und dann über drei Wochen ihre Populationen aufbauen, bis das Angespülte zersetzt oder ausgetrocknet ist und „die Karawane weiterzieht“.

Insgesamt waren die nachgewiesenen Strandorganismen uneinheitlich in Raum und Zeit verteilt. Die manuell gereinigte Fläche Z1 am Hauptstrand fiel im Herbst und Frühjahr durch einen vergleichsweisen hohen Artenreichtum bei den Strandinsekten auf, war im Sommer jedoch komplett tot. Die Nationalparkzone Z6 hingegen wies wiederholt große Zahlen von Strandflohkrebsen auf, die anderswo weitestgehend fehlten.



Abb. 27: Grabspuren zahlreicher Strandflöhe, die an vergrabenen Algen fressen (Foto: RB)

Bei den Tangfliegen und den „echten“ Spülsaumkäfern Phaleria cadaverina und Cercyon litoralis war erstaunlicherweise keine Korrelation mit dem Störungsgrad der besiedelten Strandabschnitte erkennbar. Möglicherweise ist die Flugfähigkeit die Erklärung für die gleichmäßige und störungsunabhängige Verteilung der Strandinsekten. Krebse und Springschwänze dagegen sind weniger mobil und enger mit der kleinräumigen Störungsintensität korreliert; sie spiegeln damit die realen Standortverhältnisse im Jahresdurchschnitt wider. Die flugfähigen Käfer und Tangfliegen dagegen können auch in stark gestörte Strandabschnitte einfliegen, sobald dort geeignetes Treibsel vorhanden ist.

Wird der Spülsaum allerdings anschließend zertreten oder entfernt, werden die Insekten und ihre Reproduktionsstadien mit beseitigt. Die intensiv genutzten Strände sind somit als permanente Senke für flugaktive Strandinsekten zu sehen, die aus ungestörten Strandbereichen zufliegen und an den Intensivstränden vergebens eine Ansiedlung versuchen und vermutlich oft ums Leben kommen. Dies könnte im Umkehrschluss bedeuten, dass es an intensiv genutzten Stränden sinnvoll sein könnte, jeweils innerhalb von zwei Tagen das Treibsel zu beseitigen, ehe es von den Insekten besiedelt wird. Dann ist der Strand zwar auch „tot“, aber er verlockt keine flugaktiven Strandinsekten aus anderen Bereichen zu Landung und lebensbedrohlichen Ansiedlungsversuchen.

Die Menge und Artenzahl der in dieser Studie gefundenen Spülsaumtiere ist vergleichsweise gering. Garrido et al (2008) fingen an der Atlantikküste 19 an Spülsäume gebundene Käferarten, in Zingst waren es 9 Käferarten, von denen nur drei wirklich an Strände gebunden sind (Phaleria cadaverina, Cercyon litoralis, Hypococcus rugifrons). Demnach weisen die Untersuchungsflächen in Zingst nicht einmal die Hälfte des erwartbaren Artenspektrums auf, sind also deutlich in der Artenzahl verarmt. Die weniger gestörte Probefläche im Nationalpark ist hinsichtlich der individuenreich vorhandenen Strandflöhe deutlich naturnäher, es fehlen aber auch hier viele Käfer und Tangfliegen.

Colombini et al (2005) fingen am Mittelmeer mit Bodenfallen binnen drei Tagen(!) bis zu 6000 Strandflohkrebse und 50 – 600 Phaleria pro 10-m-Transekt an ihren Stränden. Die Fangmethoden sind nicht vergleichbar, aber der Lebensraum und die Artenspektren durchaus. Es ist also anzunehmen, dass die als Referenz gewählte Strandfläche Z6 in der Nutzungszone des Nationalparks, die ja durchaus auch noch von einigen Strandspazier-gängern und Badegästen betreten wird, keineswegs den Optimalzustand einer natürlich Strandfauna aufweist.

Insgesamt muss die Aussagekraft der vorliegenden Studie mit gewisser Vorsicht betrachtet werden, da einige wesentliche Befunde nicht plausibel erklärbar sind. So fällt auf, dass die hinsichtlich der Spülsaumtiere artenreichsten Proben im am stärksten gestörten Strandabschnitt Z1 und Z2 auftraten. Dies war im Herbst, als dort durchaus Spülsaummaterial vorhanden war. Wären alle Strandinsekten gerade neu eingeflogen, so bliebe trotzdem unerklärt, warum zum selben Zeitpunkt an den weniger gestörten Stränden Z4 bis Z6 keine gleichwertig artenreiche Fauna anzutreffen war. Es ist also anzunehmen, dass die Strandfauna stark fluktuiert und gerade unter dem steten Störungsregime von Vertritt und Reinigungen viele Zufallseffekte zeigt, die erst bei langjähriger Untersuchung zu klaren Befunden verdichtet werden könnten.

Die Witterung, hohe Wasserstände und möglicherweise die Tageszeit der Probenahme sind äußere Faktoren, die die Auffindbarkeit der mobilen Strandfauna beeinflussen.



10. Schlussfolgerungen

1. Starke Strandnutzung durch Fußgänger bringt durch Vertrittwirkung die nicht flugfähigen Strandtiere (Flohkrebse, Springschwänze) lokal fast vollständig zum Verschwinden.

2. Am intensiv genutzten Hauptstrand Z1 reduziert der sommerliche Strandbetrieb den im Winterhalbjahr herangewachsenen Bestand an Strandorganismen auf Null.

3. Zwischen maschineller Reinigung in Abschnitt Z2 und manueller Reinigung in Z1 gibt es kaum einen Unterschied, was durch die dominierende Vertrittwirkung erklärbar ist, die in beiden Abschnitten gleich hoch ist.

4. Flugfähige Strandinsekten versuchen offenbar ständig, sich an intensiv genutzten Stränden zu etablieren, sobald dort Algenspülsäume auftreten. Werden diese allerdings nachfolgend zertreten oder entfernt, werden auch alle darin lebenden Insekten entfernt – der Strand wird zu einer tödlichen Falle und permanenten „Senke“ für diese Arten, die damit den naturbelassenen Stränden entzogen werden.

5. Die Fauna der Strände und Spülsäume ist auf Zingst mit einigen typischen Arten vertreten, aber das Arteninventar wirkt stark ausgedünnt, da mindestens die Hälfte der zu erwartenden Arten fehlt. Mutmaßungen über naturnahe Individuenzahlen sind extrem schwierig, aber es gibt durchaus Strände, an denen die Strandflohkrebse in mindestens zehnfacher Dichte auftreten als derzeit in der individuenreichsten Probe dieser Studie. Es wäre daher zu prüfen, ob und wo im Nationalpark Sandstrände vorhanden sind, die sowohl das Arteninventar als auch die Individuenzahlen der Strandinsekten im natürlichen Umfang für kommende Generationen sichern. Andernfalls müssten Strandbereiche identifiziert werden, wo künftig zumindest der mittlere und obere Strand mit dem angespülten Treibsel komplett gegen Vertritt geschützt werden kann.

6. Finden Strandreinigungen statt, sollte das entfernte Treibsel darauf untersucht werden, wie die darin enthaltenen Tiere mit der Liegedauer der Spülsäume korreliert sind und ob – bei steter täglicher Reinigung – möglicherweise die Gesamtzahl der entfernten Tiere pro Zeiteinheit sinkt. Würde sich dies bestätigen, sollten intensiv genutzte Strände lieber täglich früh morgens maschinell gereinigt werden, um mobile Strandinsekten gar nicht erst zur Landung zu verlocken.

7. Die Frage, ob manuelle Reinigungen schonender sind als maschinelle, ist nur dann relevant, wenn der Strand nicht durch permanenten Vertritt so stark geschädigt ist, dass die Strandlebewesen ohnehin vernichtet werden. Entscheidend für die Tang-besiedler ist das Vorhandensein von feuchtem organischem Treibsel über mehrere Tage bis zu einigen Wochen. Das Treibsel darf weder in den Sand getreten noch entfernt werden.

8. Ungeklärt ist die Frage, ob und wie das entfernte Treibsel auf einem küstennahen Kompostplatz als Ersatzlebensraum fungieren könnte. Sofern die mechanische Beanspruchung nicht allzu stark ist, könnten Jugendstadien von Strandinsekten den Abtransport eventuell überleben und sich abseits des Strandes am Deponieort weiterentwickeln. Den Luftweg zurück zu einem geeigneten Strand finden sie vermutlich über eine Entfernung von bis zu wenigen Kilometern.

11. Literatur

Brauns, A. (1959). Autökologische Untersuchungen über die thalassicolen Zweiflügler (Diptera) im Schleswig-holsteinischen Bereich der Nord- und Ostsee. Arch. Hydrobiol. 55(4): 453-594

Colombini et al (2005): Effects of freshwater river discharge on terrestrial arthropods in Atlantic and Mediterranean sandy shores. MEDCORE Proceedings 35: 237-265

Defeo O, McLachlan A, Schoeman DS, Schlacher TA, Dugan J, Jones A, Lastra M & Scapini F (2009) Threats to sandy beach ecosystems: A review. Estuarine, Coastal & Shelf Science 81: 1-12

Gabriš, Radim (2013): Recent occurrence of Phaleria cadaverina (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Tenebrionidae) on the Baltic coast of Poland. Baltic J. Coleopterol. 13(2) 2013

Garrido, J, Olabarria, C., Lastra, M. (2008): Colonization of wrack by beetles (Insecta, Coleoptera) on a sandy beach oft he Atlantic coast. Vie et milieu – Life and environment 58 (3/4): 223-232

Grundewald R (2004) Auswirkungen des Fremdenverkehrs auf die Dünen- und Spülsaumvegetation auf Rügen und Usedom unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Diversitätsindizes. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 12: 71-88

Heydemann B (1997): Neuer Biologischer Atlas: Ökologie für Schleswig-Holstein und Hamburg, Wachholtz Verlag Neumünster, p. 119-128

Kammler M & Schernewski G (2004) Spatial and temporal analysis of beach tourism using webcam and aerial photographs. In G. Schernewski & N. Löser (eds.): Managing the Baltic Sea. Coastline Reports 2: 121-128

Mossbauer M, Haller I., Dahlke S, & Schernewski G (2012) Management of stranded eelgrass and macroalgae along the German Baltic coastline. Ocean & Coastal Management 57: 1-9

Riecken, U., Finck, P., Raths, U., Schröder, E. & Ssymank, A. (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Zweite fortgeschriebene Fassung 2006. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 34, 318 S. (Short English Version 2009)

Schierding M, Vahder S, Dau L & Irmler U (2011) Impacts on biodiversity at Baltic Sea beaches. Biodiversity Conservation 20: 1973 – 1985

Schlacher TA, Schoeman DS, Dugan J, Lastra M, Jones A, Scapini F und McLachlan A (2008) Sandy beach ecosytsems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. Marine Ecology 29 (Suppl. 1: Advances in sandy shore ecology: Proceedings of the fourth international Sandy Beach Symposium, eds. M Lastra und T Schlacher): 70-90

Schumacher S (2008) Sandstrände der deutschen Ostseeküste – Gefährdung, Schutz und Ökologie der Wirbellosen. IKZM-Oder Berichte 53: 30-36

Seer FK, Irmler U & Schrautzer J (2016) Beaches under pressure – effects of human access on vegetation at Baltic Sea beaches. Applied Vegetation Sciences 19/2: 225-234

Satzung über die Strand- und Badeordnung der Gemeinde Ostseeheilbad Zingst (2007, geändert 2014)

Weslawski JM, Stanek A, Siewert A & Beer NE (2000) The sandhopper (Talitrus saltator, Montagu 1808) on the Polish Baltic Coast. Is it a victim of increased tourism? Oceanological Studies 29: 77–87

Willmott H and Smith T (2004) Effects of mechanical cleaning, and its cessation, on the strandline fauna at Sand Bay. Proceedings of the Somerset Archaeology and Natural History Society 147: 263-273

Online-Quellen

Deutscher Wetterdienst, Climate Data Center (Tageswerte): www.dwd.de/cdc

Gewässerkundliches Informationssysetm der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes: www.pegelonline.wsv.de/

Webcam südwestlich der Seebrücke Zingst mit Blick nach Norden: www.zingst.de/service/webcam-wetter/webcam