

Abteilung Angewandte Ökologie, Institut für Ökosystemforschung,  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

## Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste

Abschlussbericht  
über das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt  
unter dem Az. 28733 geförderte  
Forschungs- und Entwicklungsprojekt

Franziska Seer, Torsten Düwel, Ulrich Irmeler, Joachim Schrautzer

Juli 2015





06/02		<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>			
Az	<b>28733</b>	Referat	<b>33/0</b>	Fördersumme	<b>116.760 €</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste</b>			
<b>Stichworte</b>		Naturschutz Arten- /Biotopschutz			
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>4 Jahre</b>	<b>1.6.2011</b>	<b>31.5.2015</b>			
Dritter Zwischenbericht					
<b>Bewilligungsempfänger</b>		Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Ökosystemforschung Abteilung Angewandte Ökologie Olshausenstraße 75 24118 Kiel		Tel	0431-880-4311 0431-880-1199
				Fax	0431-880-1111
				<b>Projektleitung</b> Prof. Irmiler Prof. Schrautzer	
				<b>Bearbeiter</b> Torsten Düwel Franziska Seer	
<b>Kooperationspartner</b>		Lighthouse Foundation, Kanalstraße 61, 24159 Kiel			
<b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b>					
<p>Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Konzeptes zur nachhaltigen Nutzung von Ostseestränden Schleswig-Holsteins. Hierzu sollen insbesondere die Auswirkungen von Vertritt durch Touristen auf charakteristische Pflanzen und Tiere des Lebensraumes Strand untersucht werden. Dies erfolgt durch experimentelle Freilanduntersuchungen an Pflanzen, Messungen zum Raumbedarf von Tieren und Wiederansiedlungsversuche ausgewählter Tierarten an verschiedenen Strandabschnitten. Auf der Grundlage der daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen Leitlinien für den nachhaltigen Schutz von Lebensgemeinschaften an Ostseestränden erarbeitet werden. Die Interessen und Bedürfnisse von Touristen und Anwohnern sollen durch eine Stakeholder-Analyse an ausgewählten Referenzstandorten, die als Fallbeispiele dienen, erhoben werden. Schließlich soll aus diesen Ergebnissen gemeinsam mit Gemeinden und bestehenden Projekten ein Konzept entwickelt werden, mit dem sich Naturschutz und touristische Nutzung an den Ostseestränden künftig besser vereinbaren lassen.</p>					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
<p>In Freilanduntersuchungen sollten für die Entwicklung des Schutzkonzeptes notwendige biotische Effekte quantitativ erfasst werden. Die intensive touristische Nutzung von Stränden der Ostsee führte dazu, dass die meisten der in diesem Projekt durchgeführten Freilanduntersuchungen in bereits bestehenden Naturschutzgebieten (NSG) stattfinden mussten. Ausgewählt wurden: NSG Schleimündung, NSG Strandseenlandschaft bei Schmoel und NSG Kleiner Binnensee bei Behrendsdorf.</p>					
Zur Ermittlung der Nutzungsintensität von Stränden wurde die Trittbelastung an moderat genutzten Stränden der					

Ostsee aufgenommen. Probefelder von 4 m<sup>2</sup> Größe wurden täglich geebnet und die durch Touristen entstandenen Trittsuren dokumentiert.

Die Bewegung und der Aktionsraum einiger großer mobiler Wolfsspinnen (Lycosidae), die typischerweise den Strand besiedeln, wurden in ihrem Lebensraum in allen drei Naturschutzgebieten untersucht. Aus der ermittelten Populationsgröße und der benötigten Strandfläche konnte unter anderem auf den Flächenbedarf einer minimal überlebensfähigen Population geschlossen werden. Für diese Untersuchung wurden Strandabschnitte mit lebend fangenden Bodenfallen in einem dichten Netz von Probepunkten bestückt. Die gefangenen Individuen der Arten „Große Flussuferwolfsspinne“ (*Arctosa cinerea*), *Arctosa perita* und „Ackerwolfsspinne“ (*Pardosa agricola*) wurden vermessen, individuell markiert und ihre Wiederfänge dokumentiert. Zusätzlich wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit die Reaktion von *A. cinerea* auf touristische Strandnutzung analysiert. Hierzu wurden Individuen von *A. cinerea* an einem touristisch genutzten Strand und in einem NSG über längere Zeit direkt beobachtet.

Ein Versuch zur Wiederansiedlung des Strand-Sandlaufkäfers (*Cicindela maritima*) wurde im Schutzgebiet im NSG Strandseenlandschaft bei Schmoel unternommen. In 2011 wurden 22 Individuen aus einer stabilen Population von der Insel Sylt umgesetzt. Im Verlauf von drei Jahren sollte die Populationsentwicklung verfolgt werden, eventuelle Einflüsse, die einer Wiederansiedlung im Wege stehen, diskutiert und, wenn möglich, ausgeräumt werden.

Die Vegetation an den Stränden wurde in Transekten von der Strandwallkuppe zum Wasser aufgenommen. Es wurden Strände mit drei unterschiedlichen Nutzungsstufen ausgewählt: Naturschutzgebiet (NSG), Naturschutzgebiet mit Zugang für Touristen zum unteren Strandbereich (NSGH) und moderat genutzter Badestrand (T).

Ausgewählte Pflanzenarten wurden in Experimentalfeldern am Strand angepflanzt, um den Einfluss des Vertritts auf ihre unterschiedlichen Entwicklungsstadien über einen längeren Zeitraum zu untersuchen. In diesen Experimentalfeldern wurden verschiedene Vertrittsdichten simuliert. Neben einer Nullparzelle ohne Vertritt wurden Parzellen mit Vertrittsdichten von 1 Tritt m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> und 2 Tritten m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> angelegt. Voruntersuchungen und die Anzucht der Pflanzen erfolgten in den Gewächshäusern und im Freilandbereich des Botanischen Gartens der Universität Kiel.

Für die erfolgreiche Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden an der Ostseeküste ist die Kenntnis der verschiedenen Konfliktpotentiale und der Interessenlagen der einzelnen Nutzergruppen als potentielle Akteure in Strandschutzvorhaben eine wesentliche Voraussetzung. Um diese in Erfahrung zu bringen, wurden im Rahmen dieser Teilstudie durch Dipl.-Geogr. T. Düwel an drei ausgewählten Modellstandorten (Lindhöft, Surendorf, Hohenfelde) die lokalen Akteurskonstellationen untersucht und über schriftliche Befragungen und persönliche, Leitfaden gestützte Interviews die Einstellungsmuster von 20 lokalen und überregionalen Stakeholder erhoben. Es ging dabei insbesondere darum, die Umsetzungsmöglichkeiten für zukünftige Strandschutzmaßnahmen an der Ostseeküste auszuloten und zu analysieren. Zur Erhebung der Situation vor Ort wurde des Weiteren an den Modellstandorten die Strandnutzung der Touristen durch Beobachtung ihrer Aktivitätsmuster am Strand erfasst.

Durch einen Workshop sollten gemeinsam Alternativen für die Strandnutzung erarbeitet werden, die die Region für Touristen attraktiv gestalten und gleichzeitig die Bedürfnisse einer naturnahen Strandökologie berücksichtigen sollte. Hierzu stellten ausgewählte Referenten verschiedene Sichtweisen und Möglichkeiten aus Wissenschaft, Politik und Praxis dar. Der Workshop wurde in Zusammenarbeit des Klimabündnisses Kieler Bucht durchgeführt. Durch diese Kooperation konnte ein größerer Personenkreis angesprochen werden.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die in 2011 erhobene mittlere Trittdichten extensiv genutzter Strände lagen zwischen 7,8 (±1,3) Tritten m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> in Hohenfelde und 3,6 (±0,4) Tritten m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> am Strand der Strandseenlandschaft Schmoel.

Die Untersuchungen zum Raumbedarf von Lycosidae am Strand der Strandseenlandschaft Schmoel in 2012 und in Schleimünde in 2013 ergaben, dass männliche *A. cinerea* im Mittel einen Raum von 182,60 (±123,46) m<sup>2</sup> (bzw. 143,18 (±22,62) m<sup>2</sup> Schleimünde) Größe nutzten. Die maximale Distanz im minimalen komplexen Polygon längs des Strandes betrug 75,57 (±2,92) m. Die Verteilung der Fänge aller Spinnenarten in den Fallen zeigte, dass die Fanghäufigkeiten in der untersten Reihe signifikant geringer war als in der mittleren und der oberen Reihe. Der obere Bereich des Strandes wurde somit deutlich intensiver genutzt als der untere Bereich. Die mittlere Populationsgröße von *A. cinerea* betrug 90,58 ±53,9 Individuen in dem NSG Strandseenlandschaft Schmoel (47,21 ±29,8 Schleimünde). *A. perita* hatte eine mittlere Populationsgröße von 70,5 ±41,8 Individuen (Fig. 3) in der Strandseenlandschaft Schmoel (348,3 ±254,2 Schleimünde). Es ist davon auszugehen, dass sich auf einer

Strandlänge von mindestens 1,5 km eine überlebensfähige Population von *A. cinerea* etablieren könnte.

Bei den in 2011, 2012 und 2013 durchgeführten Vegetationsaufnahmen an unterschiedlich genutzten Stränden traten auf 4 m<sup>2</sup> mit 7,6 (±0,4) Arten im Nutzungstyp NSGH am meisten Arten auf. Unter ungestörten Bedingungen bildeten sich geschlossene Teppiche von *Honckenia peploides* mit einem relativ hohen Deckungsgrad am Strand aus. In gestörten Bereichen wurde dieser Teppich aufgelockert und der Anteil an der Vegetationsdeckung war signifikant geringer (T: 20,9 %, NSG: 50,2 %). Der Anteil der störungsadaptierten Artemisetea-Arten („Ruderalarten“) war an den genutzten Strandbereichen signifikant erhöht (T: 12,4 %; NSG: 1,2 %). Die Untersuchungen zeigten, dass im Schutzkonzept NSGH die charakteristische Artenzusammensetzung und die daraus abgeleitete Funktionalität nicht in vollem Umfang erreicht wurden, wie in komplett abgeschlossenen Naturschutzgebieten. Dennoch ist die Qualität dieses Nutzungstyps (NSGH) im Vergleich zu T deutlich höher zu bewerten.

Die Ergebnisse des Trittbelastungsversuchs ergaben, dass die Wuchshöhe und die maximale Blattlänge von *Atriplex prostrata* zu Beginn der Trittbelastung signifikant reduziert wurden. Bei *Crambe maritima* wurde die maximale Blattlänge durch Tritt verringert. Ein Einfluss auf die Photosyntheseproduktivität oder auf die Reproduktion konnte bei keiner der untersuchten Arten festgestellt werden. Die Überlebensrate von *C. maritima* wurde durch Tritt signifikant auf unter 40 % reduziert. *Honckenia peploides* zeigte keine Änderungen des Wuchses und der Fitness durch Tritt. Da die angewandten Trittintensitäten z.T. ein Viertel der tatsächlichen Trittbelastung an den Stränden entspricht, ist davon auszugehen, dass der Einfluss der touristischen Strandnutzung auch Arten belastet, die in dem Experiment mit geringer Trittbelastung keine negativen Auswirkungen zeigten.

Die Befragung von Stakeholdern ergab ein sehr heterogenes Bild, welches aus der unterschiedlichen Sicht und dem verschiedenen Verständnis für den Raum „Strand“ erfolgt. Obwohl die Mehrheit der Befragten (75 %) erkannt hatte, dass der nachhaltige Schutz der Strände eine wichtige Aufgabe in Zukunft ist, ließen sich die Akteure entsprechend ihrer Profession und ihrer Ziele zu etwa gleichen Teilen in Promotoren, Opponenten und neutrale Stakeholder in Bezug auf mögliche zukünftige Strandschutzmaßnahmen in ihrem Umfeld einteilen. Vorbehalte gegenüber Strandschutzmaßnahmen im Sinne des Naturschutzes ließen sich auf unterschiedliche Nutzungsansprüche, vor allem aber auf die Befürchtung eines Attraktivitätsverlust für Touristen und die damit verbundenen finanziellen Einbußen zurückführen. Die absolute Separation von Naturstrand und Tourismus, wie zum Beispiel die Einrichtung von neuen Naturschutzgebieten, wurde immer deutlich in Frage gestellt. Zukünftige Schutzzonen sollten in jedem Fall einen freien Zugang zum Wasserbereich gewähren, wobei temporäre oder auch Teilabsperungen im oberen Strandabschnitt an bestimmten Stränden tolerabel wären. Der Mehrzahl der Stakeholder zufolge müsse es vermehrt darum gehen, aufzuklären und für die Themen Strand- und Naturschutz zu sensibilisieren. In Bezug auf mögliche neue Schutzzonen an Stränden würden, neben einer genauen Analyse und Vorbereitung etwaiger Maßnahmen, insbesondere das Vorhandensein eines starken lokalen „Treibers“, der die Projekte voranbringt, notwendig sein. Außerdem war eine überörtliche Strategieentwicklung erwünscht, die in der Planung all diese Belange gleichberechtigt berücksichtigen würde und möglichst alle Stakeholder schon früh in den Prozess partizipativ einbringt.

### **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Bisher wurde das Projekt über verschiedene Artikel in Zeitschriften an die Öffentlichkeit gebracht. Unter anderem wurden das Projekt und erste Ergebnisse in der Vereinszeitung des Jordsand e.V., „Seevögel“ präsentiert (SEER et al. 2012b). Neben der Vorstellung des Projektes auf diversen lokalen Veranstaltungen wurden durch Poster und Präsentationen erste Ergebnisse des Projektes auf nationalen und internationalen Workshops und Konferenzen vorgestellt.

Das Projekt wurde in die Lehre der Universität Kiel durch Abschlussarbeiten (Bachelor und Master) sowie durch die Entwicklung eines Kurstages im Masterstudiengang Environmental Management unterstützt. Hierdurch sollen zukünftige Fachleute ein breites Verständnis für den Lebensraum Strand und seine Schutzwürdigkeit erhalten.

Am 14.4.2014 fand gemeinsam mit dem Klimabündnis Kieler Bucht ein Workshop in dem Ostsee Info-Center in Eckernförde mit dem Titel „Tourismus und naturnahe Strände – ein Widerspruch?“ statt. Referenten aus Politik, Wissenschaft und Praxis stellten Aspekte der Strandnutzung und des Strandschutzes vor. In einer Diskussion mit den Teilnehmern wurden Fragen nach bereits bestehenden Vorhaben, Nutzungskonflikten und Schwerpunkträumen gestellt. Hierbei wurden einzelne positive Beispiele (Naturstrand Laboe) aber auch Konflikte (Fehmarn; Zäune um Naturschutzgebiete) und Kommunikationshürden aufgezeigt. Abschließend wurde festgestellt, dass Touristen sowohl den klassischen Kurstrand als auch extensiv genutzte Strandbereiche wünschen und dieses komplexe

Angebot entsprechend vermarktet werden sollte. Hierzu sei neben einem ausgebauten Bildungsangebot auch eine verstärkte interkommunale Zusammenarbeit notwendig. Der Workshop wurde in der regionalen Presse vorgestellt und diskutiert.

Um die Ergebnisse des Projektes auch den Touristen und Anwohnern nahe zu bringen, wurde auf der KLIMALE (14.-15.7.2015) in Eckernförde die Inhalte des Projektes mit Ausstellungsposter und einem ansprechenden Quiz vorgestellt. Die KLIMALE ist ein Strandfestival rund um Küste, Klima und Kunst, das jährlich vom Klimabündnis Kieler Bucht veranstaltet wird.

### **Fazit**

In den letzten Jahren konnte bereits ein großes Interesse an der Ausweitung des Schutzes der Ostseestrände von Seiten der Naturschutzvertreter festgestellt werden. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen verdeutlichten die Dringlichkeit des Vorhabens. Die Raumnutzung von Wolfspinnen, die Trittempfindlichkeit verschiedener Strandpflanzen sowie das Vorkommen von Pflanzen an unterschiedlich genutzten Stränden zeigten, dass eine Einschränkung der touristischen Nutzung an Stränden förderlich für die Entwicklung charakteristischer Lebensgemeinschaften ist. Aktive Versuche zur Wiederbesiedlung mit Strandarten gestalteten sich, je nach Art, eher schwierig. Wichtig für die Ableitung von Entwicklungspotenzialen war die Erkenntnis, dass für den Erhalt der Gesamtartenvielfalt der Strände der Schutz von sowohl touristisch attraktiven Sand- als auch von eher unattraktiven Geröllstränden notwendig ist. Stakeholderuntersuchungen ergaben ein sehr heterogenes Bild mit zum Teil sehr motivierten Vertretern verschiedener Branchen für eine Ausweitung des Strandschutzes, aber auch einer direkten Ablehnung jeglicher Maßnahmen. Die absolute Separation von Naturstrand und Tourismus, wie zum Beispiel die Einrichtung von Naturschutzgebieten, wurde meistens abgelehnt. Als Grundvoraussetzung für die Durchführung von Strandschutzmaßnahmen sahen die Stakeholder immer die Gewährleistung des Zuganges zum Strand.

Das Nutzungskonzept der Strände, die parallel zum Wasser abgesperrt werden (NSGH), versucht, diese Aspekte miteinander zu vereinbaren. Obwohl der obere Strandbereich aufgrund der botanischen Zusammensetzung und der Verteilung der Wolfspinnen im Raum als besonders sensibel gegenüber Tritt identifiziert wurde, zeigten sich signifikante Unterschiede in der Verteilung der funktionellen Pflanzeigenschaften am halb abgesperrten Strand. Hierdurch könnten auch mögliche Zukunftsszenarien, die insbesondere im Rahmen des Klimawandels zu Problemen führen werden, wie Erhöhung der Wellendynamik und Verlängerung der Badesaison, besser berücksichtigt werden. Ein weitergehendes, auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes Konzept sollte zusätzliche Maßnahmen wie die Aufgabe der Strandreinigung und die Organisation von Besucherinformation berücksichtigen. Dieses wird im Detail im Kapitel 10 diskutiert.

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zu den Lebensraumanprüchen von charakteristischen Pflanzen- und Tierarten der Ostseestrände Schleswig-Holsteins sowie zu den sozio-kulturellen Bedingungen für eine naturnähere Strandnutzung sind eine geeignete Grundlage für eine flächenscharfe überregionale Planung im Sinne einer nachhaltigen Strandnutzung.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>13</b>
<b>1. Idee und Zielsetzung des Projektes</b>	<b>14</b>
<b>2. Wolfspinnen der Ostseestrände</b>	<b>16</b>
2.1 Material und Methodik	16
2.1.1 Untersuchungsobjekte	16
2.1.2 Fang-Wiederfang Untersuchungen	17
2.1.3 Direkte Observation von Bewegungsmustern	19
2.2 Ergebnisse	20
2.2.1 Generelle Verteilung von Spinnen und Raumannsprüche am Strand	20
2.2.2 Populationsdynamik	22
2.2.3 Bewegungsmuster von <i>A. cinerea</i>	23
2.4 Diskussion	25
2.4.1 Raumannsprüche, Mobilität und Populationsgröße von Lycosidae	25
2.4.2 Einfluss von Touristen auf die Bewegungsmustern von Wolfsspinnen	26
2.4.3 Anmerkungen zu einem nachhaltigen Strandmanagement	26
<b>3. Wiederansiedlung von <i>Cicindela maritima</i></b>	<b>27</b>
<b>4. Ermittlung der Vegetationszusammensetzung unterschiedlich genutzter Strände</b>	<b>28</b>
4.1 Material und Methoden	29
4.1.2 Untersuchungsgebiet und Methode der Vegetationsaufnahmen	29
4.1.3 Artenzusammensetzung	31
4.1.4 Funktionelle Pflanzeigenschaften	31
4.1.5 Statistische Auswertung	32
4.2 Ergebnisse	33
4.2.1 Artenreichtum und Artenzusammensetzung	33
4.2.2 Verteilung der Pflanzeigenschaften	38
4.3 Diskussion	40
4.3.1 Artenreichtum und Artenzusammensetzung	40
4.3.2 Einfluss auf die ökologische Funktionen der Strände	41
<b>5. Vertrittoleranz ausgewählter Strandpflanzen</b>	<b>42</b>
5.1. Methodik	42

5.1.1	Erfassung der Trittdensität	42
5.1.2	Pflanzenmaterial	43
5.1.3	Versuchsaufbau	43
5.1.4	Messungen der Pflanzenparameter	44
5.1.5	Statistische Auswertung	45
5.2	Ergebnisse	46
5.2.1	Biomasse	46
5.2.2	Photosyntheseproduktivität	49
5.2.3	Reproduktion	50
5.2.4	Überleben	50
5.3	Diskussion	50
5.3.1	Einfluss des Tritts auf Pflanzenwachstum und Photosyntheseproduktivität	50
5.3.2	Einfluss von Tritt auf die Populationsdynamik	51
5.3.3	Konsequenzen für ein angepasstes Strandmanagement	52
<b>6.</b>	<b>Nutzungsanalyse der Strände</b>	<b>53</b>
6.1	Messung der Trittdensität	53
6.2	Beobachtung von Bewegungsmustern von Strandbesuchern	53
<b>7.</b>	<b>Die Interessenslage von Stakeholdern in Küstengebieten</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>Workshop „Tourismus und naturnahe Strände – ein Widerspruch?“</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>Kooperationen und Öffentlichkeitsarbeit</b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b>Leitlinien für ein Konzept zum nachhaltigen Strandschutz</b>	<b>62</b>
<b>11.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>70</b>
<b>Anhang</b>		<b>76</b>
<b>A1</b>	<b>Die Interessen potentieller Akteure in Strandschutzprojekten</b>	<b>76</b>
A1.1	Vorbemerkung und Begriffsbestimmung	76
A1.2	Ablauf und Methoden	78
A1.2.1	Die Untersuchungsgebiete	78
A1.2.2	Untersuchungsmethoden und Auswahl der Stakeholder	79
A1.3	Ergebnisse der Stakeholderanalyse	80
A1.3.1	Situation der Strände und Rahmenbedingungen	80
A1.3.2	Die Interessenslagen potentieller Akteure	84

---

A1.3.3	Schutzzonen an Stränden aus Sicht der Akteure	86
A1.3.4	Akzeptanz von Schutzzonen aus Akteurssicht	87
A1.3.5	Kooperation und Vernetzung	91
A1.3.6	Ausblick: Ideen für die nachhaltige Nutzung von Stränden	93
A1.4	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	93
<b>A2</b>	<b>Poster zur Vorstellung von Ergebnissen des Projektes auf der LITTORAL 2014</b>	<b>94</b>
<b>A3</b>	<b>Informationstafel für die KLIMALE 14.-15.7.2015 in Eckernförde</b>	<b>100</b>

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Aufbau des Projektes	14
<b>Abbildung 2:</b>	Lage der Versuchsstandorte	15
<b>Abbildung 3:</b>	<i>A. cinerea</i>	17
<b>Abbildung 4:</b>	<i>A. perita</i>	17
<b>Abbildung 5:</b>	<i>P. agricola</i>	17
<b>Abbildung 6:</b>	Aufbau der Bodenfallen	18
<b>Abbildung 7:</b>	Verteilung der Fänge von <i>A. cinerea</i>	20
<b>Abbildung 8:</b>	Raumanspruch von <i>A. cinerea</i>	21
<b>Abbildung 9:</b>	Populationsgröße von <i>A. cinerea</i> , <i>A. perita</i> und <i>P. agricola</i>	23
<b>Abbildung 10:</b>	Korrelation der beobachteten Bewegungsmuster von <i>A. cinerea</i>	24
<b>Abbildung 11:</b>	Unbelasteter Strand auf Langenwerder	29
<b>Abbildung 12:</b>	Lage der Strände der Vegetationsaufnahmen	30
<b>Abbildung 13:</b>	Skizze der Methodik der Vegetationsaufnahmen	30
<b>Abbildung 14:</b>	Kanonische Korrespondenzanalyse der Vegetationsaufnahmen	35
<b>Abbildung 15:</b>	Darstellung der gewichteten Mittelwerte der Pflanzeigenschaften	39
<b>Abbildung 16:</b>	Skizze des experimentellen Versuchsdesign zur Trittbelastung	44
<b>Abbildung 17:</b>	Aufbau der Versuchsfläche in Schleimünde	44
<b>Abbildung 18:</b>	Änderungen der erhobenen Parameter für Biomasse bei Trittbelastung	47
<b>Abbildung 19:</b>	Änderungen von Fitness des Photosystem II (Fv/Fm) und Chlorophyllgehalt	49
<b>Abbildung 20:</b>	Überleben der Pflanzen unter Trittbelastung	50
<b>Abbildung 21:</b>	Ermittelte Trittintensität an unterschiedlichen Stränden der Ostsee	53
<b>Abbildung 22:</b>	Skizze der Gliederung des Strandes in fünf Zonen	53
<b>Abbildung 23:</b>	Anzahl der Strandbesucher	54
<b>Abbildung 24:</b>	Anzahl der Strandbesucher mit Hunden	54
<b>Abbildung 25:</b>	Relative Verteilung der Strandbesucher in den fünf Strandbereichen	54
<b>Abbildung 26 a-i:</b>	Impressionen aus dem Workshop	59
<b>Abbildung 27:</b>	Informationstafel für Touristen	59
<b>Abbildung 28:</b>	Informationsstand auf der KLIMALE 2015	61
<b>Tabelle 1:</b>	Status der Teilprojekte nach dem ersten Projektjahr	15
<b>Tabelle 2:</b>	Statistischen Effekte 1	21
<b>Tabelle 3:</b>	Statistischen Effekte 2	24
<b>Tabelle 4:</b>	Die funktionellen Pflanzeigenschaften	32
<b>Tabelle 5:</b>	Exklusive und typische Arten der Strände	34
<b>Tabelle 6:</b>	Artenzahl, Vegetationsbedeckung und der Deckung der einzelnen Pflanzenklassen	36
<b>Tabelle 7:</b>	Statistische Effekte	37
<b>Tabelle 8:</b>	Statistische Effekte	40
<b>Tabelle 9:</b>	Bedingungen an den drei Stränden	43
<b>Tabelle 10:</b>	Einfluss von Tritt, Art und Zeit auf die jeweiligen Parameter für Biomasse, Photosyntheseproduktivität und Reproduktion.	48

---

<b>Tabelle 11:</b>	Die wichtigsten Ökosystemfunktionen	62
--------------------	-------------------------------------	----

**Abbildungen im Anhang:**

<b>Abbildung A1:</b>	Zustand der Strände aus Akteurssicht	80
<b>Abbildung A2:</b>	Bereitschaft zu Engagement im Strandschutz seitens der Akteure	82
<b>Abbildung A3:</b>	Mögliche Positionierung potentieller Stakeholder in Strandschutzvorhaben	84
<b>Abbildung A4:</b>	Vermutete Nachteile neuer Schutzzonen aus Akteurssicht	87
<b>Abbildung A5:</b>	Vertrauen in potentielle Projektpartner bei Strandschutzvorhaben aus Akteurssicht	89
<b>Abbildung A6:</b>	Netzwerkeinbindung der befragten Stakeholder untereinander	90
<b>Abbildung A7:</b>	Netzwerkeinbindung ausgewählter Stakeholder untereinander	91

**Abkürzungen**

Behrendorf	Naturschutzgebiet kleiner Binnensee bei Behrendorf (BSD)
MCP	minimales komplexes Polygon
NSG	Naturschutzgebiet
NSGH	Naturschutzgebiet, dessen oberer Strandbereich parallel zur Küstenlinie abgesperrt ist
Schlei	Naturschutzgebiet Schleimündung (SCH)
Stakendorf	Naturschutzgebiet Strandseenlandschaft Schmoel (STA)
T	extensiv touristisch genutzter Strandabschnitt in Deutschland



## Zusammenfassung

Die zunehmende Nutzung der Strände durch Hafenanlagen, Küstenschutz und besonders den Tourismus verdrängen die am Strand lebenden Tiere und Pflanzen aus ihrem Lebensraum. Zusätzlich führt der durch den Klimawandel zu erwartende Meeresspiegelanstieg potenziell zu einer Verkürzung der Strandbreite und somit zu einer höheren Belastung für Organismen am Strand. Das Projekt hat das Ziel, ein Konzept zu erarbeiten, das langfristig die touristische Nutzung mit der Artenvielfalt an Ostseestränden vereinbart. Dazu werden deskriptiv-analytische und experimentelle vegetationsökologische Untersuchungen sowie Erhebungen zu den Lebensraumsprüchen von Tieren am Strand durchgeführt. Für die zoologischen Untersuchungen dienen Wolfspinnen (Lycosidae) als Modellorganismen, deren Raumbedarf ermittelt wird. Durch Belastungsexperimente wird geprüft, wie hoch der menschliche Tritt auf Pflanzen sein darf, um das Überleben und die Etablierung am Strand zu ermöglichen. Außerdem finden Messungen der Trittdensität, Beobachtungen und Interviews zur Nutzung von Sandstränden durch Touristen statt.

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen verdeutlichen die Dringlichkeit ein Konzept zu entwickeln, das Naturschutz- und Tourismusinteressen an den Ostseestränden besser vereinbart.

Die Raumnutzung von Wolfspinnen, die Trittempfindlichkeit verschiedener Strandpflanzen sowie das Vorkommen von Pflanzen an unterschiedlich genutzten Stränden zeigten, dass eine Einschränkung der touristischen Nutzung an Stränden förderlich für die Entwicklung charakteristischer Lebensgemeinschaften ist. Wichtig für die Ableitung von Entwicklungspotenzialen war die Erkenntnis, dass für den Erhalt der Gesamtartenvielfalt der Strände der Schutz von sowohl touristisch attraktiven Sand- als auch von eher unattraktiven Geröllstränden notwendig ist. Ebenso wurde der obere Strandbereich aufgrund der botanischen Zusammensetzung und der Verteilung der Wolfspinnen im Raum als besonders sensibel gegenüber Tritt identifiziert.

Stakeholderuntersuchungen und Diskussionen mit Akteuren an der Küste im Rahmen eines Workshops, der in Kooperation mit dem Klimabündnis Kieler Bucht veranstaltet wurde, ergaben ein sehr heterogenes Bild mit zum Teil sehr motivierten Vertretern verschiedener Branchen für eine Ausweitung des Strandschutzes, aber auch einer direkten Ablehnung jeglicher Maßnahmen. Die absolute Separation von Naturstrand und Tourismus, wie zum Beispiel die Einrichtung von Naturschutzgebieten, wurde meistens abgelehnt. Der Zugang zum Strand ist die Grundvoraussetzung bei der Durchführung von Strandschutzmaßnahmen.

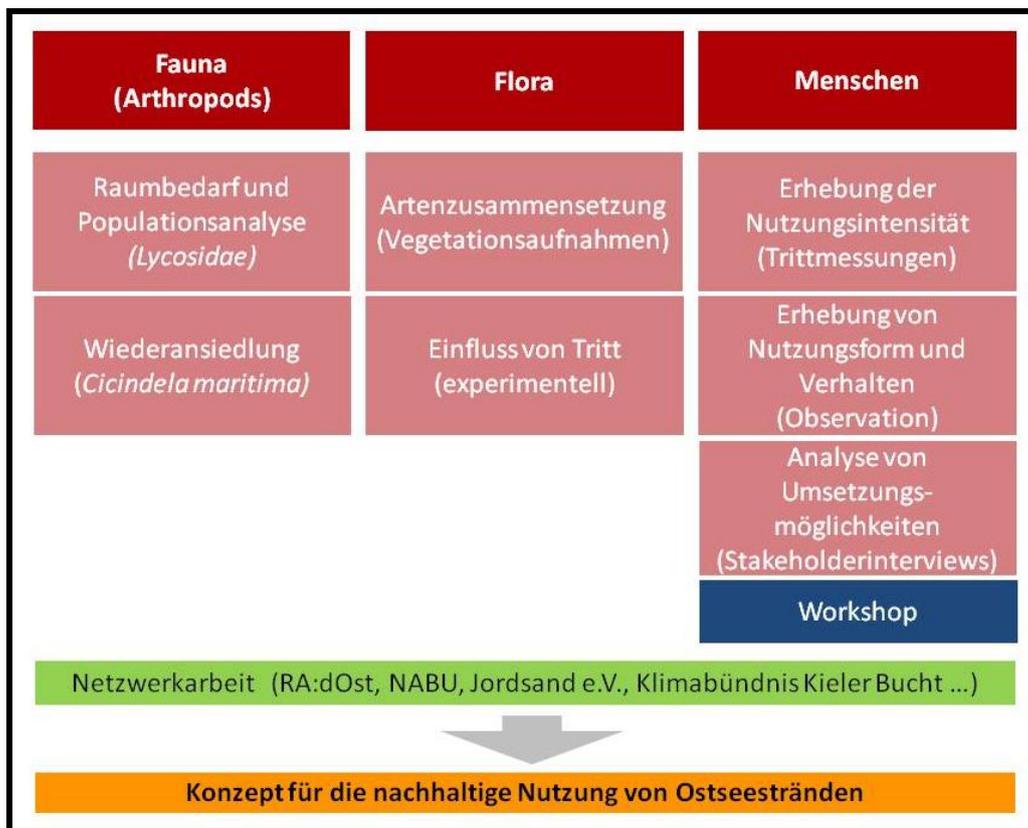
Das Nutzungskonzept der Strände, die parallel zum Wasser abgesperrt werden und dadurch Zugang nur zum unteren Strandbereich bieten, versucht diese Aspekte miteinander zu vereinbaren. Jedoch zeigten sich bei den botanischen Untersuchungen signifikante Unterschiede in der Verteilung der funktionellen Pflanzeigenschaften am halb abgesperrten Strand gegenüber unberührten Strandabschnitten.

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zu den Lebensraumsprüchen von charakteristischen Pflanzen- und Tierarten der Ostseestrände Schleswig-Holsteins sowie zu den sozio-kulturellen Bedingungen für eine naturnähere Strandnutzung sind eine geeignete Grundlage für eine flächenscharfe überregionale Planung im Sinne einer nachhaltigen Strandnutzung.

## 1. Idee und Zielsetzung des Projektes

Die Sandstrände der deutschen Ostseeküste unterliegen einer starken touristischen Nutzung, die bei intensivem Badebetrieb den dort lebenden Pflanzen und Tieren kaum Überlebenschancen bietet. Für den Tourismus, der für Schleswig-Holstein eine besonders hohe wirtschaftliche Bedeutung hat (STATISTIK-NORD 2011), gelten die Strände als Schwerpunkträume (Land-SH 2010). Die Struktur der Strände ist somit weitgehend an die Interessen des Küstenschutzes und des Tourismus angepasst. Nur in wenigen ausgewählten Bereichen wird bereits seit Jahren der Schutz brütender Vögel berücksichtigt. Die heimische Flora ist eher selten Gegenstand von Naturschutzbemühungen (JEDRZEJCZAK 2004).

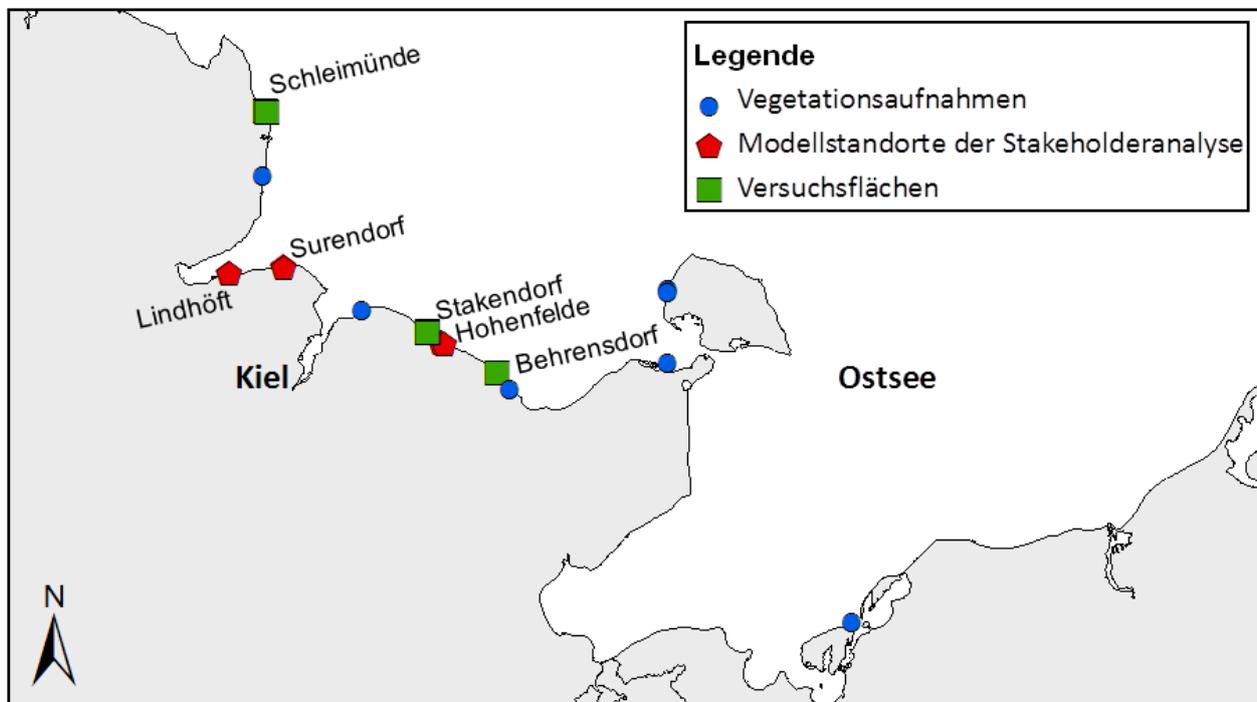
Auf der Grundlage verschiedener Voruntersuchungen (VAHDER & IRMLER 2010, SCHIERDING et al. 2011, IRMLER 2012) wurde im Juni 2011 mit dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und der Lighthouse Foundation geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekt begonnen (ABBILDUNG 1). Hierzu sollten in experimentellen Freilanduntersuchungen die Vertrittempfindlichkeit von zum Teil seltenen und gefährdeten Pflanzen und die Lebensraumgröße minimal überlebensfähiger Tierpopulationen im Strandbereich ermittelt werden. Parallel wurden die Interessen und Nutzungspräferenzen von Touristen erhoben. Auf Basis dieser Daten sollte gemeinsam mit Stakeholdern und Netzwerkpartnern ein Konzept zur nachhaltigen Nutzung von Ostseestränden erarbeitet werden, das sich an die spezifischen Gegebenheiten unterschiedlicher Strandbereiche anpassen lässt. Die in dem Projektantrag vorgesehenen Arbeitsschritte konnten dem Zeitplan entsprechend durchgeführt werden (TABELLE 1).



**Abbildung 1:** Aufbau des Projektes zur Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste

**Tabelle 1:** Status der Teilprojekte nach dem ersten Projektjahr

Nr.	Arbeitspunkt	Zeitraum	Status
1.1	Nutzungsanalyse durch Messung der Trittbelastung	2011/2012	erfüllt
1.2.	Beobachtung von Strandbesuchern	2013	erfüllt
1.3	Workshop mit Stakeholdern (in Zusammenarbeit mit dem Klimabündnis Kieler Bucht)	April 2014	erfüllt
1.4	Persönliche Befragung von Entscheidungsträgern im Küstengebiet (durch Dipl.-Geogr. T. Düwel)	2013/2014	erfüllt
2.1	Raumnutzung von Lycosidae am Strand	2011-2013	erfüllt
2.2	Versuch der Wiederansiedlung von <i>Cicindela maritima</i>	2011-2014	erfüllt
3.1	Ermittlung der Vegetationszusammensetzung an unterschiedlich genutzten Stränden	2011-2013	erfüllt
3.2	Ermittlung der Vertrittoleranz ausgewählter Strandpflanzen	2012/2013	erfüllt
4.	Kooperation und Netzwerkarbeit	2011-2014	erfüllt
5.	Konkrete Konzeptentwicklung	2013-2014	erfüllt



**Abbildung 2:** Lage der Versuchsstandorte (blauer Kreis: Standorte der Vegetationsaufnahmen; rotes Pentagon: Modellstandorte der Stakeholderanalyse und Flächen der Vegetationsaufnahmen; grünes Quadrat: Versuchsflächen der Untersuchungen an Lycosidae, Experimenten zur Trittbelastung von Pflanzen und Flächen der Vegetationsaufnahmen)

## 2. Wolfspinnen der Ostseestrände

Daten zu Bewegungsmustern, zur Strandnutzung und zur Populationsdynamik von Tieren sind essentiell, um ökologische Prozesse auf unterschiedlichen trophischen Ebenen zu verstehen und darauf aufbauend notwendige Anforderungen an das Habitat abzuleiten (SAMIETZ & BERGER 1997). Bisher wurden die Auswirkungen von touristischer Strandnutzung an der Ostsee auf die Ausbreitung und Artenzusammensetzung von Sandflohkrebsen, Insekten und Spinnen untersucht (WESLAWSKI ET AL. 2000; VAHDER & IRMLER 2010; SCHIERDING et al. 2011; IRMLER 2012; SCHIERDING et al. 2013). Allgemein sind Bewegung und Ausbreitung von Tieren durch die Notwendigkeit von Nahrungsaufnahme, Fortpflanzung, Flucht vor Fraßfeinden und Vermeidung von ungünstigen Umweltbedingungen bestimmt (KRAUS & MORSE 2005; AHRENS & KRAUS 2007). Die Verbreitung von Individuen und die Änderungen in Verhaltensmustern durch menschliche Störung zeigen den Einfluss von Menschen auf Arthropodenpopulationen und damit auch indirekt auf die Funktionalität des Ökosystems auf (SUTHERLAND 1996).

Der Strand wird von verschiedenen räuberischen Arthropoden, wie Laufkäfern (SCHIERDING et al. 2011), Kurzflügelkäfern (IRMLER 2012) und Spinnentieren (SCHULTZ & FINCH 1990; VAHDER & IRMLER 2010), bewohnt, die sich hauptsächlich von marinen Arthropoden, wie Sandflohkrebsen oder terrestrischen Insekten (Diptera), ernähren. Gleichzeitig dienen sie als Nahrungsgrundlage für andere räuberische Arthropoden und taxonomisch höher eingestufte Prädatoren wie z.B. Vögeln. Die Gruppe der Wolfspinnen (Lycosidae) wurde hier als Untersuchungsobjekt gewählt, da sie als repräsentative Gruppe für räuberische Arthropoden dient. Es wird vermutet, dass Lycosidae besonders intensiv unter einer Trittbelastung durch den Menschen leiden, da sie sich in Sandröhren vergraben oder unter Steinen verstecken, die durch menschlichen Tritt zerstört oder bewegt werden können (KNÜLLE 1952). Durch eine Analyse der Raumnutzung von Wolfspinnen am Strand soll außerdem geklärt werden, welche Flächenausdehnung für Schutzgebiete sinnvoll wäre, um langfristig ein Überleben der Arten am Strand zu sichern. Als Untersuchungsobjekte stehen *Arctosa cinerea*, *Arctosa perita* und *Pardosa agricola* zur Verfügung (ABBILDUNG 3-5).

Folgende Fragen sollen in dieser Untersuchung beantwortet werden: 1) Wie groß sind die Populationsgrößen von Lycosidae (*Arctosa cinerea*, *Arctosa perita*, *Pardosa agricola*) an Strandlebensräumen? 2) Wie ist die natürliche Verteilung und der Raumanpruch von Lycosidae am Strand einzuschätzen? 3) Ändern sich die untersuchten Verteilungsmuster von *A. cinerea* von einem Naturschutzgebiet zu einem frei zugänglichen Strand? 4) Welche Schlussfolgerungen für ein nachhaltiges Strandmanagement können aus den Ergebnissen gezogen werden?

### 2.1 Material und Methodik

#### 2.1.1 Untersuchungsobjekte

*Arctosa cinerea* (Fabricius 1777; ABBILDUNG 3), *Arctosa perita* (Latreille 1799; ABBILDUNG 4) und *Pardosa agricola* (Thorell 1856, ABBILDUNG 5) sind Wolfspinnen, die Strandhabitats besiedeln. *A. cinerea* ist eine typische Art sandiger bis kiesiger Strände der Ostsee (VAHDER & IRMLER 2010). Sie kommt auch in Kiesgruben (Sacher 1992) und Kiesbetten von Flussauen vor (FRAMENAU et al. 1996). An der Ostsee bewohnt *P. agricola* hauptsächlich Kiesstrände (KNÜLLE 1951; VAHDER & IRMLER 2010). Beide Spinnenarten bevorzugen kaum oder nur spärlich mit Pflanzen bewachsene Bereiche und können ebenso entlang von

Flüssen mit Kiesbetten gefunden werden. *A. perita* bevorzugt sandige, schwach befestigte Vordünen (SCHULTZ & FINCH 1990) und wandert auch in sandige Strände ein (BELL ET AL. 1998; VAHDER & IRMLER 2010). Wolfsspinnen sind generalistische Prädatoren, die hauptsächlich Insekten und andere Spinnen fressen (FOELIX 1979; NYFFELER & BENZ 1988).

Alle untersuchten Wolfsspinnen betreiben Brutpflege (e.g. PALMGREEN 1944, FOELIX 1979) und besitzen einen bis zu zweijährigen Lebenszyklus (SCHAEFER 1976). Außerdem wurde bei *A. cinerea* beobachtet, dass die Spinne landeinwärts wandert und sich in Wohnröhren in den Boden verkriecht, um ungünstigen Lebensbedingungen im Herbst und Winter auszuweichen (FRAMENAU ET AL. 1996). *A. perita* soll dazu in



**Abbildung 3:** *A. cinerea* mit Markierung



**Abbildung 4:** *A. perita*



**Abbildung 5:** *P. agricola* (♀)

der Lage sein, bis zu 30 cm tiefe Wohnröhren zu bauen, deren Wände mit feiner Seide ausgekleidet sind (Kirchner 1987).

## 2.1.2 Fang-Wiederfang Untersuchungen

In den drei Untersuchungsgebieten Naturschutzgebiet (NSG) Kleiner Binnensee bei Behrendorf (Behrendorf), NSG Strandseenlandschaft Schmoel (Stakendorf, STA) und NSG Schleimündung (Schleimünde, SCH, ABBILDUNG 2) wurde jeweils auf einer Strecke von 150 m (bzw. 120 m) ein Netz aus Bodenfallen aufgebaut (ABBILDUNG 6). Die Fallen standen in drei Reihen in unterschiedlicher Entfernung zum Wasser in einem Abstand von jeweils 3 m zueinander. Alle zwei Tage wurden die Fallen kontrolliert, die gefangenen Tiere dokumentiert und mit Hilfe von Opalithplättchen aus der Bienenzucht individuell markiert (FRAMENAU et al. 1996). Individuen mit einer Körpergröße von 5 - 10 mm wurden mit einer binären Kodierung an den Beinen gekennzeichnet. Geschlecht und Körpergröße wurden für jedes Tier bestimmt. Um den Einfluss auf die Population zu minimieren, wurden Weibchen in der Brutpflege, die einen Eikokon oder Jungtiere trugen, nicht markiert. Auf diese Weise können für jedes Individuum das Bewegungsmuster und der Raumbedarf bestimmt und Rückschlüsse auf den Flächenbedarf einer kleinsten überlebensfähigen Population abgeleitet werden. Da diese Untersuchung sehr aufwändig ist, wurden die Untersuchungen in den drei verschiedenen Gebieten auf mehrere Jahre aufgeteilt.



**Abbildung 6:** Aufbau der Bodenfallen in drei Reihen am Strand von Schleimünde. Die hier aufgestellten PVC-Rohre wurden in den Boden eingegraben und mit Fangbecher und Trichter bestückt.

Die Datenanalyse der in Schleimünde und Stakendorf erhobenen Daten erfolgte mit dem statistischen Auswertungsprogramm R 3.1.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2014, VIENNA, AUSTRIA) und die Bestimmung der Populationsdynamik mit dem Programm MARK (VERSION 6.1, WHITE & BURNHAM 1999). Die Daten aus Behrendorf gehen hier nicht in die Auswertung mit ein, da die Fangzahlen für eine verlässliche Auswertung zu gering waren.

Die Auswertung der Verteilung der Spinnenfänge in den Fallen wurde mit einem linearen gemischten Model durchgeführt. Das Model beinhaltet den Abstand der Fallen zum Wasser (Distanz) als fixierten Faktor. Um den generellen Trend auszuwerten -anstatt sich auf einzelne Arten zu konzentrieren- wurde der Strand und die Art als zufällige, genestete Faktoren in dem Model berücksichtigt (BONTE & MAES 2008; ZUUR et al. 2009). Hierauf basierend wurde eine ANOVA angewandt.

Für die Abschätzung des Raumbedarfs der Individuen der einzelnen Arten wurden nur Lycosidae berücksichtigt, die mindestens fünf Mal gefangen wurden. Von diesen wurde das minimale komplexe Polygon, sowie der maximale Durchmesser im Polygon bestimmt (ODUM & KUENZLER 1955, SAMIETZ & BERGER 1997). Die Daten des Raumbedarfs von *Arctosa cinerea* wurden in ArcMap 10.10 (ESRI, REDLANDS, CA) übertragen, um den Grad der Überlappung der komplexen, minimalen Polygone zu bestimmen. Zur Auswertung der minimalen komplexen Polygone und der Durchmesser in den Polygonen von *A. cinerea* (N=130) wurde ein entsprechendes lineares gemischtes Model definiert, um den Bezug zur Anzahl der Fänge zu prüfen (LAIRD & WARE 1982; VERBEKE & MOLENBERGHS 2000). Basierend auf einer graphischen Analyse der Residuen wurde festgestellt, dass die Daten heteroskedatisch entsprechend der unterschiedlichen Anzahlen der Fänge und der unterschiedlichen Strände sind. Dies wurde im Model angepasst. Das statistische Model beinhaltet die Anzahl der Fänge als fixierte Kovariable, das Geschlecht, den Strand, sowie deren Interaktion als fixierte Faktoren (ZUUR et al. 2009). Auf dieses Model wurde eine ANCOVA angewandt. Anschließend verglichen multiple Kontrasttests (Bretz et al. 2011) die unterschiedlichen Level der Einflussfaktoren. Die Daten des Raumanpruchs von *Arctosa perita* (N=6) und *Pardosa aricola* (N=1) wurden aufgrund der geringen Anzahl an Replikaten nicht statistisch ausgewertet.

Die Datenanalyse der Körpergröße begann mit einer Definition eines entsprechenden linearen Modells für jede Art einzeln (LAIRD & WARE 1982; VERBEKE & MOLENBERGHS 2000). Die Daten waren entsprechend einer graphischen Analyse der Residuen normalverteilt. Das statistische Modell umfasste Strand, Geschlecht und deren Interaktion als fixierte Faktoren. Basierend auf diesem Modell wurde eine ANOVA angewandt und anschließend die Einflussfaktoren mit Hilfe von multiplen Kontrasttests analysiert (BRETZ et al. 2011).

Die Populationsgröße der drei Arten wurde einzeln für jeden Strand mit einem Cormack-Jolly-Seber-Modell (SEBER 1986) geschätzt. Hierzu wurde die POPAN-Formulierung angewandt (SCHWARZ & ARNASON 1996), die davon ausgeht, dass es eine Super-Population gibt, aus der einzelne Individuen in die untersuchte Population einwandern können. Wenn notwendig, wurden für die Auswertung die Fangtage aggregiert, um eine Schätzung zu ermöglichen oder das Konfidenz-Intervall zu reduzieren. Entsprechend dem Vergleich des Akaike's-Informationen Kriterium (AIC) wurde diejenige Modell-Formulierung als beste definiert, die eine konstante Wahrscheinlichkeit bei der Einwanderung besaß.

### 2.1.3 Direkte Observation von Bewegungsmustern

Im Rahmen der Bachelorarbeit von N. El-Balti (EL-BALTI 2013) wurden die Bewegungsmuster von *Arctosa cinerea* an zwei Stränden mit unterschiedlicher Nutzung durch direkte Beobachtung untersucht. Hierzu wurde *A. cinerea* im NSG Strandseenlandschaft Schmoel (STA) gefangen und anschließend einzeln zur Beobachtung im NSG und am stark touristisch genutzten Strand von Schönberg ausgesetzt. Für eine bessere Sichtbarkeit wurden die Spinnen mit Hilfe von Opalithplättchen aus der Bienenzucht markiert. Nach einer Eingewöhnungszeit wurde der Laufrhythmus der Spinnen durch Aufnahmen der Pausenzeiten dokumentiert. Richtungswechsel und die Position der Pausen wurden mit Stäben markiert. Die Entfernung der einzelnen Stäbe zueinander sowie der Gesamtradius der Bewegung wurden anschließend ausgemessen. Hierdurch konnten wichtige Mobilitätsparameter, wie die durchschnittliche Laufgeschwindigkeit, Gesamttrichtung oder mittlere Pausenzeit, erhoben werden. Weiterhin wurden die Körpergrößen der Spinnen und die jeweilige Bodentemperatur erhoben und dazu in Beziehung gesetzt.

Die statistische Auswertung von Geschwindigkeit, Länge und Dauer der Bewegung sowie Länge der einzelnen Pausen der direkten Beobachtungen von *A. cinerea* erfolgte mit einem linearen gemischten Modell. Eine Homogenität der Daten wurde durch Logarithmieren erreicht. Dies wurde durch eine graphische Darstellung der Residuen geprüft. Das statistische Modell beinhaltete die Kovariable Bodentemperatur und die Variable Zugänglichkeit des Strandes (Strand) als feste Faktoren. Um das genestete Design zu berücksichtigen, wurde das Individuum als zufälliger Faktor hinzugefügt (ZUUR et al. 2009). Außerdem wurden die Gesamtlänge und die Direktheit der Bewegung der Spinnen mit einem linearen gemischten Modell analysiert. Die Direktheit der Bewegung wurde hierbei als Beziehung vom Radius der Länge vom ersten zum letzten Beobachtungspunkt zu der gesamten Lauflänge definiert. Das statistische Modell beinhaltete die Kovariable Bodentemperatur und die Variable Strandzugang als feste Faktoren. Für beide Modelle wurde eine ANCOVA gerechnet, um den Einfluss der Variablen und Kovariable zu prüfen.

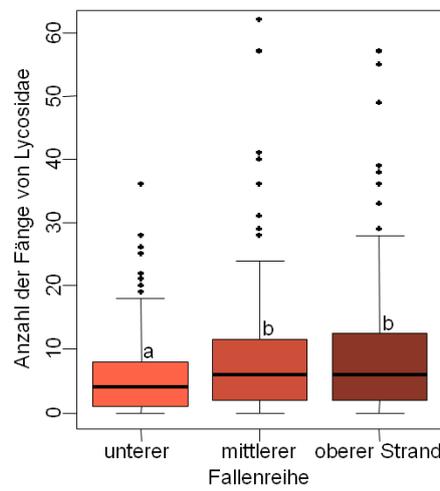
Die Laufrichtung der Spinne wurde entsprechend der Distanz vom Beginn- und Endpunkt der Beobachtung zum Wasser entweder als „landeinwärts“ oder als „seewärts“ definiert. Die binomialen Daten wurden mit einer logistischen Regression durch ein generalisiertes gemischtes Modell mit einer logit-link-Funktion ausgewertet. Die Zugänglichkeit des Strandes (Strand) wurde als fixierter Faktor

eingefügt, der das Model signifikant beeinflusste. Eine ANOVA mit einem  $\chi^2$ - Test wurde angewandt, um den Einfluss des Faktors zu analysieren.

## 2.2 Ergebnisse

### 2.2.1 Generelle Verteilung von Spinnen und Raumannsprüche am Strand

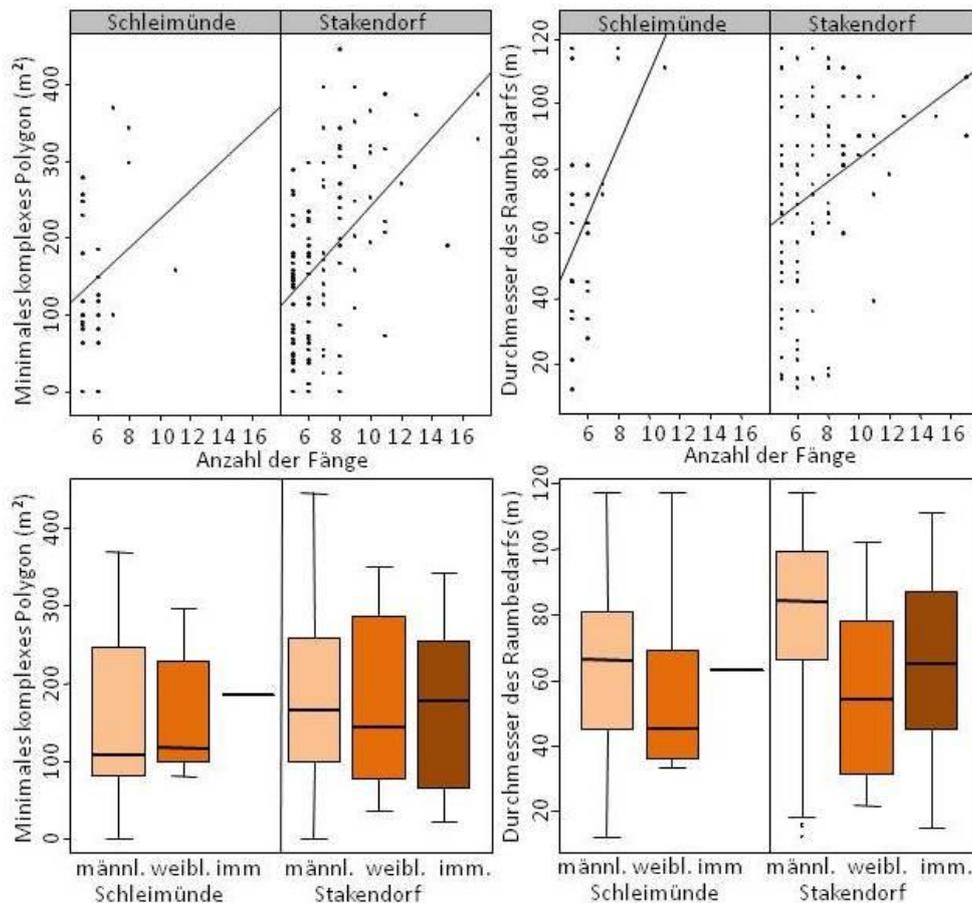
Die Verteilung der Spinnen unterschied sich zwischen den einzelnen Stränden. Die Verteilung der Fänge in den Fallen zeigte, dass die Fallen im unteren Strandbereich signifikant weniger frequentiert wurden (ABBILDUNG 7).



**Abbildung 7:** Verteilung der Fänge von *A. cinerea* je Fangperiode an den drei Stränden in Abhängigkeit von der Entfernung zum Wasser. Unterschiedliche Kleinbuchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ).

Das minimale komplexe Polygon und der Durchmesser des Raumannspruches von *A. cinerea* sind signifikant mit der Anzahl der Fänge korreliert, welches daraufhin berücksichtigt, dass der Raumannspruch durch die Analyse eher unterschätzt wird. Die Größe des Polygons wurde durch den Strand, jedoch nicht durch das Geschlecht der Spinne beeinflusst. Die mittlere Größe des minimalen komplexen Polygons für Männchen von *A. cinerea* war  $143,18 \pm 22,62 \text{ m}^2$  ( $164,70 \pm 13,48 \text{ m}^2$  Weibchen) in SCH. Es war signifikant kleiner als in STA mit  $182,60 \pm 13,46 \text{ m}^2$  für Männchen ( $179,36 \pm 47,89 \text{ m}^2$  Weibchen; ABBILDUNG 8, TABELLE 2). Der größte Raumannspruch aller untersuchten Spinnen war  $445,5 \text{ m}^2$  groß. Spinnenmännchen hatten einen mittleren Durchmesser des Raumannspruches von  $75,57 \pm 2,92 \text{ m}$  und die Weibchen von  $58,16 \pm 9,01 \text{ m}$  (ABBILDUNG 8; TABELLE 2). Die Überlappung der minimalen komplexen Polygone war bei den Männchen von *A. cinerea* größer als bei den Weibchen. In SCH überlappten sich 13,7 % (STA: 7,7 %) des Raumes im Polygon der Männchen nicht, während sich bei den Weibchen in SCH 73,4 % (STA: 28,8 %) der Polygone nicht überlappten. Außerdem unterschieden sich die Strände im Hinblick auf ihren Grad an Überlappung. Der Raum der männlichen Spinnen in STA überlappte sich mit fünf oder mehr Polygonen in 71,3 % der Fläche, während es in SCH nur 39,2 % waren.

Die maximale Größe der minimalen komplexen Polygone von *A. perita* war  $173,70 \pm 43,15 \text{ m}^2$ . Der größte Durchmesser im Raumannspruch war  $78,66 \pm 13,36 \text{ m}$ . Von *P. agricola* besaß nur ein Individuum mindestens fünf Wiederfänge. Dieses Individuum hatte ein minimales komplexes Polygon von  $166,50 \text{ m}^2$  und einen Durchmesser im Polygon von  $111,00 \text{ m}$ .



**Abbildung 8:** Raumanpruch *A. cinerea* (mindestens 5 Fänge je Individuum; N=130), der als minimales komplexes Polygon (MOHR 1947) und Durchmesser des Raumbedarfs bestimmt wurde. Statistisch signifikante Unterschiede wurden mit Hilfe eines linearen gemischten Modells berechnet und sind in TABELLE 2 angegeben.

**Tabelle 2:** Die Effekte der Kovariablen Anzahl der Fänge und der fixierten Variablen Geschlecht und Strand sowie deren Interaktion auf die Einflussfaktoren Minimales komplexes Polygon und Durchmesser des Raumbedarfs. Außerdem wird der Effekt der Verteilung in die Reihen auf die Anzahl der Fänge je Reihe gegeben. Die F- und p-Werte stammen aus entsprechenden statistischen Modellen.

Einflussfaktor	Fixierte Effekte	num / den DF	F	p
Minimales komplexes Polygon (m <sup>2</sup> )	Anzahl der Fänge	1 / 118	130,90	< 0,001
	Geschlecht	1 / 118	2,35	0,10
	Strand	1 / 118	4,89	0,03
	Strand x Geschlecht	1 / 118	2,41	0,12
Durchmesser des Raumbedarfs (m)	Anzahl der Fänge	1 / 118	47,18	< 0,001
	Geschlecht	1 / 118	0,77	0,38
	Strand	1 / 118	0,24	0,63
	Strand x Geschlecht	1 / 118	< 0,01	0,95
Anzahl der Fänge	Reihe	2 / 712	27,47	<0,001

## 2.2.2 Populationsdynamik

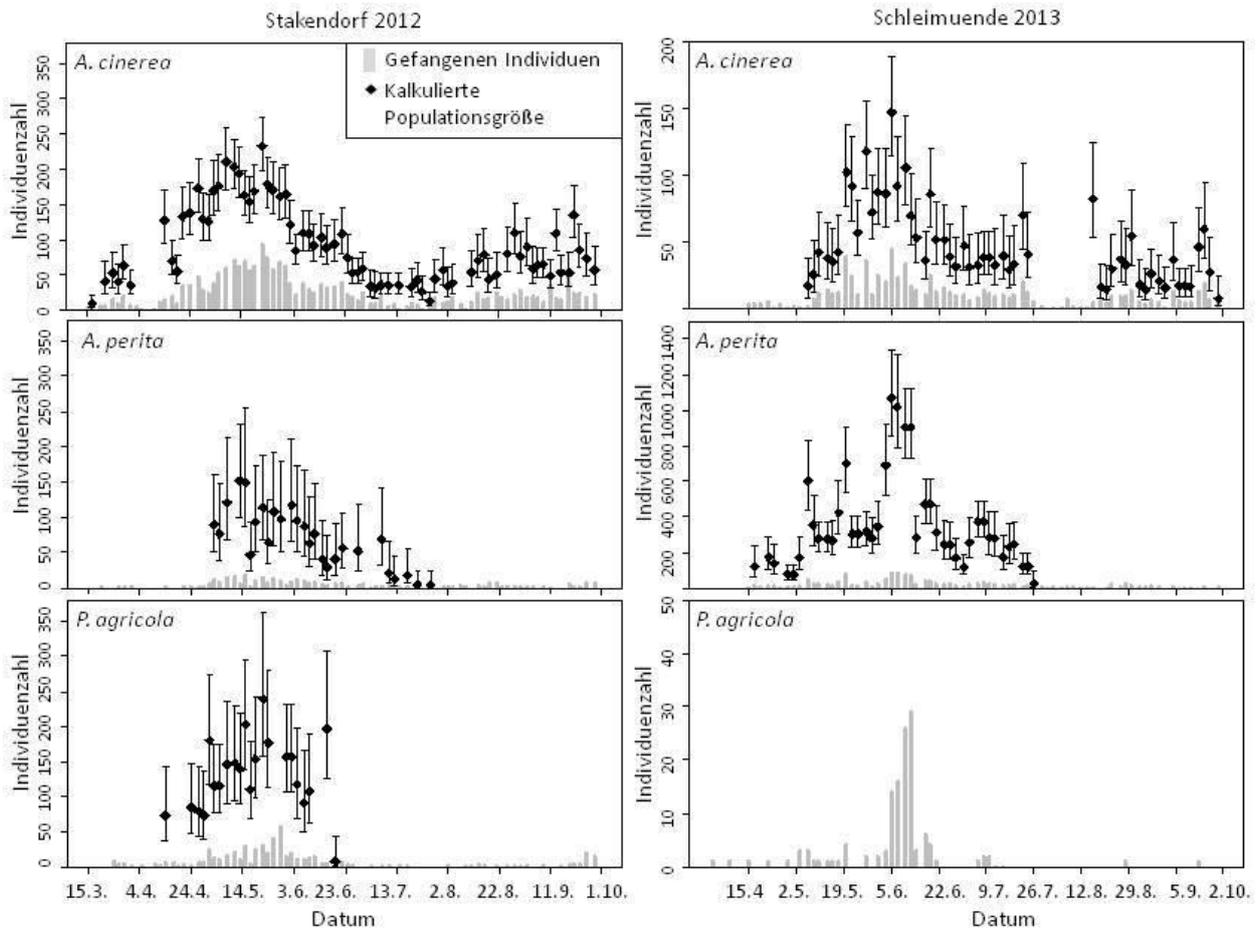
Insgesamt wurden 982 Individuen von *A. cinerea*, 193 Individuen von *A. perita* und 366 Individuen von *P. agricola* während des Fang-Wiederfang-Versuches in der Strandseenlandschaft Schmoel (STA) in 2012 gefangen. In 2013 am Strand von Schleimünde (SCH) wurden 425 Individuen von *A. cinerea*, 937 Individuen von *A. perita* und 116 Individuen von *P. agricola* gefangen.

Die Körpergröße der Spinnen unterschied sich je nach Art und Geschlecht. Die Weibchen hatten, wie bei Spinnen üblich, eine signifikant längere Körpergröße als Männchen. Außerdem zeigten alle Arten in STA eine signifikant größere Körpergröße als Spinnen in SCH. Weibchen von *A. cinerea* waren in STA  $13,0 \pm 0,1$  mm und in SCH  $11,6 \pm 0,2$  mm groß. Männchen von *A. cinerea* waren in STA  $12,4 \pm 0,1$  mm und in SCH  $10,6 \pm 0,1$  mm groß. Die Körpergröße von Männchen von *A. perita* war in STA  $6,9 \pm 0,1$  mm (Weibchen:  $7,8 \pm 0,1$  mm) und in SCH  $6,7 \pm 0,1$  mm (Weibchen:  $7,2 \pm 0,1$  mm). *P. agricola* war die kleinste der drei Spinnen. Die Männchen erreichten eine mittlere Körpergröße von  $6,2 \pm 0,1$  mm in STA und  $6,1 \pm 0,1$  mm, in SCH. Weibchen von *P. agricola* waren in STA  $7,3 \pm 0,1$  mm und in SCH  $6,5 \pm 0,3$  mm groß.

Bei der Verwendung der POPAN Formulierung (SCHWARZ & ARNASON 1996) wurde eine mittlere geschätzte Populationsgröße von  $90,58 \pm 53,9$  Individuen für *A. cinerea* in STA festgestellt (ABBILDUNG 9). Die meisten Tiere wurden hierbei Ende Mai ( $232,7 \pm 18,6$  Individuen) festgestellt. Anfang Juni war in SCH die mittlere Populationsgröße von *A. cinerea* mit  $47,21 \pm 29,8$  Individuen am höchsten.

Die geschätzte Populationsgröße von *A. perita* war in STA  $70,5 \pm 41,8$  und in SCH  $348,3 \pm 254,2$  Individuen (ABBILDUNG 9) groß. Die maximale Populationsgröße von *A. perita* wurde Mitte Mai mit  $152,2 \pm 32,8$  Individuen erreicht.

Die mittlere Populationsgröße von *P. agricola* in STA betrug  $131,1 \pm 52,5$  Individuen und die maximale Größe wurde Ende Mai mit  $239,5 \pm 51,5$  Individuen erreicht (ABBILDUNG 9). In SCH wurden von *P. agricola* zu wenige Individuen für eine verlässliche Berechnung wiedergefangen. Die größte Anzahl an *P. agricola* wurde Mitte Juni mit 29 Individuen gefangen.

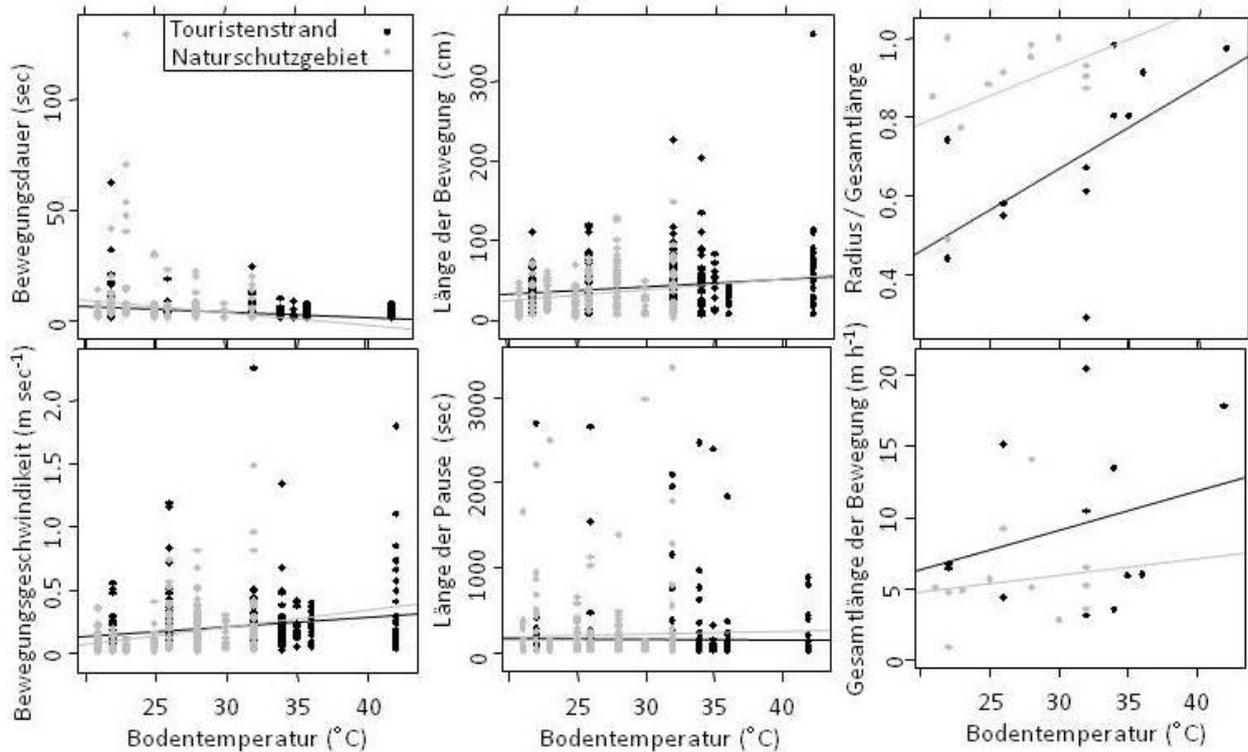


**Abbildung 9:** Populationsgröße von *A. cinerea*, *A. perita* und *P. agricola* an den Stränden Stakendorf und Schleimünde. (grau: tatsächliche Fänge; schwarz: berechnete Populationsgröße mit dem Modell POPAN (WHITE & BURNHAM 1999))

### 2.2.3 Bewegungsmuster von *A. cinerea*

Aufgrund der Individualität der Bewegungsmuster der Spinnen unterschieden sich die Dauer der einzelnen Bewegungsschritte, die Geschwindigkeit und die Länge der einzelnen Bewegungsschritte sowie die einzelnen Längen der Pausen zwischen den Stränden mit unterschiedlicher Nutzung nicht signifikant (ABBILDUNG 10; TABELLE 3). Dauer und Geschwindigkeit der Bewegung waren durch die Bodentemperatur signifikant beeinflusst. Die Laufgeschwindigkeit nahm mit zunehmender Bodentemperatur zu, während die Dauer der Bewegung abnahm. Die Längen der Pausen waren nicht von der Bodentemperatur beeinflusst sondern relativ stabil bei  $177,2 \pm 19,8$  sec.

Die Gesamtlänge der Bewegung von *A. cinerea* war signifikant kleiner im Naturschutzgebiet ( $5,61 \pm 0,96$  m h<sup>-1</sup>) als im frei zugänglichen Strand ( $9,42 \pm 1,70$  m h<sup>-1</sup>; ABBILDUNG 10; TABELLE 3). Außerdem war die Zielstrebigkeit der Bewegung, die als Verhältnis zwischen der absoluten Laufstrecke und der Distanz zwischen Start- und Endpunkt der Beobachtung definiert wurde, signifikant größer im Naturschutzgebiet ( $0,88 \pm 0,04$ ) als am frei zugänglichen Strand ( $0,70 \pm 0,06$ ). Die Richtung der Bewegung war am frei zugänglichen Strand eher auf das Meer als landeinwärts gerichtet (seewärts: 8 Individuen; landeinwärts: 4 Individuen). Im Naturschutzgebiet war die Bewegung der Spinnen dagegen eindeutig eher landeinwärts gerichtet (seewärts: 2 Individuen; landeinwärts: 10 Individuen).



**Abbildung 10:** Korrelation der beobachteten Bewegungsmuster von *A. cinerea* mit der Bodentemperatur je nach unterschiedlicher Strandnutzung (grau: Naturschutzgebiet, schwarz: Touristenstrand)

**Tabelle 3:** Die Effekte der Kovariable Bodentemperatur und der fixierten Variabel Strand auf die einzelnen Faktoren der Bewegungsmuster. Die F- und p-Werte stammen aus entsprechenden statistischen Modellen.

Abhängige Variablen	Fixierte Effekte	num / den DF	F	p
Bewegungsgeschwindigkeit (m sec <sup>-1</sup> )	Bodentemperatur	1 / 439	6,88	< 0,01
	Strand	1 / 22	0,46	0,51
Bewegungsdauer (sec)	Bodentemperatur	1 / 439	3,90	0,05
	Strand	1 / 22	0,13	0,73
Länge der Bewegung je Abschnitt (m)	Bodentemperatur	1 / 439	1,37	0,24
	Strand	1 / 22	0,26	0,61
Länge der Pause (sec)	Bodentemperatur	1 / 439	0,35	0,55
	Strand	1 / 22	1,51	0,23
Radius / Gesamtlänge	Bodentemperatur	1 / 22	2,44	0,13
	Strand	1 / 22	14,8	< 0,001
Gesamtlänge der Bewegung (m h <sup>-1</sup> )	Bodentemperatur	1 / 22	3,35	0,08
	Strand	1 / 22	1,80	0,19
Abhängige Variablen	Fixierte Effekte	num / den DF	(LR) $\chi^2$	p
Richtung der Bewegung	Bodentemperatur	1 / 22	0,54	0,1
	Strand	1 / 22	4,41	< 0,05

## 2.4 Diskussion

### 2.4.1 Raumannsprüche, Mobilität und Populationsgröße von Lycosidae

Im Gegensatz zu *A. cinerea* an Flussauen in den Alpen (Männchen: 210 m<sup>2</sup>, Weibchen: 13 m<sup>2</sup>; FRAMENAU 1996) war das minimale komplexe Polygon von *A. cinerea* an Stränden der Ostsee deutlich kleiner. Diese Unterschiede können sowohl mit dem unterschiedlichen Versuchsdesign als auch mit der verschiedenen Struktur und Breite des Lebensraumes zusammenhängen. Während Flussauen weit ausgedehnt sein können (300 – 500 m Breite), waren die Ostseestrände deutlich lineare Habitate mit maximal 28 m Breite. Außerdem deutet die Korrelation der Größe der minimalen komplexen Polygone mit der Anzahl der Fänge je Individuum darauf hin, dass das Versuchsdesign das Ergebnis beeinflusst. Zusätzlich stellten SAMIETZ & BERGER (1997) fest, dass die Methode des minimalen komplexen Polygons generell den tatsächlichen Raumbedarf eher unterschätzt. Die größere Überlappung der Bewegungsräume von männlichen Wolfsspinnen als von weiblichen Spinnen zeigte ein typisches Verhaltensmuster von nicht-territorialen Spinnen mit durch Brutpflege immobilere Wolfsspinnen (KUENZLER 1958). Die Lokalisierung der Überlappungsgebiete zeigte eine höhere Aktivität und eine größere Längsbewegung am Strand männlicher Wolfsspinnen, wahrscheinlich aufgrund der Suche nach einem passenden Partner zur Fortpflanzung (FRAMENAU et al. 1996). Dieses deutete ebenso eine höhere Konkurrenz zwischen Männchen an (FRAMENAU 2005).

Der obere Strandbereich wurde aufgrund der Fangzahlen der Individuen in den Fallen als besonders sensibles Gebiet identifiziert. Im Allgemeinen wurde eine höhere Abundanz von Spinnen im oberen Strand- oder Uferbereich, trotz der natürlichen Zonierung (BONTE & MAES 2008; IRMLER et al. 2002; VAHDER & IRMLER 2010) der Spinnenarten, mit der Vermeidung von Überflutungsperioden erklärt (FRAMENAU et al. 1996; LAMBEETS et al. 2010). Außerdem wurde bereits beobachtet, dass die Spinnenarten *A. cinerea*, *Trochosa ruricola* und *Venatrix lapidosa* als an Flussufern lebende Wolfsspinnen in Zeiten der Brutpflege landeinwärts wandern (HACKMANN 1957; FRAMENAU et al. 1996; FRAMENAU 2005).

Unterschiede in der Populationsgröße, wie auch der Körpergröße der Spinnen zwischen den Stränden, lassen sich durch die unterschiedlichen abiotischen Bedingungen erklären. In der Strandseenlandschaft Schmoel (STA) war der Anteil von Steinen am Strand höher. Diese können als Verstecke und schattige, kühle Lebensräume dienen. Am steinärmeren Strand von Schleimünde (SCH) sind die Spinnen dagegen darauf angewiesen, Röhren zu bauen oder durch Wanderung der starken Sonneneinstrahlung und Hitze sowie Prädatoren auszuweichen (KNÜLLE 1951; FRAMENAU et al. 1996). Dieses Verhalten ist deutlich energieaufwendiger. Die Unterschiede in der Sedimentstruktur erklären außerdem das größere Vorkommen von *A. perita* in Schleimünde, die natürlicherweise sandige Dünen bewohnt (VAHDER & IRMLER 2010). Die Art *P. agricola*, die eher steinige oder kiesige Strände präferiert (VAHDER & IRMLER 2010), zeigte stattdessen ein größeres Vorkommen in der Strandseenlandschaft Schmoel als in Schleimünde. Außerdem unterschied sich die Zusammensetzung der Arthropoden zwischen den Stränden: An der Strandseenlandschaft Schmoel standen Fliegen (Diptera) als Nahrungsquelle zur Verfügung. In Schleimünde waren dagegen hauptsächlich Sandflohkrebse (Gammaridae) die Hauptnahrungsquelle. Zusätzlich wurden Wegwespen (Pompilidae) als räuberische Arten in der Strandseenlandschaft Schmoel festgestellt. Der räuberische Laufkäfer *Brosicus cephalotes* wurde als entscheidender Prädatoren in Schleimünde identifiziert (SCHIERDING ET AL. 2013).

## 2.4.2 Einfluss von Touristen auf die Bewegungsmustern von Wolfsspinnen

Die Hypothese, dass die Geschwindigkeit oder Lauflänge von *A. cinerea* durch touristische Störungen beeinflusst wird, wurde von den Beobachtungen in dieser Studie nicht unterstützt. Die hohe Korrelation mit der Bodentemperatur zeigte an, dass Umweltbedingungen und die Physiologie der Spinne entscheidender waren als der Einfluss der Störung (BEALE & MONAGHAN 2004). Es ist davon auszugehen, dass Frequenz und Dauer der Pausen stark durch Thermoregulation (KUENZLER 1958; HUMPHREY 1987) oder Muskelermüdung (FOELIX 1979) beeinflusst wurden.

Trotzdem richteten Individuen von *A. cinerea*, die gestört wurden, ihre Bewegung zum Wasser. Grundsätzlich ist sich *A. cinerea* der Richtung, in der die Wasserlinie liegt, bewusst und richtet bei natürlichen Störungen, wie Überflutung, ihre Bewegung bewusst landeinwärts (PAPI & TONGIORGI 1963). Außerdem reagiert *A. cinerea* in der Regel mit einer plötzlichen Schreckreaktion auf feuchten Sand (KNÜLLE 1951). Wir gehen davon aus, dass die Spinnen trotz der höheren Gefahr einer Überspülung durch Wellen zur Wasserlinie laufen, um diese als Orientierungslinie für eine zielstrebige Flucht zu nutzen. Hierdurch kann die Spinne schnell den durch Menschen gestörten Bereich verlassen ohne das Habitat (Strand) zu wechseln.

Zusätzlich zu dem direkten menschlichen Einfluss auf Spinnen waren die allgemeinen Habitatbedingungen am frei zugänglichen Strand ungünstiger, da hier die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass Wohnröhren durch menschliche Störung zerstört werden. Außerdem finden sich an touristisch genutzten Stränden weniger Beutetiere, die als Nahrungsgrundlage dienen (NYFFELER & BENZ 1988; SCHIERDING ET AL. 2011). An touristisch genutzten Stränden der Ostsee wird in der Regel der Strandanwurf entfernt. Strandanwurf dient Beutetieren als Nahrungsgrundlage (KNÜLLE 1951; LLEWELLYN & SHACKLEY 1996, WESLAWSKI 2000) und bietet gemäßigte feuchte und kühle Umweltbedingungen im Vergleich zu dem trockenen warmen offenen Sandstrand (BARNES & BARNES 1954). BARNES & BARNES (1954) beobachteten zum Beispiel eine Abundanz zwischen Strandanwurf und insbesondere immaturren Individuen von *Arctosa littoralis*.

## 2.4.3 Anmerkungen zu einem nachhaltigen Strandmanagement

Um den Strandschutz an prädatorische, nicht-flugfähige terrestrische Arthropoden anzupassen, sollte aufgrund unserer Ergebnisse insbesondere der obere Strandbereich geschützt werden. Hier befinden sich die Wohnröhren der Spinnen und die Weibchen halten sich hier während ihrer Brutpflegephase vermehrt auf. Zusätzlich dient dieser Raum als Schutz bei Überflutungen. Da es bekannt ist, dass Tritt von Strandbesuchern die Wohnröhren zerstört, Erosion fördert und hierdurch die Artzusammensetzung von Arthropoden verändert (LIDDLE 1975; WESLAWSKI 2000; BONTE & MAES 2008; SCHIERDING et al. 2011), sollte der Ausschluss von Tritt aus diesem Raum in Betracht gezogen werden. Da der Zugang zum Wasser jedoch wichtigste Voraussetzung für den florierenden Tourismus ist (HALLER et al. 2011; DÜWEL 2014), ist der Ausschluss von Strandbesuchern aus dem oberen Strandbereich durch die Installation eines küstenparallelen Zaunes ein guter Kompromiss, um Stakeholder des Tourismus und des Naturschutzes zufrieden zu stellen.

Da es sich bei Stränden um lineare Habitate handelt, können sich Strandlebewesen nur in zwei Richtungen entlang der Küstenlinie bewegen. Barrieren für nicht flugfähige Arthropoden, wie Hafenanlagen, Küstenschutzmaßnahmen oder auch intensiv touristisch genutzte Strände, können die

Konnektivität der einzelnen Arthropodenpopulationen deutlich verringern. Die Verminderung der Konnektivität der einzelnen Subpopulationen erhöht den Einfluss von Störereignissen wie Überflutung, behindert die Wiederbesiedlung verlassener Bereiche und schwächt den Genfluss zwischen den Populationen (GILPIN 1987; BONTE & MAES 2008; LAMBEETS et al. 2010). Daher ist es notwendig, Brücken zwischen den einzelnen Subpopulationen zu schaffen. Ein schmaler Streifen im oberen Strandbereich, auch an intensiv touristisch genutzten Bereichen, könnte hier zielführend sein. Da jedoch die Wahrscheinlichkeit der Isolation von Subpopulationen sehr groß ist und auch die Störungshäufigkeit durch z.B. Überflutungen sehr hoch ist, ist es besonders dringlich, dass die Subpopulationen die Größe einer minimal überlebenden Population erreichen. Aufgrund der Populationsdichte und dem Raumbedarf von *A. cinerea* ist von einer geschützten Strandlänge von mindestens 1,5 km auszugehen, um diesem Ziel gerecht zu werden (MÜHLENBERG et al. 1991). Außerdem ist es notwendig, solche Schutzgebiete in Stränden unterschiedlicher Sandqualität anzulegen. Touristen bevorzugen in der Regel feine saubere Sandstrände, welches leicht zu einem Ungleichgewicht in der Wahl der Schutzgebiete führen kann. Arthropoden unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihrer Ansprüche an Körnigkeit und Exposition der Strände (SCHULTZ & FINCH 1990; VAHDER & IRMLER 2010). Es ist deshalb erforderlich, diesbezüglich auf eine Variabilität der geschützten Strände zu achten, um die Gesamtartenvielfalt der Region zu erhalten und zu fördern.

### **3. Wiederansiedlung von *Cicindela maritima***

Der Strand-Sandlaufkäfer (*Cicindela maritima*) wurde durch die intensive Nutzung von Stränden aus seinem Lebensraum verdrängt (SCHMIDT 2002, IRMLER 2010). Eine Teilaufgabe dieses Projektes war deshalb der Versuch der Wiederansiedlung von Strand-Sandlaufkäfern an geeigneten Standorten an der Ostsee. Am 3.6.2011 wurden 22 Exemplare einer stabilen Population von List (Sylt) im NSG Strandseenlandschaft bei Schmoel ausgebracht. Bisher konnten 2012, 2013 und 2014 keine Ansiedlungen in dem Gebiet nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde in 2012 ein Antrag bei dem Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein und der unteren Naturschutzbehörde des Kreises Plön gestellt, erneut Individuen von List an die Ostseeküste umzusiedeln. Da es Bedenken zur Eignung des Gebietes bei Schmoel als Lebensraum für den Strand-Sandlaufkäfer gab, wurde das NSG Bottsand in Erwägung gezogen. Nach Rücksprache mit zuständigen Behörden und weiteren Fachleuten wurde hiervon jedoch abgesehen, da in dem Gebiet zurzeit umfassende Maßnahmen zur Etablierung der Zwergseeschwalbe (*Sterna albifrons*) als Brutvogel getroffen werden und diese mit den Untersuchungen kollidieren würden. Seit 2013 war es nicht mehr möglich, eine weitere Umsiedlung von *C. maritima* von List vorzunehmen, da dort durch eine Deichverstärkung der Lebensraum und damit die Population bereits stark beeinträchtigt werden. Dieser Vorgang zeigt, wie schwierig es für manche Arten ist, Lebensraum zu finden und unter welchem Stress manche Strandarten stehen.

#### 4. Ermittlung der Vegetationszusammensetzung unterschiedlich genutzter Strände

Strandmorphologie und Stranddynamik werden hauptsächlich von Sedimentbewegung, Meer und Wind beeinflusst. Flora und Fauna haben sich mit der Zeit an diese extremen Bedingungen angepasst (PASSARGE & PASSARGE 1973; GARCIA-MORA et al. 1999; BERG et al. 2004; ELLENBERG & LEUSCHNER 2012). Mit Distanz zur Wasserlinie nehmen die Überflutungshäufigkeit und die Temperatur ab. Gleichzeitig nehmen Humusgehalt, Bodenfeuchte, Sedimentstabilität und Säuregehalt zu (SCOTT 1976; ACOSTA ET AL. 2009; PEYRAT & FICHTNER 2011). Im unteren Strandbereich befindet sich Strandanwurf, hervorgerufen durch winterliche Überflutungen, in dem Arten der Klasse Cakiletea-maritimae dominieren (ABBILDUNG 11). Diese Pflanzengruppe besteht aus widerstandsfähigen nitrophilen einjährigen Pflanzen, wie *Atriplex prostrata* und *Cakile maritima* (LEMAUVIEL & ROZÉ 2003; BERG et al. 2004). Die Arten der Klasse Honckenyo-Elymetea entwickeln sich weiter oben im Strandbereich, der im Sommer deutlich seltener vom Meerwasser überflutet wird (BERG et al. 2004; LABUZ & GRUNEWALD 2007; ELLENBERG & LEUSCHNER 2012). Zu ihnen gehört die häufig dominierende, dichtwüchsige Pflanze *Honckenya peploides*, die maßgeblich zur Sedimentbefestigung beiträgt. In weiterer Entfernung zur Wasserlinie unter weniger wechselfeuchten Bedingungen, entwickelt sich Arten der Klasse Elymo-Ammophiletea, die hauptsächlich aus Gräsern, wie *Ammophila arenaria* besteht (BERG et al. 2004; ISERMANN 2004b). In der Regel bewirken sie die Entwicklung eines Strandwalls, dessen Erhebung zum Küstenschutz beiträgt.

Dieser natürliche Vegetationsgradient wird an vielen Stränden von menschlichen Einflüssen beeinträchtigt. Änderungen in der Ökologie der Strände durch Beeinflussung durch den Menschen werden derzeit weltweit festgestellt (LIDDLE 1975; BROWN & MCLACHLAN 2002; DAVENPORT & DAVENPORT 2006; SCHLACHER et al. 2007; DEFEO et al. 2009; DUGAN et al. 2012). Dies liegt daran, dass die Ausgestaltung des Strandes besonders wichtig bei der Auswahl des Urlaubszieles von Touristen ist (HALLER et al. 2011). An der deutschen Ostseeküste wurden allein in 2013 fünf Millionen Ankünfte von Touristen erfasst (STATA-MV 2014; STATA-SH 2014). Im Gegensatz zu Dünen werden insbesondere Strände intensiv von Menschen beeinträchtigt, da sich hier die touristischen Aktivitäten konzentrieren (HALLER et al. 2011).

Folglich stellt sich daher die Frage, wie die Vegetation der Strände durch unterschiedliche Trittfrequenz beeinflusst wird und bis zu welcher Belastungsstufe die ökologische Funktion der Strände noch gewährleistet werden kann (ANDERSEN 1995; SCHLACHER et al. 2007; DEFEO et al. 2009; DUGAN et al. 2012).



**Abbildung 11:** Unbelasteter Strand auf Langenwerder. Sehr gut ist die typische Abfolge von Arten der Cakiletea maritimae, Honckenyo-Elymetea und Elymo-Ammophiletea zu erkennen.

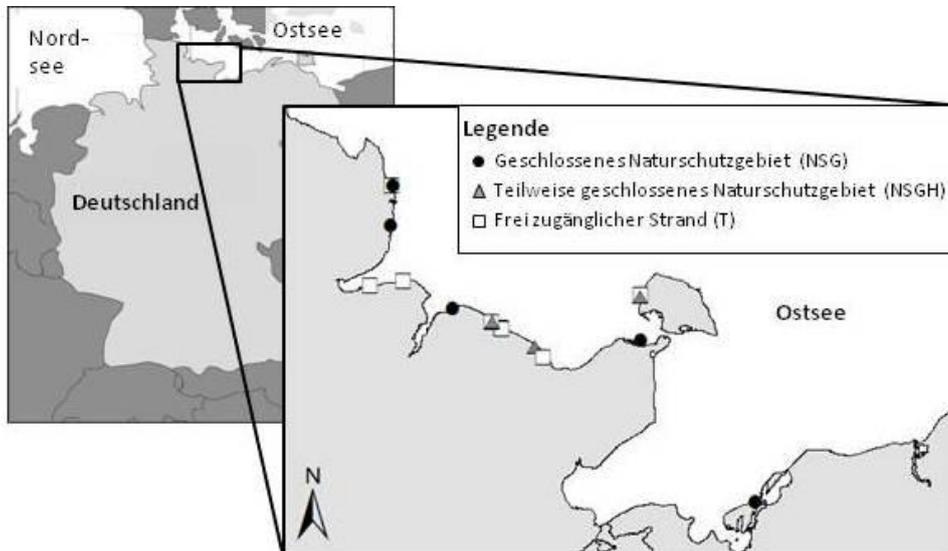
Bisherige Studien haben gezeigt, dass Tritt an Stränden und in Primärdünen zu einer Verringerung der Vegetationsbedeckung (LEMAUVIEL & ROZÉ 2003; HESP et al. 2010; ACOSTA et al. 2013) und Änderung der Vegetationszusammensetzung (ANDERSEN et al. 1995) führt. Nach TILMANN et al. (1997) können bereits geringe Verschiebungen der Pflanzeigenschaften Ökosystemprozesse und die Funktionalität von Ökosystemen beeinflussen. Daher fokussiert die Analyse der Vegetationszusammensetzung der Strände auf Unterschiede im Vorkommen und den Eigenschaften der Vertreter verschiedener soziologischer Klassen an schwach touristisch genutzten, teilweise abgesperrten und komplett geschlossenen Stränden. Dabei wird folgenden Fragestellungen nachgegangen: 1) Wie unterscheiden sich Vegetationsbedeckung, Artenvielfalt und Vegetationszusammensetzung zwischen Stränden mit unterschiedlicher Zugänglichkeit für Strandbesucher? 2) Welche Änderungen in den Pflanzeigenschaften lassen sich feststellen?

## 4.1 Material und Methoden

### 4.1.2 Untersuchungsgebiet und Methode der Vegetationsaufnahmen

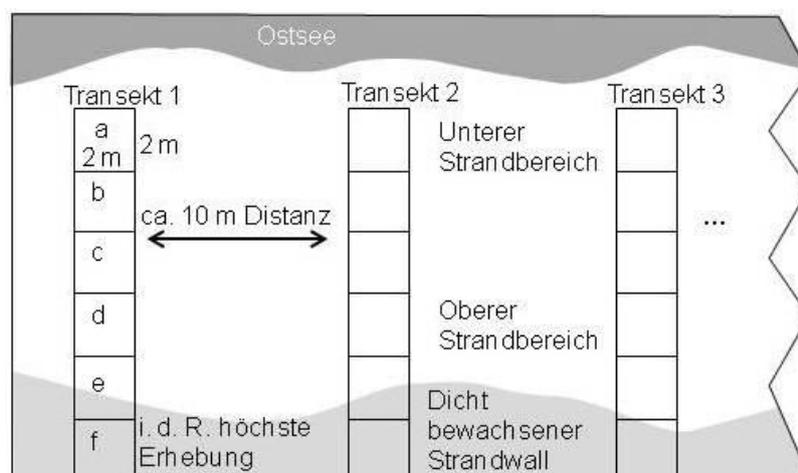
Die Vegetation der Strände wurde auf 894 Versuchsfeldern an 15 verschiedenen Stränden in 2011 (Bachelorarbeit G. Sterling, STERLING 2011), 2012 und in 2013 aufgenommen, die sich im Grad der Zugänglichkeit für Strandbesucher unterschieden (ABBILDUNG 12). Fünf Strände waren nicht zugänglich für Strandbesucher, da sie in Naturschutzgebieten lagen (NSG). Drei Strände waren Naturschutzgebiete, bei denen lediglich der obere Strandbereich und der Strandwall von Strandbesuchern ausgeschlossen wurde (NSGH). Den Strandbesuchern sollte somit ermöglicht werden, am Wasser spazieren zu gehen ohne den sensiblen Lebensraum zu zerstören. Im Winter wurde diese Absperrung in der Regel entfernt, da sie sonst durch Winterfluten zerstört würde. Sieben Strände waren frei zugänglich, jedoch nur schwach durch Touristen frequentiert, da sich außerhalb der Touristenzentren lagen und nur wenige touristische Einrichtungen, wie Toiletten, Parkplätze oder Geschäfte in der Nähe zu finden waren (T). Der extensive Badestrand war für Badegäste und Spaziergänger frei zugänglich. Von Vegetationsaufnahmen an intensiv genutzten Stränden wurde abgesehen, da hier Pflanzen, wenn überhaupt, nur im Strandwall auftreten

und diese in der Regel angepflanzt sind. An keinem der untersuchten Strände wurde der Strandanwurf von der Gemeinde entfernt.



**Abbildung 12:** Lage der Strände der Vegetationsaufnahmen an der südlichen Ostseeküste.

Die Vegetationszusammensetzung wurde in einem Transektmuster entlang des Meer-Land-Gradienten erfasst (ABBILDUNG 13). An jedem Strand wurden zehn Transekte im Abstand von mindestens zehn Metern erfasst. Jedes Transekt bestand aus sechs 4 m<sup>2</sup> großen Aufnahmeflächen (DIERSCHKE 1994), die von der Erhebung des Strandwalls in Richtung Wasserlinie verlaufen (Distanzen f-a; ABBILDUNG 11). Die Gesamtdeckung der Vegetation wurde als Prozent der Aufnahmefläche erfasst. Die Deckung der Arten und die Zusammensetzung der Phanerogamen wurden mit dem Braun-Blanquet-Schlüssel, modifiziert von REICHELT & WILLMANN (1973) aufgenommen.



**Abbildung 13:** Skizze der Methodik der Vegetationsaufnahmen.

### 4.1.3 Artenzusammensetzung

Für die Bewertung der Natürlichkeit und dem naturschutzfachlichen Wert der unterschiedlichen Strände mit verschiedenem Grad an Zugänglichkeit für Strandbesucher wurde die relative Deckung von Pflanzen typischer Pflanzengesellschaften der Strände ermittelt (DIERBEN et al. 1988; ISERMANN 2004A; ISERMANN 2004B). Wir definierten charakteristische Arten der Klasse der Cakiletea maritimae (R. Tx et Prsg 1950) und Ammophiletea (Br.-Bl. et Tx. Es Westhoff et al. 1946) als Zielarten. Außerdem wurde die Klasse der Honckenyo-Elymetea arenarii (Tx 1966) als zusätzliche charakteristische Gruppe der Strände definiert, da sie sich aufgrund ihrer Morphologie und Funktionalität (z.B. Mehrjährigkeit) grundlegend von den Cakiletea maritimae unterscheiden und typische Strandpflanzen umfasst. Zusätzlich wurden als Begleiter die Arten der häufig auftretenden Klassen Koelerio-Corynopheretea (Klika in Klika et V. Novák 1941), Artemisetea vulgaris (Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951) und Molinio-Arrhenatheretea (R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970) zusammengefasst. Arten, die nicht einer eindeutigen Klasse zugeordnet werden konnten, wurden als "Sonstige" aufgeführt.

### 4.1.4 Funktionelle Pflanzeigenschaften

Es wurden sechs funktionelle Pflanzeigenschaften definiert, die dazu dienen, den Einfluss menschlicher Störung auf grundlegende ökologische Prozesse des Strandes zu beschreiben (TABELLE 4). Die Auswahl erfolgte entsprechend CORNELISSEN et al. (2003). Als funktionelle Pflanzeigenschaft, die die gesamte Pflanze beschreibt, wurde die Einteilung in die Raunkiaerschen Lebensformtypen ausgewählt (RAUNKIAER 1934).

Zur Erfassung des Ausbreitungspotentials wurde der Grad des klonalen Wachstums bestimmt. Die Blatteigenschaften wurden als Anatomie der Blätter und deren Grad an Skleromorphie erfasst. Als regenerative Eigenschaften wurden der Typ der Reproduktion (vegetativ oder generativ) sowie das Samengewicht berücksichtigt. Um die unterirdische Biomasse zu berücksichtigen, wurde die maximale Wurzeltiefe als Parameter ausgewählt. Die Pflanzeigenschaften wurden hauptsächlich von der Datenbank BioFlor (KLOTZ et al. 2002) zugeordnet, ergänzt durch weitere Quellen (TABELLE 4).

**Tabelle 4:** Die untersuchten funktionellen Pflanzeigenschaften und deren Einteilung in Kategorien. Die Datenquellen, auf denen die Zuordnungen der einzelnen Pflanzen basiert, ist in der letzten Spalte angegeben.

Funktionelle Pflanzeigenschaften		Kategorie	Klasse	Artenzahl	Quelle
Gesamte Pflanze				120	
Lebensform	Chamaephyt	Geophyt	1		Raunkiaer (1934);
		Hemikryptophyt	2		Klotz et al. (2002)
		Phanerophyt	3		
		Therophyt	4		
			5		
Klonalität	Rosetten	Hemirosette	1	120	Klotz et al. (2002)
		Rosettenlos oder Hemirosetten	2		
		Rosettenlos	2.5		
			3		
Blatt	Blattanatomie	Sukkulent	1	120	Klotz et al. (2002)
		skleromorph	2		
		helo-, meso- or hygromorph	3		
Unterirdische Biomasse	Wurzeltiefe	Bis zu 50 cm Tiefe	1	104	Salisbury (1952);
		Bis zu 100 cm Tiefe	2		Kutscherra (1960); Kutscherra & Lichtenegger (1982; 1992);
		Tiefer als 100 cm	3		Kleyer (1995); Duuren et al. (2003)
Regenerative Eigenschaften	Reproduktion	durch Samen	1	120	Klotz et al. (2002)
		hauptsächlich durch Samen	2		
		durch Samen und Vegetation	3		
		hauptsächlich durch Samen	4		
		vegetativ	5		
	Samenmasse	< 0,2 mg	1	120	Kleyer (1995);
		0,21 - 0,5 mg	2		Klotz et al. (2002);
		0,51 - 1,0 mg	3		Hintze et al. (2013)
		1,01 - 2,0 mg	4		
		2,01 - 10,0 mg	5		
>10,0 mg	6				

#### 4.1.5 Statistische Auswertung

Zur Datenanalyse wurde das Datenbankformat Sqlite3 [engine version: 3.6.16 (2007)] im Management System SQLiteStudio (<http://sqlitestudio.one.pl/>) zur Verwaltung der Vegetationsaufnahmen verwendet. Zur Auswertung der Daten wurde das Programm R Version 2.10.1 (R Development Core Team, 2008) angewandt. Braun-Blanquet-Werte der Vegetationsaufnahmen wurden in mittlere Prozentwerte übertragen (DIERSCHKE 1994). Für jede Aufnahmefläche wurde der gewichtete Mittelwert der einzelnen Pflanzeigenschaften mit der Wurzel aus der Vegetationsbedeckung bestimmt. Die Korrelationen der Pflanzeigenschaften wurden mit einer Spearman-Matrix-Regression geprüft. Die Datenanalyse von

Artendeckung, Artenzahl, Deckung der einzelnen Vegetationsgesellschaften und mittleren Werte der Pflanzeigenschaften begann mit der Definition eines angepassten, linearen gemischten Modells (LAIRD & WARE 1982; VERBEKE & MOLENBERGHS 2000). Durch eine graphische Analyse der Residuen wurde festgestellt, dass die Daten heteroskedastisch aufgrund der Unterschiede in der Zugänglichkeit der Strände (Nutzung), der Distanz zum Wasser (Distanz) und der verschiedenen Strände (Strand) verteilt waren. Das statistische Modell beinhaltet Nutzung (NSG, NSGH, AB) und die Distanz zum Wasser (a-f; ABBILDUNG 13), sowie deren zweiseitigen Interaktionen als fixierten Faktoren. Der Strand und das Transekt wurden als zufällige Faktoren definiert. Basierend auf diesem Modell wurde eine ANOVA durchgeführt. Multiple Kontrasttests wurden angewandt, um die unterschiedlichen Variablen der Einflussfaktoren zu analysieren (BRETZ et al. 2011).

Die Artenzusammensetzung der oberen drei Aufnahmeflächen jedes Strandes (Distanz d-f) wurden mit Hilfe einer kanonischen Korrespondenzanalyse, die Distanz und Nutzung als direkte Einflussvariablen verwendet, differenziert. Die Aufnahmeflächen des unteren Strandes wurden aufgrund der hohen Anzahl leerer Felder vernachlässigt.

## 4.2 Ergebnisse

### 4.2.1 Artenreichtum und Artenzusammensetzung

Über die Vegetationsaufnahmen wurden insgesamt 136 Arten erfasst. Die Artenvielfalt der Aufnahmeflächen lag zwischen 1 und 19 Arten. Die Artenvielfalt im unteren Strandbereich unterschied sich nicht signifikant aufgrund der unterschiedlichen Zugänglichkeit der Strände. Die höchste mittlere Artenzahl konnte an teilweise gesperrten Stränden im oberen Strandbereich festgestellt werden (TABELLE 5, 6). Diese unterschied sich signifikant von der geringeren Artenzahl in komplett abgesperrten Stränden, die  $7.6 \pm 0.4$  Arten je Aufnahmefläche nicht überstieg (TABELLE 6, 7). Die Vegetationsbedeckung nahm signifikant mit der Entfernung zum Wasser zu (TABELLE 6, 7). Die dichteste Vegetationsbedeckung wurde im oberen Strandbereich in geschlossenen Stränden erreicht ( $52.0 \pm 2.7$  %).

Zielarten, wie *Cakile maritima*, *Salsola kali*, *Honckenya peploides* und *Ammophila arenaria* oder *Leymus arenarius* waren in allen untersuchten Nutzungstypen zu finden (TABELLE 6). Dennoch war der Anteil an exklusiv an nur einem Strandtyp auftretenden Arten in frei zugänglichen Stränden am höchsten. Bei diesen exklusiven Arten handelte es sich nie um typische Strandarten, sondern um Pflanzen ruderaler Standorte oder Fettwiesen.

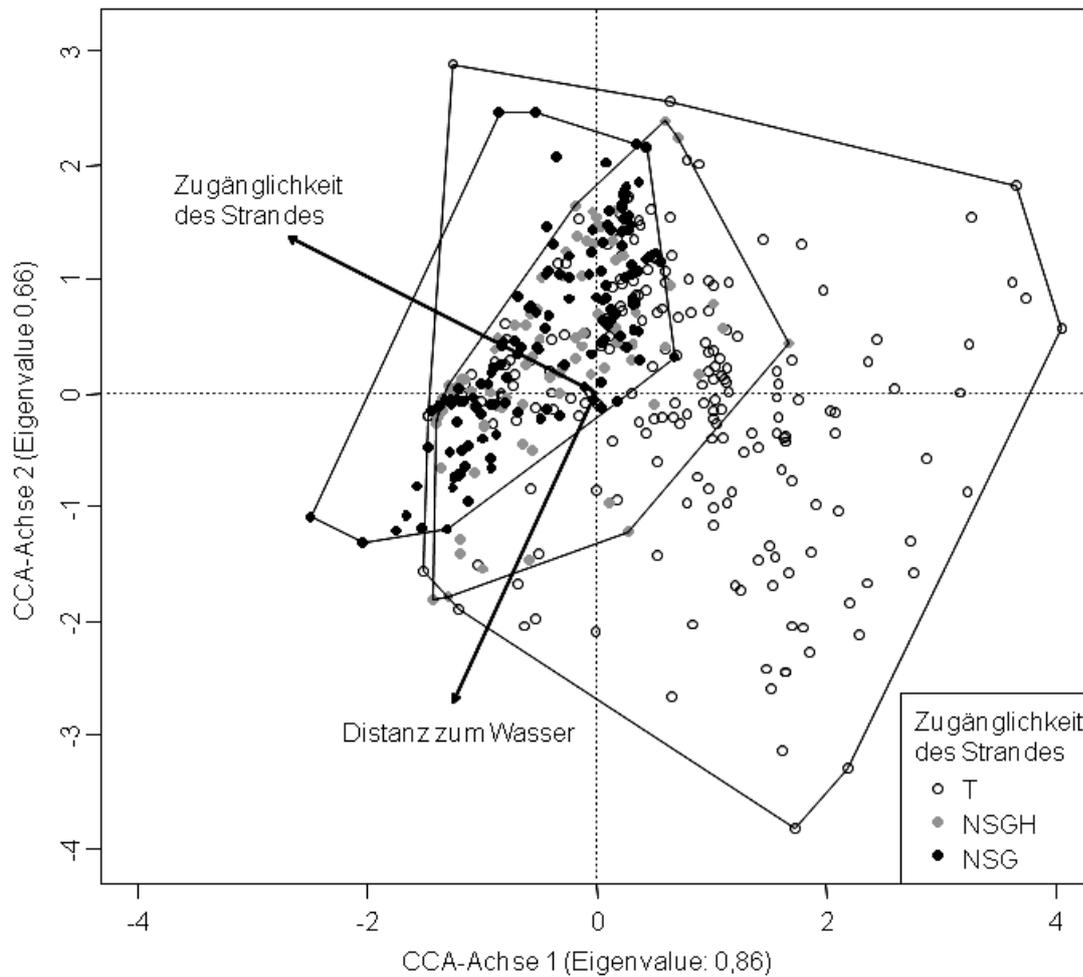
Die mittleren Deckungsgrade der charakteristischen soziologischen Pflanzengruppen unterschieden sich signifikant zwischen den einzelnen Strandformen und der Distanz zum Wasser (TABELLE 6,7). Arten des Cakiletea maritimae kennzeichneten hauptsächlich den unteren Strandbereich, während Arten des Honckenyo-Elymetea im mittleren Strandbereich am häufigsten auftraten und der Anteil von Arten der Elymo-Ammophiletea im oberen Strandbereich und im Strandwall am höchsten war. Arten des Cakiletea maritimae hatten ihre größten Deckungsgrade im unteren Strandbereich an frei zugänglichen Stränden (T a:  $33.8 \pm 5.4$  %; TABELLE 6). Arten der Honckenyo-Elymetea arenarii traten am häufigsten in geschlossenen oder teilweise geschlossenen Naturschutzgebieten auf (TABELLE 6). Die Deckung der Arten der Elymo-Ammophiletea unterschied sich nicht signifikant zwischen den unterschiedlichen Strandtypen.

**Tabelle 5:** Exklusive und typische Arten der Strände sowie deren Frequenz in den Nutzungstypen

		NSG	NSGH	T	Summe
N (Flächen)		300	174	420	894
Gesamtartenzahl		57	65	105	227
Exklusive Arten		6	15	42	63
Frequenz typischer Arten:					
<i>Ammophila arenaria</i>	Anzahl Flächen	121	57	101	279
	% Flächen	40,3	32,8	24	31,2
<i>Cakile maritima</i>	Anzahl Flächen	53	61	74	188
	% Flächen	17,7	35,1	17,6	21,0
<i>Crambe maritima</i>	Anzahl Flächen	56	13	13	82
	% Flächen	18,7	7,5	3,1	9,2
<i>Eryngium maritimum</i>	Anzahl Flächen	4	11	12	27
	% Flächen	1,3	6,3	2,9	3,0
<i>Honckenya peploides</i>	Anzahl Flächen	182	94	173	449
	% Flächen	60,7	54	41,2	50,2
<i>Leymus arenarius</i>	Anzahl Flächen	72	64	78	214
	% Flächen	24,0	36,8	18,6	23,9
<i>Salsola kali</i>	Anzahl Flächen	32	46	83	161
	% Flächen	10,7	26,4	19,8	18,0

An frei zugänglichen Stränden war in größerer Entfernung zur Wasserlinie der Anteil der Arten der Artemisetea und Molinio-Arrhenatheretea am höchsten (Distanz e-f). Komplett geschlossene Naturschutzgebiete hatten als einzige Strandform einen erhöhten Anteil von Molinio-Arrhenatheretea im unteren Strandbereich (NSG Distanz a: :  $4.4 \pm 2.3$  %).

Die kanonische Korrespondenzanalyse (CCA; ABBILDUNG 14) zeigte, dass die Einflussvektoren der Zugänglichkeit zum Strand (Nutzung) und der Distanz zum Wasser (Distanz) rechtwinklig zueinander stehen. Die Vegetationszusammensetzung der Aufnahmeflächen an geschlossenen Stränden (NSG) hatte nur eine geringe Verbreitung in der Grafik der CCA. Demgegenüber zeigten die Aufnahmeflächen an touristisch genutzten Stränden eine deutlich größere Streuung, die weit über denen der anderen Nutzungsformen hinaus reichte. Dies liegt an der größeren Artenvielfalt und der Ansiedlung von nicht strandtypischen Pflanzenarten an genutzten Stränden.



**Abbildung 14:** Kanonische Korrespondenzanalyse der Vegetationsaufnahmen des oberen Strandes (d-f). Als erklärende Faktoren wurden die Zugänglichkeit des Strandes (Eigenwert: 0,22) und die Distanz zum Wasser (Eigenwert: 0,17) als Triplot eingefügt.

**Tabelle 6:** Mittelwerte von Artenzahl, Vegetationsbedeckung und der Deckung der einzelnen Pflanzenklassen. Unterschiedliche Kleinbuchstaben geben signifikante Unterschiede zwischen den Strandnutzungsformen (Typ) innerhalb einer Distanz zum Wasser an. (CK: Cakiletea maritimae; HE: Honckenyo-Elymetea arenarii; EA: Ammophilitea arenarii; KC: Koelerio-Corynopheretea; A: Artemisetea vulgaris; MA: Molinio-Arrhenatheretea; SON: weitere; MW: Mittelwert; se: Standardfehler; n.s.: nicht signifikant)

Typ	Dist	Artenzahl,		Deckung		CK			HE			EA			KC		A		MA		SON							
		MW	se	MW	se	MW	se		MW	se	MW	se	MW	se	MW	se	MW	se	MW	se	MW	se						
NSG		1,6	0,4	7,3	2,1	13,0	4,1	ab	11,6	4,3	ab	2,5	1,4			0,2	0,2	4,4	2,3	6,9	3,1							
NSGH	a	1,4	0,3	n.s.	9,1	2,3	n.s.	23,3	6,9	a	20,7	6,4	a	0,6	0,6	n.s.			-		3,5	3,4	n.s.					
T		1,2	0,2		12,2	2,5		33,8	5,4	b	6,5	2,8	b	8,6	3,1					2,4	1,5							
NSG		1,9	0,3		9,0	1,9		7,8	3,5	a	25,7	5,8	ab	8,4	3,4	2,7	1,9	0,1	0,1	3,9	2,4	10,6	3,8					
NSGH	b	2,2	0,5	n.s.	14,4	3,4	n.s.	9,0	4,8	ab	37,8	8,3	a	3,9	2,2	n.s.	0,0	0,0	n.s.	0,5	0,4	n.s.	10,3	5,0	n.s.			
T		1,9	0,2		6,5	1,4		39,9	5,1	b	13,5	3,7	b	10,1	2,8	0,6	0,1	3,5	1,8	0,7	0,4	2,1	1,5					
NSG		2,9	0,4		20,3	3,3		11,4	3,9		54,6	6,3	a	14,4	3,9	0,2	0,1	ab	0,1	0,0	0,1	0,0	4,9	2,6				
NSGH	c	3,0	0,4	n.s.	14,8	3,6	n.s.	18,1	5,4	n.s.	34,6	6,7	a	9,9	4,0	n.s.	0,3	0,3	a	1,2	0,9	n.s.	0,0	0,0	n.s.	15,2	6,3	n.s.
T		3,4	0,4		34,6	1,7		28,5	4,4		17,8	3,7	b	22,5	3,9	2,3	1,1	b	2,1	0,8	4,3	1,9	4,0	1,7				
NSG		4,1	0,4	a	34,6	3,1		12,2	3,4		50,2	5,0	a	34,2	4,6	1,7	0,7	ab	0,0	0,0	a	0,1	0,0	1,6	0,5			
NSGH	d	5,3	0,4	b	31,2	3,8	n.s.	24,0	5,8	n.s.	33,3	5,8	a	30,3	5,6	n.s.	0,4	0,2	a	2,5	1,3	ab	2,3	2,0	n.s.	7,1	3,7	n.s.
T		5,0	0,4	ab	24,6	2,7		16,1	3,0		20,9	3,8	b	35,4	4,2	4,4	1,7	b	8,5	2,1	b	3,7	1,1	5,3	1,5			
NSG		5,6	0,4	a	52,0	2,7	a	5,5	2,0		28,9	4,9	ab	60,9	4,9	2,0	0,5	ab	0,4	0,2	a	0,3	0,2	a	1,9	0,8		
NSGH	e	7,3	0,5	b	42,8	3,7	ab	9,0	3,3	n.s.	32,6	5,6	a	48,5	5,9	n.s.	3,0	1,9	a	1,0	0,5	a	0,7	0,4	a	4,4	1,2	n.s.
T		7,1	0,4	ab	35,2	2,2	b	6,8	1,9		16,4	2,3	b	47,1	3,9	7,3	2,2	b	8,9	1,9	b	7,6	1,7	b	5,7	1,3		
NSG		7,6	0,4	a	55,2	2,9		6,8	1,7		14,1	3,6	ab	65,0	3,7	5,3	1,6	ab	1,2	0,3	a	1,2	0,3	a	6,4	1,6		
NSGH	f	9,6	0,6	b	52,3	4,8	n.s.	1,4	0,5	n.s.	16,9	3,8	a	60,7	5,6	n.s.	4,5	2,3	a	3,8	0,9	ab	3,1	1,8	a	7,1	2,2	n.s.
T		8,4	0,3	ab	56,2	2,8		1,7	0,4		10,4	1,8	b	52,5	4,3	6,3	1,8	b	12,4	2,3	b	9,4	2,1	b	8,6	1,7		

**Tabelle 7:** Die Effekte von Strandnutzung und Distanz zum Wasser sowie deren Interaktion auf die abhängigen Variablen Artenzahl und Deckung und den einzelnen Variablen der Pflanzenklassen und der Pflanzeigenschaften. Die F- und p-Werte stammen aus entsprechenden statistischen Modellen. (CK: *Cakiletea maritima*; HE: *Honckenyo-Elymetea arenarii*; EA: *Ammophillitea arenarii*; KC: *Koelerio-Corynopheretea*; A: *Artemisetea vulgaris*; MA: *Molinio-Arrhenatheretea*; SON: weitere)

Abhängige Variablen	Fixierte Effekte	num/den DF	F	p
Artenzahl	Nutzung	2 / 127	3,8	0,03
	Distanz	5 / 730	35,7	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 730	1,8	0,05
Deckung	Nutzung	2 / 153	7,6	<0,001
	Distanz	5 / 713	103,2	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 713	3,9	<0,001
Pflanzenklassen				
CK	Nutzung	2/134	4,8	<0,001
	Distanz	5/726	1,3	0,3
	Nutzung x Distanz	10/726	6,5	<0,001
HE	Nutzung	2/134	5	<0,01
	Distanz	5/726	16,6	<0,001
	Nutzung x Distanz	10/726	3,8	<0,001
EA	Nutzung	2/134	3,9	<0,05
	Distanz	5/726	75,6	<0,001
	Nutzung x Distanz	10/726	1,9	<0,05
KC	Nutzung	2/134	3,5	<0,05
	Distanz	5/726	3,6	<0,01
	Nutzung x Distanz	10/726	1,6	0,09
A	Nutzung	2/134	1,4	0,04
	Distanz	5/726	3,1	0,2
	Nutzung x Distanz	10/726	2,7	<0,001
MA	Nutzung	2/134	1,8	0,2
	Distanz	5/726	2,2	0,05
	Nutzung x Distanz	10/726	4,5	<0,001
SON	Nutzung	2/134	1,9	0,2
	Distanz	5/726	4,7	<0,001
	Nutzung x Distanz	10/726	2,1	<0,05

## 4.2.2 Verteilung der Pflanzeigenschaften

120 Pflanzenarten des Datensatzes konnten den Klassen der fünf ausgewählten funktionellen Pflanzeigenschaften eingeordnet werden. Bei der Wurzeltiefe konnten nur 104 Pflanzenarten eindeutig zugeordnet werden (TABELLE 4). Die Verteilung der Pflanzeigenschaften war signifikant durch die Distanz zum Wasser und die Zugänglichkeit der Strände beeinflusst (TABELLE 8, ABBILDUNG 15).

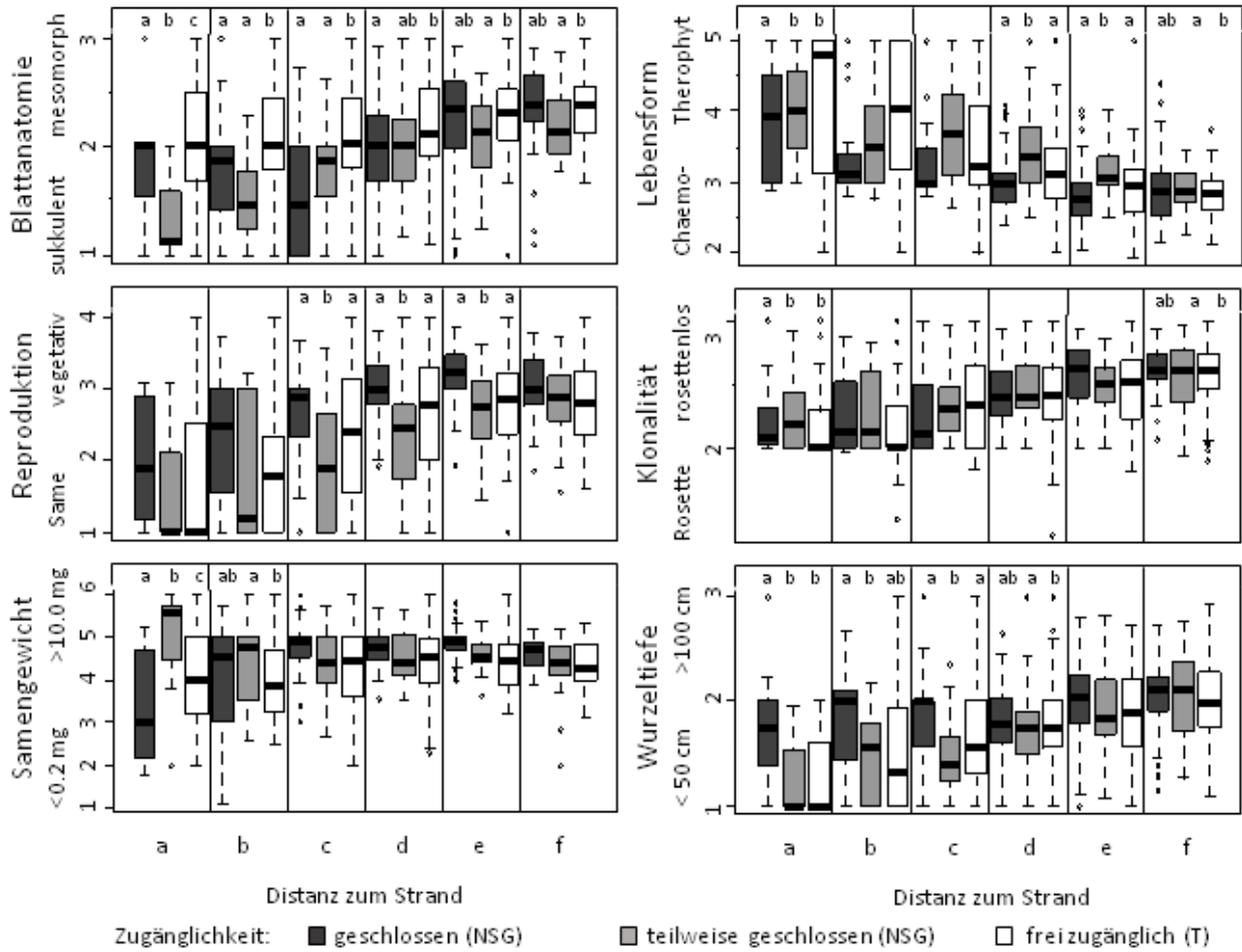
Alle Strandformen besaßen einen hohen Anteil an Therophyten im unteren Strandbereich und mehr Chamaephyten im oberen Strandbereich (ABBILDUNG 15). Teilweise abgesperrte Naturschutzgebiete (NSGH) besaßen zudem einen signifikant erhöhten Anteil an Therophyten im oberen Strandbereich (Distanz d-f). Dieser Trend zeigte sich ebenso in der Kategorie der Reproduktionseigenschaften mit mehr generativ sich ausbreitenden Pflanzen im unteren Strandbereich.

Eine mittlere Einteilung in die Klassen der Formen des klonalen Wachstums deutet einen erhöhten Anteil an nicht-rosettigen Pflanzen mit zunehmender Entfernung zur Wasserlinie an. Außerdem besaßen frei zugängliche Strände einen größeren Anteil an Pflanzen mit Halbrosetten und rosettenlosen Pflanzen (ABBILDUNG 15).

Die Blattanatomie änderte sich allgemein von einem hohen Anteil an Pflanzen mit sukkulenten Blättern im unteren Strandbereich zu einem größeren Anteil von Pflanzen mit mesomorphen Blättern im oberen Strandbereich. Komplette und teilweise abgesperrte Strände besaßen einen signifikant erhöhten Anteil von Pflanzen mit sukkulenten Blättern im unteren Strand (Distanz a-c; ABBILDUNG 15).

Pflanzen mit großer Wurzeltiefe wuchsen am häufigsten an komplett abgeschlossenen Stränden. Außerdem nahm der Anteil an Pflanzen mit tiefer Wurzeltiefe mit der Distanz zum Wasser zu.

Die Varianz an Pflanzen mit unterschiedlichen Kategorien im Samengewicht nahm mit der Distanz zum Wasser ab. An teilweise abgesperrten Stränden war der Anteil an Pflanzen mit schweren Samen im unteren Strandbereich signifikant erhöht (ABBILDUNG 15).



**Abbildung 15:** Gewichtete Mittelwerte der funktionellen Pflanzeigenschaften unterschieden nach Distanz der Aufnahmeeffläche zum Wasser und unterschiedlicher Zugänglichkeit der Strände. Unterschiedliche Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Strandnutzungen an.

**Tabelle 8:** Die Effekte von Strandnutzung und Distanz zum Wasser sowie deren Interaktion auf die abhängigen Variablen der einzelnen Pflanzeigenschaften. Die F- und p-Werte stammen aus entsprechenden statistischen Modellen.

Abhängige Variablen	Fixierte Effekte	num/den DF	F	p
Blattanatomie	Nutzung	2 / 134	70,4	<0,001
	Distanz	5 / 565	43,5	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 565	17,9	<0,001
Klonalität	Nutzung	2 / 134	3,4	<0,05
	Distanz	5 / 565	58,3	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 565	4,3	<0,001
Lebensform	Nutzung	2 / 134	1,3	0,3
	Distanz	5 / 565	11,3	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 565	2,9	<0,05
Reproduktion	Nutzung	2 / 134	1,9	0,16
	Distanz	5 / 565	43,6	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 565	7,9	<0,001
Samengewicht	Nutzung	2 / 134	5,9	<0,01
	Distanz	5 / 565	8,6	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 565	4,1	<0,001
Wurzeltiefe	Nutzung	2 / 134	26	<0,001
	Distanz	5 / 556	33,1	<0,001
	Nutzung x Distanz	10 / 556	3,4	<0,001

## 4.3 Diskussion

### 4.3.1 Artenreichtum und Artenzusammensetzung

Die Ergebnisse zeigten einen eindeutigen Einfluss von Strandbesuchern auf die Artenzusammensetzung, Artenreichtum und Vegetationsbedeckung der Strände. SCHIERDING et al. (2011) betonten, dass bereits eine geringe Trittdensität negative Effekte auf die Vegetationsbedeckung hat. Dennoch besitzen auch unbeeinflusste Strände in der Regel lediglich eine lückige Vegetationsbedeckung und eine geringe Artenvielfalt. Dies mag ein Grund sein, wieso bisher Naturschützer und Behörden diese artenarme Bereiche kaum berücksichtigen (ACOSTA et al. 2009; PEYRAT & FICHTNER 2011, DUGAN et al. 2012). Eine Zunahme an Artenvielfalt an Stränden ist eher ein Anzeichen für einen erhöhten menschlichen Einfluss auf die Vegetation als die Auswirkung von Naturschutzbemühungen. Dies ist auch aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ersichtlich. Sie zeigten, dass der Reichtum an Pflanzenarten in frei zugänglichen Stränden größer ist als an geschützten Strandbereichen. In frei zugänglichen Stränden ist außerdem der Anteil an nicht wertbestimmenden Arten der Molinio-Arrhenatheretea (e.g. *Taraxacum officinale*) oder der Artemisetea (e.g. *Artemisia vulgaris* oder *Glechoma hederacea*) erhöht. Ähnliche Effekte wurden auch in anderen Ökosystemen gestörter Landschaften beobachtet (ROOVERS et al. 2004; PEYRAT et al. 2009).

Außerdem führen Unterschiede in den abiotischen Bedingungen (BRUNBJERG et al. 2012) und eine größerer Eintrag von Samen aus dem Strandanwurf oder durch anthropogene Vektoren zu Änderungen in der Artenzusammensetzung. Pflanzen des Spülsaumes besitzen keine typische Samenbank im Boden

sondern sind auf den Eintrag von Samen über das Meer und dem Strandanwurf angewiesen (KRISCH 1990; BERG et al. 2004). Ein erhöhter Anteil an *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten im unteren Strandbereich in Naturschutzgebieten kann demnach durch die Entwicklung eines samen- und nährstoffreichen Strandanwurfes über mehrere Jahre entstanden sein (KRISCH 1990; PASSARGE & PASSARGE 1973).

### 4.3.2 Einfluss auf die ökologische Funktionen der Strände

Die Analyse der Verteilung der charakteristischen funktionellen Pflanzeigenschaften der Strandvegetation zeigte einen deutlichen Einfluss durch den Grad der Zugänglichkeit der Strände. Unseren Ergebnissen zufolge wurden in Strandökosystemen die entscheidenden Funktionen maßgeblich durch anthropogen bedingte Einflüsse auf die Art der Reproduktion und Blattanatomie verändert. Eine wichtige ökologische Funktion der Strandvegetation ist die Verringerung des Einflusses von Wind- und Wellenenergie und die Befestigung von Sedimenten (DEFEO et al. 2009; BARBIER et al. 2011; ELLENBERG & LEUSCHNER 2012). Dadurch bietet die Strandvegetation weniger robusten Pflanzen die Möglichkeit, sich in geschützten Bereich anzusiedeln, in denen Sedimente bereits gefestigt sind und der Salzeinfluss geringer ist. Außerdem dienen Strände als Nahrungsquellen für die terrestrische Fauna im Hinterland und im Übergangsbereich zum Meer. Pflanzen mit sukkulenten Blättern besitzen eine größere Wasserkapazität und eine größere Resistenz gegenüber Winderosion und Übersandung (SALISBURY 1952; Berg et al. 2004; LABUZ & GRUNEWALD 2007). Daher wird die Ansiedlung von *Honckenya peploides* als besonders zielkonform an Stränden angesehen, da ihr dichter Wuchs und die kleinen fleischigen Blätter die Sedimentfixierung fördern. Im oberen Strandbereich und in der Sekundärdüne besitzen Gräser, wie *Ammophila arenaria*, ähnliche Funktionen wie *H. peploides* in den unteren Bereichen (LEMAUVIEL & ROZÈ 2003). Die vorliegende Studie zeigte deutlich, dass sich an gestörten Stränden der Anteil von Pflanzen mit skleromorphen Blättern ändert und der Anteil an einjährigen Pflanzen zunimmt. Eine temporäre Fixierung von Sedimenten durch einjährige Arten schränkt aufgrund der kurzen Lebenszeit diese Ökosystemfunktion ein (SALISBURY 1952; GARCIA-MORA et al. 1999).

## 5. Vertrittoleranz ausgewählter Strandpflanzen

Die Untersuchung der Vertrittoleranz von Strandpflanzen dient dazu, den Einfluss des Menschen auf ökologische Prozesse, wie die Dünenentwicklung besser zu verstehen und den Einfluss der Vegetation auf wichtige Funktionen, wie Küstenschutz und Biodiversität zu beurteilen (BARBIER et al. 2011; SANTORO et al. 2012). In der vorliegenden Studie wird daher geprüft, wie sich unterschiedliche Vertrittintensitäten auf das Wachstum, die Fitness und die Reproduktion von Pflanzen am Strand auswirken. Mechanische Belastung von Pflanzen führt dazu, dass diese Assimilate mobilisieren und sich der Anteil der unterirdischen Biomasse erhöhen kann (PUIJALON et al. 2008; FRITZ et al. 2004). Diese Verschiebung beeinflusst das Überleben der Pflanzen sowie ihre Reproduktion, Keimung und Entwicklung (LIDDLE 1975; FRITZ 2004). Während andere Untersuchungen die Reduktion von Pflanzenbiomasse durch mechanische Belastung in Gewächshausexperimenten nachgewiesen haben (LIDDLE 1973; BOUDREAU & FAURE-LACROIX 2009), wurde bei dieser Untersuchung der Einfluss des tatsächlichen menschlichen Tritts unter den natürlichen Umweltbedingungen der Ostsee untersucht. LIDDLE (1975) geht davon aus, dass die direkte mechanische Belastung eines stehenden Mannes im Durchschnitt bei  $200 \text{ g m}^{-2}$  liegt. Bei der Gehbewegung kommen jedoch Scherkräfte hinzu, die zur Abrasion von Sediment führen und bei etwa 32 % des Körpergewichtes liegen (HARPER et al. 1961; QUINN et al. 1980).

Als typische Strandpflanzen wurden *Atriplex prostrata*, *Honckenya peploides* und *Crambe maritima* ausgewählt. Jede dieser Pflanzen wächst in unterschiedlicher Distanz zur Wasserlinie. *A. prostrata* ist eine einjährige Art, die im unteren Strandbereich im nährstoffreichen Strandanwurf des Winters wächst. Die ausdauernde Art *H. peploides* gedeiht in den weniger häufig überspülten, mittleren Strandbereich. Mit ihren kleinen fleischigen Blättern und dem dichten Wuchs trägt diese Art zur Stabilisierung des Standes bei (BERG et al. 2004; LABUZ & GRUNEWALD 2007). *C. maritima* ist eine großwüchsige, ausdauernde Pflanze, die am Fuße des höheren Strandwalls in größerer Distanz zur Wasserlinie wächst. Die Art besitzt breite ausladende Blätter, die mit einer dicken Wachsschicht belegt sind (SCHOTT 1976). SCOTT (1976) ging bereits davon aus, dass der Verlust von *C. maritima* in weiten Bereichen der englischen Küste mit der zunehmenden Belastung durch Touristen zusammenhängt. Zentrale Fragestellungen dieser Studie sind:

1. Welche Effekte gehen vom menschlichen Tritt auf das Wachstum und die Photosyntheseproduktivität von Strandpflanzen aus?
2. Unterscheiden sich die Arten in ihrer Fähigkeit, menschlichen Tritt zu überleben?
3. Was sind die Effekte von Tritt auf die Populationsdynamik der Arten und die ökologische Funktion des Strandes?

### 5.1. Methodik

#### 5.1.1 Erfassung der Trittintensität

Oft wird Tritt als Zahl der passierenden Touristen definiert (e.g. LIDDLE 1991; ANDERSEN 1995). Schrittlänge und Richtung der Bewegung werden nicht berücksichtigt. In dieser Studie wurde Trittintensität als Tritt  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$  bestimmt, wie es auch QUINN et al. (1980) und SCHIERDING et al. (2011) taten. Die übliche Trittintensität schwach genutzter Strände wurde im Rahmen des Projektes untersucht (vgl. Abschnitt 6.1), so dass es möglich ist die im Experiment angewandte Trittstärke hierzu in Beziehung zu setzen.

## 5.1.2 Pflanzenmaterial

Samen von *A. prostrata*, *H. peploides* und *C. maritima* wurden in 2011 in der Nähe der Versuchsflächen gesammelt. Die Samen wurden im Botanischen Garten der Universität Kiel vorgezogen. Um die Keimung zu induzieren, wurde die Samenhaut bei *A. prostrata* und *C. maritima* entfernt. Alle Samen wurden mit  $1 \text{ g l}^{-1}$  Gibberilinsäure behandelt. Zusätzlich wurden die Samen von *C. maritima* bei  $2-5 \text{ }^\circ\text{C}$  einen Monat in Sand stratifiziert. Die Pflanzen wurden im Gewächshaus bei  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  im Mai 2012 angezogen. Nach erfolgreicher Keimung wurden alle Pflanzen im Außenbereich des botanischen Gartens gehalten, damit sie sich optimal an die Klimabedingungen anpassen konnten. Alle Pflanzen wurden am 5., 6. und 12. Mai 2012 in der Strandseenlandschaft Schmoel (STA), Behrendorf (BSD) und in Scheimünde (SCH) angepflanzt (ABBILDUNG 2). Die drei Strände wurden ausgewählt, da in ihnen der Tourismus teilweise (BSD und STA) oder komplett (SCH) vom Strandbereich ausgeschlossen ist und an allen Stränden der Strandanwurf nicht entfernt wird. Die abiotischen Umweltbedingungen und insbesondere die Sedimentstruktur wurden ebenfalls erhoben (TABELLE 9).

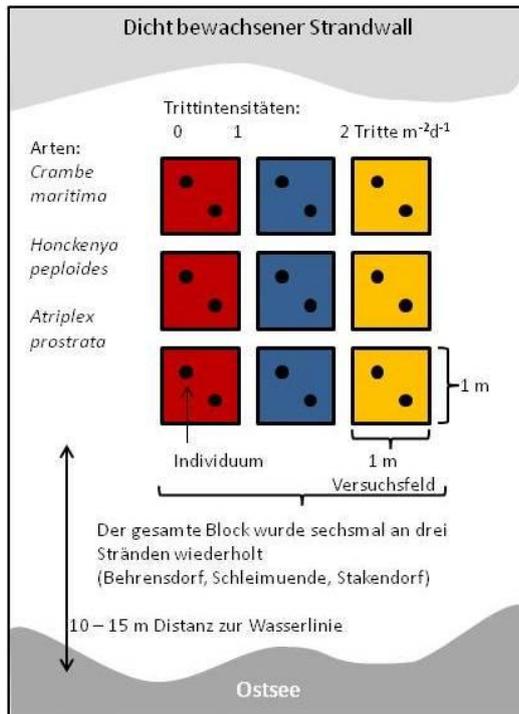
**Tabelle 9:** Bedingungen an den drei Stränden Behrendorf, Schleimünde und Strandseenlandschaft Schmoel, an denen der Versuch durchgeführt wurde.

Strand	Behrendorf	Schleimünde	Strandseenlandschaft Schmoel
Abkürzung	BSD	SCH	STA
Koordinaten	N $54^\circ 21.158792$ E $10^\circ 37.084831$	N $54^\circ 41.702873$ E $10^\circ 1.548402$	N $54^\circ 24.130980$ E $10^\circ 26.748460$
Schutzstatus	Nur geschlossener oberer Strand	Gesamt geschlossen	Nur geschlossener oberer Strand
Strandbreite	14-20 m	10-17 m	20-28 m
Boden			
	Stein	11.8 $\pm$ 3.5 %	1.1 $\pm$ 0.7 %
	Kies	4.3 $\pm$ 2.1 %	5.2 $\pm$ 1.6 %
	Sand	72.5 $\pm$ 5.4 %	82.9 $\pm$ 2.9 %
Netto Bodenänderung	-0.13 $\pm$ 0.06 cm	-0.05 $\pm$ 0.06 cm	-0.13 $\pm$ 0.06 cm

## 5.1.3 Versuchsaufbau

An jedem Strand wurde eine Versuchsfläche in 10-15 m Abstand zur Wasserlinie aufgebaut. Jede Versuchsfläche bestand aus sechs Blöcken (Replikate) mit je neun Feldern. In je drei Feldern wurden je zwei Pflanzen einer Art gepflanzt und die drei Felder mit unterschiedlichen Trittsrängen von 0, 1 und 2 Tritten  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$  behandelt (ABBILDUNG 16; 17). Da an einigen Stränden eine hohe Populationsdichte von Kaninchen vorkommt, wurden die Versuchsflächen mit einem 6-Eck-Geflechtzaun vor möglichem Verbiss geschützt.

Die Pflanzen wurden in der ersten Woche regelmäßig gegossen, damit sie sich möglichst erfolgreich etablieren konnten. Nach einer Eingewöhnungszeit von vier Wochen an die vorherrschenden Umweltbedingungen am Strand wurde Anfang Juni mit der Behandlung mit unterschiedlichen Trittsintensitäten begonnen.

**Abbildung 16:** Skizze des Versuchsdesign**Abbildung 17:** Aufbau der Versuchsfelder in Schleimuende

Sedimentstruktur, Nettoänderungen der Bodenoberfläche und Überflutungsfrequenz wurden während der Versuchsdauer erhoben. Die Bestimmung der Sedimentstruktur erfolgte nach SCHLICHTING ET AL. (1995) in zwölf zufällig verteilten 1 m<sup>2</sup> großen Feldern. Die Nettoänderung der Bodenoberfläche wurde mit Hilfe von zehn 1 m langen Erosionsstäben, die zur Hälfte in den Boden eingegraben waren, bestimmt (HAIGH 1977). Die Erosionsstäbe wurden neben den einzelnen Feldern in jeder Reihe des Versuchsfeldes verteilt und dreimal die Woche gemessen. Überflutung wurde durch im Boden eingegrabene Becher bestimmt, die mit einer Plexiglasscheibe vor Regen geschützt waren. Die Sedimentstruktur zeigte, dass der Anteil an großen runden Steinen in BSD im Vergleich zu den anderen Flächen deutlich größer war. Dennoch bestanden alle Strände aus mindestens 70 % Sandanteil. Die Nettoänderung der Bodenoberfläche schwankte unterschiedlich stark an den einzelnen Stränden, überstieg jedoch niemals 4 cm von Mai bis Mitte September 2012.

#### 5.1.4 Messungen der Pflanzenparameter

Alle Pflanzen wurden vor Beginn der Behandlung im Juni 2012 und danach in Intervallen von vier Wochen gemessen, sowie ein Jahr später im Juni 2013. Alle Meßmethoden waren nicht destruktiv (ANDERSONE et al. 2011)

- 1) Wachstum wurde als Veränderung der Gesamthöhe, der Anzahl der Blätter und der maximalen Blattlänge bestimmt. Von *A. prostrata* und *H. peploides* wurden jeweils zehn Blätter gemessen und von *C. maritima* wurden alle Blätter erfasst. Die tote Biomasse wurde nicht erfasst.
- 2) Die Photosyntheseproduktivität wurde als Chlorophyllgehalt und als Fitness des Photosystems II bestimmt. Der Chlorophyllgehalt der Blätter wurde mit dem Chlorophyll-Content-Meter (CCM-200, Opti-Sciences, Tyngsboro) ermittelt. Die optisch ermittelten Daten wurden durch die Extraktion von Chlorophyll a/b im Labor geeicht. Da diese Methode destruktiv ist, wurden für die Eichung Blätter von

Pflanzen in unmittelbarer Nähe der Versuchsfelder gesammelt. Das Chlorophyll wurde von Blattscheiben (10 mm Durchmesser) mit 1,5 ml gepufferten 80 %-igen Aceton extrahiert. Mit Hilfe eines Photometers (Uvikon 922 Spektrophotometer, Kontron-Instruments, Zurich) wurde das Spektrum erfasst (750-600 nm) und der Chlorophyll a/b-Gehalt nach PORRA ET AL. (1989) ermittelt. Schließlich wurden die relativen optischen Werte der Pflanzen aus den Versuchsflächen mit der Kalibrationskurve verglichen.

Die Fitness des Photosystems II wurde mit einem Puls-Amplituden-moduliertem Chlorophyll-Fluorometer (Mini-PAM, Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Deutschland) ermittelt. Zur Mittagszeit wurden Teile der Blätter für 20 Minuten mit Metallclips beschattet, um die minimale Fluoreszenz ( $F_0$ ) mit einem pulsierenden Messlicht von  $0,12 \text{ mmol Photonen m}^{-2}\text{s}^{-1}$  bei einer Frequenz von 0,6 kHz aufzunehmen. Die maximale Fluoreszenz ( $F_m$ ) wurde durch einen Sättigungsimpuls von etwa  $10\,000 \text{ mmol Photonen m}^{-2}\text{s}^{-1}$  erfasst. Die maximale Effizienz des Photosystems II ist als  $F_v/F_m$  definiert, hierbei ist  $F_v$  die Amplitude im dunkeladaptierten Zustand ( $F_v = F_m - F_0$ ). Optische Messungen an *H. peplodes* konnten aufgrund der geringen Blattgröße nicht durchgeführt werden.

- 3) Die Reproduktionsfähigkeit von *A. prostrata* unter Trittbelastung wurde ermittelt, indem im August 2012 Samenproben gesammelt wurden. Von diesen wurde die Samenschale entfernt. Die Samen wurden 72 Stunden bei  $60^\circ\text{C}$  getrocknet und direkt in Gruppen von fünf Samen gewogen.
- 4) Das Überleben der Pflanzen wurde bis Juni 2013 dokumentiert.

### 5.1.5 Statistische Auswertung

Alle Daten zum Wachstum und zur Photosyntheseproduktivität von Juni bis September wurden als relative Werte genommen. Hierzu wurde die erste Messung vor Beginn der Behandlung als 100 % angesehen. Alle Daten wurden mit Hilfe des Programms R Version 2.10.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2008) ausgewertet. Durch eine graphische Analyse der Residuen wurde festgestellt, dass die Daten aufgrund der unterschiedlichen Level von Strand, Pflanzenarten und Zeitpunkt der Messung heteroskedastisch verteilt sind. Es wurden lineare gemischte Modelle verwandt, um die Wuchshöhe, Anzahl an Blättern und Blattlänge zu analysieren (LAIRD & WARE 1982; VERBEKE & MOLENBERGHS 2000). Die statistischen Modelle beinhalteten die Art (*A. maritima*, *H. peplodes* und *C. maritima*), die Trittintensität (0, 1 und 2 Tritte  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ) und den Messzeitpunkt (Messungen alle vier Wochen in Juli, August und September), sowie deren Interaktionen (zwei- und dreiseitig) als fixierte Faktoren. Für alle Modelle wurden der Strand (BSD, STA, SCH), der Block (1-6) und die Versuchsfelder, alle genestet, als zufällige Faktoren festgelegt. Zusätzlich wurden die Wiederholungen der Messungen als auto-regressive Korrelation mit den Residuen der ersten Ordnung (AR-1) einbezogen. Diese Struktur berücksichtigt einen größeren zeitlichen Abstand zwischen den einzelnen Messungen (PINHERO & BATES 2009).

Zur Auswertung der Daten der Samengewichte von *A. prostrata* wurde ein lineares gemischtes Modell verwendet. Durch eine graphische Analyse der Residuen wurde festgestellt, dass die Daten der Messungen aufgrund der unterschiedlichen Strände und Trittintensitäten heteroskedastisch verteilt sind. Das statistische Modell beinhaltete die Trittintensität (0, 1 und 2 Tritte  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ) als fixierte Faktoren. Für das Modell wurde der Strand (BSD, STA, SCH), der Block (1-6) und die Versuchsfelder, alle genestet, als zufällige Faktoren festgelegt.

Für die Analyse der binomialen Daten zu dem Überleben der Pflanzen, wurde ein generalisiertes minimales Modell mit einer logistischen Regression (logit-link) angewandt. Das statistische Modell beinhaltete die Art, die Trittintensität (0, 1 und 2 Tritte  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ) und den Zeitpunkt der Messung (sechs Messzeitpunkt nach 0, 4, 8, 12, 16, und 52 Wochen), sowie deren Interaktionen als fixierte Faktoren. Für

das Model wurde der Strand (BSD, STA, SCH), der Block (1-6) und die Versuchsfelder, alle genestet, als zufällige Faktoren festgelegt. Zusätzlich wurden die Wiederholungen der Messungen als auto-regressive Korrelation mit den Residuen der ersten Ordnung (AR-1) berücksichtigt.

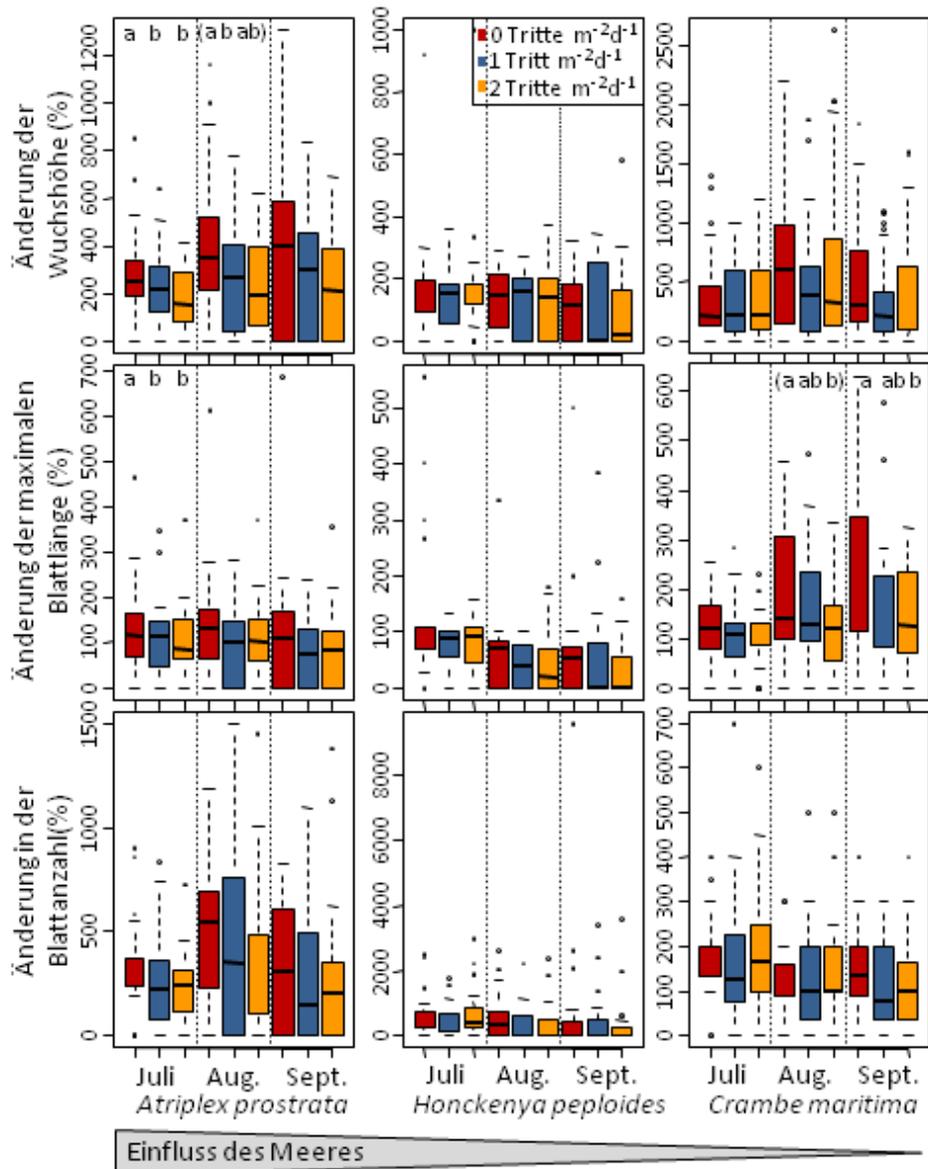
Für jedes Model wurde die Analyse der Varianzen (ANOVA) berechnet, um den Einfluss der fixierten Faktoren zu erheben. Anschließend wurde ein multipler Kontrasttest (BRETZ ET AL. 2011) angewandt, um die unterschiedlichen Ebenen der jeweiligen Einflussfaktoren auszuwerten.

## 5.2 Ergebnisse

### 5.2.1 Biomasse

Der Einfluss von Trittdensität, Zeit und Art unterschied sich zwischen den einzelnen Pflanzenparametern. So waren Änderungen in der Wuchshöhe durch Trittdensität, Art und Zeit bedingt. *A. prostrata* zeigte eine Reduktion des Höhenwachses durch Tritt im Juli an. Die mittlere Wuchshöhe im Juli von nicht belasteten *A. prostrata* betrug  $9,4 \pm 1,0$  cm. Pflanzen, die mit zwei Tritten  $m^{-2}d^{-1}$  behandelt worden waren, waren lediglich  $6,5 \pm 1,0$  cm hoch. Dies entspricht einer Änderung im Höhenwachstum von  $260,4 \pm 40,8$  % und  $165,3 \pm 41,1$  % (ABBILDUNG 18). Die größten Wuchshöhen erreichte *A. prostrata* im August mit 47,5 cm. *C. maritima* und *H. peploides* waren nicht so hochwüchsig wie *A. prostrata* und zeigten keine signifikanten Effekte in Abhängigkeit von der Trittdensität. Die Wuchshöhe von *C. maritima* bei nicht belasteten Pflanzen verdoppelte sich mit der Zeit auf  $204,3 \pm 43,5$  % gegenüber der Wuchshöhe im Juni. Die Wuchshöhe von *H. peploides* blieb relativ stabil oder verringerte sich. Gegenüber Anfangswerten im Juli betrug die Wuchshöhe 59,3 % und maximal 107,3 %.

Änderungen in der Blattlänge ergaben sich aufgrund von Trittdensität, Art und Zeit. *A. prostrata* zeigte eine signifikante Verringerung der Blattlänge bei größerer Trittdensität im Juli. Bei *C. maritima* hingegen verringerte sich die Blattlänge durch Tritt erst im September. Die maximale Blattlänge von *A. prostrata* war 8,5 cm zu Beginn des Experiments. Im Juli vergrößerte sich die Blattlänge auf  $112,5 \pm 17,4$  %, bei unbelasteten Individuen von *A. prostrata*, während sich die Blattlänge von Individuen, die mit zwei Tritten  $m^{-2}d^{-1}$  behandelt worden waren, auf  $89,2 \pm 17,5$  % verringerte. Die Blattlängen von Individuen von *C. maritima* nahmen von einer Länge von 5,7 cm im Juni auf maximal 16,9 cm im September zu. Diese Änderungen entsprechen etwa  $204,7 \pm 24,0$  % bei nicht belasteten Pflanzen und  $106,5 \pm 23,0$  % bei Individuen, die mit zwei Tritten  $m^{-2}d^{-1}$  behandelt wurden (ABBILDUNG 18). *H. peploides* zeigte keine signifikanten Änderungen in der Blattlänge. Die mittlere Blattlänge blieb zwischen 1,0 cm und 0,3 cm. Die Anzahl der Blätter änderte sich signifikant aufgrund der Pflanzenart und der Zeit (TABELLE 10). *H. peploides* zeigte die größte Verringerung der Blattanzahl von allen Arten. *C. maritima* zeigt die geringste Änderung in der Blattanzahl. Die Zahl der Blätter lag zwischen 1 bis 14 Blätter. Im August zeigte *A. prostrata* die größte Zunahme an Blättern auf mit bis zu  $114,9 \pm 15,4$  ( $475,6 \pm 67,5$  %) bei nicht belasteten Pflanzen und  $72,4 \pm 15,2$  Blätter für Pflanzen, die mit zwei Tritten  $m^{-2}d^{-1}$  ( $328,2 \pm 69,3$  %) belastet wurden.



**Abbildung 18:** Änderungen der erhobenen Pflanzenparameter (Wuchshöhe, Blattlänge und Blattanzahl) für die drei Arten *Atriplex prostrata*, *Honckenya peploides* und *Crambe maritima* bei Behandlung mit unterschiedlicher Trittsintensität (rot: kein Tritt; blau: 1 Tritt  $m^{-2}d^{-1}$ ; gelb: 2 Tritte  $m^{-2}d^{-1}$ ) an drei Messzeitpunkten. Alle Daten sind im Verhältnis zu der Ausgangssituation vor Beginn der Behandlung im Juni (100%) kalkuliert. Unterschiedliche Kleinbuchstaben geben signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) oder Tendenzen (in Klammern:  $p < 0.10$ ) aufgrund der Trittsintensität an.

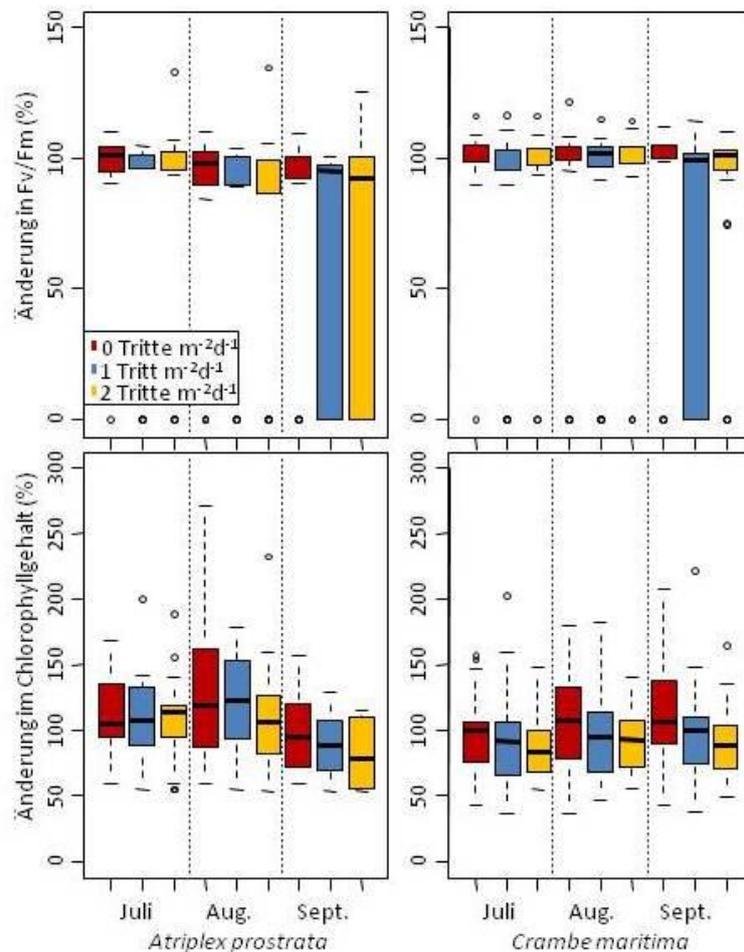
**Tabelle 10:** Einfluss von Tritt, Art und Zeit auf die jeweiligen Parameter für Biomasse, Photosyntheseproduktivität und Reproduktion.

Abhängige Variablen		Fixierte Effekte	num / den DF	F	p		
Biomasse	Änderung der Wuchshöhe	<b>Tritt</b>	2 / 126	4,4	<b>0,01</b>		
		<b>Art</b>	2 / 126	18,0	<b>&lt;0,0001</b>		
		<b>Zeit</b>	3 / 625	12,9	<b>&lt;0,0001</b>		
		Tritt : Art	4 / 126	1,6	0,17		
		Tritt : Zeit	6 / 625	1,3	0,27		
		<b>Art : Zeit</b>	6 / 625	4,0	<b>0,003</b>		
		Tritt : Art : Zeit	12 / 625	0,7	0,65		
	Änderung der maximalen Blattlänge	Tritt	2 / 127	1,6	0,20		
		<b>Art</b>	2 / 127	8,8	<b>0,0003</b>		
		<b>Zeit</b>	3 / 630	5,4	<b>0,005</b>		
		Tritt : Art	4 / 127	0,9	0,49		
		Tritt : Zeit	6 / 630	0,6	0,66		
		<b>Art : Zeit</b>	6 / 630	10,7	<b>&lt;,0001</b>		
		<b>Tritt : Art : Zeit</b>	12 / 630	3,1	<b>0,002</b>		
	Änderung der Blattzahl	Tritt	2 / 126	0,6	0,53		
		<b>Art</b>	2 / 126	4,7	<b>0,01</b>		
		<b>Zeit</b>	3 / 625	8,6	<b>0,0002</b>		
		Tritt : Art	4 / 126	0,7	0,58		
		Tritt : Zeit	6 / 625	1,3	0,28		
		<b>Art : Zeit</b>	6 / 625	9,5	<b>&lt;0,0001</b>		
Tritt : Art : Zeit		12 / 625	0,6	0,79			
Photosynthese Produktivität	Änderung der Fitness des PS II (Fv/Fm)	Tritt	2 / 64	1,1	0,33		
		Art	1 / 64	0,1	0,79		
		Zeit	3 / 313	1,2	0,31		
		Tritt : Art	2 / 64	0,4	0,68		
		Tritt : Zeit	6 / 313	0,1	0,99		
		Art : Zeit	3 / 313	0,3	0,71		
		Tritt : Art : Zeit	6 / 313	0,3	0,90		
	Änderung im Chlorophyll a/b Gehalt	Tritt	2 / 73	0,5	0,61		
		<b>Art</b>	1 / 73	4,9	<b>0,03</b>		
		<b>Zeit</b>	3 / 312	9,1	<b>0,0001</b>		
		Tritt : Art	2 / 73	0,3	0,74		
		Tritt : Zeit	6 / 312	1,1	0,36		
		<b>Art : Zeit</b>	3 / 312	11,5	<b>&lt;0,0001</b>		
		Tritt : Art : Zeit	6 / 312	0,9	0,49		
		Reproduktion	Samengewicht	Tritt	1 / 33	1,2	0,31

## 5.2.2 Photosyntheseproduktivität

Die Werte von  $F_v/F_m$  lagen bei der ersten Messung im Juni zwischen 600 und 820 nm. Weder Tritt noch Art oder Zeit beeinflussten Änderungen von  $F_v/F_m$  (ABBILDUNG 19; TABELLE 10). Bei *A. prostrata*, die mit zwei Tritten  $m^{-2}d^{-1}$  behandelt wurden, änderten sich die Werte für  $F_v/F_m$  auf  $72,8 \pm 9,5$  % gegenüber den Anfangswert (100 %). Bei nicht belasteten Pflanzen lag diese Änderung bei  $89,6 \pm 9,3$  %. Bei *C. maritima* war die Änderung von  $F_v/F_m$  weniger deutlich. Hier lagen die Änderungen bei  $98,1 \pm 10,1$  % für nicht belastete *C. maritima* ( $97,3 \pm 10,9$  % bei zwei Tritten  $m^{-2}d^{-1}$ ).

Trotz sichtbarer Trends konnte keine signifikante Änderung in dem Chlorophyllgehalt von *A. prostrata* oder *C. maritima* durch Tritt festgestellt werden (ABBILDUNG 19; TABELLE 10). Der mittlere Chlorophyll a/b-Gehalt von *A. prostrata* lag bei 23,9 % bis 24,9 % zu Beginn des Experiments. Im September verringerte sich der Chlorophyll a/b-Gehalt von Individuen, die mit Trittsintensitäten von zwei Tritten  $m^{-2}d^{-1}$  behandelt wurden, auf  $18,3 \pm 2,6$  %. Mit der Zeit verringerte sich der Chlorophyllgehalt von nicht belasteten Individuen von *A. prostrata* signifikant. Der Chlorophyll a/b-Gehalt von *C. maritima* war dagegen eher stabil.



**Abbildung 19:** Änderungen der Fitness des Photosystem II ( $F_v/F_m$ ) und Chlorophyllgehalt für die Arten *Atriplex prostrata* und *Crambe maritima* bei Behandlung mit unterschiedlicher Trittsintensität (rot: kein Tritt; blau: 1 Tritt  $m^{-2}d^{-1}$ , gelb: 2 Tritte  $m^{-2}d^{-1}$ ) an drei Messzeitpunkten. Alle Daten wurden im Verhältnis zur Ausgangssituation vor Beginn der Behandlung im Juni (100%) berechnet.

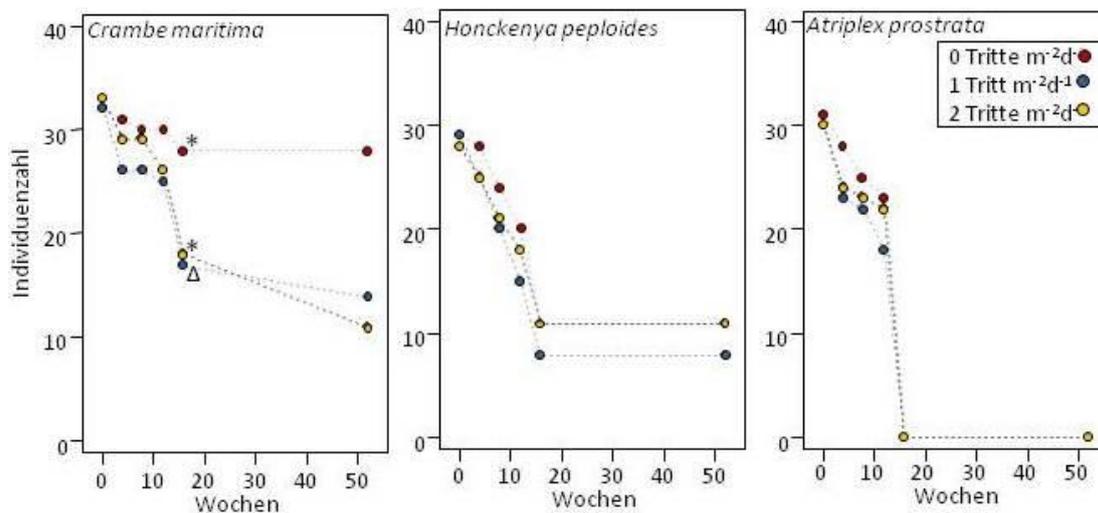
## 5.2.3 Reproduktion

Das Samengewicht von *A. prostrata* unterschied sich nicht signifikant zwischen den Behandlungsmethoden. Das mittlere Samengewicht von fünf Samen von *A. prostrata* ohne Trittbelastung war  $5,11 \pm 0,72$  mg, während das Gewicht von fünf Samen mit einer Trittbelastung von zwei Tritten  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$  bei  $3,09 \pm 0,45$  mg lag.

Im Sommer 2013, ein Jahr nach der experimentellen Trittbelastung, entwickelten drei Individuen von *C. maritima* Blütenstände im NSG Behrendsdorf. Eine der Pflanzen wurde vorher mit zwei Tritten  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$  behandelt und zwei Pflanzen waren unbeladene Pflanzen. Aufgrund der geringen Anzahl blühender Individuen wurde das Samengewicht nicht erfasst.

## 5.2.4 Überleben

Die geringe Trittdensität beeinflusste das Überleben von *A. prostrata* und *H. peploides* nicht (ABBILDUNG 20). Dagegen wurde das Überleben von *C. maritima* nach 16 Wochen Trittbelastung signifikant beeinflusst. Im Juni 2013 überlebten 38,9 % der Pflanzen, die mit einem Tritt  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$  (bzw. zwei Tritten  $\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ) behandelt wurden, während bei unbelasteten *C. maritima* 78,8 % überlebten.



**Abbildung 20:** Überleben von *Crambe maritima*, *Honckenya peploides* und *Atriplex prostrata* von Juni 2012 bis Juni 2013. (\*: signifikante Unterschiede zwischen den Trittdensitäten an diesem Messzeitpunkt ( $p < 0.05$ ); Δ: Tendenz zwischen den Trittdensitäten an diesem Messzeitpunkt ( $p < 0.10$ )).

## 5.3 Diskussion

### 5.3.1 Einfluss des Tritts auf Pflanzenwachstum und Photosyntheseproduktivität

Strandpflanzen sind an die extremen Bedingungen, die durch Wind, Wasser, Sand, Salz und einer hohen Sonneneinstrahlung entstehen, angepasst (DEFEO et al. 2009; BARBIER et al. 2011; ELLENBERG & LEUSCHNER 2012). Übersandung und geringe Versorgung mit Nährstoffen führten in experimentellen Untersuchungen nur bei großen Extremen zu Biomasseverlusten (LEE & IGNACIUK 1985; GILBERT 2008). Sogar Salzstress war für einige Strandpflanzen bis zu einem gewissen Grad nicht schädlich (LEE & IGNACIUK 1985; WOODDELL 1985). GILBERT et al. (2008) stellten fest, dass Strandpflanzen bei ausreichender

Versorgung mit Nährstoffen dazu in der Lage sind, Biomasseverluste die durch Übersandung entstehen, auszugleichen. Es stellte sich allerdings heraus, dass Tritt durch Strandbesucher schädlichere Auswirkungen hat als der natürliche Stress am Strand (SANTORO et al. 2012) und daher die Vegetationsbedeckung und Artenzusammensetzung am Strand beeinflusst (PUJALON et al. 2008). Dies kann schließlich die Initialisierung einer Dünenentwicklung grundlegend behindern (HESP et al. 2010; BARBIER et al. 2011). Auch unter diesem Gesichtspunkt ist es von besonderem Interesse, die Auswirkungen von Trittbelastung auf Pflanzen genauer zu untersuchen. Die in dieser Studie untersuchten Strandpflanzen unterschieden sich in ihrer Resistenz gegenüber Tritt. Während *A. prostrata* besonders zu Beginn des Experiments Biomasseverluste durch Tritt aufwies, konnten diese bei *C. maritima* erst im September festgestellt werden.

*H. peploides* zeigte keinerlei Beeinträchtigung bei geringen Trittstärken. Dies kann auf den dichten und engen Wuchs zurückgeführt werden. LIDDLE (1991) stellte fest, dass kleinwüchsige, rosettig wachsende oder horstbildenden Arten, die zudem noch kleine Blätter besitzen, resistenter gegenüber Tritt sind. *C. maritima* hat dagegen Blätter von 2 bis 50 cm Länge, die mit einer Wachsschicht umgeben sind. Diese Schicht kann leicht durch Tritt verletzt werden, wodurch die Pflanzen schneller austrocknen können (SCOTT & RANDALL 1976).

Die Leistung der Photosynthese wird direkt von dem Chlorophyllgehalt beeinflusst, der sich durch die Blattdicke oder durch die Anzahl an Chloroplasten ändert (BJÖRKMANN 1981; MURCHIE & HORTON 1997). Eine Verringerung der Kohlenstoffaufnahme verringert das Blattwachstum und kann dadurch die Photosynthesekapazität und den Chlorophyllgehalt beeinflussen. Außerdem führt der Verschluss von Stomata aufgrund von Austrocknung nach Trittbelastung und Schädigung der Blattoberfläche zu einer Verringerung der Aktivität des Photosystems. Ebenso kann die Schädigung des Blattes zu einer Einleitung von Seneszenzprozessen führen, bei der Nährstoffe und Mineralien aus dem Blatt mobilisiert werden. Insbesondere der Abbau des Photosystems ändert die Photosyntheseaktivität direkt (LU et al. 2001; FRITZ et al. 2004; PUJALON et al. 2008). Dennoch zeigte sich in diesem Experiment weder eine Änderung des Chlorophyllgehalts noch der Fitness des Photosystems II durch Tritt. Die beobachtete Änderung der Fitness des Photosystems II und des Chlorophyllgehaltes über die Zeit in *A. prostrata* ist vielmehr auf natürliche Seneszenzprozesse dieser einjährigen Art zurückzuführen. Außerdem stellten GILBERT et al. (2008) fest, dass übersandete Pflanzen eher ihre Blattmasse kompensieren als die Photosyntheserate zu ändern.

### 5.3.2 Einfluss von Tritt auf die Populationsdynamik

Tritt beeinflusst Pflanzen direkt durch die Beschädigung von Pflanzenorganen (SUN & LIDDLE 1993). Dadurch verringert sich oft auch die Vegetationsbedeckung (HYLGAARD 1980; ANDERSEN 1995; DEFEO et al. 2009). Zusätzlich ändern sich durch Tritt die Bodenverhältnisse (LIDDLE 1975; QUINN et al. 1980). In dieser Studie wurde gezeigt, dass bereits geringe Trittstärken eine Verringerung des Pflanzenwachstums bedingen (*A. prostrata* und *C. maritima*) und langfristig das Überleben der Individuen beeinflussen (*C. maritima*). Die gemessenen Trittstärken an schwach frequentierten Stränden waren mindestens viermal größer als die im Versuch angewandte Trittintensität. Daher ist davon auszugehen, dass die Effekte von höheren Trittstärken am Strand, wie sie in unserer Studie für viele Strände ermittelt wurden, deutlich größer sind als im Experiment beobachtet. Unsere Daten unterstützen außerdem die Behauptung von SCOTT (1976), dass touristischer Tritt für den Verlust von *C. maritima* in weiten Bereichen des Strandes verantwortlich gemacht werden kann. Insbesondere die Schädigung von Blattmasse und die Schädigung

von Wurzeln, in denen Nährstoffe im Winter eingelagert werden, führen zu einem langfristigen Rückgang von *C. maritima* durch Trittbelastung (Scott & RANDALL 1976). Die Population von *A. prostrata* scheint dagegen weniger von Tritt beeinflusst zu werden. Im Versuch wurde trotz anfänglicher Beeinträchtigung des Wachstums durch Tritt kein Unterschied zu unbelasteten Pflanzen nach zwei Monaten beobachtet. Außerdem ist der entscheidende Vektor für das Überleben der Population von *A. prostrata* die Entwicklung von Samen, deren Produktion und Masse nicht durch Tritt beeinflusst wurden (GARCIA-MORA et al. 1999). Dennoch ist die Entfernung von Strandanwurf im Rahmen von touristischer Strandnutzung eine enorme Beeinträchtigung der Population von *A. prostrata*, da hierbei nicht nur notwendige Nährstoffe, sondern auch Samenmaterial vom Strand entfernt werden (JEDRZEJCZAK 2005; LABUZ & GRUNEWALD 2007; MOSSBAUER et al. 2012).

### 5.3.3 Konsequenzen für ein angepasstes Strandmanagement

Der Ausschluss von Trittbelastung auf Strandpflanzen gilt nach wie vor als beste Maßnahme zur Förderung von Strandvegetation. Bereits nach einer vergleichsweise kurzen Zeit von 1 bis 2 Jahren ohne Trittbelastung konnte in anderen Untersuchungen eine Zunahme der Vegetationsbedeckung und der Artenvielfalt beobachtet werden (Hylgaard 1980; Santoro et al. 2012). Dies ermutigt, nach Wegen für ein nachhaltiges überregionales Strandmanagement zu suchen, das sowohl intensiv touristisch genutzte Bereiche, als auch geschützte Strandbereiche beinhaltet (DEFEO et al. 2009; BARBIER et al. 2011; MCLACHLAN et al. 2013). Ein Ausschluss von Trittbelastung zu mindestens aus dem oberen Strandbereich ist hierfür unabdingbar. In diesem Bereich wachsen besonders empfindliche Arten, wie *C. maritima*, die nach unseren Ergebnissen als besonders trittempfindlich einzustufen sind. Dies unterstreicht die Ergebnisse der weltweiten Untersuchung von BROWN & MCLACHLAN (1990), die ebenfalls den oberen Strandbereich und die Primärdünen als besonders störungsempfindliche Küstenzone beurteilten.

Strände mit einem parallel zur Küste abgesperrten Bereich verbinden die Forderungen von Stakeholdern und Touristen mit denen des Strandschutzes. Außerdem sollten Strandbesucher durch Bohlenwege oder Brückenkonstruktionen über Dünen und an den Stränden geleitet werden. Hierdurch kann der direkte Druck auf einzelne Bereiche fokussiert und von sensiblen Bereichen genommen werden. Dabei entstehen Synergien zwischen Naturschutz, Förderung von gehbehinderten Personen und einer touristisch attraktiven Strandgestaltung. Natürlich sollten solche Maßnahmen immer mit ausführlichen Informationen für Besucher und in Partizipation mit Stakeholdern entwickelt werden, um Vorurteile zu verringern und die Akzeptanz der Maßnahme zu fördern (DEFEO et al. 2009; HALLER et al. 2011).

## 6. Nutzungsanalyse der Strände

### 6.1 Messung der Trittbelastung

Zur Ermittlung der Nutzungsintensität von Stränden wurde die Trittbelastung an moderat genutzten Stränden der Ostsee im Sommer 2011 aufgenommen. An vier Standorten in Schleswig-Holstein (Behrendorf, Stakendorf, Lippe, Hohenfelde; ABBILDUNG 21) wurden je sieben 4 m<sup>2</sup> große Versuchsfelder im Abstand von 10 m zum mittleren Wasserstand eingerichtet. Diese Flächen wurden im August 2011 täglich geebnet und die über den Tag entstandenen Trittsuren dokumentiert. Die Trittintensitäten lagen zwischen 7,8 ( $\pm 1,3$ ) Tritte m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> in Hohenfelde und 3,6 ( $\pm 0,4$ ) Tritte m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> in Stakendorf (ABBILDUNG 21).

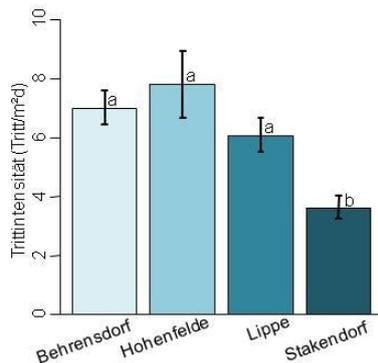


Abbildung 21: Ermittelte Trittintensität an unterschiedlichen Stränden der Ostsee

### 6.2 Beobachtung von Bewegungsmustern von Strandbesuchern

Für die Entwicklung eines Konzeptes für einen effektiven Strandschutz ist es neben der Untersuchung ökologischer Grundlagen auch wichtig, die Bedürfnisse und Gewohnheiten von Strandbesuchern zu berücksichtigen. Daher wurden in Juli und August 2013 für jeweils sechs Stunden innerhalb der Woche (WT) und sechs Stunden am Wochenende (WE) an den drei Stränden der Gemeinden Lindhöft, Surendorf und Hohenfelde die Bewegungsmuster der Strandbesucher tabellarisch festgehalten. Hierzu wurde ein Abschnitt von 500 m Länge parallel zum Wasser in fünf Nutzungszonen (Düne, oberer Strand A; mittlerer Strand B; unterer Strand C; Wasser; ABBILDUNG 22) eingeteilt. Die Anzahl der Strandbesucher innerhalb der jeweiligen Zonen sowie deren geschätztes Alter und Tätigkeiten wurden alle fünf Minuten dokumentiert. Zusätzlich wurde die Zahl der Hunde aufgenommen. Diese Form der Beobachtung richtete sich nach den Vorschlägen von KAMMLER (2003).

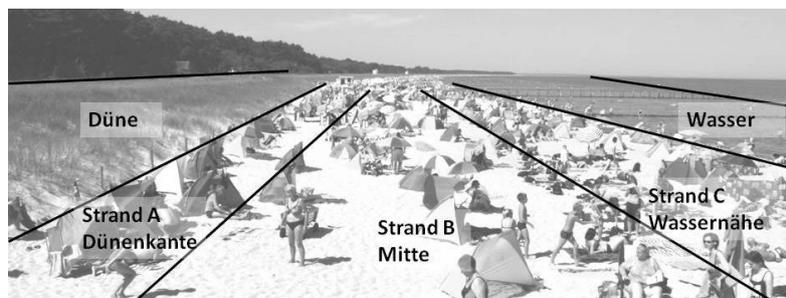
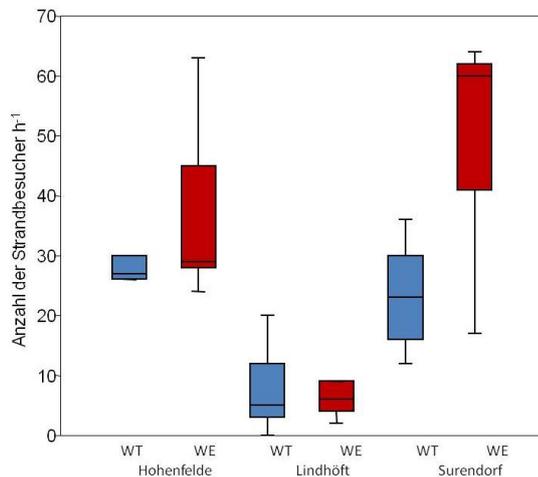
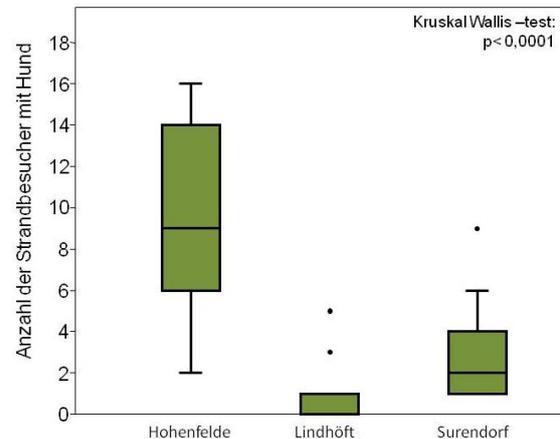


Abbildung 22: Skizze der Gliederung des Strandes in fünf Zonen.

Die drei Strandabschnitte unterschieden sich deutlich in der Zahl ihrer Besucher. Lindhöft war mit 6 bis 7 Besuchern je Stunde ein sehr schwach frequentierter Strand. Hohenfelde dagegen wurde deutlich stärker besucht (WT: 24, WE: 37 Besucher, ABBILDUNG 23). Surendorf zeichnete sich durch einen großen Unterschied zwischen der Nutzung am Wochentag (23 Besucher) und am Wochenende (49 Besucher) aus. Dies lässt sich durch die nahe räumliche Lage zu der Großstadt Kiel und der damit verbundenen hohen Attraktivität für Tagestouristen und Wassersportler erklären.



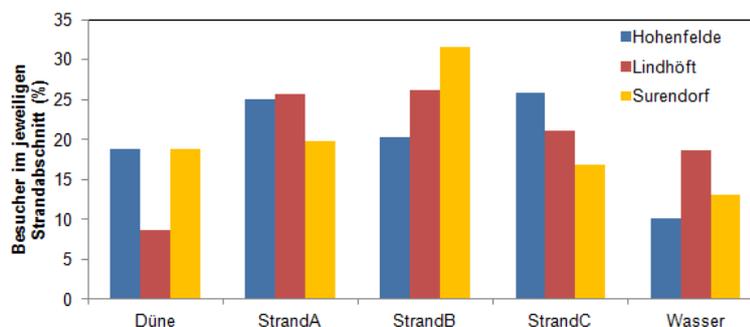
**Abbildung 23:** Anzahl der Strandbesucher in einem Strandabschnitt von je 500 m Länge innerhalb einer Stunde an drei Stränden (N=6).



**Abbildung 24:** Anzahl der Strandbesucher mit Hunden in einem Strandabschnitt von je 500 m Länge innerhalb einer Stunde an drei Stränden (N=12).

Die größte Anzahl der Besucher verteilt sich auf die drei mittleren Strandbereiche (Strand A-C; ABBILDUNG 25). Die Bereiche „Düne“, „Strand A“ und „Strand B“ wurden an allen drei Stränden hauptsächlich (60-90 %) für „liegen“ oder „sitzen“ genutzt. Der untere Strandbereich „Strand C“ diente vor allem zum „Gehen“ (60-75 %). Tätigkeiten wie „spielen“ oder „im Sand bauen“, die die Struktur des Strandes in kurzer Zeit deutlich verändern können, spielten an allen Stränden nur eine untergeordnete Rolle.

Die Strände unterscheiden sich auch dadurch, dass in Hohenfelde ein deutlich höherer Anteil der Strandbesucher mit Hunden am Strand spazieren ging (ABBILDUNG 24). Im Gegensatz dazu wird der Strand von Surendorf vor allem von Wassersportlern benutzt. Hier wurde die Tätigkeit „kiten“ von über 25 % der Besucher im Wasser durchgeführt. An den anderen Stränden trat dies nicht (Lindhöft) oder nur vereinzelt (Hohenfelde) auf.



**Abbildung 25:** Relative Verteilung der Strandbesucher in den fünf Strandbereichen in einem Strandabschnitt von je 500 m Länge innerhalb einer Stunde an drei verschiedenen Stränden (N=12).

Im Sinne einer nachhaltigen Strandnutzung ist insbesondere die hohe Aktivität von Tätigkeiten wie „sitzen“ und „liegen“ im oberen Strandbereich (Düne – Strand B) problematisch. Obwohl diese im Dünenbereich, insbesondere in Lindhöft) geringer ausfällt ist es fraglich, in wie weit sie sich in den unteren Strand (Strand C, evtl. auch Strand B) verlagern lässt. Ein feuchter Sand oder die Konfrontation mit Strandgehern am unteren Strand können hier hinderlich sein. Ebenso ist es zu klären, ob natürliche Windbarrieren durch Grasbüschel die Attraktivität des oberen Strandbereiches für den längeren Aufenthalt attraktiver machen als es der untere Bereich ist. Es gilt somit Angebote zu entwickeln, die einen längeren Aufenthalt im unteren Strandbereich fördern. Denkbar ist hier z.B. die Vergabe von Strandmuscheln, die als Windschutz dienen können.

## **7. Die Interessenslage von Stakeholdern in Küstengebieten**

### **7.1 Zielsetzung der Studie**

Die Strände der Ostseeküste in Schleswig-Holstein sind ein vielfältig genutzter Raum, der durch eine Vielzahl von Interessenträgern geprägt wird. Dies eröffnet ein hohes Konfliktpotential unter den beteiligten Akteuren und Nutzergruppen. Für die erfolgreiche Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden an der Ostseeküste ist die Kenntnis dieser Konfliktlinien und der Interessenlagen der einzelnen Nutzergruppen eine wesentliche Voraussetzung.

Um diese in Erfahrung zu bringen, wurden im Rahmen einer Teilstudie an drei ausgewählten Modellstandorten (Lindhöft, Surendorf, Hohenfelde) die lokalen Zusammensetzungen von Nutzergruppen untersucht. Dazu wurden schriftliche Befragungen und persönliche, Leitfaden gestützte Interviews durchgeführt. Es ging dabei insbesondere darum, die Umsetzungsmöglichkeiten zukünftiger Strandschutzmaßnahmen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste auszuloten und zu analysieren. Die gesamte Studie hängt diesem Bericht als Anhang A1 an.

### **7.2 Ergebnisse**

Im Hinblick auf den Zustand der Strände sehen fast alle befragten Vertreter in ihrem Zuständigkeitsbereich trotz eines guten Allgemeinzustandes erheblichen Verbesserungsbedarf. Dieser ist jedoch wiederum stark vom professionellen Hintergrund und den Zielen der einzelnen Akteure abhängig: Natur- und Küstenschützer sehen den Zustand generell deutlich negativer. Vertreter aus der Tourismuswirtschaft sehen insbesondere bei der Sauberkeit der Strände Verbesserungsbedarf.

Allerdings ist die Bedeutung des Strandschutzes für die Akteure abhängig von der professionellen Sicht auf Strand- und Naturschutz. Dementsprechend wird „Strandschutz“ von jedem sehr unterschiedlich verstanden. Es gibt somit für die Gesamtheit der Akteure keine einheitliche Definition von Strandschutz; jeder versteht, abhängig von den eigenen Aufgaben und Zielen, etwas anderes darunter.

Mit der Einrichtung neuer Schutzzonen verbinden die Akteure unterschiedliche Erwartungen und Folgen. Die Befürworter sehen in zusätzlichen Schutzmaßnahmen erwartungsgemäß einen dringend notwendigen Beitrag zum Erhalt der Natur an den Stränden der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Aus den Äußerungen einiger Vertreter von Nutzergruppen ist zu entnehmen, dass diese unabhängig von den realen Besitzverhältnissen bestimmte Strandabschnitte als ihr „gefühltes Eigentum“ ansehen. Damit verbunden ist nicht nur die Befürchtung, durch Regelungen in ihren Nutzungsrechten eingeschränkt zu werden, sondern auch ein starkes Engagement zum Schutz dieser Strandbereiche im Sinne der eigenen Nutzung.

Nach Aussagen der befragten Experten gibt es einige Nutzungskonflikte an bestimmten Strandabschnitten, insbesondere durch miteinander konkurrierende Nutzergruppen (Hundebesitzer, Kitesurfer, Sportbootfahrer

etc.). Dies sei zum einen auf den hohen Nutzungsdruck an einigen Strandabschnitten zurückzuführen, so dass speziell dort das Konfliktpotential entsprechend erhöht sei.

Eine starke Einbindung in die sozialen Netzwerke der Akteure schafft und fördert das Vertrauen von potentiellen Projektpartnern untereinander, welches für Planungsvorhaben ein zentraler Faktor ist.

Zur Analyse der Netzwerkeinbindung dienten die Ergebnisse eines Fragebogens zum Kenntnisstand von Akteuren auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen. In der Gesamtbetrachtung fällt auf, dass die Akteure, die an dieser Studie teilgenommen haben, alle sehr gut lokal und überörtlich vernetzt und eingebunden sind. Dennoch sind vor allem zwischen den lokalen und den überörtlichen Akteuren Unterschiede erkennbar. Vier der fünf am weitesten vernetzten befragten Akteure sind überörtliche Stakeholder. Dies überrascht nicht, da die Netzwerkarbeit einen wichtigen Teil ihrer Aufgaben einnimmt. Dadurch, dass diese Akteure in Bezug auf den Strandschutz sowohl dem Lager der Promotoren als auch der Opponenten und der neutralen Stakeholder zuzurechnen sind, ist nicht mit einem Übergewicht eines Lagers durch einen dieser überörtlichen Multiplikatoren zu rechnen.

Bezüglich der Umsetzung etwaiger neuer Schutzzonen an einzelnen Strandabschnitten besteht unter den Befragten insoweit Einigkeit, als dass die Neueinrichtung mit möglichst geringem Eingriff in die vorhandenen natürlichen Gegebenheiten erfolgen sollte. Allgemein seien Aktionen zur Information und Sensibilisierung der Nutzer (z.B. Touristen) der Vorzug gegenüber Zäunen und Verboten zu geben. Letztere würden nicht funktionieren, da eine wirksame Kontrolle kaum möglich sei.

Die Gemeindevertreter sowie die Gewerbetreibenden aus der Tourismuswirtschaft betonten zudem, dass der Strandzugang in jedem Fall gewährleistet bleiben müsse. Des Weiteren könne es sinnvoll sein, jeweils Vorranggebiete für Tourismus auf der einen und Naturschutz auf der anderen Seite auszuweisen sowie vor der Einrichtung neuer Schutzzonen eher die bestehenden Naturschutzgebiete zu erweitern.

Eine temporäre Absperrung oder auch die Teilabspernung im oberen Strandabschnitt an bestimmten Stränden wäre je nach Ausführung auch für Tourismusanbieter und die Gemeinden akzeptabel. Allerdings gilt dies abermals nur unter der Bedingung, dass der Zugang zum Strand trotzdem gewährleistet bliebe. Die Zuständigkeit für die Einrichtung und den Unterhalt von neuen Schutzzonen liegt nach einhelliger Meinung der Befragten bei den Gemeinden, den Ämtern oder aber den Eigentümern der jeweiligen Flächen. Hinsichtlich der Übernahme der Kosten sehen die befragten Akteure das Land Schleswig-Holstein sowie die zuständigen Landesämter in der Pflicht. In den Planungs- und Umsetzungsprozess für zusätzliche Schutzmaßnahmen seien in jedem Fall die lokalen Schlüsselakteure einzubeziehen (Amt, Gemeinde, UNB).

### **7.3 Konkrete Handlungsempfehlungen für die Umsetzung**

Zunächst sei es notwendig, durch fundierte Bestandsaufnahmen und vorbereitende Analysen einen geeigneten Strandabschnitt zu identifizieren, der noch genügend Naturnähe besitzt, um dort unter vertretbarem Aufwand Schutzmaßnahmen durchzuführen. Diese Analyse sollte immer vor dem Hintergrund des Schutzziels erfolgen und den Zustand des Strandes, die Nutzungsintensität, die lokale Infrastruktur sowie die Besitzverhältnisse berücksichtigen. Die Akzeptanz hängt nach Meinung der Befragten zudem auch sehr vom Umfang und von der baulichen Ausführung der Schutzzonen ab. Weiterhin werden eine gute Vorbereitung sowie ein präziser Projektplan als wichtig erachtet, der sowohl verbindlich den Realisierungszeitraum als auch die zu erwartenden Kosten genau festlegt. Die Kontinuität von Planungen ist für alle Akteure ein wichtiger Punkt, um nicht nur langfristige Planungssicherheit zu haben, sondern auch um das Vertrauen in die lokalen und überörtlichen Entscheidungsträger zu stärken.

Für die Zukunft wünschen sich insbesondere die Vertreter des Naturschutzes eine noch stärkere Einbindung des Strand- und Naturschutzes in eine überörtliche Strategie für die bessere Vereinbarkeit von Naturschutz, Küstenschutz, Tourismus und Nutzungsinteressen.

Begünstigend sei nach den Erfahrungen der meisten Akteure ein starker „Treiber“ für ein Vorhaben, der sich durch persönliche Einsatzbereitschaft, Fachkenntnis und Überzeugungskraft auszeichnet.

Förderlich sei zudem, wenn die involvierten lokalen Akteure bereits für das Thema sensibilisiert sind und Erfahrung mit dem Themenbereich Naturschutz gesammelt haben.

Für das Gelingen sei es weiterhin unabdingbar, bereits im Vorfeld Vertrauen zu schaffen: einerseits unter den Akteuren, andererseits in das Planungsverfahren. Eine gewachsene Dialogkultur vor Ort kann dazu beitragen, dass Gegner und Befürworter in einem Planungsprozess zügiger konsensuale Lösungen finden. Im Hinblick auf die Beteiligung möglichst weiter Kreise von Betroffenen sei eine aktivierende Partizipation unter gleichberechtigten Projektbeteiligten vor Ort anzustreben. Insbesondere die gezielte Ansprache und Einbindung nicht-institutionalisierter bzw. nicht-organisierter Gruppen ist hierbei ein wichtiger Faktor. Generell seien Schutzprojekte und Beteiligungsmaßnahmen als Prozess zu betrachten, der schon weit vor konkreten Projektplanungen beginnt. Hierbei sei schon im Vorfeld eine konsensuale Strategieentwicklung vor Ort anzustreben, damit frühzeitig Einvernehmen unter allen Beteiligten über die Entwicklungsziele einer Kommune besteht. Die Erfahrungen einiger Akteure der Verwaltungsebene zeigten deutlich, dass sich die Umsetzungschancen von Projekten erhöhen, wenn man sich im Konsens auf ein gemeinsames Ziel einigt.

Den Erkenntnissen dieser Studie zufolge gibt es gute Gründe auf dezentrale Ansätze zu setzen, um das lokale Wissen zu nutzen und eine für den jeweiligen Strandabschnitt bzw. die Gemeinde passende Lösung zu finden. Außerdem wäre an einigen Standorten das Anknüpfen an eine überregionale Gesamtstrategie sicherlich für die Ziele des Naturschutzes sinnvoll, da vor Ort nicht die personellen und materiellen Ressourcen vorhanden sind, um von sich aus dort eigenständig Projekte zu initiieren und vor allem langfristig erfolgreich umzusetzen. Wichtig könnten hierbei mögliche überregionale Förderprogramme sein, die mit dem Entwickeln einer Gesamtstrategie für die Strände der Ostseeküste einhergehen müssten, um diese in der Umsetzung zu unterstützen.

Integrierende Konzepte, die die beiden oft unvereinbar erscheinenden Pole Naturschutz und Tourismus zusammenführen, könnten für beide Seiten zu gewinnbringenden Partnerschaften führen und entsprechende Projekte auf den Weg bringen. Zu denken ist hierbei neben der Förderung des Naturtourismus insbesondere an die offensivere Vermarktung der Vorzüge naturnaher Strände und Regionen. Ein Wachstum in diesem Segment ist durchaus zu erwarten.

## 8. Workshop „Tourismus und naturnahe Strände – ein Widerspruch?“

Am 14.4.2014 fand ein Workshop zum Thema „Tourismus und naturnahe Strände – ein Widerspruch?“ im Ostsee Info-Center in Eckernförde statt. Da dieser gemeinsam mit dem Klimabündnis Kieler Bucht veranstaltet wurde, konnte ein großer Personenkreis angesprochen werden, so dass insgesamt 50 Personen aus Küstengemeinden, Naturschutzverbänden, überregionalen Behörden, Küstenschutz, Touristik, Bildung und Privatunternehmern teilnahmen.

Die Veranstaltung begann mit verschiedenen Vorträgen, die Probleme und Ideen zur nachhaltigen Strandnutzung aufzeigen sollten. Nach der thematischen Einführung in die Problemfelder durch F. Seer, die im Rahmen des Projektes erhoben wurden, brachten P. Zeelen vom NABU Lütjenburg und C. Müller vom Ostsee Info-Center praxisnahe Beispiele aus dem angewandten Strandschutz. Bereits hierbei wurden Konfliktfelder des angewandten Naturschutzes mit dem Tourismus und dem Küstenschutz deutlich. Herr Müller betonte außerdem die Notwendigkeit der engen Zusammenarbeit zwischen Interessenvertretern des Naturschutzes und der Gemeindevertretung.

Anschließend erläuterte Dr. M. Mossbauer von der Küstenunion Deutschland e. V. die wirtschaftlichen Aspekte der Strandreinigung. Da zu diesem Thema eine Studentengruppe der Christian-Albrechts-Universität Kiel einen Informationsflyer erarbeitete, wurde ihnen die Möglichkeit gegeben, diesen vorzustellen.

Dipl. Geogr. T. Düwel erläuterte die Ergebnisse der Stakeholderinterviews der Modellstandorte des Projektes und bat schließlich Herrn R. Husen (stellvertretender Bürgermeister in Hohenfelde) hinzu, der die Situation in Hohenfelde erläutert. Der Ort Hohenfelde hat seinen Schwerpunkt im naturnahen Tourismus und daher ein anderes Strandmanagement als viele Ostseegemeinden. Herr Husen betonte, dass dieses einen guten Kontrast zu der nahe gelegenen Gemeinde Schönberg darstellt, die mit ihrem Kurstrand eine konventionellere Form des Strandtourismus bietet.

Dies bot einen guten Übergang in die Diskussion unter der Moderation von S. Enderwitz vom Klimabündnis Kieler Bucht. Da zuvor Kommentare der Teilnehmer des Workshops unter anderem zu den bisherigen Maßnahmen und Vorhaben gesammelt wurden, konnten die Teilnehmer nun selbst ihre bisherigen Maßnahmen erläutern. Neben den bestehenden Naturschutzgebieten fielen hierbei die Übergangsräume zu touristisch intensiv genutzten Bereichen in der Diskussion auf. So stellte sich der Nordstrand von Laboe, aber auch Teile der Dünenlandschaft von Heiligenhafen als Bereiche extensiver Strandnutzung mit entsprechenden Umweltbildungsangeboten heraus. Des Weiteren wurde über die Toleranzgrenze von Touristen diskutiert. Hierbei zeigte sich ein entsprechendes Marketing, aber auch das Vermeiden von belästigender Störung (wie Geruch von Strandanwurf) als wichtige Diskussionspunkte. Herr M. Riedel von der Gemeinde Kellenhusen betonte, dass er zwar durchaus das Interesse an einer naturnahen Strandnutzung habe, allerdings würden seine Projekte zum einen durch die eigenen Unwissenheit (Maßnahmen zur Neuanlage einer Düne) aber auch durch Konflikte mit anderen Behörden (Besucherlenkung durch Stege am Strand) behindert. Herr W. Jensen vom Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein hob den Strand als einen Entwicklungsraum hervor, der nicht durch künstlichen Verbau behindert werden sollte.

Abschließend wurde festgestellt, dass Touristen sowohl den klassischen Kurstrand als auch extensiv genutzte Strandbereiche wünschen und dieses Angebot entsprechend vermarktet werden sollte. Hierzu sei neben einem ausgebauten Bildungsangebot aber auch eine verstärkte interkommunale Zusammenarbeit notwendig.



Abbildung 26 a-i: Impressionen des Workshops vom 14.4.2014

## 9. Kooperationen und Öffentlichkeitsarbeit

Über die verschiedenen Untersuchungen in Naturschutzgebieten kam es im Rahmen des Projektes zu einer sehr engen Zusammenarbeit mit den unteren Naturschutzbehörden, den Naturschutzgebietsbetreuern und den zuständigen Vereinen. Die Naturschutzgebiete „Kleiner Binnensee bei Behrendsdorf“ und die „Strandseenlandschaft Schmoel“ werden durch den Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) betreut. Hier erfolgte eine sehr enge Absprache und Kooperation mit dem zuständigen Naturschutzgebietsbetreuer Herrn P. Zeelen. Ein ähnlich gutes Verhältnis entwickelte sich auch durch die Versuchsflächen am Naturschutzgebiet „Schleimündung“ gemeinsam mit dem Jordsand e.V. Beide betreuende Vereine haben das Forschungsvorhaben begrüßt und sind bereit, gemeinsam mit dem Projekt den Schutz der Ostseestrände auszudehnen. Vor Ort wurde an den Schutzgebieten Informationstafeln für Strandbesucher angebracht (ABBILDUNG 34). Zusätzlich wurde das Projekt und erste Ergebnisse in der Vereinszeitung des Jordsand e.V., „Seevögel“ vorgestellt (SEER et al. 2012B).



Abbildung 27: Informationstafel für Touristen in Sichtweite des Versuchsfelds bei Schleimünde

Über die Pressestelle der Universität Kiel wurde am 3.8.2011 (Presseinformation 102/2011) eine Pressemitteilung herausgegeben (JOHANNING 2011). Zusätzlich erschien ein Hinweis auf das Projekt mit entsprechender Nennung der finanziellen Förderer in der Zeitschrift „Coastal & Marine“ (Volume 23, No 3, 2014), die von der „EUCC – Coastal and Marine Union“ herausgegeben wird. Außerdem wurde der Internetauftritt des Projektes im letzten Jahr überarbeitet und ansprechend gestaltet ([http://www.ecosystems.uni-kiel.de/projekt\\_straende.shtml](http://www.ecosystems.uni-kiel.de/projekt_straende.shtml)).

Erste Ergebnisse des Projektes wurden bereits seit Anfang 2012 auf verschiedenen regionalen Kolloquien und Arbeitsgruppentreffen präsentiert. Im Rahmen von Poster- und Kurzpräsentationen wurden die Ergebnisse des Projektes auf folgenden internationalen Konferenzen vorgestellt und diskutiert:

- 8. European Conference on Ecological Restoration: 9.9.-14.9.2012 Budweis, Tschechien
- LITTORAL 2012 - Coasts of tomorrow: 27.11.-29.11.2012 Oostende, Belgien
- Jahrestagung 2013 der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ) 9.9.-13.9.2013 Potsdam, Deutschland
- RADOST - Abschlusskonferenz: 1.4.-2.4.2014 Lübeck, Deutschland
- LITTORAL 2014 - Facing Present and Future Coast Challenges: 22.9.-26.9.2014 Klaipeda, Litauen
- Coastal Ecosystem Services at the Land-Sea Interface (CESS) 22.3.-25.3.2015 Kiel, Deutschland

Die wissenschaftlichen Ergebnisse wurden in folgenden Publikationen veröffentlicht:

- SEER, F.; SCHRAUTZER, J. & IRMLER, U. (2012) Tourismus und Artenvielfalt an Sandstränden der Ostsee – ein Widerspruch? *Seevögel* 33, 15 - 18.
- SCHIERDING, M.; SEER, F. & IRMLER, U. (2013) Ground beetles of the Baltic Sea coast in Schleswig-Holstein (northern Germany) – Impacts of environmental parameters and spatial use. *Angewandte Carabidologie* 10, 23–34.
- SEER, F. K.; IRMLER, U. & SCHRAUTZER, J. (angenommen 2015) Effects of trampling on beach plants at the Baltic Sea. *Folia Geobotanica*
- SEER, F. K.; IRMLER, U. & SCHRAUTZER, J. (eingereicht) Beaches under pressure – effects of land use on vegetation at the Baltic Sea coast. *Journal of Applied Vegetation Science*
- SEER, F. K.; ELBALTI, N.; SCHRAUTZER, J. & IRMLER, U. (eingereicht) How much space is needed for spider conservation? Home range and movement patterns of wolf spiders (Aranea, Lycosidae) at Baltic Sea beaches. *Journal of Insect Conservation*.

Das Projekt ist fest in die Universität integriert. So wurde in 2013 im Rahmen des Kurses „Terrestrial Ecosystems Field Studies“ des internationalen Masterprogrammes „Environmental Management“ ein Kurstag am Strand entwickelt und ist seitdem fester Bestandteil des Kursprogramms. Hier erhalten die Studenten die Möglichkeit, durch Beobachtung des Strandes und Analyse der Vegetation die Auswirkungen der Nutzung auf die Strandökologie zu untersuchen.

Angelehnt an die Inhalte und Ziele des Projektes konnten drei studentische Abschlussarbeiten erfolgreich abgeschlossen werden:

- STERLING, G. E. (2011) Vegetationsverteilung an Ostseestränden in für den Tourismus gesperrten und offenen Bereichen.  
Bachelorarbeit am Institut für Ökosystemforschung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- RODRIGUES, J. M. G. (2012) Linking the value of nature conservation with cultural ecosystem services preferences - The contingent valuation method applied to a nature reserve located in the Baltic Coast of Schleswig-Holstein, Germany.  
*Diese Masterarbeit entstand in Zusammenarbeit mit dem Institut für Natur- und Ressourcenschutz (vgl. SEER et al. 2013)*
- ELBALTI, N. (2013) Bewegungsmuster der Spinne *Arctosa cinerea* (Araneae. Lycosidae) an unterschiedlich genutzten Stränden der Ostsee.  
Bachelorarbeit am Institut für Ökosystemforschung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Seit Ende 2012 besteht eine Kooperation mit dem Klimabündnis Kieler Bucht (INTERNETQUELLE 2), das zum Ziel hat, Chancen und Risiken des Klimawandels für den Ostseetourismus zu erkennen und gemeinsam zu gestalten. Ein Schwerpunkt des Bündnisses liegt derzeit in der Entwicklung einer klimabewussten Reiseregion Ostsee. Die beiden Projekte ergänzen sich sehr gut, da der Aspekt des Naturschutzes bisher innerhalb des Klimabündnisses wenig beleuchtet wird und das Netzwerk eine gute Plattform für einen Anschluss an die verschiedenen Stakeholder der Küste bietet. Die beiden Projekte veranstalteten am 14. April 2014 den Workshop zum Thema „Tourismus und naturnahe Strände – ein Widerspruch?“ (siehe Abschnitt 8). Die hierbei entwickelte Netzwerkarbeit mit wichtigen Entscheidungsträgern und Gemeindevertretern der Ostseeküste soll eine Grundlage für eine mögliche weitere Zusammenarbeit bieten. Zu dem Workshop erschienen ein Artikel in der Eckernförder Zeitung (PETERSEN 2014a) sowie ein Kommentar (PETERSEN 2014b), die beide die Veranstaltung positiv bewerteten.

Zum Abschluss des Projektes wurden die Ergebnisse Touristen und Besuchern der KLIMALE (14.7.-15.7.2015) in Eckernförde auf spielerische Art und Weise nahegelegt. Die KLIMALE ist ein Strand-Festival des Klimabündnis Kieler Bucht, das sich rund um das Thema Küste, Klima und Kunst dreht (<http://www.klimabuendnis-kieler-bucht.de/veranstaltung/klimale-kueste-klima-kunst-in-eckernfoerde/>). Hier sollen auf vielfältige Art und Weise Touristen und Anwohner die Möglichkeit erhalten, sich mit Problemen der Küste und des Klimawandels auseinanderzusetzen. Der Stand des von der DBU und der Lighthouse Foundation geförderten Projektes präsentierte in drei Postern (siehe Anhang A3) die zentralen Ergebnisse der Untersuchungen leicht verständlich und hinreichend bebildert. Außerdem konnten Kinder sich mit Tieren und Pflanzen des Standes anhand eines Quiz auseinandersetzen und der Flussuferwolfsspinne direkt ins Auge sehen.



**Abbildung 28 a-c:** Informationsstand mit Strandquiz zum Rätseln auf der KLIMALE 2015

## 10. Leitlinien für ein Konzept zum nachhaltigen Strandschutz

Die vorliegende Studie hat zum Ziel, Leitlinien für ein Konzept zum nachhaltigen Strandschutz an der Ostsee zu entwickeln, das sowohl Flora und Fauna als auch die Bedürfnisse von Touristen, berücksichtigt. Um dies zu erreichen, ist es notwendig, die einzelnen Ziele eines nachhaltigen Strandmanagements hinsichtlich ihrer Funktion abzuwägen (TABELLE 11).

Der Strand stellt ein Habitat für Reproduktion, Migration und Nahrung für die terrestrische Fauna (z.B.: Wolfsspinnen, Laufkäfer, Vögel) und marine Organismen (z.B.: Krebstiere) bereit (SCHULTZ & FINCH 1990; JEDRZEJCZAK 2002; VAHDER & IRMLER 2010; SCHIERDING et al. 2011). Außerdem bietet der Strand Keimflächen, Entwicklungsräume und Reproduktionsmöglichkeiten für die terrestrische Flora (BERG et al. 2004). Hierbei ist die Vegetation ein entscheidend Faktor für die Stabilisierung der Sedimente der Strände (BERG et al. 2004). Die Strandvegetation bildet eine erste Barriere, die geschützte Bedingungen für weniger robuste Pflanzenarten und geeignete Habitatbedingungen für verschiedene Tierarten bietet. Für die Initiierung der Chronosequenz der Düne ist eine Ansiedlung von Pflanzen am Strand entscheidend (BERG et al. 2004; PSUTY 2004; LABUZ & GRUNEWALD 2007; ELLENBERG & LEUSCHNER 2012). Somit hat der Strand eine bedeutende Funktion für die Entwicklung des Hinterlandes. Er schützt Schutz vor Erosion und Überflutung und reguliert die direkten Einflüsse des Meeres auf das Hinterland (MARTINEZ & PSUTY 2004; BARBIER et al. 2011). Durch den Klimawandel ist mit einer Erhöhung der Sturmintensität als auch mit einer Zunahme an Wellendynamik zu rechnen (STERR 1998). Daher ist davon auszugehen, dass der Klimawandel zu einer Erhöhung der Stranderosion führen wird. Eine Befestigung von Sediment durch Vegetation nimmt somit in Zukunft an Bedeutung zu.

**Tabelle 11:** Wichtige Ökosystemfunktionen und notwendige Voraussetzungen für ihre Bereitstellung.

Ökosystemfunktion		Vorraussetzung
<b>Habitat</b>	Bereitstellung einer entsprechenden Umwelt für Fauna und Flora. Bereitstellung von Nahrung/Nährstoffen, Verstecken, Möglichkeiten zur Paarung etc.	Ungestörte Strände
<b>Entwicklung</b>	Entwicklung eines neuen Ökosystems mit weiteren Funktionen (z.B. Dünen, Lagunen, Strandseen)	Ungestörte Strände mit der Möglichkeit zur Etablierung und Entwicklung von Pflanzen am Strand zur Sedimentfixierung
<b>Regulation</b>	Regulierung, Retention und Dämpfung von Einflüssen des Meeres auf das Hinterland (Reduzierung von Salzeinfluss, Energieeinfluss, Erosion etc.)	Entwicklung und Fortbestand von Pflanzen für die Kontrolle von Erosion und Entwicklung eines Strandwalls
<b>Küstenschutz</b>	Schutz des Hinterlandes vor Überflutungsereignissen	Entwicklung und Fortbestand von Pflanzen für die Kontrolle von Erosion und Entwicklung eines Strandwalls
<b>Tourismus</b>	Bereitstellung von Gebieten mit hohem Erholungswert für Menschen mit einem ökonomischen Interesse der Stakeholder.	Zugang zum Strand für Touristen und Besuchern. Saubere Strände (?), Verkehrsinfrastruktur, touristische Einrichtungen
<b>Forschung und Bildung</b>	Bereitstellung von Information und Wissen über Geomorphologie, Hydrologie, Flora und Fauna etc.	Zugang zum Strand

Die Strände haben einen hohen ökonomischen Wert für den Tourismus. Der Strand ist der Grund für die Wahl der Ostsee als Urlaubsziel (BARBIER et al. 2011; HALLER et al. 2011). Die Gründe hierfür sind unter anderem der hohe Erholungswert durch den weiten Blick auf das Meer. Außerdem sind viele Sportarten, wie Surfen, Angeln oder Schwimmen, direkt mit dem Strand und dem Meer verbunden. Für die Auswahl des Urlaubsortes und die Rückkehr an diesen sind der Sandgehalt der Strände, die Strandbreite und die Wasserqualität entscheidend (JEDRZEJCZAK 2004; HALLER et al. 2011). Touristen erwarten saubere Strände ohne Strandanwurf und zwingen dadurch die Gemeinden dazu, Maßnahmen zur Strandreinigung zu ergreifen (MOSSBAUER et al. 2012).

Die menschlichen Aktivitäten am Strand widersprechen sich jedoch mit den Ökosystemfunktionen, die für die Fauna und Flora wichtig sind. Menschliche Trittbelastung kann die Entwicklung von Strandvegetation verhindern und die Sedimenterosion und sogar die Abrasion fördern (DOODY 1985; BROWN & MCLACHLAN 1990; ANDERSEN 1995; LEMAUVIEL & ROZE 2003; BROWN & MCLACHLAN 2005). Die massive Stranderosion führt zu kumulativen Effekten auf das Hinterland und beeinflusst die gesamte Küstenlinie.

In den letzten Jahren wurde im Rahmen dieser Arbeit der Strand als sehr empfindliches Ökosystem gegenüber Trittbelastung identifiziert. Unterschiedliche Untersuchungen an Fauna und Flora der Strände sowie Beobachtungen und Interviews mit Stakeholdern und durch Diskussionen im Workshop dienten dazu,

diese Konflikte am Strand zu identifizieren. Ziel dieser Studie war es, Möglichkeiten zur Verbesserung des ökologischen Zustandes der Strände zu erarbeiten und dabei die Bedürfnisse von Strandbesuchern zu berücksichtigen. Die Analyse der Vegetation unterschiedlich genutzter Strände zeigte deutliche Unterschiede in der botanischen Zusammensetzung und ihrer Funktionalität zwischen geschlossenen und frei zugänglichen Stränden (Kapitel 4; SEER et al. (eingereicht) A). Diese Ergebnisse konnten direkt in Bezug zu den experimentellen Untersuchungen zum Einfluss von Trittbelastungen auf ausgewählte Strandpflanzen gesetzt werden (Kapitel 5; SEER et al. (akzeptiert)). Diese ließen erkennen, dass z.B. das Überleben von *Crambe maritima* durch Tritt nachhaltig geschädigt wird. Außerdem ließen sich eindeutige Einflüsse auf das Blattwachstum der Pflanzen feststellen. Bisher konzentrieren sich die Naturschutzmaßnahmen am Strand auf Gebiete, die für den Schutz von Brut- und Zugvögeln entscheidend sind, während die Strandflora und andere bedeutende faunistische Gruppen nur selten berücksichtigt werden. Die Analyse der Ansprüche von Wolfspinnen an den Strand (SEER et al. (eingereicht) B) helfen, Grundsätze für einen Strandschutz zu entwickeln, die auch terrestrische räuberische und nicht flugfähige Arthropoden mit einbezieht. Hierbei konnte festgestellt werden, dass der obere Strandbereich besonders wichtig für eine stabile Population von Lycosidae am Strand ist, da sie hier ihre Wohnröhren anlegen und sich vermehrt aufhalten.

Folgende grundsätzliche Maßnahmen zur Einrichtung von Schutzzonen am Strand lassen sich aus den Ergebnissen dieser Studie ableiten:

#### **a) Kompletter Ausschluss von Strandbesuchern**

Die Untersuchungen dieser Studie zeigten, dass einzelne Strandpflanzen, die ökologische Funktionalität der Vegetation und das Verhalten der Wolfspinnen durch intensive menschliche Strandnutzung negativ beeinflusst werden. Der totale Ausschluss von Strandbesuchern durch Naturschutzgebiete und Nationalparke ist daher derzeit eine wesentliche Maßnahme beim Management von Strandbesuchern (SANTORO et al. 2012; FENU et al. 2013). Indem der gesamte Meer-Land-Gradient geschützt wird, kann der Erhalt von Arten der Strände und der wesentlichen ökologischen Funktionen der Strände – unter der Voraussetzung, dass die Schutzgebiete groß genug sind – am erfolgreichsten gewährleistet werden. An Stränden in Italien zeigte sich, dass sich nach Ausschluss von Strandbesuchern die Vegetation vergleichsweise schnell regeneriert (SANTORO et al. 2012; ACOSTA et al. 2013). Das hohe Regenerationspotential der Strandvegetation ist hierbei auch auf die Präadaptation von Strandpflanzen an harsche Umweltbedingungen und die große Dynamik von Stränden zurückzuführen (SANTORO ET AL. 2012). Außerdem sind die Auswirkungen von langfristigen Trittbelastungen an den Stränden weniger dauerhaft (z.B.: pH-Wert-Änderungen, Bodenkompression, Humusgehalt) als in anderen Ökosystemen (KISSLING ET AL. 2009), da die Dynamik des Meeres diese überlagert.

Allerdings ist die Akzeptanz für einen totalen Ausschluss der Bevölkerung bei den lokalen Anwohnern und Strandbesuchern sehr gering. Die Interviews mit Stakeholdern zeigten, dass der Zugang zum Strand und zum Wasser eine Grundvoraussetzung für die Umsetzung jedweder Naturschutzmaßnahmen ist (Kapitel 7; HALLER et al. 2011; DÜWEL 2014). Dies kann einerseits durch die große ökonomische Bedeutung des Strandtourismus erklärt werden. Andererseits wurde in den Interviews festgestellt, dass insbesondere lokale Stakeholder eine hohe emotionale Bindung an den Strand besitzen. Diese Umstände müssen bei der Einrichtung von Schutzgebieten berücksichtigt werden, um zu verhindern, dass sich vor Ort starke

Gegenpositionen aufbauen. In jedem Fall ist eine totale Absperrung des Strandes nur in touristischen Randbereichen und außerhalb von Ballungsräumen durchführbar.

### **b) Teilweiser Ausschluss von Strandbesuchern**

In einigen Naturschutzgebieten wird bereits eine Abzäunung parallel zur Wasserlinie während der Sommermonate durchgeführt, die den Strandwall und in etwa das obere Drittel des Strandes von Strandbesuchern ausschließt. Mit dieser Maßnahme können sensible Pflanzen der Klasse *Cakiletea maritima* (einjährige Spülsaumgesellschaft) und des *Honckenyo-Elymetea* (Salzmieren-Strandflur) vom Tritt ausgeschlossen werden. Außerdem wurde in dieser Studie der obere Strandbereich als die am häufigsten frequentierte Zone von drei Wolfsspinnenarten identifiziert. BROWN & MCLACHLAN (1990) gingen aufgrund einer weltweiten Analyse zur Störungssensibilität der Küstenlinie davon aus, dass die Effekte menschlicher Belastung im oberen Strandbereich und der Vordüne am höchsten ist.

Durch den Ausschluss von Tritt im dem oberen Strandbereich kann die Funktionalität des Strandes weitestgehend gewährleistet werden. Dennoch zeigten Vegetationsaufnahmen von unterschiedlich stark zugänglichen Stränden, dass zwischen komplett und teilweise abgesperrten Stränden Unterschiede in der Artenzusammensetzung und den Pflanzeigenschaften bestehen. So zeigte sich, dass die Gruppe der *Honckenyo-Elymetea arenarii* (mehrjährige Strandvegetation) an genutzten Stränden weniger dichtwüchsig auftrat. Auch zeigten sich weniger Pflanzen mit hoher Wurzeltiefe im unteren Strandbereich genutzter Strände. Dies lässt eine geringere Befähigung der Vegetation zur Stabilisierung von Sediment an genutzten Stränden vermuten.

Es ist davon auszugehen, dass Stakeholder eine partielle Absperrung am Strand eher akzeptieren würden, da hierdurch der Zugang zum Strand und zum Wasser gewährleistet ist. Um diese Maßnahme durchzuführen, sind jedoch Strände mit einer ausreichenden Strandbreite nötig, so dass für beide Interessenslagen ausreichend Raum zur Verfügung steht. Zusätzlich muss der Zaun im Herbst entfernt werden, damit er nicht von Stürmen zerstört wird. Hierdurch erhöht sich der Arbeitsaufwand. Außerdem wird damit der Ausschluss von Trittbelastung nur im Sommer, nicht jedoch im Winter gewährleistet.

In Schleswig-Holstein wird diese Form des Strandschutzes bereits in drei Naturschutzgebieten durchgeführt ("Strandseenlandschaft Schmoel", "Kleiner Binnensee bei Behrendorf" und "Wasservogelreservat Wallnau"). Während im Naturschutzgebiet "Kleiner Binnensee bei Behrendorf" die Zäune gut von den Strandbesuchern akzeptiert werden und zum Teil sogar zum Trocknen von Handtüchern genutzt werden, behindert die hohe Besucherfrequenz im Naturschutzgebiet "Strandseenlandschaft Schmoel" die erfolgreiche Brut der dort ansässigen Sandregenpfeifer (mündliche P. Zeelen 2013; eigene Beobachtung).

### **c) Aufklärung und Beteiligung**

Im Rahmen der Interviews von Stakeholdern an Modellstandorte der Ostsee konnten generelle Defizite bei der Integration von Bürgerinteressen in Planungsprozessen festgestellt werden. Vertreter der lokalen Bevölkerung sind wichtige Akteure, ohne deren Mitwirken keine Entscheidungen über z. T. gravierende

Eingriffe in die Zugänglichkeit öffentlicher Freiflächen, insbesondere von Stränden, getroffen werden sollten. Ohne die Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung dürfte jede Strandschutzmaßnahme zum Scheitern verurteilt sein. Bisher finden die Interessen der lokalen Bevölkerung allenfalls mittelbar im Rahmen von gesetzlich vorgeschriebenen Beteiligungsverfahren Eingang in Planungsprozesse. Eine echte Beteiligung, die Konflikte löst anstatt diese zu schüren, basiert auf einem vertrauensvollen Dialog mit der lokalen Bevölkerung und eine integrierte Netzwerkarbeit bereits im Vorfeld von Planungsprozessen. Bei einer „echten“ Beteiligung werden die Akteure in allen Projektphasen eingebunden.

In der Diskussion des Workshops, der im Rahmen dieses Projektes veranstaltet wurde, und in den Stakeholder-Interviews wurde die Umweltbildung von Strandbesuchern, Anwohnern und insbesondere Kindern hervorgehoben. Umweltbildung kann helfen, die Problematik des Naturschutzes den Stakeholdern näher zu bringen. Außerdem kann eine persönliche Begeisterung für typische Strandlebewesen, wie z.B. Vögel, das Verständnis für sensible Lebensräume fördern. Naturinformationszentren, naturpädagogische Führungen, Informationsbroschüren, Zeitungsartikel oder die direkte Beteiligung an Forschungsfragen (KESSELER 2008; HALLER et al. 2011) können Strandbesuchern bessere Kenntnisse vermitteln und das persönliche Interesse an Fragen zur Strandnutzung und –schutz vergrößern.

Nicht nur Umweltbildung, sondern auch Erinnerungen an das erlernte Wissen sind notwendig. Hierbei können Hinweise z. B. an Strandzugängen auf der Rückseite von Parktickets oder in Geschäften helfen daran zu erinnern, dass der Strand ein wichtiger Lebensraum für Tiere ist und der Bewuchs im oberen Strandbereich der Befestigung von Sedimenten dient.

Für ein nachhaltiges Strandmanagements gibt es weitere Punkte, um eine Verbesserung der ökologischen Bedingungen und der gesellschaftlichen Anforderungen zu berücksichtigen, die in diesem Projekt nicht explizit untersucht wurden, aber im Workshop oder den Stakeholderinterviews zur Sprache kamen und für die eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt wurde:

#### **a) Erweiterung der Strandbreite an Ostseestränden**

DEFEO et al. (2009) erkannten, dass die Verringerung der Breite der Küstenlinie („coastal squeeze“) als ein der größten Bedrohungen für sandige Strände weltweit gilt. Der Anstieg des Meeresspiegels, sowie die Zunahme an Wellenenergie und Küstenerosion als Folgen des Klimawandels in Zusammenhang mit der Ausdehnung von Küstenschutzbauwerken führen zu einem großen Habitatverlust für Flora und Fauna der Küsten. Der Erhalt oder die Vergrößerung von Küstenhabitaten ist daher wichtiger Bestandteil eines nachhaltigen Strandmanagements. Dies kann zum Beispiel durch die Einrichtung von Erosions- und Überflutungsbereichen im Hinterland erreicht werden, die das Zurückweichen der Küstenlinie ermöglichen (DEFEO et al. 2009). Außerdem sollten Möglichkeiten zur Verbesserung der Sedimentakkumulation diskutiert werden (BROWN & MCLACHLAN 2005). Eine größere Strandbreite kann helfen, den Druck von Strandbesuchern auf Organismen zu reduzieren. Zusätzlich benötigen Strandschutzkonzepte, die Strände parallel zum Wasser in unterschiedliche Nutzungsräume aufteilen, eine Mindeststrandbreite, um beiden Interessen gerecht zu werden.

Derzeit wird in den Niederlanden das Projekt „Zandmotor“ getestet. Hier wurde auf einer 128 ha großen Fläche 21,5 Millionen m<sup>3</sup> Sand aufgespült (ARTIFICIAL ISLAND Location Ter Heijde, Zuid-Holland, Netherlands). Durch Sandtransport parallel zur Küste sollen 35 ha neue Strände geschaffen werden, die die niederländische Küstenlinie vor Erosion schützen, Strandhabitats für den Tourismus erhalten und Dünen durch Sedimentnachschub eine Verjüngung ermöglichen soll. Obwohl der Sandmotor eine Synergie von Küstenschutz, Tourismus und Naturschutz anstrebt, ist es fragwürdig, in wie weit dieser Versuch langfristig Erfolg haben wird und welche Auswirkungen auf Flora und Fauna zu erwarten sind. Es liegen zu den von dieser Maßnahme ausgehenden Entwicklungspotentialen noch keine belastbaren Ergebnisse vor. Außerdem ist eine direkte Übertragung dieses Konzeptes auf die Ostseeküste Schleswig-Holsteins nur schwer möglich, da sich vor der Küste Schleswig-Holsteins nicht genügend sandige Sedimente befinden, die großflächig angespült werden könnten (BÖHLING 2009). Der Hauptteil des Sedimenttransports an der Ostseeküste findet parallel zur Küstenlinie statt, indem Sedimente von aktiven Kliffs zu den Stränden transportiert werden. An der Ostseeküste ist es vielmehr wichtig, die natürliche Küstendynamik zuzulassen, so dass neben erodierenden Kliffs auch junge Strände entstehen können.

Im 19. Jahrhundert wurden Steinriffe im Vorfeld der Sandstrände durch Steinfischerei großflächig entfernt. Ursprünglich stabilisierten diese Riffe die Sandstrände dadurch, dass die Wellen in größerer Entfernung zum Strand brachen und mit einer geringeren Wellenenergie anlandeten. Verschiedene Initiativen in Schleswig-Holstein versuchen, diese Steinriffe künstlich wiederherzustellen, um die Wellenenergie an der Küste zu verringern, die Sedimentlast an den Stränden zu stabilisieren und die Strände zu verbreitern (KAREZ & SCHORIES 2005; AHRENDT 2012). Zusätzlich könnten diese Riffe als Hartsubstrate für Algen dienen und attraktive Tauchgebiete für Touristen darstellen. Der Erfolg solcher Maßnahmen sollte sorgfältig untersucht werden, um die Folgen der Einrichtung von künstlichen Riffen abschätzen zu können.

### **b) Aufgabe von intensiven Maßnahmen zur Strandreinigung**

In den Touristenzentren am Strand erwarten Touristen und Strandbesucher weiße Strände ohne Müll und Strandanwurf (DOLCH 2002; KESSLER 2008). Dies zwingt Gemeinden und Kurverbände dazu, Maßnahmen zur Strandreinigung zu ergreifen (BROWN & MCLACHLAN 2005; DAVENPORT & DAVENPORT 2006; MOSSBAUER et al. 2012). Diese Maßnahmen sind kosten- und arbeitsintensiv, da das gesammelte Material nach der Bioabfallverordnung als Sondermüll behandelt werden muss (BNUR 1998; MLUV 2007). Der Prozess der Strandreinigung wird mittlerweile in verschiedenen Studien als maßgebliche Ursache für den Verlust von Biodiversität am Strand verantwortlich gemacht (e.g. LLEWELLYN & SHACKLEY 1996). Neben der direkten Entfernung von Lebewesen, Biomasse und Nährstoffen werden auch die Habitatbedingungen verändert. Strandanwurf dient aufgrund seiner hohen Feuchtigkeit als optimales Versteck für verschiedene Lebewesen. Er enthält zudem Samenmaterial, die für die Entwicklung charakteristischer Pflanzengesellschaften entscheidend sind. Ein Entfernen des Strandanwurfs führt außerdem zu einem Verlust der Konnektivität zwischen Meer und Land, wie auch zwischen den einzelnen Strandabschnitten entlang der Küste. Die Aufgabe der Strandreinigung in extensiv genutzten Strandbereichen ist daher essentiell für eine naturnähere Strandentwicklung (MCLACHLAN 2013).

### **c) Besucherlenkung**

Besucherlenkung dient dazu, den Druck von Touristen an ausgewählte und begrenzte Strandbereiche zu konzentrieren (BROWN & MCLACHLAN 2005). Dies kann zum Beispiel dadurch erreicht werden, dass touristische Einrichtungen und die Transportinfrastruktur in dafür geeigneten Strandbereichen konzentriert werden (MCLACHLAN 2013). Wegekarten und ausführliche Informationen können helfen, Strandbesucher davon zu überzeugen, ihre Freizeit außerhalb sensibler Schutzgebiete zu verbringen. Weiterhin können Strandbesucher durch befestigte Dünenüberwege und Holzbohlenwege am Strand in bestimmten Bereichen konzentriert werden. Die Einrichtung von befestigten Bohlenwegen am Strand vereint zudem den Strandschutz mit Maßnahmen, die gehbehinderten Personen den Zugang zum Strand erleichtern.

### **d) Marketing**

Marketing beeinflusst die Erwartungen von Touristen an den Urlaubsort und richtet sich selektiv an unterschiedliche Zielgruppen. Um Enttäuschungen und falsche Erwartungen von Touristen zu vermeiden sowie die Idee und den Wert einer naturnahen Strandnutzung zu fördern, sollte das touristische Marketing angepasst werden. In Schleswig-Holstein sieht die neue Tourismusstrategie (MWAVT 2014) vor, den ökologischen Tourismus stärker gezielt zu fördern. Hierbei stehen Natururlauber aber auch ressourcenschonende Urlaubsangebote im Vordergrund. Ein ansprechendes Marketing von naturnaher Strandnutzung kann helfen, Freizeit- und Naturtourismus miteinander zu verbinden und ansprechend zu bewerben.

### **e) Integrierte überregionale Planung**

Nicht jeder Strand kann zum Schutzgebiet erklärt werden. Dies würde den touristischen wie auch spezifischen Interessen von Stakeholdern widersprechen. Darum müssen Gebiete identifiziert werden, die einen hohen naturschutzfachlichen Wert haben und an denen zudem die räumlichen Gegebenheiten und die Situation der Anlieger die Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen ermöglichen. Dies erfordert eine Konzentration der Maßnahmen auf Bereiche außerhalb touristischer Kernzonen. Geeignete Räume für Schutzgebiete können hierbei zum Beispiel durch eine Habitatmodellierung für charakteristische Zielarten der Strände ausgewählt werden. Die ausgewählten Strände sollten nicht nur den Habitatansprüchen der Zielarten entsprechen, sondern darüber hinaus auch ein geeignetes Hinterland aufweisen, das die Weiterentwicklung des Strandes fördert und den Effekt des „coastal squeeze“ verringert. Ebenso sind Strände mit einem weit entwickelten Dünengebiet von besonderem Interesse. Sie bieten eine ausgeprägte Chronosequenz der Dünen mit entsprechender Flora und Fauna und einen intensiven Fluss von Pflanzenmaterial, Nährstoffen und Energie zwischen Meer und Land. Während Überflutungsereignissen könnten sich terrestrische Lebewesen in den Dünengürtel zurückziehen. Zusätzlich könnten Lebewesen der Dünen in den Strand zum Beispiel zur Nahrungssuche einwandern und das Material des Strandwurfs nutzen. Des Weiteren sollte in einer integrierten überregionalen Planung die Konnektivität zwischen Strandbereich und Kliff stärker berücksichtigt werden.

Die ausgewählten Strandbereiche sollten nicht zu weit voneinander entfernt liegen, so dass Arten, Nährstoffe und genetisches Potential zwischen den einzelnen Schutzgebieten ausgetauscht werden können. Gerade für nicht flugfähige Insekten sind Landbrücken erforderlich, die laterale Bewegungen und den Austausch zwischen den Schutzgebieten ermöglichen. Hierbei kann insbesondere die Methode der partiellen Strandabspernung parallel zum Wasser als Brücke zwischen Schutzgebieten dienen. Gleichwohl sollte eine integrierte überregionale Strandplanung die Bedürfnisse von Stakeholdern und des Tourismus berücksichtigen. Dies ist nicht nur für die Belange des Naturschutzes bedeutsam, sondern auch für die Planungssicherheit von Tourismusagenturen und Gemeinden. Darüber hinaus ist eine prozessorientierte Partizipation von Stakeholdern essentiell bei der Entwicklung neuer Schutzgebiete, um frühzeitig Konfliktfelder zu identifizieren und Vertrauen aufzubauen.

Die Notwendigkeit einer überregionalen Küstenplanung, die die aufgeführten integrierenden Aspekte berücksichtigt, wurde bereits in Initiativen für ein integriertes Küstenzonenmanagement (IKZM) betont. Dabei sollten insbesondere auch Zukunftsszenarien berücksichtigt werden, in denen die Auswirkungen des Klimawandels und des damit zusammenhängenden Meeresspiegelanstiegs prospektiv analysieren.

Abschließend ist festzustellen, dass eine Verringerung der direkten touristischen Belastung auf Strände grundlegend für den nachhaltigen Strandschutz ist. Um dieses in Einklang mit den Interessen von Akteuren des Küstenraumes zu erreichen, ist es notwendig durch eine flächenscharfe überregionale Planung, die die ökologischen wie auch ökonomischen Belange berücksichtigt, angepasste Nutzungskonzepte konkret zu verorten und Schutzräume zu identifizieren

## 11. Literaturverzeichnis

- ACOSTA A, CARRANZA ML & IZZI CF (2009) Are there habitats that contribute best to plant species diversity in coastal dunes? *Biodiversity and Conservation* 18: 1087–1098.
- ACOSTA ATR, JUCKER T, PRISCO I & SANTORO R (2013) Passive Recovery of Mediterranean Coastal Dunes Following Limitations to Human Trampling. In: Martinez M.L., Gallego-Fernández J.B. & Hesp P. (eds) *Restoration of Coastal Dunes*, pp.187-198. Springer Series on Environmental Management. Springer, Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-642-33445-0\_12
- AHRENDT K (2012) *Zukunftsmanagement Strand - Ko-Nutzung von Küstenschutz, Tauchpfaden und Habitatverbesserung durch Baumaßnahmen im Vorstrandbereich*. Radost Berichtreihe 6.
- AHRENS L & KRAUS JM (2007) Wolf spider (Araneae, Lycosida) Movement along a pond edge. *Journal of Arachnology* 34: 532-539.
- ANDERSEN UV (1995) Resistance of Danish coastal vegetation types to human trampling. *Biological Conservation* 71: 223-230.
- ANDERSONE U, DRUVA-LŪSĪTE I, IEVIŅA B, KARLSONS A, ŅEČAJEVA J, SAMSONE I & IEVINSH G (2011) The use of nondestructive methods to assess a physiological status and conservation perspectives of *Eryngium maritimum* L.. *Journal of Coastal Conservation* 15:509-522.
- BARBIER EB, HACKER SD, KENNEDY C, KOCH EW, STIER AC & SILLIMAN BR (2011) The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 82: 169-193.
- BARNES BM & BARNES RD (1954) The ecology of the spiders of maritime drift lines. *Ecology* 35: 25-35
- BEALE CM & MONAGHAN P (2004) Behavioural response to human disturbance: a matter of choice? *Animal Behaviour* 68:1065-1069.
- BELL JR (1998) The emergence of manipulative experiments in ecological spider research. *Journal of Arachnology* 33: 826-849.
- BERG C, DENGLER J, ABDANK A & ISERMANN M (2004) *Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung*. Weissdorn-Verlag, Jena.
- BJÖRKMAN O (1981) Responses to different quantum flux densities. In Lange OL, Nobel PS, Osmond CB, Zeigler H (eds) *Encyclopedia of Plant Physiology*. New Series, Vol. 12A. Springer, Berlin, pp 57–107
- BOHLING B, MAY H, MOSCH T & SCHWARZER K (2009) Regeneration of submarine hard-bottom substrates by natural abrasion in the western Baltic Sea. *Marburger Geographische Schriften* 145: 66-79.
- BONTE D & MAES D (2008) Trampling affects the distribution of specialized coastal dune arthropods. *Basic and Applied Ecology* 9: 726-734.
- BROWN AC & MCLACHLAN A (1990) *Ecology of Sandy Shores*. Amsterdam, Elsevier Science Publisher.
- BROWN AC & MCLACHLAN A (2002) Sandy shore ecosystems and the threats facing them. Some predictions for the year 2025. *Environmental Conservation* 29: 62-77.
- BRUNBJERG AK, EJRNAES R & SVENNING J-C (2012) Species sorting dominates plant metacommunity structure in coastal dunes. *Acta Oecologia* 39: 33-42.
- BUNR: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1998) Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen Bioabfallverordnung e BioAbfV.
- CORNELISSEN JHC, LAVOREL S, GARNIER E, DIAZ S, BUCHMANN N, GURVICH DE, REICH PB, TER STEEGE H, MORGAN HD, VAN DER HEIJDEN MGS, PAUSAS JG & POORTER H (2003) A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51: 335-380.

- DAVENPORT J & DAVENPORT JL (2006) The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67: 208-292.
- 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 and Shelf Science* 81: 1-12.
- DOLCH T (2002) *Wechselwirkungen zwischen Tourismus und Wasserqualität am Beispiel der Region Usedom*. Diplomarbeit Universität Bonn.
- DUGAN JE, DEFEO O, JARAMILLO E, JONES AR, LASTRA M, NEL R, PETERSON CH, SCAPINI F, SCHLACHER T & SCHOEMAN DS (2012) Give Beach Ecosystems their Day in the Sun. *Science* 329: 1146.
- ELBALTI N (2013) *Bewegungsmuster der Spinne Arctosa cinerea (Araneae, Lycosidae) an unterschiedlich genutzten Stränden der Ostsee*. Bachelorarbeit am Institut für Ökosystemforschung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- ELLENBERG H & LEUSCHNER C (2012) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 6th edn. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- FENU G, COGONI D, ULIAN T & BACCHETTA G (2013) The impact of human trampling on a threatened coastal Mediterranean plant: The case of *Anchusa littorea* Moris (Boraginaceae). *Flora* 208: 104-110.
- FRAMENAU V, DIETERUCH M, REICH M & PLACHTER H (1996) Life cycle, habitat selection and home ranges of *Arctosa cinerea* (Fabricius, 1777) (Araneae: Lycosidae) in a braided section of the Upper Isar (Germany, Bavaria). *Revue Suisse de Zoologie hors serie* 223-234.
- FRAMENAU VW (2005) Gender specific differences in activity and home range reflect morphological dimorphism in wolf spiders (Araneae, Lycosidae). *Journal of Arachnology* 33:334-346
- FRITZ KM, EVANS MA & FEMINELLA JW (2004) Factors affecting biomass allocation in the riverine macrophyte *Justicia Americana*. *Aquatic Botany* 78: 279-288.
- GARCIA-MORA MR, GELLEGO-FERNANDEZ JB & GARCIA-NOVO F (1999) Plant functional types in coastal foredunes in relation to environmental stress and disturbance. *Journal of Vegetation Science* 10: 27-34.
- GILBERT M, PAMMENTER N & RIPLEY B (2008) The growth responses of coastal dune species are determined by nutrient limitation and sand burial. *Oecologia* 156: 169-178.
- GILPIN ME (1987) *Spatial structure and population vulnerability*. In: SOULÉ ME (ed) *Viable population for conservation*. University Press, Cambridge.
- HAIGH MJ (1977) *The use of erosion pins in the study of slope evolution*. Shorter Technical Methods II. Technical Bulletin No 18 (eds) British Geomorphological Research Group Geo Books, Norwich, UK.
- HALLER I, STYBEL N, SCHUMACHER S & MOSSBAUER M (2011) Will Beaches be enough? Future Challenges on Coastal Tourism at the German Baltic Sea. *Journal of Coastal Research* 61: 70-80.
- HARPER FC, WARLOW WJ & CLARKE BL (1961) The forces applied to the floor by the foot in walking. 1. Walking on a level surface. *Res Pap Natn Bldg Stud* 32.
- HESP P, SCHMUTZ P, MARTINEZ MI, DRISKELL L, ORGERA R, ENKEN K, REVELO NAR & OROCIO OAJ (2010) The effect on coastal vegetation of trampling on a parabolic dune. *Aeolian Research* 2: 105-111.
- HUMPHREYS WF (1987) *IV Behavioural Temperature Regulation*. In: Nentwig W (ed) *Ecophysiology of Spiders*. Springer, Berlin.
- HYLGAARD T (1980) Recovery of plant communities on coastal sand-dunes disturbed by human trampling. *Biological Conservation* 19: 15-22.
- IRMLER U (2010) Population size and mobility of *Cicindela maritima* Dejean, 1822 (Coleoptera: Carabidae). *Angewandte Carabidologie* 9: 1-6.
- IRMLER U (2012) Effects of habitat and human activities on species richness and assemblages of Staphylinidae (Coleoptera) in the Baltic Sea. *Psyche*; doi:10.1155/2012/879715

- IRMLER U, HELLER K, MEYER H & REINKE H-D (2002) Zonation of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneida) in salt marshes at the North and the Baltic Sea and the impact of the predicted sea level increase. *Biodiversity and Conservation* 11: 1129-1147.
- JĘDRZEJCZAK MF (2004) The modern tourist's perception of the beach. Is the sandy beach a place of conflict between tourism and biodiversity? *Coastline Reports* 2: 109-119.
- JĘDRZEJCZAK MF (2005) Sandy coastline ecosystem management- Bridging sustainability and productivity of sandy beaches. In Herrier J-L, Mees J, Salman A, Seys J, Van Nieuwenhuysse H, Dobbelaere I (eds) *Proceedings 'Dunes and Estuaries 2005'*: International Conference on nature restoration practices in European coastal habitats, VLIZ Special Publication, 19, Koksijde, Belgium, pp 601-603
- JOHANNING R (2011) Am Zaun endet das Leben - Kieler Forscherinnen und Forscher beleben Ostseeufer. Presseinformation 102/2011. <http://www.uni-kiel.de/aktuell/pm/2011/2011-102-oekologie.shtml>
- KAMMLER M (2003) Intensität und räumliche Struktur des Tourismus in der Küstenregion Warenmünde – Kühlungsborn. Masterarbeit an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- KAREZ R & SCHORIES D (2005) Die Steinfischerei und ihre Bedeutung für die Wiederansiedlung von *Fucus vesiculosus* in der Tiefe. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 14: 95-107.
- KBKB (2013) <http://www.klimabuendnis-kieler-bucht.de/> (Stand 1. Mai 2013)
- KESSLER V (2008) Touristeninformation über die Ostsee in Mecklenburg-Vorpommern – Touristenbefragung und Medienanalyse. *IKZM-Oder Berichte* 40.
- KIRCHNER W (1987) V Behavioural and Physiological adaptations to Cold. In: Nentwig W (ed) *Ecophysiology of Spiders*. Springer, Berlin
- KISSLING M, HEGETSCHWEILER KT, RUSTERHOLZ H-P & BAUR B (2009) Short-term and long-term effects of human trampling on above-ground vegetation, soil density, soil organic matter and soil microbial processes in suburban beech forests. *Applied Soil Ecology* 42: 303-314.
- KLOTZ S, KÜHN I & DURKA W (2002) *BIOLFLOR - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland*. Schriftenreihe für Vegetationskunde 38. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- KNÜLLE W (1951) *Zur Ökologie der Spinnengemeinschaften an Ufern und Küsten*. Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- KRAUS JM & MORSE DH (2005) Seasonal habitat shift in an intertidal wolf spider: proximal cues associated with migration and substrate preference. *Journal of Arachnology* 33: 110-123.
- KRISCH H (1990) Die Tangwall- und Spülsaumvegetation der Boddenküste. *Tuexenia* 10: 99-114.
- KUENZLER EJ (1958) Niche relations of three species of lycosid spiders. *Ecology* 39: 494-500.
- LABUZ TA & GRUNEWALD R (2007) Studies on Vegetation Cover of the Youngest Dunes of the Swina Gate Barrier (Western Polish Coast). *Journal of Coastal Research* 23: 160-172.
- LAMBEETS K, BREYNE P & BONTE D (2010) Spatial genetic variation of a riparian wolf spider *Pardosa agricola* (Thorell, 1856) on lowland river banks: The importance of functional connectivity in linear spatial systems. *Biological Conservation* 143: 660-668.
- LANDSH: INNENMINISTERIUM DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2010) *Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein 2010*.
- LEE JA, IGNACIUK R (1985) The physiological ecology of strandline plants. *Vegetatio* 62: 319-326.
- LEMAUVIEL S & ROZÉ F (2003) Response of Three Plant Communities to Trampling in a Sand Dune System in Brittany (France). *Environmental Management* 31: 227-235. DOI: 10.1007/s00267-002-2813-5
- LIDDLE MJ (1973) *The effects of trampling and vehicles on natural vegetation*. PhD thesis, University College of North Wales, Bangor.

- LIDDLE MJ (1975) A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. *Biological Conservation* 7: 17-36.
- LIDDLE MJ (1991) Recreation Ecology: Effects of Trampling on Plants and Corals. *TREE* 6: 13-17.
- LLEWELLYN PJ & SHACKLEY SE (1996) The effects of mechanical beach-cleaning on invertebrate populations. *British Wildlife* 7: 147–155.
- LU C, LU Q, ZHANG J & KUANG T (2001) Characterization of photosynthetic pigment composition, photosystem II photochemistry and thermal energy dissipation during leaf senescence of wheat plants grown in the field. *Journal of Experimental Botany* 52: 1805-1810.
- MCLACHLAN A, DEFEO O, JARAMILLO E & SHORT AD (2013) Sandy beach conservation and recreation: Guidelines for optimizing management strategies for multi-purpose use. *Ocean & Coastal Management* 71: 256-268.
- MLUV Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (2007) *Verwertung von pflanzlichen Abfisch- und Rechengut (Treibsel) zur Düngung und Bodenverbesserung* BioAbfV Nr. 1.
- 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.
- MURCHIE EH & HORTON P (1997) Acclimation of photosynthesis to irradiance and spectral quality in British plant species: chlorophyll content, photosynthetic capacity and habitat preference. *Plant, Cell and Environment* 20: 438-448.
- MWAVT: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie (2014) *Tourismstrategie Schleswig-Holstein 2025*.
- NYFFELER M & BENZ G (1988) Feeding, ecology and predatory importance of wolf spiders (*Pardosa* spp) (*Aranea, Lycosidae*) in winter wheat fields. *Journal of Applied Entomology* 106: 123-134.
- PALMGREEN P (1944) Über die Brutpflegeinstincthandlung der Wolfspinnen. *Societas fennica – Commentationes Biologicae* 9: 1-19.
- PAPI F & TONGIORGI P (1963) Innate and learned components in the astronomical orientation of wolf spiders. *Ergebnisse der Biologie* 26: 259-280.
- PASSARGE G & PASSARGE H (1973) Zur soziologischen Gliederung von Sandstrand-Gesellschaften der Ostseeküste. *Feddes Repertorium* 84: 231-258.
- PETERSEN (2014a) *Der Strand als Objekt der Begierde*. Eckernförder Zeitung. <http://www.shz.de/lokales/eckernfoerder-zeitung/der-strand-als-objekt-der-begierde-id6289506.html> (Stand 30.4.2014)
- PETERSEN (2014b) *Klimabewusst an den Strand*. Eckernförder Zeitung. <http://www.shz.de/lokales/eckernfoerder-zeitung/klimabewusst-an-den-strand-id6290836.html> (Stand 30.4.2014)
- PEYRAT J & FICHTNER A (2011) Plant species diversity in dry coastal dunes of the southern Baltic coast. *Community Ecology* 12: 220-226.
- PEYRAT J, BRAUN M, DOLNIK C, ISERMANN M & ROWECK H (2009) Vegetation dynamics on the Łeba Bar/Poland: a comparison of the vegetation in 1932 and 2006 with special regard to endangered habitats. *Journal of Coastal Conservation* 13: 235-246.
- PIIJALON S, PIOLA F & BORNETTE G (2008) Abiotic stress increase plant regeneration ability. *Evolution Ecology* 22: 493-506.
- QUINN NW, MORGAN RPC & SMITH AJ (1980) Simulation of Soil Erosion Induced by Human Trampling. *Journal of Environmental Management* 10: 155-165.

- 
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011) R: A Language and Environment for Statistical. <http://www.R-project.org>
- RAUNKIAER CC (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography being The Collected Papers of C. Raunkiaer*. Oxford.
- REICHELT G & WILMANN S O (1973) *Vegetationsgeographie*. Westermann, Braunschweig.
- RODRIGUES JMG (2012) *Linking the value of nature conservation with cultural ecosystem services preferences - The contingent valuation method applied to a nature reserve located in the Baltic Coast of Schleswig-Holstein, Germany*. Masterthesis at the Institute for Nature Resource Conservation at Christian-Albrechts-University of Kiel.
- ROOVERS P, BAETEN S & HERMY M (2004) Plant species variation across path ecotones in a variety of common vegetation types. *Plant Ecology* 170: 107–119.
- SACHER P (1992) Rote Liste der Spinnen Brandenburgs. In: *Gefährdete Tiere Brandenburgs (Rote Liste)*. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam.
- SALISBURY EJ (1952) *Downs and Dunes*. London, Bell.
- SAMIETZ J & BERGER U (1997) Evaluation of movement parameters in insects – bias and robustness with regard to resight numbers. *Oecologia* 110: 40-49.
- SANTORO R, JUCKER T, PRISCO I, CARBONI M, BATTISTI C & ACOSTA ATR (2012) Effects of Trampling Limitation on Coastal Dune Plant Communities. *Environmental Management* 49: 534-542.
- SCHAEFER M (1976) Experimentelle Untersuchungen zum Jahreszyklus und zur Überwinterung von Spinnen (Araneida). *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Oekologie und Geographie der Tiere* 103: 127-289.
- SCHIERDING M, SEER F & IMLER U (2013) Ground beetles of the Baltic Sea coast in Schleswig- Holstein (northern Germany) – Impacts of environmental parameters and spatial use. *Angewandte Carabidologie* 10: 23–34.
- SCHIERDING M, VAHDER S, DAU L & IRLMER U (2011) Impacts on biodiversity at Baltic Sea beaches. *Biodiversity Conservation* 20: 1973 – 1985.
- SCHLACHER TA, DUGAN J, SCHOEMAN DS, LASTRA M, JONES A, SCAPINI F, MCLACHLAN A & DEFEO O (2007) Sandy beaches at the brink. *Diversity and Distribution* 13: 556-560.
- SCHLICHTING E, BLUME H-P & STAHR K (1995) *Bodenkundliches Praktikum - Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Pedologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler*. 2nd ed. Blackwell Science, Berlin, Wien.
- SCHMIDT J (2002) *Habitatpräferenzen küstentypischer Laufkäfer der Mecklenburgischen Ausgleichsküste (Insecta: Coleoptera: Carabidae)*. Diplomarbeit, Universität Rostock.
- SCHULTZ W & FINCH O-D (1996) *Biotoptypenbezogene Verteilung der Spinnenfauna der nordwestdeutschen Küstenregion – Charakterarten, typische Arten und Gefährdung*. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- SCHWARZ CJ & ARNASON AN (1996) A general methodology for the analysis of open-model capture recapture experiments. *Biometrics* 52:860-873
- SCOTT GAM & RANDALL RE (1976) *Crambe maritima* L.. *Journal of Ecology* 64: 1077-1091.
- SCOTT GAM (1976) The Ecology of Shingle Beach plants. *Journal of Ecology* 51: 517-527.
- SEER F, IRLMER U & SCHRAUTZER J (2012A) Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste. Erster Zwischenbericht über das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter dem Az. 28733 geförderte Forschungs- und Entwicklungsprojekt.

- SEER F, IRMLER U & SCHRAUTZER J (2013) Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste. Zweiter Zwischenbericht über das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter dem Az. 28733 geförderte Forschungs- und Entwicklungsprojekt.
- SEER F, SCHRAUTZER J & IRMLER U (2012B) Tourismus und Artenvielfalt an Sandstränden der Ostsee – ein Widerspruch? *Seevögel* 33: 15-18.
- SEER, F. K.; ELBALTI, N.; SCHRAUTZER, J. & IRMLER, U. (eingereicht) How much space is needed for spider conservation? Home range and movement patterns of wolf spiders (Aranea, Lycosidae) at Baltic Sea beaches. *Journal of Insect Conservation*.
- SEER, F. K.; IRMLER, U. & SCHRAUTZER, J. (akzeptiert 2015) Effects of trampling on beach plants at the Baltic Sea. *Folia Geobotanica*.
- SEER, F. K.; IRMLER, U. & SCHRAUTZER, J. (eingereicht) Beaches under pressure – effects of land use on vegetation at the Baltic Sea coast. *Journal of Applied Vegetation Science*.
- StatA-MV: Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2014) *Tourismus in Mecklenburg Vorpommern*. Statistische Berichte [report no. G IV - m, j]. Schwerin, Germany. URL: [http://www.statistik-mv.de/cms2/STAM\\_prod/STAM/de/htd/Veroeffentlichungen/index.jsp?para=e-BibolInterTh07&linkid=070301&head=0703](http://www.statistik-mv.de/cms2/STAM_prod/STAM/de/htd/Veroeffentlichungen/index.jsp?para=e-BibolInterTh07&linkid=070301&head=0703); accessed on 17.11.2014.
- StatA-SH: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2014) *Beherbergung im Reiseverkehr in Schleswig-Holstein 2013*. Statistische Berichte [report no. G IV 1 - j/13 SH]. Hamburg, Germany. URL: [http://www.statistik-nord.de/uploads/tx\\_standocuments/GIV1-j13-SH.pdf](http://www.statistik-nord.de/uploads/tx_standocuments/GIV1-j13-SH.pdf); accessed on 17.11.2014.
- STATISTIK-NORD (2011) <http://www.statistik-nord.de> (2011) *Tourismus\_SH\_0912\_01*-pdf (Stand 1. Juli 2011).
- STERLING GE (2011) *Vegetationsverteilung an Ostseestränden in für den Tourismus gesperrten und offenen Bereichen*. Bachelorarbeit am Institut für Ökosystemforschung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- STERR H (1998) *Coastal Zones at Risk*. In: LOZÁN JL; GRAßL H; HUPFER P (eds) Warnsignal Klima – Wissenschaftliche Fakten . Climate of the 21st Century – Changes and Risks. Wissenschaftliche Auswertung, Hamburg.
- SUN D & LITTLE MJ (1993) Plant Morphological Characteristics and Resistance to Simulated Trampling. *Environmental Management* 17: 511-521.
- SUN D (1990) Effect of plant age on tolerance of two grasses to simulated trampling. *Australian Journal of Ecology* 16: 183-188.
- SUTHERLAND WJ (1996) *From individual behaviour to population ecology*. University Press, Oxford
- TILMANN D, KNOPS J, WEDIN D, REICH P, RITCHIE M & SIEMANN E (1997) The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes. *Science* 277; 1300.
- VAHDER S & IRMLER U (2010) The spider fauna of Baltic Sea coast habitats. *Faunistisch Ökologische Mitteilungen* 9: 131-148.
- 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.
- WHITE GC & BURNHAM KP (1999) Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 Supplement: 120-138.
- WOODDELL SRJ (1985) Salinity and seed germination patterns in coastal plants. *Vegetatio* 61: 223-229.

## Anhang

### A1 Die Interessen potentieller Akteure in Strandschutzprojekten

#### A1.1 Vorbemerkung und Begriffsbestimmung

Die Strände der Ostseeküste in Schleswig-Holstein sind ein multifunktionaler Raum mit großer Nutzungsdichte und hohem Nutzungsdruck durch eine Vielzahl von Interessenträgern. Dies eröffnet ein hohes Konfliktpotential unter den beteiligten Akteuren und Nutzergruppen auf allen räumlichen Maßstabsebenen und politischen Entscheidungsebenen. Zu nennen sind hier vor allem die Bereiche Massentourismus vs. sanfter Tourismus vs. kein Tourismus; Küstenschutz vs. Naturschutz sowie Konflikte zwischen einzelnen Nutzergruppen am Strand (bspw. Wassersportler, Hundebesitzer).

Für die erfolgreiche Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz von Stränden an der Ostseeküste ist die Kenntnis dieser Konfliktlinien und der Interessenlagen der einzelnen Nutzergruppen als potentielle Akteure in Strandschutzvorhaben eine wesentliche Voraussetzung. Um diese in Erfahrung zu bringen, wurden im Rahmen dieser Teilstudie an drei ausgewählten Modellstandorten (Lindhöft, Surendorf, Hohenfelde) die lokalen Akteurskonstellationen untersucht und über schriftliche Befragungen und persönliche, Leitfaden gestützte Interviews die Einstellungsmuster der potentiellen Stakeholder erhoben.

Es ging dabei insbesondere darum, die Umsetzungsmöglichkeiten für zukünftige Strandschutzmaßnahmen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste auszuloten.

#### Stakeholderanalyse

Das Verfahren der Stakeholderanalyse dient als Werkzeug und Teilelement der sogenannten Projektumfeldanalyse zur frühzeitigen Abschätzung der Machbarkeit von Vorhaben, indem alle Einflussfaktoren auf den Projektverlauf, die von potentiellen Akteuren ausgehen (können), - möglichst a priori - untersucht werden. Das Verfahren wird des Weiteren häufig zur Konfliktanalyse und -lösung angewandt und ist somit ein Bestandteil des Projektmanagements.

Stakeholder können nach folgenden Kriterien kategorisiert werden:

- Einstellung zum Projekt (Gegner, Befürworter, neutrale Stakeholder),
- Einfluss auf andere Stakeholder,
- Einfluss auf Entscheidungsprozesse (bspw. politisch oder finanziell),
- Rolle im Projekt,
- Beziehungen der Stakeholder untereinander.

Weiterhin wird oft in primäre Stakeholder mit direktem Einfluss (etwa Amtsverwaltungen) und sekundäre Stakeholder ohne direkten Einfluss (bspw. Touristen) sowie in interne und externe Stakeholder unterschieden.

Bei Langzeitvorhaben und solchen mit langfristiger Tragweite sind neben den aktuellen Interessensträgern auch immer potentielle Stakeholder zu berücksichtigen, die noch nicht als solche in Erscheinung getreten sind. Daher geht es bei der Analyse von Akteurskonstellationen auch immer um die Frage, wer

möglicherweise in Zukunft oder auch schon während des Planungsprozesses noch zu einem Stakeholder werden könnte.

Weiterhin bietet sich eine Differenzierung in aktive und passive Stakeholder an. Erstere haben aktuell Einfluss auf ein Projekt, während die anderen sich (zunächst) im Hintergrund halten. Für die vorliegende Studie ist zudem die Unterscheidung in private und öffentliche Stakeholder von Bedeutung, wobei hinsichtlich der Themen Strand- und Naturschutz eher zwischen privatwirtschaftlichen und öffentlich-rechtlichen Stakeholdern zu unterscheiden ist.

In der vorliegenden Untersuchung der Akteurskonstellationen zum Thema Strandschutz werden zusätzlich zu den sachlich-inhaltlichen Einflussgrößen insbesondere die organisatorisch-sozialen Einflussgrößen in Form der Einflussnahme von bestimmten Gruppen von Akteuren oder auch Einzelakteuren näher beleuchtet. Zudem spielen die sachlichen und sozialen Umfeldfaktoren ebenso wie die naturräumlichen und politischen Gegebenheiten vor Ort und überregional eine wichtige Rolle bei der vergleichenden Analyse der Untersuchungsstandorte.

Es werden durch eine Stakeholderanalyse also diejenigen Akteure identifiziert und gruppiert, die durch ein Projekt betroffen sind und/ oder ein Projekt in seinem Verlauf beeinflussen können. Die einzelnen Akteure werden dabei nach dem jeweiligen Grad ihrer Betroffenheit und des Einflusses, den sie auf das Projekt oder auch auf andere Stakeholder ausüben können, kategorisiert. Grundsätzlich kann dabei unterschieden werden in Befürworter, Gegner und - in Bezug auf konkrete Vorhaben - neutrale Interessensträger. Dabei ist zu beachten, dass diese Rollen und die Positionierung einzelner Stakeholder zu den Projektzielen nicht unveränderbar sein müssen. Gerade aus der Gruppe der neutralen Stakeholder bewegen sich möglicherweise Akteure während des Planungsprozesses auf die Seite der Befürworter oder die der Gegner.

Zur feineren Differenzierung bildet man in der Praxis häufig noch eine weitere Kategorie von Stakeholdern, so dass neben den Befürwortern und Treibern („Promoters“) und den Gegnern („Opponents“) die neutralen Interessensträger noch in eine eher unterstützende Gruppe („Supporters“) und eine in ihrer Einstellung zum Projekt volatile Gruppe („Hoppers“) unterschieden werden können.

In einer einfachen Stakeholder-Matrix kann somit jeder potentielle Akteur sowohl nach dem Grad der Betroffenheit als auch nach dem Einfluss auf das Projekt verortet werden. Für die vorliegende Studie wurde zur Wahrung der Anonymität der befragten Akteure darauf verzichtet, für jeden Untersuchungsstandort eine Stakeholder-Matrix anzufertigen. Stattdessen sind die Ergebnisse in eine Gesamtschau über alle Standorte zusammengetragen worden (vgl. Abschnitt 7.2).

### **Netzwerkanalyse**

Eine Netzwerkanalyse ist häufig ein Teilelement einer umfangreicheren Stakeholderanalyse. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde eine einfache Analyse der Netzwerkeinbindung der einzelnen Akteure in die lokalen und überörtlichen Netzwerke mit anderen Stakeholdern vorgenommen, die nicht den Anspruch erhebt, mit den klassischen netzwerktheoretischen Werkzeugen diese Akteursbeziehungen zu quantifizieren. Dies hätte den Rahmen der vorliegenden Studie gesprengt und stellt daher eine Aufgabe für vertiefende Untersuchungen zu diesem Thema dar.

Für die hier durchgeführte Analyse wurden die Erkenntnisse aus einem schriftlichen Fragebogen zum Kenntnisstand bzgl. des Themas Natur- bzw. Strandschutz und möglicher Projektpartner auf regionaler und

überregionaler Ebene so aufbereitet, dass daraus ersichtlich ist, welches die Schlüsselakteure auf den jeweiligen Hierarchieebenen sind und wie stark jeder einzelne Akteur in das jeweilige Netzwerk eingebunden ist.

## **A1.2 Ablauf und Methoden**

### **A1.2.1 Die Untersuchungsgebiete**

Die Auswahl der Untersuchungsgebiete für diese Teilstudie war durch die naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Rahmen des Gesamtprojekts vorgegeben, da der sozialwissenschaftliche Teil der Studie nur an Standorten durchgeführt werden sollte, für die auch fundierte Erkenntnisse über die naturräumlichen Gegebenheiten sowie die Zusammensetzung und die Populationsgrößen der Strandlebensgemeinschaften vorliegen.

Für die Stakeholderanalyse wurden daher die Standorte Lindhöft, Surendorf und Hohenfelde ausgewählt (ABBILDUNG 2).

#### **Lindhöft**

Lindhöft ist ein Ortsteil der Gemeinde Noer im Kreis Rendsburg-Eckernförde im Zuständigkeitsbereich des Amtes Dänischenhagen und liegt etwa 12 km östlich von Eckernförde an der Eckernförder Bucht. In der Gemeinde Noer leben ca. 900 Einwohner.

In der Gemeindevertretung hält die CDU seit der letzten Kommunalwahl sieben und die Wählergemeinschaft WIN vier Sitze. Amtierende Bürgermeisterin ist Sabine Mues (CDU).

Im Gemeindegebiet befindet sich das Naturschutzgebiet „Bewaldete Düne bei Noer“, das Bestandteil des Europäischen Schutzgebietnetzes Natura 2000 ist. Weiterhin ist der Strand in Lindhöft von der Noerer Steilküste geprägt.

Vereine und Initiativen mit Bezug zum Naturschutz sind vor Ort nicht vorhanden.

#### **Surendorf**

Surendorf ist ein Teil der Gemeinde Schwedeneck im Kreis Rendsburg-Eckernförde im Zuständigkeitsbereich des Amtes Dänischenhagen und liegt etwa 15 km östlich von Eckernförde. In der Gemeinde Schwedeneck leben derzeit ca. 2.850 Einwohner.

In der Gemeindevertretung liegen SPD und CDU aktuell mit jeweils sieben Sitzen gleichauf. Die Wählergemeinschaft UBS hält derzeit drei Sitze. Amtierender Bürgermeister ist Gustav Otto Jonas (SPD).

In Surendorf ist eine Außenstelle der Wehrtechnischen Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen der Bundeswehr, Maritime Technologie und Forschung (WTD 71), die ihren Hauptsitz in Eckernförde hat, angesiedelt.

Vereine und Initiativen mit Bezug zum Naturschutz sind vor Ort nicht vorhanden.

#### **Hohenfelde**

Hohenfelde ist eine Gemeinde im Kreis Plön im Zuständigkeitsbereich des Amtes Lütjenburg und liegt etwa 6 km östlich von Schönberg (Holstein) an der Ostsee. Zur Gemeinde gehören die Ortsteile Grünberg, Hoffeld, Krummsiek, Malmsteg, Monkamp, Mühlenau und Radeland. In Hohenfelde leben derzeit ca. 1.050 Einwohner.

In der Gemeindevertretung liegen SPD und CDU aktuell mit jeweils vier Sitzen gleichauf. Die Wählergemeinschaft FLH hält derzeit drei Sitze. Amtierende Bürgermeisterin ist Gesa Fink (FLH) (zum Zeitpunkt der Befragungen war Ronald Husen als stellv. Bürgermeister interimistisch im Amt).

2009 wurde das Multifunktionsgebäude und Naturerlebniszentrum „Strandkrabbe“ direkt am Ostseestrand eingeweiht, das neben Gastronomie und der Touristeninformation den Sitz des Vereins „NaturErleben Hohenfelde“ e.V. sowie einen naturkundlichen Ausstellungsraum, der auch als Unterrichts- und Veranstaltungsraum fungiert, beherbergt.

Neben dem Verein „NaturErleben Hohenfelde“ e.V. gibt es mit dem „Verein zur Förderung des Naturschutzes an der Mühlenau und Umgebung“ e.V. eine weitere Initiative vor Ort, die sich für den Naturschutz engagiert.

## **A1.2.2      Untersuchungsverfahren und Auswahl der Stakeholder**

Im ersten Arbeitsschritt wurden für alle drei Untersuchungsstandorte potentielle Stakeholder aus den Bereichen Tourismus, Naturschutz, Politik und Verwaltung auf lokaler und überregionaler Ebene für ein fiktives Schutzzonen-Planungsszenario identifiziert, die jeweils als Repräsentanten für diese Akteursgruppen gelten können. Insgesamt wurden nach dieser Vorauswahl 26 potentielle Akteure angeschrieben und mittels eines Kurzfragebogens (vgl. Fragebogen 1 im Anhang) mit geschlossenen Zustimmungsfragen nach ihren Einstellungen und Vorstellungen zum Thema Strandschutz befragt.

In diese Untersuchungsphase wurden Vertreterinnen und Vertreter folgender Institutionen und Gruppen einbezogen: Amtsverwaltungen, Anrainer, AktivRegion, Campingplätze, Gemeindevertreter, Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN), Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR), lokale Naturschutzvereine, NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V., Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein, Tourismusorganisation, Untere Naturschutzbehörde (UNB), Wassersportanbieter.

Es konnten dabei insgesamt 20 Akteure für diese erste Stufe der Befragung gewonnen werden, davon zwölf auf lokaler Ebene der Untersuchungsstandorte und acht auf überregionaler Ebene (auf Landesebene sowie auf Ebene der AktivRegionen). Bei den sechs potentiellen Akteuren, die nicht an der Studie teilgenommen haben, handelt es sich in der Hauptsache um Gastronomiebetriebe und Wassersportanbieter. Es kann vermutet werden, dass das Thema der Studie für diese (aktuell) keinen besonders hohen Stellenwert besitzt und diese Personenkreise dementsprechend auch in realen Beteiligungsverfahren nur schwer zu erreichen sein werden. Weiterhin nicht repräsentiert in dieser Studie sind die lokalen Verwaltungen, die sich nach eigenen Angaben lediglich als Exekutive zur Umsetzung des politischen Willens vor Ort sehen. Sie sind dementsprechend keine unabhängigen Akteure, die mit eigenem Interesse an der Sache auftreten.

In der zweiten Stufe der Akteursbefragung folgten die Experteninterviews vor Ort, die durch die Möglichkeit, während des Interviews Eintragungen in einem Umgebungsplan vorzunehmen sowie einen Fragebogen zur

Netzwerkeinbindung des jeweiligen Akteurs und zum Kenntnisstand im Bereich Strand- und Naturschutz ergänzt wurden. Die Gespräche hatten eine Dauer zwischen 45 Minuten und zwei Stunden. Durch das Zusammenführen der so erhobenen quantitativen und qualitativen Daten war es möglich, ein umfassendes Bild der Einstellungsmuster, der möglichen Positionierung in realen Schutzzonenvorhaben sowie über die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den einzelnen Akteursgruppen zu erhalten.

Es konnten in dieser Form mit insgesamt 17 der 20 verbliebenen Akteure leitfadengestützte Interviews realisiert werden, davon neun mit lokalen und acht mit überörtlichen Akteuren.

Der Interviewleitfaden beinhaltete Fragen zu folgenden Themenkomplexen:

- Strandschutz und Rahmenbedingungen,
- Politik und Akteure,
- Schutzzonen an Stränden,
- Akzeptanz von Schutzzonen,
- Kooperationen,
- Ansätze zur nachhaltigen Nutzung von Stränden.

### **A1.3 Ergebnisse der Stakeholderanalyse**

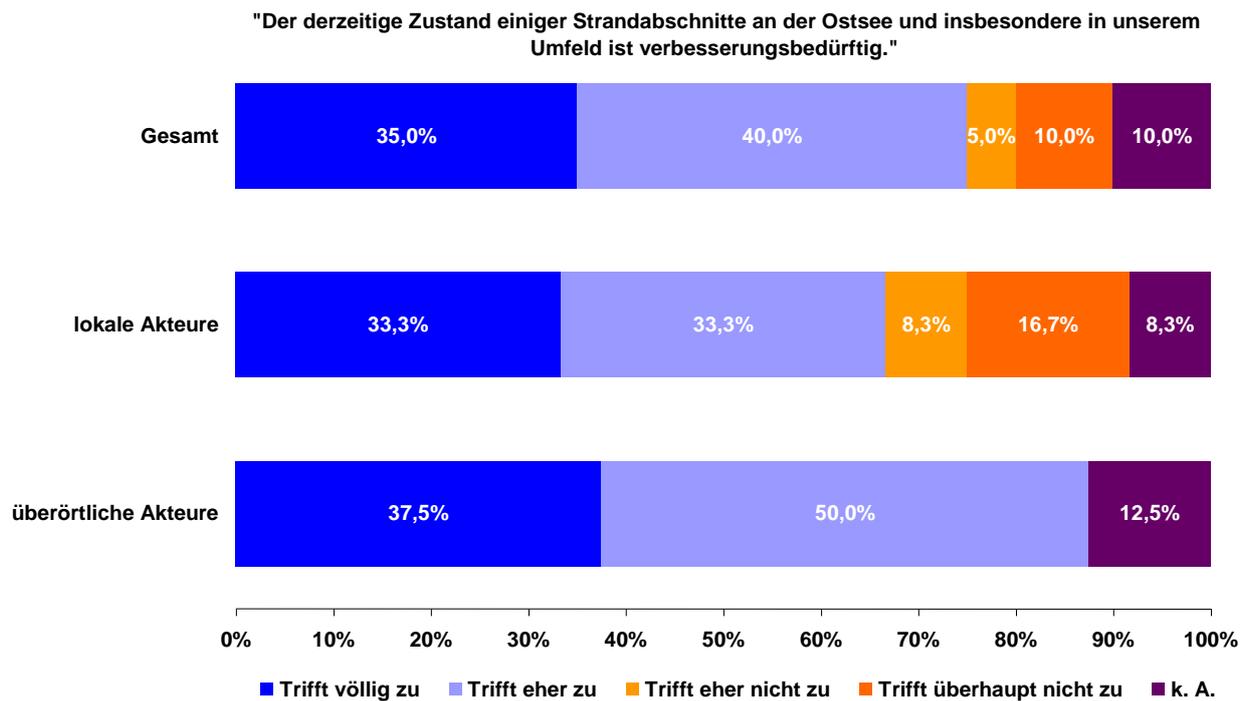
Jeder Akteur bringt seine eigene Sicht auf den Raum „Strand“ mit: als Naturraum, Freiraum, Sportraum, Naherholungsraum oder Rückzugsraum ist er einer der wenigen für alle Bevölkerungsgruppen frei zugänglichen Räume und fungiert zudem als Standortfaktor sowohl für Gewerbetreibende am Strand als auch für die Tourismuswirtschaft. Des Weiteren ist er unverzichtbarer Teil des Küstenschutzsystems. Daraus ergeben sich jeweils bestimmte Funktionen und Nutzungsansprüche, die dieser Raum erfüllen soll.

Nachfolgend werden die Einstellungen und Vorstellungen der befragten Stakeholder zu den zentralen Themenfeldern der Studie zusammengefasst für alle Untersuchungsstandorte dargestellt.

#### **A1.3.1 Situation der Strände und Rahmenbedingungen**

Im Hinblick auf den Zustand der Strände in ihrem Zuständigkeitsbereich sehen fast alle befragten Vertreter trotz eines guten Allgemeinzustandes erheblichen Verbesserungsbedarf (ABBILDUNG A1). Dieser ist jedoch wiederum stark vom professionellen Hintergrund und den Zielen der einzelnen Akteure abhängig: Naturschützer und Küstenschützer sehen den Zustand generell deutlich negativer. Vertreter aus der Tourismuswirtschaft sehen insbesondere hinsichtlich der Sauberkeit der Strände Verbesserungsbedarf.

Die Einschätzung des Zustands der Strände variiert sehr stark zwischen den einzelnen Akteursgruppen, da die Bewertung jeweils aus der persönlichen Warte und vor dem Hintergrund der eigenen Ziele erfolgt. Darüber hinaus ist die Bewertung abhängig vom räumlichen Bezug und den unterschiedlichen Bewertungsmaßstäben der Akteure.



**Abbildung A1:** Zustand der Strände aus Akteurssicht. N = 20

Aus den Ergebnissen der Befragung lässt sich ablesen, dass grundsätzlich Einigkeit in der Bewertung des Zustands der Strände besteht und durchaus Handlungsbedarf zu dessen Verbesserung gesehen wird.

Auf Nachfrage zeigte sich jedoch, dass die Zustandsbewertungen auf sehr unterschiedlichen Bewertungsmaßstäben beruht und es zudem kein einheitliches Verständnis davon gibt, was Strandschutz ist bzw. sein soll. Die Bewertung und die hernach vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verbesserung spiegeln die jeweiligen Sichtweisen und Erwartungen des einzelnen Akteurs wider.

### Nutzungskonflikte und weitere Konfliktfelder

Nach den Aussagen der befragten Experten gibt es einige Nutzungskonflikte an bestimmten Strandabschnitten insbesondere durch miteinander konkurrierende Nutzergruppen (Hundebesitzer, Kitesurfer, Sportbootfahrer etc.). Dies sei u. a. auf den hohen Nutzungsdruck an einigen Strandabschnitten zurückzuführen, so dass speziell dort das Konfliktpotential entsprechend erhöht sei.

An den Stränden der schleswig-holsteinischen Ostseeküste gibt es beim Thema Strandschutz zwischen den einzelnen Akteuren und Akteursgruppen eine Vielzahl von potentiellen Konfliktfeldern. Neben den oben genannten sind dies insbesondere folgende, von den Akteuren häufig genannte Konfliktlinien:

- Massentourismus vs. sanfter Tourismus vs. kein Tourismus,
- Küstenschutz vs. Naturschutz und natürliche Küstendynamik,
- Konflikte mit einzelnen Nutzergruppen am Strand (bspw. Kite-Surfer/ Hundebesitzer),
- Landwirtschaft (Eutrophierung),
- Treibselberäumung – Abfall vs. Nahrungsgrundlage für Strandlebensgemeinschaften,

- freier Zugang zum Strand vs. Einschränkung des Strandzugangs,
- Summation von Sondernutzungen am Strand durch neue Nutzergruppen und Nutzungsansprüche (gemäß §67 BNatSchG ).

Aus Sicht des Naturschutzes kommen noch folgende spezifische Konfliktpotentiale hinzu:

- Kollision von Naturschutzziele mit dem Erholungs- und Badebetrieb durch Tritt, Scheuchwirkung, mechanische Spülsaum-Beseitigung,
- Nährstoff- und Schadstoffeinträge,
- Überbauung von Strandabschnitten für den Küstenschutz, Häfen und Siedlungsgebiete - speziell auch zur touristischen Nutzung,
- Klimawandel,
- Müll und Treibgut (im Spülsaum).

Zur Problemlösung vor Ort wird im Dialog mit allen Konfliktparteien nach konsensualen Regelungen für Problembereiche gesucht. Dies sei in der Praxis in der Regel auch erfolgreich.

Generell sei es aus Sicht der Akteure zur Konfliktvermeidung zwischen einzelnen Nutzergruppen notwendig, unvereinbare Nutzungen am Strand voneinander zu trennen (bspw. Badenutzung und Kite-Surfen oder Hundebesitzer).

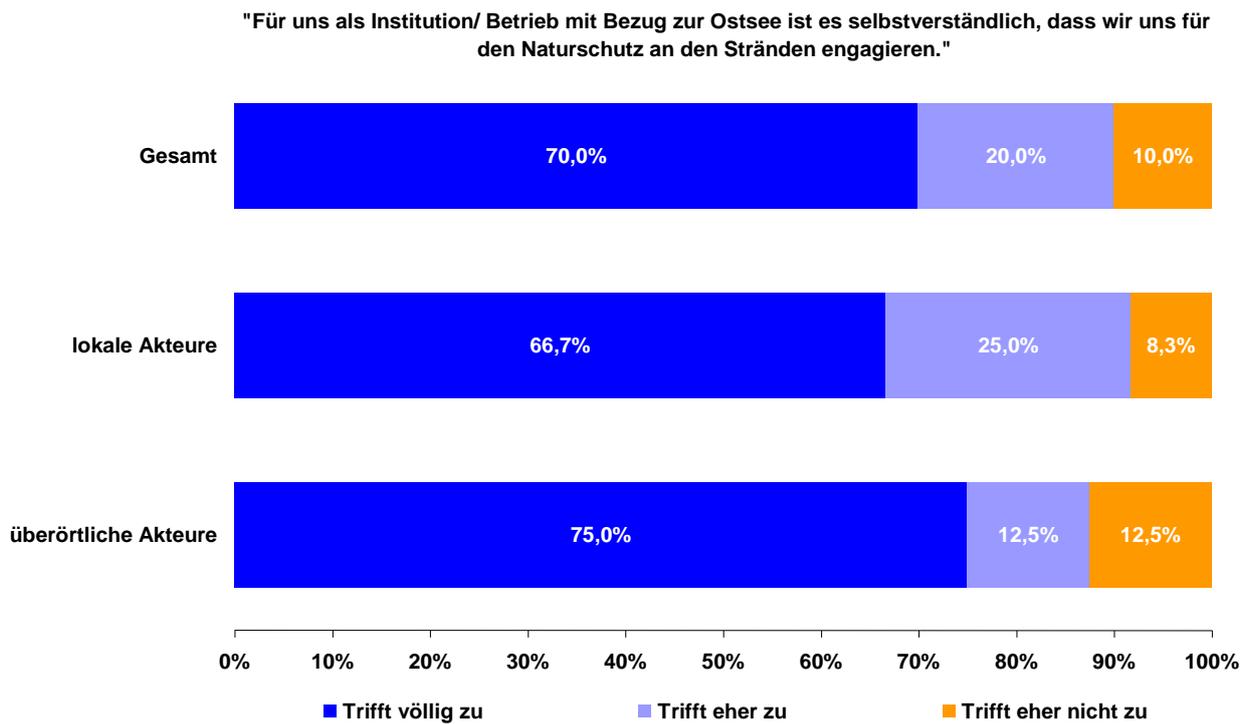
Es wird deutlich, dass es sich bei den meisten Konfliktfeldern um aus den Interessen der einzelnen Akteure erwachsende Zielkonflikte handelt. So lassen sich die Ziele des Naturschutzes vielfach nicht mit denen des Tourismus in Einklang bringen. Diese Konflikte lassen sich vermutlich nur über neue integrative Konzepte sowie durch das Besinnen auf mögliche Synergien lösen oder zumindest mildern.

### **Strandschutz**

Die Mehrzahl der befragten Akteure erklärt sich bereit, sich für den Naturschutz an der Ostseeküste zu engagieren (ABBILDUNG A2), allerdings ist die Bedeutung des Strandschutzes für die Akteure abhängig von der professionellen Nähe zum Themenkomplex Strand- und Naturschutz.

Dementsprechend wird „Strandschutz“ von den einzelnen Akteuren sehr unterschiedlich verstanden. Es zeigte sich in den Interviews, dass z. T. sogar ein dem der anderen Akteure diametral entgegenstehendes Verständnis von „Strandschutz“ vorliegt. Für die einen bedeutet Strandschutz, die Sauberkeit des jeweiligen Strandabschnitts sicherzustellen, für die nächsten ist Strandschutz ein Teilaspekt des Küstenschutzes und für die dritte Gruppe ist Strandschutz die Bewahrung eines möglichst naturnahen Zustandes des Strandes. Letzteres beinhaltet vor allem den Erhalt von Ruhezonen und Flächen für Strandbrüter sowie den Erhalt und die Entwicklung der Dünen. Den Vertretern des Naturschutzes zufolge findet sich je nach Strandabschnitt ein weites Feld zu schützender Güter (Strand, Vögel, Strandflora und -fauna), wobei betont wird, dass der Schutz des Wasserbereichs ebenfalls zum Strandschutz gehöre.

Für die Gesamtheit der Akteure gibt es also keine einheitliche Definition von Strandschutz; jeder versteht - abhängig von den eigenen Aufgaben und Zielen - etwas anderes darunter, so dass für den zukünftigen Dialog untereinander zunächst eine einheitliche Definition gefunden werden müsste.



**Abbildung A2:** Bereitschaft zu Engagement im Strandschutz seitens der Akteure. N = 20.

Auffällig ist weiterhin, dass das Thema für lokale Akteure und Anrainer von besonders hoher Bedeutung ist, da der Strand vor Ort z. T. die Basis des eigenen wirtschaftlichen Handelns bildet (lokale Perspektive). Für die überörtlichen Akteure ist der Strand lediglich ein Bestandteil eines Gesamtsystems (globale Perspektive).

Die beinahe einhellige Meinung aller Akteure bzgl. der vorhandenen Maßnahmen zum Strandschutz ist, dass Absperrungen allein nicht funktionieren würden und allenfalls temporär sinnvoll wären. Zudem sei deren Kontrolle ohnehin kaum möglich. Dies sei lediglich mit unverhältnismäßig hohem Aufwand an Personal und somit Geld zu gewährleisten. Stattdessen sei es eher praktikabel und effektiv, Maßnahmen zur Information und Bewusstseinschaffung flankiert von breiter Umweltbildung inklusive Führungen durchzuführen. Hierbei böte sich zudem das Potential zur Anbindung an Touristische Angebote und für Kooperationen mit der Tourismuswirtschaft.

Bei den befragten Vertretern der Tourismusbranche gibt es z. T. nur wenig Bewusstsein für die Marketingpotentiale und den Werbeeffekt, den intakte Natur und Umwelt haben könnten (bspw. kommt die Broschüre der Hohwachter Bucht völlig ohne Hinweise auf die naturräumlichen Bedingungen daher). Aus diesem Grund gelte es die Touristiker noch mehr für Natur- und Umweltthemen zu sensibilisieren und ihnen klar zu machen, „welche Kleinode der Natur sie vor ihrer Haustür haben“ (lt. Vertreter einer Naturschutzorganisation).

Von den Akteuren aus der Tourismusbranche wird betont, dass neben dem Natur- und Küstenschutz der Strand v. a. „den Nutzungen folgen“ müsse und bei Strandschutzvorhaben unbedingt auch die Interessen der Stakeholder aus dem Bereich der Tourismuswirtschaft Berücksichtigung finden müssten. Die Nutzungen formten schließlich auch die Strände als Teil eines Entwicklungsprozesses. Bewahren allein führe noch nicht zu einer positiven Entwicklung. Es gelte, auch den Menschen und seine Funktion als landschaftsformende Kraft zu berücksichtigen (vgl. hierzu BUCHECKER et al. 2003).

### **A1.3.2 Die Interessenlagen potentieller Akteure**

#### **Die potentiellen Akteure**

In Strandschutzvorhaben tritt eine sehr heterogene Gruppe von Akteuren mit einer Vielzahl an konkurrierenden und z. T. divergierenden Nutzungsinteressen auf den Plan. Diese Akteure lassen sich zunächst einmal nach ihrem Einflusslevel in lokale und überörtliche Akteure einteilen, die jeweils unterschiedlich stark involviert und engagiert sind. Einige Akteure haben dabei nur die lokale Perspektive und sind nur in geringem Umfang in überregionale Netzwerke eingebunden.

Neben den in dieser Befragung vertretenen Gruppen und Subgruppen von Stakeholdern sind in der realen Umsetzungspraxis noch weitere Gruppen und Einzelpersonen denkbar (weitere Nutzer, Anrainer, lokale Bevölkerung etc.), deren Interessen in die vorliegende Teilstudie nur mittelbar durch explizite Äußerungen von einzelnen Gesprächspartnern eingegangen sind. Detaillierte Erkenntnisse hierzu liefern u. a. die Nutzerbeobachtungen im Rahmen des Gesamtvorhabens sowie eine Vielzahl von Studien zu diesem Thema (exemplarisch: JĘDRZEJCZAK 2004).

In Planungsvorhaben zum Strandschutz aber auch im regelmäßigen Umgang der einzelnen Akteure miteinander finden permanente Aushandlungsprozesse um die knappe Ressource „Strand“ statt. Hierbei sind qua rechtlicher Vorschrift einige überörtliche Akteure und die lokalen Verwaltungen die bestimmenden Akteure. Allerdings sind die weiteren Nutzer- und Akteursgruppen insbesondere aus der Tourismuswirtschaft ebenfalls einflussreiche lokale Interessenträger.

Aus den Äußerungen einiger Vertreter von Nutzergruppen ist zu entnehmen, dass diese unabhängig von den realen Besitzverhältnissen bestimmte Strandabschnitte als ihr „gefühltes Eigentum“ ansehen. Damit verbunden ist nicht nur die Befürchtung, durch Regelungen in ihren Nutzungsrechten eingeschränkt zu werden, sondern auch ein starkes Engagement zum Schutz dieser Strandbereiche (im Sinne der eigenen Nutzung). In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass sich an bestimmten Abschnitten Szenen von bspw. Wassersportlern sowie weitere Freizeitliche Nutzungsinteressen etabliert haben, die daraus wiederum einen „gefühlten“ Besitzanspruch ableiten.

Bei der Vielzahl der Akteure - auch bei denen, die sich im Naturschutz engagieren - ist das Thema Strandschutz nur implizit und mittelbar ein Teil des Tätigkeitsfeldes. Der Strand spielt auf der rechtlichen und der Verwaltungsebene sowie im Natur- und Küstenschutz sowie als ökonomische Basis für die Tourismuswirtschaft eine nicht unbedeutende Rolle, ist aber bei keinem der befragten Akteure als schutzwürdiges Gut explizit im Leitbild verankert.

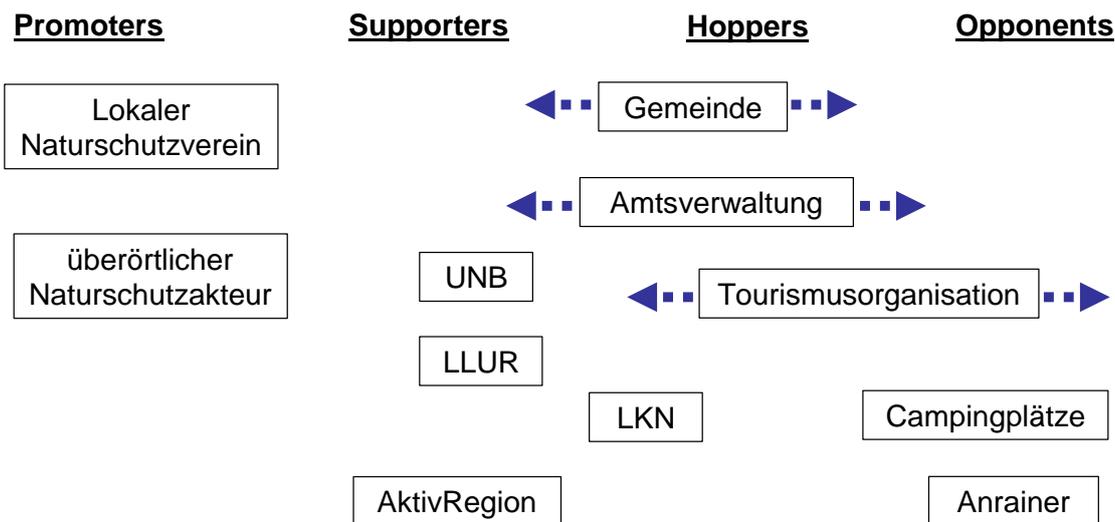
Die Schlüsselakteure sind auf der lokalen Ebene die Gemeinden, lokale Verwaltungen, die Lokalpolitik, die örtlichen Vereine sowie die Vertreter der Tourismuswirtschaft (insbesondere die Lokalen Tourismusorganisationen (LTO)). Auf der überörtlichen Ebene in Schleswig-Holstein sind die einflussreichsten Akteure erwartungsgemäß die Vertreter der Legislative und Exekutive, im Einzelnen das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR), das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR), der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN) sowie die jeweils zuständigen Unteren Naturschutzbehörden (UNB). Als weitere Institution mit landesweitem Einfluss ist daneben v. a. der Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) zu nennen.

Diese Schlüsselakteure sind nach Meinung der Stakeholder je nach Vorhaben vor Ort die stärksten Promotoren oder aber einflussreiche Opponenten. Die Aufgaben, die sie dabei übernehmen reichen von genereller Information und Projektkommunikation bis hin zu Moderation und z. T. auch Mediation bei umstrittenen Maßnahmen.

### Promotoren oder Opponenten?

Obwohl die Mehrheit der Befragten (75 %) erkannt hat, dass der nachhaltige Schutz der Strände eine zukunftsichtige Aufgabe ist, lassen sich die Akteure entsprechend ihrer Profession und ihrer Ziele zu etwa gleichen Teilen in Promotoren, Opponenten und neutrale Stakeholder in Bezug auf mögliche zukünftige Strandschutzmaßnahmen in ihrem Umfeld einteilen. Die Gründe für eine ablehnende Haltung gegenüber Schutzmaßnahmen sind angenommene negative Auswirkungen auf die eigenen Nutzungs- und Zugangsrechte am Strand oder aber ein befürchteter Attraktivitätsverlust bei Touristen und damit verbundene finanzielle Einbußen sowie hohe Implementierungs- und Folgekosten der Maßnahmen.

Das Stakeholder-Diagramm (ABBILDUNG A3) ist als idealisierte Skizze anzusehen, wie sich die potentiellen Stakeholder, die in diese Untersuchung einbezogen wurden, in einem realen Planungs- und Umsetzungsverfahren im Bereich Strandschutz möglicherweise positionieren würden.



**Abbildung A3:** Mögliche Positionierung potentieller Stakeholder in Strandschutzvorhaben. Eigene Darstellung.

Da sich einige Akteure nach diesem Schema nicht klar einer Kategorie zuordnen lassen, ist anzunehmen, dass sie sich auch in ihrer Einstellung zu einem Strandschutzvorhaben je nach Projektinhalt und dem Grad der individuellen Betroffenheit volatil verhalten würden. Da der gewählte Untersuchungsansatz ein fiktives Szenario vorsah, ist die Positionierung der einzelnen Akteure allenfalls als grundsätzliche Tendenz zu interpretieren. Diese Zuordnung ist keinesfalls als statisch anzusehen, da sich die Positionen der Akteure im Laufe der Zeit oder auch im Planungsverfahren ändern können.

Zu beachten ist, dass dieses Diagramm in realen Planungsprozessen noch um zusätzliche in dieser Studie nicht berücksichtigte Akteure und Gruppen zu erweitern ist, wie bspw. lokale Bevölkerung, Landwirte, Anrainer, weitere Nutzergruppen etc.

## **Einfluss der Politik**

Vor Ort ist seitens der befragten Akteure nur wenig unmittelbarer Einfluss der lokalen und überörtlichen (Naturschutz-)Politik auf die Arbeit der einzelnen Institutionen und Betriebe feststellbar. Lediglich durch Auflagen und Verordnungen sowie lokale Satzungen u. ä. sei ein nennenswerter Einfluss feststellbar. Dementsprechend sehen sich die meisten Akteure nicht in der Lage, die überörtliche Naturschutzpolitik zu bewerten.

Bei Themen mit Bezug zum Strandschutz erfolgt eine Abstimmung zwischen den politischen Entscheidungsträgern auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen (kommunal, regional, national) sowie mit den Akteuren vor Ort zumeist nur im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften. In der Regel findet dabei nur ein Mindestmaß an Öffentlichkeitsbeteiligung statt. Die Abstimmung mit den zuständigen überörtlichen Stellen erfolgt nicht stetig, sondern lediglich bei Bedarf projektgebunden.

Schlüsselakteure im Bereich Strandschutz aus Sicht der befragten Akteure sind auf überörtlicher Ebene in Schleswig-Holstein das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR) und das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) und vor Ort die jeweiligen Amtsverwaltungen, die jeweils zuständige Untere Naturschutzbehörde (UNB) und die Gemeindevertretungen.

Interessanterweise sehen einige Akteure die Interessenvertreter aus dem jeweils „anderen“ Lager als Schlüsselakteure an, von deren Handeln die Umsetzungschancen und der Erfolg von Schutzmaßnahmen abhängig sind. Keiner der befragten Akteure sieht sich selbst und seine Institution bzw. seinen Betrieb in der Schlüsselposition, wenngleich speziell die überörtlich agierenden Akteure eine wichtige Rolle für sich reklamieren.

### **A1.3.3 Schutzzonen an Stränden aus Sicht der Akteure**

Bezüglich der Umsetzung etwaiger neuer Schutzzonen an einzelnen Strandabschnitten besteht unter den befragten Experten insoweit Einigkeit, als dass die Neueinrichtung mit möglichst geringem Eingriff in die vorhandenen natürlichen Gegebenheiten erfolgen sollte.

Allgemein sei Aktionen zur Information und zur Sensibilisierung der Nutzer (z.B. Touristen) der Vorzug gegenüber Zäunen und Verboten zu geben. Letztere würden aus ihrer Sicht nicht funktionieren, da eine wirksame Kontrolle kaum möglich sei. Die Gemeindevertreter sowie die Gewerbetreibenden aus der Tourismuswirtschaft betonten zudem, dass der Strandzugang in jedem Fall gewährleistet bleiben müsse.

Des Weiteren könne es sinnvoll sein, jeweils Vorranggebiete für Tourismus auf der einen und Naturschutz auf der anderen Seite auszuweisen sowie vor der Einrichtung neuer Schutzzonen eher die bestehenden Naturschutzgebiete zu erweitern.

Hinsichtlich der Frage, wo sich die einzelnen Akteure an einem Strandabschnitt in ihrem Umfeld die Einrichtung einer Schutzzone vorstellen könnten, war bei allen Befragten, ob Befürworter oder nicht, nur wenig Bereitschaft vorhanden, sich auf einen Abschnitt festzulegen. Daher wurden möglicherweise geeignete Zonen zumeist auch nicht in den während der Interviews bereitgelegten Plan eingetragen. Bei der Gegenprobe waren die Aussagen speziell auf Seiten der Opponenten sehr viel eindeutiger. So konnten die

Tabuzonen jeweils deutlich benannt werden („überall“), erwartungsgemäß zogen Anrainer und Gewerbetreibende am Strand v. a. einen weiten Bogen um die selbst genutzten Bereiche.

Eine temporäre Absperrung oder auch die Teilabsperung im oberen Strandabschnitt an bestimmten Stränden wäre je nach Ausführung auch für Tourismusanbieter und die Gemeinden akzeptabel. Allerdings gilt dies abermals nur unter der Bedingung, dass der Zugang zum Strand trotzdem gewährleistet bliebe.

Die Zuständigkeit für die Einrichtung und den Unterhalt von neuen Schutzzonen sehen die Befragten einhellig auf Seiten der Gemeinden, der Ämter oder aber der Eigentümer der jeweiligen Flächen. Hinsichtlich der Kosten sehen die befragten Akteure das Land Schleswig-Holstein sowie die zuständigen Landesämter in der Pflicht zur Übernahme.

In den Planungs- und Umsetzungsprozess für zusätzliche Schutzmaßnahmen seien in jedem Fall die lokalen Schlüsselakteure einzubeziehen (Amt, Gemeinde, UNB). Die Bürgerinteressen der lokalen Bevölkerung würde die Mehrheit der Befragten in derartigen Planungsverfahren lediglich über die üblichen Wege wie Aushang, Bekanntmachung oder ggf. eine Informationsveranstaltung einbeziehen. Abhängig vom jeweiligen Projekt seien auch weitere Maßnahmen und partizipative Verfahren nicht ausgeschlossen, wurden aber von keinem Befragten explizit gefordert. Konkrete Vorschläge zu favorisierten Verfahren wurden dementsprechend nicht genannt.

#### **A1.3.4 Akzeptanz von Schutzzonen aus Akteursicht**

Den befragten Experten zufolge ist die Akzeptanz von bestehenden Schutzzonen bislang weder bei Nutzern und Anrainern noch bei den betroffenen Vertretern aus der Tourismusbranche besonders hoch. Für neu zu errichtende Schutzzonen sei demnach ziemlich sicher zu erwarten, dass die Akzeptanz dafür ebenso gering ausfallen würde.

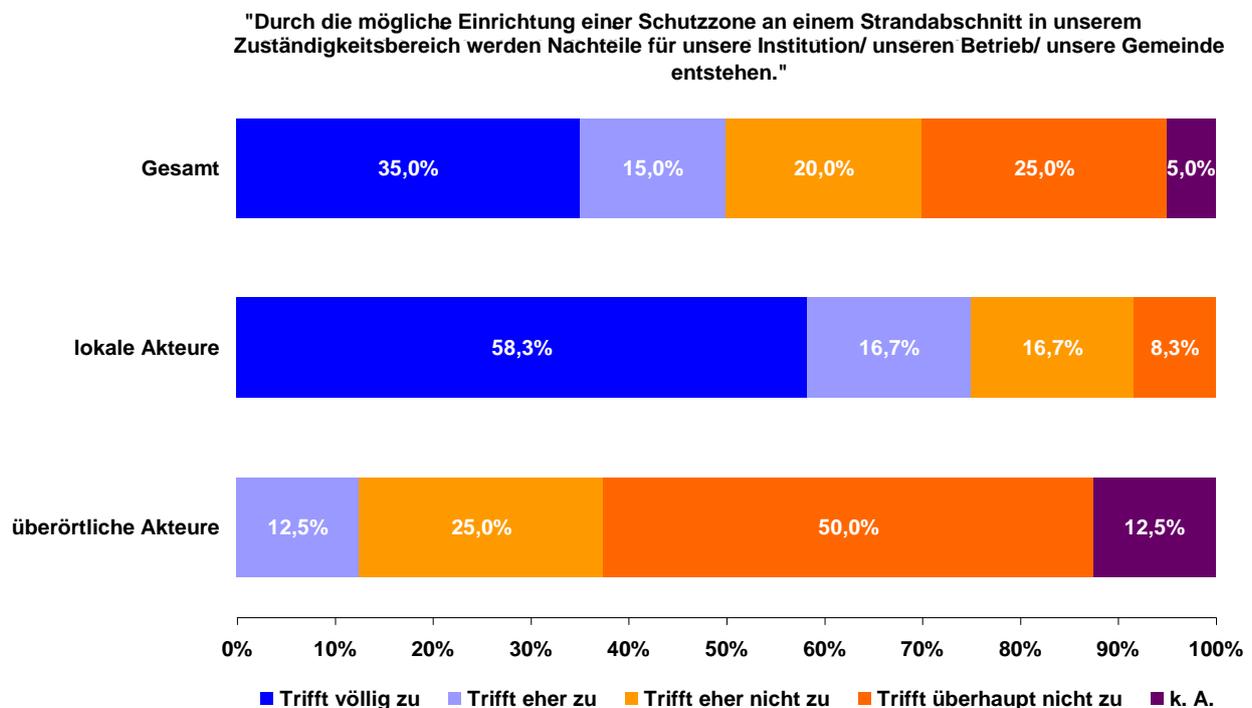
Die generelle Akzeptanz für das Einrichten einer Schutzzone an einem Strandabschnitt in ihrem Zuständigkeitsbereich hängt für die Befragten davon ab, wo genau diese neuen Schutzmaßnahmen getroffen werden würden. Eine hohe Akzeptanz sei demnach vor allem an Strandabschnitten mit naturnahem Strand und an einzelnen kleineren Standorten denkbar. In Bereichen mit hoher freizeithlicher oder touristischer Nutzungsintensität sei die Akzeptanz dagegen eher gering einzuschätzen, da dort die Flächen ohnehin knapp seien und eine weitere Verknappung nur schwerlich zu vermitteln sei.

Ob die Befragten selbst eine neue Schutzzone in ihrem Zuständigkeitsbereich akzeptieren würden, wäre sehr vom konkreten Projekt und dessen Umsetzung abhängig. Speziell von den Vertretern der Tourismuswirtschaft ist tendenziell eher mit einer ablehnenden Haltung zu rechnen, da diese durch jede Einschränkung der Nutzungs- und Zugangsrechte an Strandabschnitten ihre Existenzgrundlage bedroht sehen. Eine breite Akzeptanz bei den Touristen selbst sei nur bei umfassenden Informations- und Sensibilisierungsmaßnahmen zu erwarten. Nach Meinung der meisten Akteure, die zu diesem Thema Ausführungen gemacht haben, ließe sich nur durch vertrauensbildende Maßnahmen, Information und stetige Kommunikation die Akzeptanz von Strandschutzvorhaben generell positiv beeinflussen. Nach Meinung der meisten Befragten müssen für die (erfolgreiche) Einrichtung einer Schutzzone einige unabdingbare Bedingungen erfüllt sein. Zunächst müsse vor Ort unter Beteiligung möglichst vieler Akteure ein Konsens zugunsten eines solchen Vorhabens gefunden werden. Des Weiteren sei es zwingend erforderlich, dass die Projektverantwortlichen, insbesondere dann, wenn externe Investoren oder

Institutionen ohne lokale Einbindung involviert sind, Vertrauen in die Projektpartner bei den lokalen Stakeholdern schaffen. Ein weiterer wichtiger Punkt sei zudem, dass die Finanzierung (inkl. der Folgekosten) gesichert sei (bspw. durch Förderungen).

### Gegner und Konfliktfelder

Der Kreis der möglichen Opponenten ist aus Sicht der Stakeholder immer projektabhängig und selbst anhand eines konkret umrissenen, aber dennoch fiktiven Beispiels nicht genau zu benennen. Es sei aber nahe liegend, dass sich all diejenigen Nutzergruppen oder Einzelpersonen, die sich durch ein Vorhaben dieser Art in ihren Nutzungsrechten eingeschränkt sehen, einem Vorhaben zunächst ablehnend gegenüberstehen. Hier sei von Anfang an starker Widerstand zu erwarten. Des Weiteren sei speziell an den stark touristisch genutzten Stränden mit Konflikten zwischen Tourismusanbietern und Naturschutzvertretern zu rechnen. Bei einzelnen Projekten können weiterhin die genannten Zielkonflikte zwischen den z. T. divergierenden Interessen von Küstenschutz und Naturschutz auftreten.



**Abbildung A4:** Vermutete Nachteile neuer Schutzzone aus Akteurssicht. N = 20.

Mit der Einrichtung neuer Schutzzone verbinden die Akteure unterschiedliche Erwartungen und Folgen (ABBILDUNG A4). Die Befürworter sehen in zusätzlichen Schutzmaßnahmen erwartungsgemäß einen dringend notwendigen Beitrag zum Erhalt der Natur an den Stränden der schleswig-holsteinischen Ostseeküste.

Die Gegner solcher Maßnahmen verbinden mit neuen oder auch der Ausweitung bestehender Schutzzone vor allem Verlustannahmen bzgl. eigener Nutzungsrechte und an ihrem „gefühlten Eigentum“ durch Zugangseinschränkungen

Die Vertreter der Tourismuswirtschaft und der Gemeinden, für die Fremdenverkehr ein wichtiger Wirtschaftsfaktor ist, befürchten in erster Linie finanzielle Einbußen und einen Attraktivitätsverlust für den eigenen Standort und sehen darin somit eine Bedrohung ihrer wirtschaftlichen Basis.

Weiterhin befürchten die Opponenten hohe Implementierungs- und Folgekosten, die mit der Einrichtung zusätzlicher Schutzmaßnahmen einhergehen könnten.

### **Begünstigende Faktoren für die Umsetzung von Schutzzonen**

Demgegenüber lassen sich aus den Äußerungen der Befragten aber auch einige Faktoren ableiten, die die Umsetzung von Schutzzonen begünstigen würden.

Zunächst sei es notwendig, durch fundierte Bestandsaufnahmen und vorbereitende Analysen einen geeigneten Strandabschnitt zu identifizieren, der noch genügend Naturnähe besitzt, um dort unter vertretbarem Aufwand Schutzmaßnahmen durchzuführen. Diese Analyse sollte immer vor dem Hintergrund des Schutzziels erfolgen und den Zustand des Strandes, die Nutzungsintensität, die lokale Infrastruktur sowie die Besitzverhältnisse berücksichtigen. Die Akzeptanz hängt nach Meinung der Befragten zudem auch sehr vom Umfang und von der baulichen Ausführung der Schutzzonen ab.

Weiterhin werden eine gute Vorbereitung sowie ein präziser Projektplan als wichtig erachtet, der sowohl verbindlich den Realisierungszeitraum als auch die zu erwartenden Kosten genau festlegt.

Begünstigend sei nach den Erfahrungen der meisten Akteure ein starker „Treiber“ für ein Vorhaben, der sich durch persönliche Einsatzbereitschaft, Know-how und Überzeugungskraft auszeichnet. Als Projekttreiber, die ein solches Vorhaben voranbringen könnten, seien neben lokalen Promotoren und Naturschutzgruppen auch insbesondere überörtliche Akteure wie bspw. der NABU denkbar.

Förderlich sei zudem, wenn die involvierten Stakeholder bereits für das Thema sensibilisiert sind und bereits Erfahrung mit dem Themenbereich Naturschutz gesammelt haben. Eine gewachsene Dialogkultur vor Ort kann dazu beitragen, dass Gegner und Befürworter in einem Planungsprozess zügiger konsensuale Lösungen finden.

Für die Zukunft wünschen sich insbesondere die Vertreter des Naturschutzes eine noch stärkere Einbindung des Strand- und Naturschutzes in eine überörtliche integrierte Strategie für die bessere Vereinbarkeit von Naturschutz, Küstenschutz, Tourismus und Nutzungsinteressen.

Die Kontinuität von Planungen ist für alle Akteure ein wichtiger Punkt, um nicht nur langfristige Planungssicherheit zu haben, sondern auch um das Vertrauen in die lokalen und überörtlichen Entscheidungsträger zu stärken. Einige Akteure mit Erfahrungen in ähnlich gelagerten Vorhaben halten ein regionales Projektmanagement und die Einbindung jedes Vorhabens in integrierte lokale Entwicklungskonzepte für einen weiteren wichtigen Gelingensfaktor.

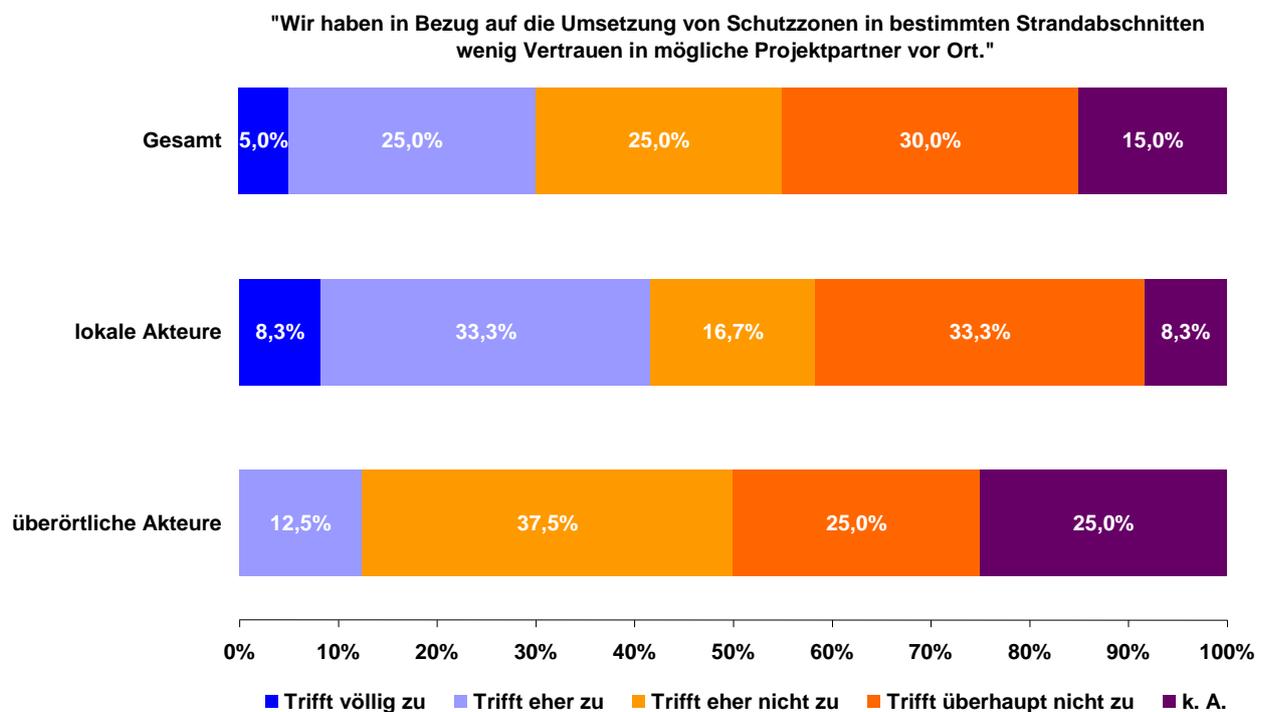
Im Hinblick auf die Beteiligung möglichst weiter Kreise von Betroffenen sei eine aktivierende Partizipation unter gleichberechtigten Projektbeteiligten vor Ort anzustreben. Insbesondere die gezielte Ansprache und Einbindung nicht-institutionalisierter bzw. nicht-organisierter Gruppen sei hierbei ein wichtiger Faktor.

Für das Gelingen sei es weiterhin förderlich, bereits im Vorfeld Vertrauen einerseits unter den Akteuren sowie andererseits in die politischen Verfahren zu schaffen. Generell seien Schutzprojekte und Beteiligungsmaßnahmen als Prozess zu betrachten, der schon weit vor konkreten Projektplanungen beginnt. Hierbei sei schon im Vorfeld eine konsensuale Strategieentwicklung vor Ort anzustreben, damit frühzeitig

Einvernehmen unter allen Beteiligten über die Entwicklungsziele einer Kommune besteht. Die Erfahrungen einiger Akteure der Verwaltungsebene zeigen deutlich, dass sich die Umsetzungschancen von Projekten erhöhen, wenn man sich vorab im Konsens auf ein gemeinsames Ziel einigte. Die Arbeitskreise zur Strategieentwicklung der AktivRegionen könnten hierbei als gutes und erfolgreiches Beispiel eines solchen Vorgehens dienen.

Wichtig für die Akzeptanz und eine Erhöhung der Umsetzungschancen seien des Weiteren die Transparenz von Planungen sowie die stetige Kommunikation über den Projektverlauf. Zudem sei durch die Integration der Interessen aller Beteiligten ein langfristiger gegenseitiger Lernprozess erforderlich. Als weiterer Gelingensfaktor habe sich die frühzeitige Beteiligung möglichst weiter Kreise der betroffenen Nutzergruppen erwiesen, da so schon im Vorfeld langfristig Klarheit über Planungen herrsche und im Idealfall die Zielrichtung im Konsens in einem partizipativen Verfahren abgestimmt würde.

### Der Faktor „Vertrauen“



**Abbildung A5:** Vertrauen in potentielle Projektpartner bei Strandschutzvorhaben aus Akteursicht. N = 20

Eine starke Vernetzung und der stetige Austausch zwischen den Akteuren sowie vielfältige Kooperationen schaffen Vertrauen der Akteure zueinander (ABBILDUNG A5), so dass das Eingebundensein in solche Netzwerke eng mit dem Vorhandensein dieses für Planungsvorhaben wichtigen Faktors verknüpft ist. Eine intensivere Einbindung in ein Netzwerk von Akteuren durch häufige Kontakte festigt und fördert Vertrauen und Empathie.

Exemplarisch betonen alle befragten Akteure in Hohenfelde, dass das Vertrauen und die persönlichen Kontakte vor Ort sowie die damit einhergehende stetige Kommunikation einen wesentlichen Faktor

darstellen, der die Planung und Umsetzung neuer Vorhaben - nicht nur im Strand- und Naturschutz - in der Vergangenheit stark begünstigt hat.

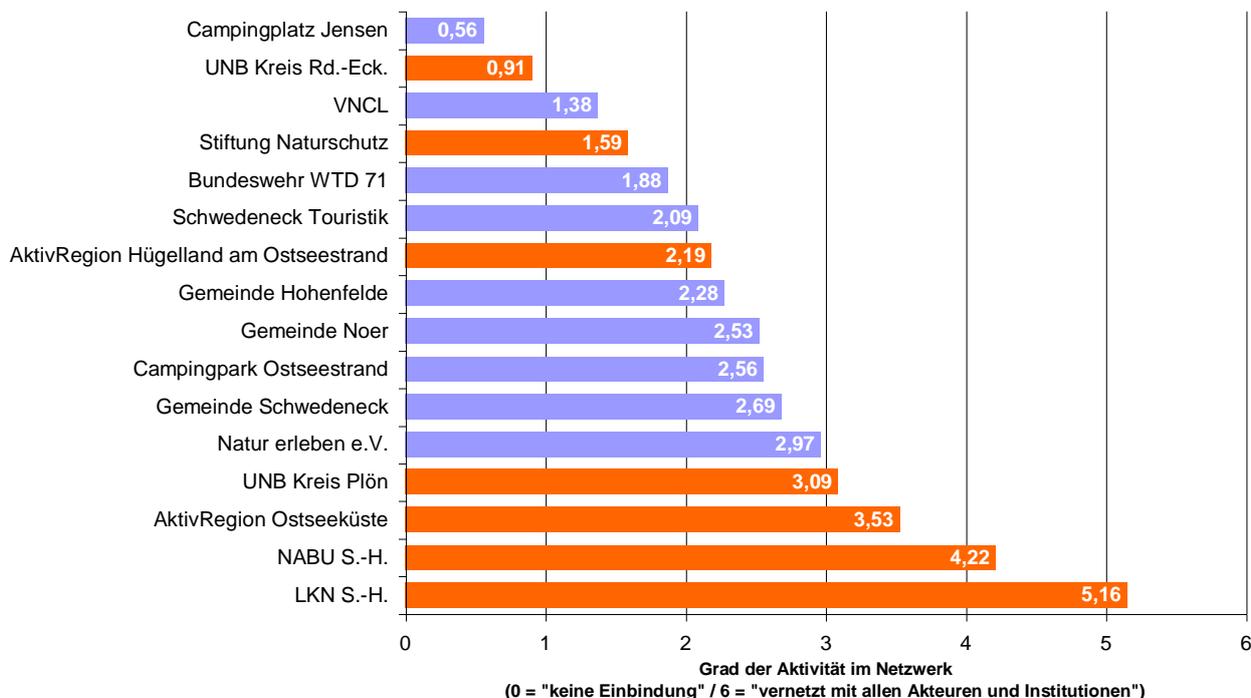
### A1.3.5 Kooperation und Vernetzung

Kooperationen in Strand- und Naturschutzprojekten, die den befragten Stakeholdern bekannt sind, finden zumeist auf der überörtlichen Ebene zwischen im Naturschutz aktiven Akteuren (NABU, Stiftung Naturschutz) statt. Darüber hinaus gibt es in diesem Bereich Kooperationen von lokalen Akteuren mit Projektpartnern der überörtlichen Ebene.

Die bestehenden Netzwerke der Akteure werden neben konkreten Projektkooperationen in der Hauptsache für Erfahrungsaustausch, gegenseitige Information oder auch Weiterbildung genutzt.

Als mögliche Kooperationspartner - auch abseits von Strandschutzvorhaben - kommen generell alle Stakeholder infrage, die in irgendeiner Form einen Bezug zu den Stränden der Ostseeküste in Schleswig-Holstein haben. Es sind dabei noch weit mehr denkbar als die in dieser Studie beleuchteten Akteursgruppen.

Zur Analyse der Netzwerkeinbindung dienten die Ergebnisse eines Fragebogens zum Kenntnisstand von Naturschutzakteuren und weiteren Stakeholdern auf den unterschiedlichen räumlichen Maßstabsebenen sowie zu den gegenwärtig bestehenden und den zukünftig denkbaren Kooperationen mit anderen Akteuren (ABBILDUNG A6). Auch wenn mit diesem Vorgehen die Netzwerkbeziehungen der Akteure untereinander eher rudimentär abgebildet werden, so liefert es doch einige Hinweise auf die Dichte der lokalen und überörtlichen Netzwerke der Stakeholder. Dies ist ein Aspekt, der in weiteren Untersuchungen noch genauer zu beleuchten wäre.

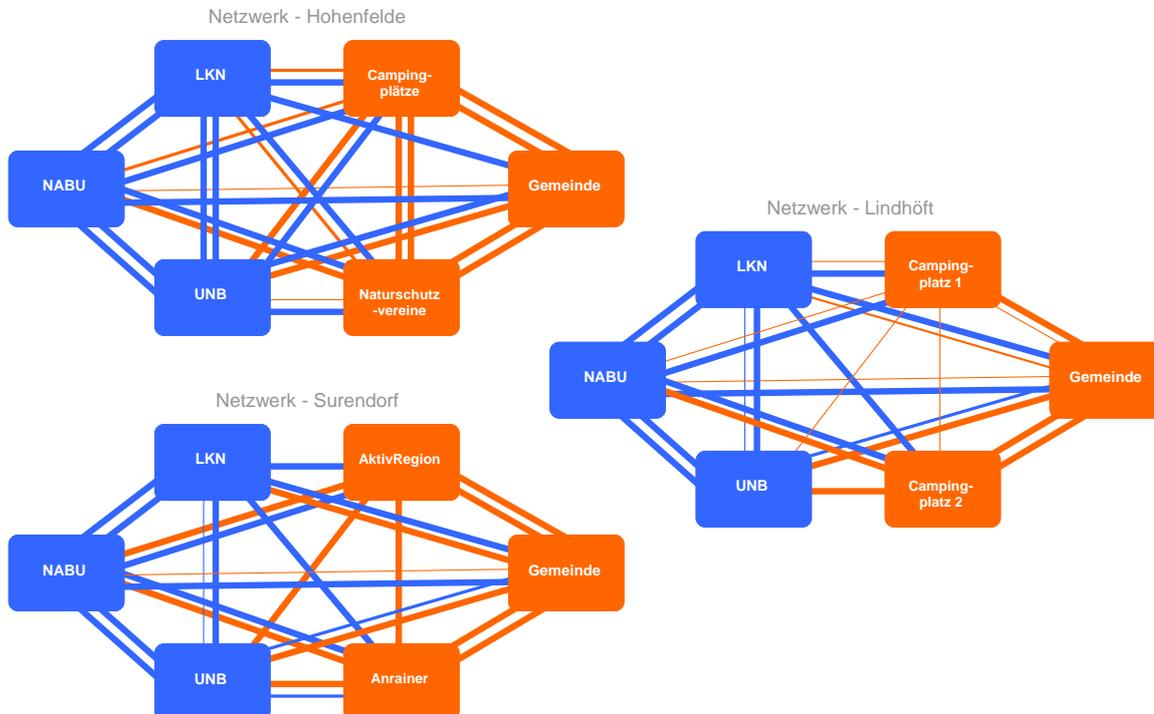


**Abbildung A6:** Netzwerkeinbindung der befragten Stakeholder untereinander (orange = überörtliche Akteure; blau = lokale Akteure). Eigene Darstellung.

In der Gesamtbetrachtung fällt auf, dass die Akteure, die an dieser Studie teilgenommen haben, alle sehr gut lokal und überörtlich vernetzt und eingebunden sind. Jedoch sind vor allem zwischen den lokalen und den überörtlichen Akteuren Unterschiede erkennbar. Wie Abbildung 29 zeigt sind die vier am weitesten vernetzten Stakeholder unter den Befragten überörtliche. Dies überrascht nicht, da die Netzwerkarbeit einen wichtigen Teil der Aufgaben dieser Akteure einnimmt (bspw. AktivRegionen). Sie sind in jedem Fall als wichtige Projektpartner in möglichen zukünftigen Schutzvorhaben anzusehen, da sie durch ihr breites Netzwerk auch als Multiplikatoren dienen können. Dadurch, dass diese Akteure in Bezug auf den Strandschutz sowohl dem Lager der Promotoren als auch der Opponenten und der neutralen Stakeholder zugeordnet werden können, ist im Allgemeinen nicht mit einem Übergewicht von Befürwortern oder Gegnern durch einen dieser überörtlichen Akteure zu rechnen. Zudem sind in der Praxis weitere in diese Studie nicht einbezogene überregional wirksame Institutionen denkbar (bspw. die Lokalen Tourismus Organisationen (LTO)).

Bei genauerer Betrachtung der drei Untersuchungsstandorte fällt auf, dass die Netzwerkeinbindung der lokalen Akteure und mithin die Dichte der Kommunikationsnetze unterschiedlich stark ausgeprägt sind.

Wie aus Abbildung A7 abzulesen ist, sind in Hohenfelde insbesondere die lokalen Akteure sehr stark untereinander vernetzt und speziell der örtliche Naturschutzverein erweist sich in der Praxis als starker Treiber für Vorhaben im Strand- und Naturschutz. Dies kann möglicherweise einen Hinweis darauf geben, dass die Bedingungen für die Umsetzung von strandnahen Naturschutzmaßnahmen - abseits aller naturräumlichen und lokalwirtschaftlichen Aspekte - in Hohenfelde möglicherweise günstiger sind als in Surendorf oder Lindhöft.



**Abbildung A7:** Netzwerkeinbindung ausgewählter Stakeholder untereinander an den drei Untersuchungsstandorten. Eigene Darstellung.

Einige Akteure wünschen sich für die Zukunft einen noch intensiveren Erfahrungsaustausch zwischen Stakeholdern in ähnlichen Problemlagen. Hier sei noch Bedarf an weiterer überregionaler Vernetzung.

Weiterhin gelte es, zukünftig noch stärker Synergien durch interkommunale Kooperationen zu nutzen. Synergieeffekte seien beispielsweise in den Bereichen „sanfter Tourismus“ und Naturerlebnisurlaub denkbar. Diese Kooperationen seien zudem möglicherweise dabei behilflich, eine gemeinsame überregionale Strategie zum Schutz der Strände an der Ostseeküste zu entwickeln.

### **A1.3.6 Ausblick: Ideen für die nachhaltige Nutzung von Stränden**

Die Themen Tourismus und naturnahe Strände bieten aus Sicht der befragten Akteure durchaus das Potential für Synergien. So wird von Seiten der Tourismuswirtschaft sanfter und nachhaltiger Tourismus als Segment angesehen, in dem mit einem moderaten, aber nachhaltigen Wachstum zu rechnen sei.

Die Impulse und die Weiterentwicklung in diesem Bereich könnten einerseits von lokalen Anbietern aber auch von einflussreichen überörtlichen Akteuren wie beispielsweise den Anbietern von Outdoor Equipment ausgehen.

Das touristische Potential und der Werbeeffect der Natur- und Umweltvorzüge, speziell von Flora und Fauna am Strand, seien bei Weitem noch nicht ausgereizt. Zudem berge die große Vielfalt verschiedener Strandtypen großes Potential für eine zielgruppenspezifische Besucherlenkung und die gezielte Vermarktung von naturräumlichen Vorzügen einzelner Standorte.

Es gelte zudem, vorhandene Synergien im Bereich des naturnahen Tourismus auszubauen. Zu denken ist hierbei an eine Vielzahl von Aktionsfeldern, angefangen bei Informationstafeln und Wanderwegen über Natur- und Unterwasserlehrpfade bis hin zu Outdoor-Übernachtungen. Förderlich für diesen Bereich des Tourismus seien insbesondere Leuchtturmprojekte wie die Globetrotter Lodge.

Weiterhin sei das Potential für Kooperation zwischen Tourismusanbietern und Naturschutzgruppen noch nicht ausgeschöpft. So sei zu erwarten, dass die Nachfrage seitens naturinteressierter Urlauber nach Führungen und Fachvorträgen noch unterschätzt werde.

In diesem Zusammenhang sei es wichtig, den vorhandenen naturnahen Tourismus in der Region zu erhalten und zu fördern und nicht durch andere, möglicherweise kontraproduktive, Vorhaben zu gefährden.

### **A1.4 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen**

Was ist Strandschutz? Diese Frage steht im Mittelpunkt, wenn man verstehen will, wie es um die Akzeptanz von neu zu errichtenden Schutzzonen geht. Für Akteure aus dem Naturschutz ist der Strand ein ökologisch sensibler Bereich, der umfassend geschützt werden muss, für die Tourismuswirtschaft zählt hierbei vor allem die Sicherung der Qualität des Strandes als Erholungsfläche, die es zu schützen gilt und deren touristische Nutzbarkeit gesichert werden muss (Entfernung von Müll und Treibsel; Vermeidung von Sandabtrag etc.). An diesem sehr unterschiedlichen Verständnis von „Strandschutz“ wird deutlich, dass es zunächst nicht nur darum gehen muss, gemeinsame Begriffsdefinitionen zu finden, sondern vor allem auch darum, Empathie für die Positionen anderer Akteure zu fördern. Dies kann vermutlich nur durch gezielten und stetigen Austausch zu dem Thema - ggf. flankiert von Fortbildungsveranstaltungen für alle Akteure - abseits konkreter

Planungsverfahren und Beteiligungsmaßnahmen erreicht werden, damit alle Stakeholder in Zukunft beim Thema „Strandschutz“ dieselbe Sprache sprechen.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob beim Strandschutz eine landesweite Gesamtstrategie auf den Weg gebracht werden soll oder ob stattdessen dezentrale Lösungen eine größere Aussicht auf Erfolg haben. Den Erkenntnissen dieser Studie nach gibt es gute Gründe auf dezentrale Ansätze zu setzen um das lokale Wissen zu nutzen und eine für den jeweiligen Strandabschnitt bzw. die Gemeinde passende Lösung zu finden. Andererseits wäre an einigen Standorten das Anknüpfen an eine überregionale Gesamtstrategie sicherlich für die Ziele des Naturschutzes sinnvoller, da vor Ort nicht die personellen und materiellen Ressourcen vorhanden sind, um dort eigenständig Projekte zu initiieren und vor allem langfristig erfolgreich umzusetzen. Von Nutzen könnten hierbei mögliche überregionale Förderprogramme sein, die mit der Entwicklung einer Gesamtstrategie für die Strände der Ostseeküste einhergehen müssten und so deren Umsetzung forcieren könnten.

Integrierende Konzepte, die die beiden oft unvereinbar erscheinenden Pole Naturschutz und Tourismus zusammenführen, könnten der Königsweg sein, um für beide Seiten gewinnbringende Partnerschaften einzugehen und entsprechende Projekte auf den Weg zu bringen. Zu denken ist hierbei neben der Förderung des naturnahen Tourismus insbesondere an die offensivere Vermarktung der Vorzüge naturnaher Strände und Regionen. Ein Wachstum in diesem Segment ist durchaus zu erwarten, hätte aber auf der anderen Seite möglicherweise bei steigender Nachfrage widersprüchliche Folgen für den Strand- und Naturschutz, so dass auch bei touristischen Angeboten dieser Art die mittel- und langfristigen Folgen von vornherein berücksichtigt werden sollten.

Generelle Defizite sind feststellbar, wenn es um die Integration von Bürgerinteressen in Planungsprozessen geht. Vertreter der lokalen Bevölkerung sind wichtige Akteure, ohne deren Mitwirken keine Entscheidungen über z. T. gravierende Eingriffe in die Zugänglichkeit öffentlicher Freiflächen getroffen werden sollten. Ohne die Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung dürfte jede Strandschutzmaßnahme zum Scheitern verurteilt sein. In den persönlichen Interviews wurde dieser Aspekt jedoch von keinem der Akteure als sonderlich relevant angesehen. Die Interessen der lokalen Bevölkerung finden bisher allenfalls mittelbar Eingang in Planungsprozesse. Die gesetzlich vorgeschriebenen Beteiligungsverfahren sind in diesem Zusammenhang oftmals nur ein unzureichendes Werkzeug, um an konkreten Projektplanungen teilzuhaben. Stattdessen sollte zukünftig auf einen vertrauensvollen Dialog mit der lokalen Bevölkerung und „echte“ Beteiligung in allen Projektphasen gesetzt werden. Wie groß allerdings vor Ort der tatsächliche Bedarf an Beteiligung bei der Planung von Maßnahmen mit Bezug zum Strandschutz ist, müsste noch gesondert erhoben werden. Es ist anzunehmen, dass dieser erstens stark vom jeweiligen Vorhaben abhängt und zweitens, analog zu dem Engagement von institutionellen Akteuren, in diesem Bereich große regionale Unterschiede vorhanden sind.

In Bezug auf mögliche neue Schutzzonen an Stränden werden neben einer genauen Analyse und Vorbereitung etwaiger Maßnahmen insbesondere das Vorhandensein eines starken „Treibers“ für das Projekt, also einer Person oder Gruppe, die initiativ tätig wird und den Prozess fördernd begleitet, sowie eine hohe Sensibilität für Naturschutzthemen in Verbindung mit einer belastbaren Dialogkultur vor Ort als begünstigende Faktoren für die erfolgreiche Einrichtung angesehen. Weiterhin sind eine Prüfung der Geeignetheit des infrage kommenden Strandabschnitts sowie eine fundierte und transparente Projektplanung unverzichtbare Bedingungen.

Die Stakeholder betonen, dass in der Zukunft eine bessere Vereinbarkeit von Naturschutz, Küstenschutz, Tourismus und den verschiedenen Nutzerinteressen nur erreicht werden könne, wenn bereits in der

überörtlichen Strategieentwicklung und Planung all diese Belange gleichberechtigt berücksichtigt würden. Zudem sei es wichtig, die Kontinuität und Verlässlichkeit von Planungen sicherzustellen, um nicht nur das Vertrauen der Akteure untereinander zu stärken, sondern insbesondere das Vertrauen in die Planungsverfahren zu fördern. Gerade die letztgenannten Punkte dürften für zukünftige Planungen elementar wichtig sein, da die Ergebnisse dieser Studie vermuten lassen, dass insbesondere bei den lokalen Akteuren im Vorfeld eines Projekts oft wenig Vertrauen in mögliche (überregionale) Projektpartner vorhanden ist. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen sollte zukünftig bei der Planung von Schutzmaßnahmen großer Wert auf die gleichberechtigte und frühzeitige Beteiligung aller relevanten Akteure gelegt werden. Partizipation sollte dabei als Prozess verstanden werden, der - im Sinne einer konsensualen Strategieentwicklung vor Ort - bereits weit vor konkreten Umsetzungsplanungen beginnt. Insbesondere die Aktivierung nicht-institutionalisierter und nicht-organisierter Gruppen, die in Planungsprozessen generell unterrepräsentiert sind, und die Einbindung von Bürgerinteressen vor Ort gilt es auszuweiten. Um langfristig die Akzeptanz einer neu einzurichtenden Schutzzone sicherzustellen, ist in allen Phasen der Planung und der Umsetzung auf Transparenz sowie stetige Information und Kommunikation zu achten.

Weiterhin sollten engagierte Multiplikatoren aus den „Szenen“ (speziell Wassersportler) in den Planungsprozess eingebunden werden, um die Akzeptanz der Planungen zu sichern und jeden Planungsschritt von den vor Ort wichtigen, aber oftmals nicht organisierten, Nutzergruppen mitbewerten zu lassen. Wenn diese in zukünftigen Vorhaben stärker beteiligt werden sollen, dürften daher neben weiteren Informationen zum Thema eine gezielte Ansprache sowie die explizite Einladung zum Dialog für diese Gruppen notwendig sein.

Es ist kaum möglich, allgemeingültige Regeln zur Gestaltung von Umsetzungs- und Planungsprozessen für Strandschutzmaßnahmen abzuleiten, da jedes Vorhaben in diesem Bereich sehr orts- bzw. fallspezifisch ist, und darüber hinaus der Projekterfolg bzw. -verlauf sehr stark von den handelnden Personen, ihrem Engagement, ihren Kompetenzen, ihrer Durchsetzungsfähigkeit und ihrem Durchhaltevermögen abhängig ist.

Es sind zwischen den Stakeholdern keine größeren aktuellen Konfliktherde beim Thema Strandschutz auszumachen, die akut der Vermittlung oder gar der Mediation bedürften. Im Gegenteil ist an allen Untersuchungsstandorten eine gewachsene Kultur des Dialogs und des Interessenausgleichs vorhanden, die auf den oft „kurzen Wegen“ der Akteure zu den Entscheidungsträgern vor Ort und den intensiven persönlichen Kontakten fußt.

Dennoch legen die Ergebnisse dieser Studie einige Empfehlungen nahe, die zu einem noch besseren Austausch der Akteure untereinander beitragen könnten. Auf der Verwaltungsebene könnte die Einführung moderner Entscheidungsstrukturen und direkter Formen der Bürgerbeteiligung dazu beitragen, dass die Interessen aller Stakeholder schon frühzeitig in den Prozess einbezogen werden. Durch das Einbeziehen von Strand- und Naturschutzaspekten in langfristige integrierte Entwicklungskonzepte vor Ort können Fragen des Strandschutzes abseits konkreter Projektplanungen noch enger in die Leitbildentwicklung von Gemeinden eingebunden werden. Ein weiterer Ansatz zur Verbesserung der Beteiligungskultur vor Ort und damit der Chancen auf nachhaltig verlässliche Lösungen beim Strandschutz ist die Stärkung der Kompetenzen und die Weiterqualifikation von Akteuren. Es zeigte sich, dass bei vielen Stakeholdern kaum Kenntnisse über die Ziele und die Arbeitsweisen der weiteren Akteure vorhanden sind. Dies trifft insbesondere auf diejenigen zu, die nicht im ständigen Austausch mit anderen Stakeholdern sind und zumeist abseits des Politikbetriebs

agieren (Gastronomie, nicht organisierte Gruppen, Vereine etc.). Auf überregionaler Ebene könnte ein Verstetigen und Ausweiten der Kommunikation unter möglichen Akteuren die Netzwerkbildung - auch über die eigenen fachlichen Zirkel hinaus - weiter fördern. Dies könnte sich wiederum zukünftig bei der Suche nach möglichen Kooperationspartnern als positiv erweisen, wenn dabei der „Blick über den Tellerrand“ zur Regel wird und auch dort nach Synergien und Anknüpfungspunkten gesucht wird, wo dies bisher noch nicht zu vermuten wäre.

Hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen ist zu beachten, dass Planungsprozesse nie abgeschlossen sind und einem stetigen Wandel unterliegen. So können sich sowohl die Einstellungen der Stakeholder mit der Zeit ändern (bspw. durch neue Tourismustrends) als auch die äußeren Umstände (bspw. durch einen Meeresspiegelanstieg). Zudem verändert sich der Prozess dadurch, dass einige Stakeholder ausscheiden und neue hinzukommen. Weiterhin sind die Folgen des Sozialen und des Demographischen Wandels zu berücksichtigen, die beispielsweise die Nachfragestruktur in der Tourismusbranche verändern.

### **Einordnung der Ergebnisse**

Dadurch, dass ein fiktives Szenario für diese Untersuchung gewählt wurde, sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren. So bleibt offen, ob sich die Akteure in einem realen Planungsverfahren und somit bei „echter“ Betroffenheit genau wie dargestellt verhalten würden. Es ist anzunehmen, dass einige Akteure in der Praxis deutlich kritischer agieren würden und die Ablehnung und die Zahl der Opponenten generell größer wäre, da auch bei Vertretern von Institutionen und Betrieben nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese in Interviewsituationen im Sinne einer „sozialen Erwünschtheit“ antworten. Eine gewisse Verzerrung der Ergebnisse zugunsten der Befürwortung von Strandschutzmaßnahmen resp. der geringen Ablehnung derselben oder auch bzgl. der Dialog- und ggf. der Kompromissbereitschaft einzelner Akteure ist daher anzunehmen.

### **Fazit und Ausblick**

Um die möglichen Akteurskonstellationen vor Ort und überörtlich noch präziser abbilden zu können und um ein noch besseres Verständnis der politischen Aushandlungsprozesse und der Interessenlagen potentieller Stakeholder zu erlangen, wäre es sinnvoll, diese ersten explorativen Ergebnisse um zusätzliche Untersuchungen mit einem erweiterten Kreis von Stakeholdern an weiteren Standorten, die möglicherweise mit anderen Ausgangssituationen (bspw. unterschiedliche administrative und planungsrechtliche Grundlagen; dominante lokale Einflussgruppen) konfrontiert sind, zu ergänzen.

Die Aspekte, die mit der vorliegenden Untersuchung noch nicht abgedeckt werden konnten, sind zum einen die Interessenlagen von weiteren Anrainern sowie der lokalen Bevölkerung, die den Strand als Naherholungsraum nutzt. Diese Gruppen haben zwar kein direktes Mandat, um den Prozess zu steuern, stellen aber mittelbar eine wichtige Interessensgruppe dar. Zum anderen ist die große und in sich sehr heterogene Nutzergruppe der Wassersportler unterrepräsentiert, die lokal eine wichtige und raumprägende Rolle einnimmt.

Die Erkenntnisse aus einer Stakeholderanalyse mit einer solcherart ausgeweiteten und belastbaren Datenbasis in Kombination mit dem Verstetigen der begonnenen Öffentlichkeitsarbeit sowie dem Ausbau der Kooperation und der Netzwerkarbeit können der Ausgangspunkt für ein weithin übertragbares und von allen relevanten Akteuren akzeptiertes Konzept zum nachhaltigen Schutz von Stränden an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste sein.

## Fragebogen 1 (Interesse am Strandschutz)



Institut für Ökosystemforschung

Abt. Angewandte Ökologie  
Prof. Dr. U. Irmeler  
Prof. Dr. J. Schrautzer

Datum: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2013

Institution: \_\_\_\_\_

Bogen ausgefüllt von: \_\_\_\_\_

(Name, Funktion)

### Forschungsvorhaben zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste Expertenbefragung

Um das Expertengespräch mit Ihnen optimal vorbereiten zu können, möchten wir Sie vorab bitten, uns die nachfolgenden Fragen zur Situation an den Stränden in Ihrem Zuständigkeitsbereich sowie zum Naturschutz und zum Tourismus zu beantworten. Ihre Angaben werden selbstverständlich vertraulich behandelt!

Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen anhand einer Skala von „Trifft völlig zu“ bis „Trifft überhaupt nicht zu“.

*Bitte ankreuzen!*

1. *„Der derzeitige Zustand einiger Strandabschnitte an der Ostsee und insbesondere in unserem Umfeld ist verbesserungsbedürftig.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
2. *„Wir haben bereits Erfahrungen mit Naturschutzprojekten gemacht.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
3. *„Wir haben in Bezug auf die Umsetzung von Schutzzonen in bestimmten Strandabschnitten wenig Vertrauen in mögliche Projektpartner vor Ort.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
4. *„Für uns als Institution/ Betrieb mit Bezug zur Ostsee ist es selbstverständlich, dass wir uns für den Naturschutz an den Stränden engagieren.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
5. *„Wir haben schon oft erfolgreich mit anderen Partnern in Projekten aus den Bereichen Naturschutz oder Tourismus zusammengearbeitet.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
6. *„Durch die mögliche Einrichtung einer Schutzzone an einem Strandabschnitt in unserem Zuständigkeitsbereich werden Nachteile für unsere Institution/ unseren Betrieb/ unsere Gemeinde entstehen.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
7. *„Die Zusammenarbeit mit anderen Institutionen und den zuständigen Behörden funktioniert gut.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
8. *„Wir versprechen uns durch das Einrichten einer Schutzzone an einem Strandabschnitt in unserem Zuständigkeitsbereich eine positive Wirkung für unsere Arbeit.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
9. *„Wir nutzen im Rahmen unserer Tätigkeit Teile der Strände in unserem Umfeld und sind auf einen uneingeschränkten Zugang zum Strand angewiesen.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu
10. *„Wir sind grundsätzlich dazu bereit, an dem Dialog zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste mitzuwirken.“*  
 Trifft völlig zu                   Trifft überhaupt nicht zu

Bitte senden Sie den Bogen per Fax (0431-880-4083) oder im beiliegenden Rückumschlag an uns zurück!  
Vielen Dank!



## Fragebogen 2 (Netzwerk)



Institut für Ökosystemforschung

Abt. Angewandte Ökologie  
Prof. Dr. U. Irmiler  
Prof. Dr. J. Schrautzer

Datum: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2014

Institution: \_\_\_\_\_

Bogen ausgefüllt von: \_\_\_\_\_

(Name, Funktion)

### Forschungsvorhaben zum nachhaltigen Schutz von Stränden der Ostseeküste Expertenbefragung

Wir möchten Sie bitten, von der folgenden Liste die Projekte, Institutionen, Organisationen und Akteure zu nennen, die Ihnen a) bekannt sind und b) mit denen Sie bereits zusammenarbeiten oder c) in Zukunft gerne zusammenarbeiten möchten.

Projekt/ Institution/ Organisation/ Akteur	Projekt/ Institution/ Organisation/ Akteur ist bekannt	Zusammenarbeit besteht	Zusammenarbeit für die Zukunft vorstellbar?		
			Ja	Nein	k. A.
EUCC Deutschland/ Küsten Union Deutschland e.V.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integriertes Küstenzonenmanagement (IKZM) in Deutschland	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klimabündnis Kieler Bucht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rahmenplan Kieler Förde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RadOst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projekt ZuM Strand – Zukunftsmanagement Strand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CRM - Coastal Research & Management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ostsee-Infozentrum Eckernförde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stiftung Naturschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LLUR (Landesamt f. Landwirtschaft, Umwelt und ländl. Räume)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LKN (Landesbetr. Küstenschutz, Nationalpark & Meeresschutz)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kieler Exzellenzcluster "Ozean der Zukunft", Uni Kiel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leibniz Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baltic Green Belt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BUND	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hohe Tide e.V.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NABU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jordsand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lighthouse Foundation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
WWF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BaltCICA (Forschungsprojekt zum Klimawandel an der Ostsee)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokale Gemeindevertreter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokale Amtsverwaltung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untere Naturschutzbehörde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AktivRegion/ Regionalmanagement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokale Naturschutzgruppen/ -akteure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokale Vereine, Arbeitsgemeinschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokale Gastronomie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokale Hotels, Pensionen, Campingplätze etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokale Wassersportanbieter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Anrainer (Anwohner, Landwirte, Militär etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige (Bitte eintragen!): _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# A2 Poster zur Vorstellung von Ergebnissen des Projektes auf der LITTORAL 2014 in Klaipeda (Litauen)

**CAU**  
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

## Beach plants under pressure – an integrating analysis on effects of tourism

F. K. Seer; U. Irmiler; J. Schrautzer

### Introduction

Coastal areas are highly dynamic ecosystems with a specialized fauna and flora. The natural driving factors for species composition and species condition on almost all coastal areas of the Baltic Sea are currently overlaid by anthropogenic impacts. For 63 % of European tourists, the coastal areas are the most favored regions for holiday. Forecasts predict even an increase of tourism due to climate change.

Our research group focuses on identifying the effects of direct human impacts on beach plants. Findings are fundamental for the development of a concept, which should agree habitat and species conservation with tourism in the Baltic Sea area.

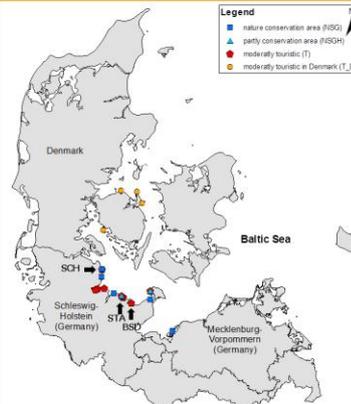


Fig. 1: Map of the study sites along the southern Baltic Sea with different intensities of disturbance. The three experimental areas of the second study (BSD; SCH and STA) are marked with an arrow.

### Impact of conservation strategy

Vegetation relevés were carried out to analyze the effect of different management strategies. To consider the sea-land gradient beach sections were divided into ten transects with six 4 m<sup>2</sup> plots each in different distances to the shore. They were carried out at 21 beaches (Fig. 1) with four categories of disturbance intensity:

**NSG:** Closed beaches in nature conservation areas  
**NSGH:** Beaches with closed backshore and foredunes, but with touristic access to the lower beach area and the water side  
**T:** Beaches completely open for people  
**T\_DK:** Touristic used beaches in Denmark on the island of Fyn

	NSG	NSGH	T	T_DK
N	301	174	391	208
Annual driftline plants ( <i>Callitriche-maritima</i> )	-	-	-	↑↑
Upper beach plants ( <i>Honckenya-Elymus</i> )	↑	↑	-	-
Plants of the foredune area ( <i>Elymo-Ammophila</i> )	-	-	-	↓
Reed ( <i>Piragmo-Magrocacetea</i> )	-	-	-	↑
Ruderal and cultural grassland species ( <i>Antarssetea</i> and <i>Molinio-Arhenatheretea</i> )	-	-	↑↑	-

Tab. 1: Species richness, diversity and distribution of socio-ecological groups of differently used beaches (arrows indicate the direction of significant differences; Kruskal-Wallis within group tests, p < 0.001)

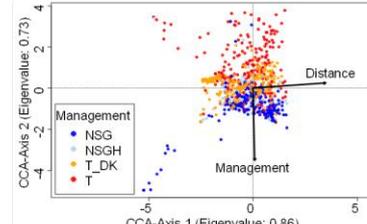


Fig. 2: Canonical Correspondence Analysis. (Eigenvalue of constrained Axis: Management: 37.5; Distance: 16.6)

Results revealed an increased amount of ruderal and cultural grassland species in touristic used areas (Tab. 1). Most coverage of species of the upper shore area occurred in closed areas (NSG). Annual driftline plants occurred increasingly in beaches in Denmark. Management and distance to the shore were determined as mainly influencing factor on species assemblage (Fig. 2).

The usage type NSGH was quite similar to NSG regarding socio-ecological groups. Thus partly closing of the beach parallel to the shoreline, seems to have a significant positive effect on the development of a near natural plant community.





### Impact of direct pressure on beach plants

For the determination of the effects of trampling on the performance of *Atriplex prostrata*, *Honckenya peploides* and *Crambe maritima*, we planted 100 individuals of each species on three different beaches (Fig. 1). We treated them with 0, 1 and 2 steps m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> to assure any survival of the species. Performance of plants was measured monthly from beginning of June to end of September and once in the beginning of June the next year.

Results of a linear model using generalized least squares with correlation of time as random factor and beach site and trampling intensity as fixed factors, revealed that differences of the site conditions dominated the performance for all plants (Tab. 2). Nevertheless, significant reduction of growth heights, maximal leaf length and fitness (measured as chlorophyll content and fitness of the PSI) due to trampling intensity could be detected for *C. maritima*. Furthermore young plants were significantly stronger affected by trampling than older individuals.

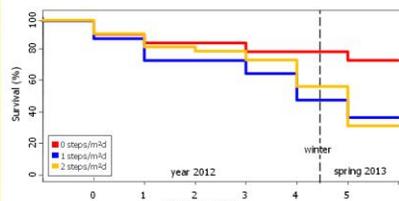


Fig. 3: Survival of *C. maritima* with different trampling intensities. (log-rank test:  $\chi^2=30.4$ , df=8, p<0.001)

Species	<i>Atriplex prostrata</i>	<i>Crambe maritima</i>	<i>Honckenya peploides</i>
<b>Planting</b>	Good at sandy beaches	Good	Poor (just about 75 % survived)
<b>Effect of Trampling</b>	No significant effects	- Biomass - Fitness - Survival	No significant effects
<b>Effect of Beach site</b>	Strong influence ++ sandy sites	Strong influence ++ gravel sites	Strong influence + sandy sites
<b>Further information</b>	No influence of trampling on seed mass (g)	Older plants are considerably more tolerant than younger plants	Vegetative growth is possible with long shoots



### Conclusion and ideas of application

Trampling directly influences beach plants by damaging plant organs and changing vegetation cover and indirectly affects them by changing habitat conditions. Furthermore, our study showed that different plants differ in their sensibility towards trampling, which is also affected by plant age. Thus, limiting tourist access to the upper shore parallel to the coastline (NSGH) might be sufficient to support near natural vegetation cover; because naturally, more tolerant beach plants (*A. prostrata* and *H. peploides*) grow at the lower shore. This would allow tourists to access the water and use the lower beach area for recreation.

These findings encourage ideas of sustainable beach management which focus on coastal spatial planning with areas of tourist use as well as fenced areas for nature conservation. Still, further research is needed to assess the impact of partial beach closing on beach flora and fauna and the acceptance by tourists and stakeholders.



**Dipl.-Biol. Franziska K. Seer**  
 University of Kiel  
 Institute for Ecosystem Research  
 Department of Applied Ecology  
 Olshausenstrasse 75; 24118 Kiel  
 +49 (0) 431 880-1199; fseer@ecology.uni-kiel.de



LIGHTHOUSE FOUNDATION  
STIFTUNG FÜR DIE MEERE UND OZEANE



DBU  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

### A3 Informationstafel für die KLIMALE 14.-15.7.2015 in Eckernförde

#### Ökosystem Strand *Tourismus*



**Die Strände der deutschen Ostseeküste unterliegen einer starken touristischen Nutzung, die bei intensivem Badebetrieb den dort lebenden Pflanzen und Tieren kaum Überlebenschancen bietet.**

Viele Strandbesucher wissen nicht, welche Tierarten zwischen Badehütchen und Sandburg krabbeln. Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass bereits eine geringe Nutzung des Strandes die Artenvielfalt und Zusammensetzung der dort lebenden Tiere verändert. Das Forschungsprojekt „Entwicklung eines Konzeptes zum nachhaltigen Schutz der Ostseestrände“ des Instituts für Ökosystemforschung der Universität Kiel versucht ein Konzept zu entwickeln, das flexible Lösungen für Mensch und Natur bietet. Experimente im Freiland an Pflanzen und Messungen zum Raumbedarf von Wolfsspinnen dienen dazu ihre Lebensansprüche besser zu verstehen. Bisher wurde festgestellt, dass vor allem der obere Strandbereich sehr empfindlich gegenüber Trittbelastungen ist.

Die vielfältige Nutzung der Strände der Ostseeküste kann leicht zu Problemen zwischen den beteiligten Personen führen. Küstenschützer, Badegäste, Surfer und Naturschützer haben unterschiedliche Interessen. Um diese aufzudecken, wurden im Rahmen einer Teilstudie einige Stellvertreter interviewt. Trotz vielfältiger Bedenken wäre für sie eine zeitweilige oder teilweise Absperrung von wenig genutzten Stränden akzeptabel. Allerdings sollte immer der Zugang zum Wasser gewährleistet bleiben.



Einfache Zäune schützen den oberen Strand im Naturschutzgebiet bei Behrendorf

#### Ökosystem Strand *pflanzen*



**Wellen, Wind und Sand schaffen einen schwierigen Lebensraum für Pflanzen. Dennoch gelingt es einigen besonders gut angepassten Arten hier zu überleben.**

Einige einjährige Pflanzen, z.B. der Meeresfenchel (*Cakile maritima*), nutzen die Nährstoffe im Spülsaum, um im Sommer schnell zu wachsen und Samen für das nächste Jahr auszubilden. Ein wenig weiter oben am Strand findet sich die Salzmiere (*Honckerya peplodes*) die sich in dichten grünen Teppichen ausbreitet. Mit ihrem tiefen dichten Wurzelnetz hält sie den Sand fest. Hinter diesem Bereich türmt sich ein Wall, der so genannte Strandwall, aus Gräsern und festgehaltenerem Sand auf.

Obwohl diese Pflanzen sehr gut an schwierige Bedingungen angepasst sind, haben sie Probleme mit Tritt. Durch Trittbelastung wird die Wachsschicht auf den Blättern zerstört, die sie vor Austrocknung schützt und die Wurzeln im Boden brechen ab. Der Versuch zur Trittempfindlichkeit einiger Strandpflanzen zeigte, dass besonders Pflanzen des oberen Strandes, wie zum Beispiel der seltene Meerkochl (*Crambe maritima*), eine geringere Widerstandskraft gegenüber Tritt besitzen. Bereits bei nur 2 Tritten (pro Tag und m<sup>2</sup>) besaß der Meerkochl ein geringeres Blattwachstum und überlebte deutlich schlechter als unbelastete Pflanzen.



Die Entwicklung der Pflanzen im Experiment wird regelmäßig untersucht. Hier wird mit einem Lichtimpuls gemessen, wie sich die Trittbelastung auf die Photosynthese auswirkt.

#### Ökosystem Strand *Spinnen*



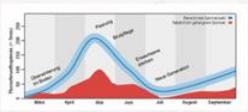
**Mit ein wenig Glück lässt sich die Große Flussuferwolfspinne (*Arctosa cinerea*) am Strand beobachten.**

Sie ist die zweitgrößte Spinne in Deutschland und durch ihre grau-braune Farbe sehr gut im Sand getarnt. So huscht sie über den Sand und fängt Fliegen, Flohkrebse oder andere Spinnen. Um Feinden, wie zum Beispiel dem Sandregenspinner, aus dem Weg zu gehen, versteckt sich die Spinne in einer selbstgebauten Röhre im oberen Strand. Im Mai und Juni tragen die Weibchen oft eine weiße Kugel mit sich herum in der sich die Eier befinden und bald darauf sitzen die kleinen Spinnen auf dem Rücken der Mutter und lassen sich von ihr tragen.

Die Untersuchungen zum Raumbedarf von Wolfsspinnen ergaben, dass diese vor allem den oberen Strandbereich nutzen. Die direkten Beobachtungen der Bewegung der Flussuferwolfspinnen zeigen, dass diese an touristisch genutzten Stränden mehr Umwege laufen. Außerdem ist die Laufrichtung der Spinnen dort eher zum Wasser, als zur Düne gerichtet. Dadurch verschlechtert sich ihre Energiebilanz im Vergleich zu ungenutzten Stränden. Sie müssten als Ausgleich mehr fressen, obwohl an touristischen Stränden weniger Nahrung vorhanden ist.



Die Spinnen werden in Bioverfallen gefangen. Mit ein wenig Kleber und einem nummerierten Plastikplättchen werden die Spinnen markiert. So sind sie beim nächsten Fang leicht zu erkennen. Aus diesen Daten lässt sich berechnen, wie viel Platz eine Spinne benötigt oder wie viele Spinnen es an diesem Strand gibt.



Die Anzahl von Spinnen im Naturschutzgebiet bei Schmolw (2012)

